

ВЕСТНИК
МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ОБЛАСТНОГО УНИВЕРСИТЕТА

ISSN 2072-8352

Серия

2014 / № 2

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

Научный журнал основан в 1998 г.

«Вестник МГОУ» (все его серии) включен в «Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени доктора и кандидата наук» Высшей аттестационной комиссии (См.: Список журналов в редакции от 2012 г. на сайте ВАК) по наукам, соответствующим названию серии.

The academic journal is established in 1998

«Bulletin of the Moscow State Regional University» (all its series) is included by the Supreme Certifying Commission into the List of the leading reviewed academic journals and periodicals, in which the basic research results of Ph.D. and Doctorate's academic degree thesis should be published (See: the List of journals edited 27.10.2012 at the site of the Supreme Certifying Commission) in corresponding series.

2014 / № 2

Series

ISSN 2072-8352

NATURAL SCIENCES

BULLETIN OF THE MOSCOW STATE
REGIONAL UNIVERSITY

Учредитель журнала «Вестник МГОУ»: Московский государственный областной университет

Выходит 5 раз в год

Редакционно-издательский совет «Вестника МГОУ»

Хроменков П.Н. — к.филол.н., проф., ректор МГОУ (председатель совета)

Никитин О.В. — д.филол.н., проф., проректор по научной работе МГОУ (зам. председателя совета)

Абрамов А.В. — к.пол.н., доц., нач. отдела по изданию журнала «Вестник МГОУ»

Асмолов А.Г. — академик РАО, д.псих.н., проф. МГУ им. М.В. Ломоносова

Белозеров В.Е. — д.ф.-м.н., проф. Днепропетровского национального университета (Украина)

Боголюбов Л.Н. — академик РАО, д.пед.н., проф.

Клычников В.М. — к.ю.н., к.и.н., проф., проректор по учебной работе и международному сотрудничеству МГОУ

Затулин К.Ф. — директор Института диаспоры и интеграции (Института стран СНГ)

Коничев А.С. — д.б.н., проф. МГОУ

Лекант П.А. — д.филол.н., проф. МГОУ

Марченко М.Н. — д.ю.н., проф. МГУ им. М.В. Ломоносова

Нелюбин Л.Л. — д.филол.н., проф. МГОУ

Ницевич В.Ф. — д.пол.н., проф., директор Орловского филиала Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ

Пасечник В.В. — д.пед.н., проф. МГОУ

Поляков Ю.М. — к. филол. н., гл. ред. «Литературной газеты»

Пусько В.С. — д.ф.н., проф. МГТУ им. Н.Э. Баумана

Ху Гумин — д.филол.н., проф. Института иностранных языков Уханьского университета (Китай)

Редакционная коллегия серии «Естественные науки»

Ответственный редактор серии:

Снисаренко Т.А. — доктор биологических наук, профессор.

Зам. ответственного редактора серии:

Матвеев Н.П. — кандидат географических наук, профессор

Ответственный секретарь:

Мануков Ю.И. — кандидат биологических наук

Члены редакционной коллегии серии:

Васильев Н.В. — доктор химических наук, профессор; **Юнусов Х.Б.** — кандидат химических наук, доктор технических наук, доцент;

Коничев А.С. — доктор биологических наук, профессор;

Гордеев М.И. — доктор биологических наук, профессор;

Пасечник В.В. — доктор педагогических наук, профессор;

Молоканова Ю.П. — кандидат биологических наук, доцент;

Ткачева З.Н. — кандидат педагогических наук, доцент;

Голубченко И.В. — кандидат географических наук, доцент;

Вацадзе С.З. — доктор химических наук, профессор (Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова);

Расулов М.М. — доктор медицинских наук, профессор (Научно-исследовательский институт химии и технологии элементоорганических соединений, г. Москва);

Аллахвердиев С.Р. — доктор биологических наук, профессор (Бартынский университет, Турция);

Мурадов П.З. — доктор биологических наук, профессор (Институт микробиологии Национальной академии наук Азербайджана, г. Баку);

Чернышенко С.В. — кандидат физико-математических наук, профессор (Университет Кобленц-Ландау, Германия)

ISSN 2072-8352

Вестник Московского государственного областного университета. Серия «Естественные науки». 2014. № 2. — М.: ИИУ МГОУ. — 102 с.

Журнал «Вестник МГОУ» серия «Естественные науки» зарегистрирован в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия. Регистрационное свидетельство ПИ № ФС77-26171

**Индекс серии «Естественные науки»
по Объединенному каталогу «Пресса России» 40564**

© МГОУ, 2014.

© Издательство МГОУ, 2014.

Журнал включен в базу данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ), имеет полнотекстовую сетевую версию в Интернете на платформе Научной электронной библиотеки (www.elibrary.ru), а также на сайте Московского государственного областного университета (www.vestnik-mgou.ru)

При цитировании ссылка на конкретную серию «Вестника МГОУ» обязательна. Воспроизведение материалов в печатных, электронных или иных изданиях без разрешения редакции запрещено. Опубликованные в журнале материалы могут использоваться только в некоммерческих целях. Ответственность за содержание статей несут авторы. Мнение редколлегии серии может не совпадать с точкой зрения автора. Рукописи не возвращаются.

**Адрес Отдела по изданию научного журнала
«Вестник МГОУ»**

г. Москва, ул. Радио, д.10а, офис 98

тел. (499) 261-43-41; (495) 723-56-31

e-mail: vest_mgou@mail.ru; сайт: www.vestnik-mgou.ru

The founder of journal «Bulletin of the MSRU»: Moscow State Regional University

Issued 5 times a year

Series editorial board «Natural Sciences»

Editor-in-chief:

T.A. Snisarenko – Doctor of Biology, Professor

Deputy editor-in-chief:

N.P. Matveyev – Ph.D. in Geography, Professor

Executive secretary of the series:

Yu.I. Manukov – Ph.D. in Biology;

Members of Editorial Board:

N.V. Vasiljev – Doctor of Chemistry, Professor; **Kh.B. Yunusov** – Ph.D. in Chemistry, Doctor of Technical Science, Associate Professor;

A.S. Konichev – Doctor of Biology, Professor; **M.I. Gordeyev** – Doctor of Biology, Professor; **V.V. Pasechnik** – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor; **Yu.P. Molokanova** – Ph.D. in Biology, Associate professor;

Z.N. Tkacheva – Ph.D. in Pedagogy, Associate Professor; **I.V. Golubchenko** – Ph.D. in Geography, Associate Professor; **S.Z. Vatsadze** – Doctor of Chemistry, Professor (Lomonosov Moscow State University); **M.M. Rasulov** – Doctor of Medicine, Professor (State Research Institute for the Chemistry and Technology of Hetero-Organic Compounds, Moscow);

S.R. Allahverdiev – Doctor of Biology, Professor (Bartin University, Turkey); **P.Z. Muradov** – Doctor of Biology, Professor (Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of Azerbaijan, Baku); **S.V. Chernishenko** – Ph.D. in Physics and Mathematics, Doctor of Biology, Professor (University of Koblenz-Landau, Germany)

The journal is included into the database of the Russian Science Citation Index, has a full text network version on the Internet on the platform of Scientific Electronic Library (www.elibrary.ru), as well as at the site of the Moscow State Regional University (www.vestnik-mgou.ru)

At citing the reference to a particular series of «Bulletin of the Moscow State Regional University» is obligatory. The reproduction of materials in printed, electronic or other editions without the Editorial Board permission, is forbidden. The materials published in the journal are for non-commercial use only. The authors bear all responsibility for the content of their papers. The opinion of the Editorial Board of the series does not necessarily coincide with that of the author. Manuscripts are not returned.

The Editorial Board address: Moscow State Regional University

10a Radio st., office 98

Moscow, Russia

Phones: (499) 261-43-41; (495) 723-56-31

e-mail: vest_mgou@mail.ru;

Site: www.vestnik-mgou.ru

Publishing council «Bulletin of the MSRU»

P.N. Khromenkov – Ph. D. in Philology, Professor, Principal of the MSRU (Chairman of the Council)

O.V. Nikitin – Doctor of Philology, Professor, Vice-Principal for scientific work of the MSRU (Deputy Chairman of the Council)

A.V. Abramov – Ph.D. in Political Sciences, Associate Professor, the Head of the editorial department of the Bulletin of the Moscow State Regional University

A.G. Asmolov – Member of Russian Academy of Education, Doctor of Psychology, Professor of Moscow State University

B.E. Belozherov – Doctor of Physics and Mathematics, Professor of Dnepropetrovsk National University (Ukraine)

L.N. Bogolubov – Member of Russian Academy of Education, Doctor of Pedagogics, Professor

V.M. Klychnikov – Ph.D. in Law, Ph. D. in History, Professor, Vice-Principal for academic work and international cooperation of the MSRU

K.F. Zatulin – the Head of Institute for Diaspora and Integration (Institute of the CIS Countries)

A.S. Konichev – Doctor of Biology, Professor of the MSRU

P.A. Lekant – Doctor of Philology, Professor of the MSRU

M.N. Marchenko – Doctor of Law, Professor of Moscow State University

L.L. Nelyubin – Doctor of Philology, Professor of the MSRU

V. F. Nitsevich – Doctor of Politics, Professor, the Head of the Oryol Branch Russian Academy of National Economy and Public Administration

V.V. Pasechnik – Doctor of Pedagogics, Professor of the MSRU

Yu. M. Polyakov – Ph.D. in Philology, editor-in-chief of "Literaturnaya Gazeta"

V.S. Pus'ko – Doctor of Philosophy, Professor of the Bauman Moscow State Technical University

Hu Gumin – Doctor of Philology, Professor, Institute of Foreign Languages of Ukhun University (China)

ISSN 2072-8352

Bulletin of the Moscow State Regional University. Series «Natural sciences». 2014. № 2. – M.: MSRU Publishing house. – 102 p.

The series «Natural sciences» of the Bulletin of the Moscow State Regional University is registered in Federal service on supervision of legislation observance in sphere of mass communications and cultural heritage protection. The registration certificate ПИ № 0077-26171

Index series «Natural sciences» according to the union catalog «Press of Russia» 40564

© MSRU, 2014.

© MSRU Publishing house, 2014.

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЯ

<i>Абдулкеримова С.Л.</i> ВЛИЯНИЕ СЫРОЙ НЕФТИ НА ЖАБЕРНУЮ ТКАНЬ САЗАНА: РАННИЕ ЭТАПЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ	6
<i>Автономов А.Н.</i> ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕРЕВЬЕВ НА СКЛОНОВЫХ ЗЕМЛЯХ ПО СТУПЕНЯМ ТОЛЩИНЫ.....	11
<i>Алиев И.А., Джабраилзаде С.М., Ахмедова Ф.Р., Ибрагимов Э.А., Асадова Ш.Ф.</i> НЕКОТОРЫЕ ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОППОРТУНИСТИЧЕСКИХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ МИКОБИОТЫ В ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ.....	15
<i>Дроганов Е.И., Поликарпова Л.В., Дроганова Т.С., Цветков И.Л., Коничев А.С.</i> БИОХИМИЧЕСКИЙ И МОЛЕКУЛЯРНЫЙ ПОЛИМОРФИЗМ В ПОПУЛЯЦИЯХ РЕЧНОЙ ЖИВОРОДКИ (<i>VIVIPARUS VIVIPARUS</i> L.).....	20
<i>Ибрагимли И.Г.</i> ВЛИЯНИЕ ГИПОКСИИ В РАЗНЫЕ ПЕРИОДЫ ЭМБРИОГЕНЕЗА НА СЕРДЕЧНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КРОЛЬЧАТ.....	30
<i>Ибрагимова С.М.</i> МЕТОД РАДИАЛЬНОГО ЛИЗИСА ПРИ ДЕТЕКЦИИ <i>BACILLUS ANTHRACIS</i> С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БАКТЕРИОФАГА ДИАГНОСТИЧЕСКОГО СИБИРЕЯЗВЕННОГО.....	34
<i>Кидов А.А., Коврина Е.Г., Хайрутдинов И.З., Тимошина А.Л., Бакшеева А.А., Пыхов С.Г.</i> ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ О ВОЗРАСТНОЙ СТРУКТУРЕ ПОПУЛЯЦИИ И РОСТЕ ПРЫТКОЙ ЯЩЕРИЦЫ (<i>LACERTA AGILIS</i> LINNAEUS, 1758) В КУМО-МАНЫЧСКОЙ ВПАДИНЕ.....	38
<i>Маслов М.Н.</i> УГЛЕРОД, АЗОТ И ФОСФОР МИКРОБНОЙ БИОМАССЫ В ТУНДРОВЫХ ПОЧВАХ СЕВЕРНОЙ ФЕННОСКАНДИИ	46
<i>Мобайен Х., Садигдбайан Х., Насери А., Дехнад А., Модир-Шахла Н., Ахмадпур Ф.</i> ВЫДЕЛЕНИЕ КУЛЬТУРЫ (<i>ASCHROMOASTER</i> SP.) ДЕГРАДАТОРА ПАРАФИНА ИЗ ПОЧВЫ	52
<i>Снисаренко Т.А., Расулов Р.М., Сусова М.И., Расулов М.М.</i> ПРОТЕОМНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И РАЗВИТИЕ БИОИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ (ОБЗОР).....	58

НАУКИ О ЗЕМЛЕ. ЭКОЛОГИЯ

<i>Мунтян А.Н.</i> ОЦЕНКА ЭРОЗИИ ЛЕВОБЕРЕЖЬЯ ДНЕСТРА	73
<i>Яковлева Ю.К.</i> ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И СОЦИАЛЬНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В ДОНЕЦКОЙ ОБЛАСТИ.....	80
НАШИ АВТОРЫ	98

CONTENTS

BIOLOGY

<i>S. Abdulkерimova</i> . EFFECT CRUDE OIL ON GILL TISSUE OF COMMON CARP: EARLIEST STAGES OF EXPOSURE.....	6
<i>A. Avtonomov</i> . PECULIARITIES OF DISTRIBUTION OF TREES ON SIOPING LANDS BY DIAMETER.....	11
<i>I. Aliyev, S. Chabrailzade, F. Ahmadova, E. Ibrahimov, Sh. Asadova</i> . SOME ECOLOGICAL AND BIOLOGICAL PROPERTIES OF OPPORTUNISTIC REPRESENTATIVES OF MYCOBIOTA IN RESIDENTIAL BUILDINGS.....	15
<i>E. Droganov, I. Tsvetkov, L. Polykarpova, T. Droganova, A. Konichev</i> . BIOCHEMICAL AND MOLECULAR POLYMORPHISM IN POPULATIONS OF RIVER VIVIPARUS (<i>VIVIPARUS VIVIPARUS</i> L.).....	20
<i>I. Ibrahimli</i> . EFFECTS OF HYPOXIA ON HEART FUNCTIONING IN RABBITS AT THE DIFFERENT STAGES OF EMBRYOGENESIS.....	30
<i>S. Ibrahimova</i> . RADIAL LYSIS METHOD IN DETECTION OF <i>BACILLUS ANTHRACIS</i> USING BACTERIOPHAGES FOR DIAGNOSTICS OF ANTHRAX.....	34
<i>A. Kidov, E. Kovrina, I. Hairutdinov, A. Timoshina, A. Baksheyeva, S. Pykhov</i> . PRELIMINARY DATA ON AGE STRUCTURE OF POPULATION AND GROWTH OF THE SAND LIZARD (<i>LACERTA AGILIS</i> LINNAEUS, 1758) IN THE KUMA_MANYCH DEPRESSION.....	38
<i>M. Maslov</i> . MICROBIAL BIOMASS CARBON, NITROGEN AND PHOSPHORUS IN TUNDRA SOILS OF NORTHERN FENNOSCANDIA.....	46
<i>H. Mobaiyen, K. Sadigbayan, A.-H. Naseri, A. Dehnad, N. ModirShahla, F. Ahmadpor</i> . ISOLATION OF PARAFFIN_DEGRADER ACHROMOBACTER SP. FROM AZARSHAR SOILS (EAST AZARBAYJAN, IRAN).....	52
<i>T. Snisarenko, R. Rasulov, M. Susova, M. Rasulov</i> . PROTEOMIC TECHNOLOGIES AND DEVELOPMENT BIOINFORMATION RESOURCES.....	58

EARTH SCIENCE. ECOLOGY

<i>A. Muntian</i> . EVALUATION OF THE POSSIBLE DIMENSIONS OF SOIL EROSION IN CONDITIONS OF THE LEFT BANK OF THE RIVER DNISTER.....	73
<i>Yu. Yakovleva</i> . FORMING PECULIARITIES AND SOCIAL CONSEQUENCES OF ENVIRONMENTAL SITUATION IN DONETSK REGION.....	80
НАШИ АВТОРЫ.....	98

БИОЛОГИЯ

УДК 597:504.4.054

Абдулкеримова С.Л.

Институт физиологии им. А.И. Караева НАН Азербайджана (г. Баку)

ВЛИЯНИЕ СЫРОЙ НЕФТИ НА ЖАБЕРНУЮ ТКАНЬ САЗАНА: РАННИЕ ЭТАПЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ

Аннотация. В работе представлены результаты исследования по воздействию сырой нефти (концентрация 500 мг/л) с месторождений «Азери» и «Нефтяные Камни» на жаберную ткань сазана в 1; 3; 6; 24; 48; 72 и 96 ч. экспозиции. В первые часы воздействия (1, 3, 6 ч.) были обнаружены такие изменения, как отторжение респираторного эпителия, гиперплазия первичных и вторичных ламелл, отёки. При дальнейшем воздействии сырой нефти были выявлены сращение смежных ламелл, стагнация крови, аневризмы и некрозы. Полученные результаты показывают, что воздействие сырой нефти вызывает гистологические сдвиги в жаберной ткани сазана уже в первые часы экспозиции.

Ключевые слова: сырая нефть, жаберная ткань, сазан.

S. Abdulkerimova

*A.I. Karaev Institute of Physiology, National Academy
of Sciences of Azerbaijan, Baku*

EFFECT CRUDE OIL ON GILL TISSUE OF COMMON CARP: EARLIEST STAGES OF EXPOSURE

Abstract. We present the results of investigation of the effects of crude oil from 'Azery' and 'Oil Rocks' deposits (concentration 500 mg/L) on the gill tissue of common carp after 1, 3, 6, 24, 48, 72 and 96 hours of exposure. In the first hours of exposure (1, 3 and 6 h), lifting of respiratory epithelium, hyperplasia of primary and secondary lamellae, oedema were observed. The further exposure to crude oil resulted in fusion of adjacent lamellae, blood stagnation, aneurism and necrosis. The obtained results show that the effects of crude oil induce the histology alterations in the gill tissue already in the first hours of exposure.

Key words: crude oil, the gill tissue, common carp.

Одним из основных загрязнителей, влияющих на биогеоценоз Каспийского моря, является сырая нефть и её произ-

© Абдулкеримова С.Л., 2014.

водные. Применение современных высокоэффективных видов оборудования резко сократило количество выбросов нефти в окружающую среду. Но из-за

аварийных выбросов при её добыче и транспортировке уровень загрязнений сырой нефтью остаётся всё ещё высоким [2]. Влияние сырой нефти, а также отдельных её фракций на морфофункциональное состояние органов и тканей было предметом исследований многих авторов [3; 5]. Но вместе с тем работы, посвящённые изучению влияния нефтяного загрязнения на ранних этапах воздействия, малочисленны. Одним из

основных биомаркеров токсичности окружающей среды является жаберная ткань рыб, которая представляет большой интерес при изучении последствий загрязнения [7]. В данной работе приводится анализ морфологических изменений жаберной ткани сазана (*Cyprinus carpio* L.), вызванные воздействием нефти с месторождений «Азери» и «Нефтяные Камни» Каспийского моря в начальные часы и сутки воздействия.

Материал и методика

Исследование проводилось на 6-месячных сазанах, длиной 9-14 см и весом 30-65 г. После периода адаптации все рыбы переводились в аэрируемые ванны объемом воды 40 литров. Использовалось два вида нефти: с месторождения «Азери» и «Нефтяные Камни». Экспериментальные рыбы были разделены на две группы. В ванны, где содержалась первая группа экспериментальных рыб, добавлялась сырая нефть с месторождения «Азери» концентрацией 500 мг/л, а в ванны с другой группой рыб добавлялась сырая нефть с месторождения «Нефтяные Камни» той же концентрации. Контрольные рыбы содержались в чистой воде. Взятие материала для гистологи-

ческого анализа проводилось через 1, 3, 6, 24, 48, 72 и 96 часов после добавления нефти. Взятые образцы жаберной ткани фиксировались в нейтральном забуферированном 4%-м формалине. Обезвоживание ткани проводилось в спиртах возрастающей концентрации и хлороформе, с последующей заливкой их в парафин. Срезы толщиной 7 мкм резались на микротоме (LEICA RM 2245) и окрашивались по общепринятой методике гематоксилином и эозином, с последующим заключением в канадский балзам [1]. Полученные таким образом препараты изучались под микроскопом NU-2 Carl Zeiss, Jena. Фотографирование производилось при помощи камеры Canon G-9.

Результаты

В жаберной ткани контрольной группы рыб каких-либо патологий обнаружено не было. При воздействии сырой нефти с месторождения «Азери» на жаберную ткань: к 1 ч. воздействия в некоторых вторичных ламеллах наблюдается отторжение эпителия (рис. 1а), а к 3 ч. – незначительная гиперплазия первичных ламелл (рис. 1в). При дальнейшем воздействии (6 ч.) сырой

нефти обнаружено утолщение концевых участков вторичных ламелл (рис. 1б) и гипертрофия эпителиальных клеток. После 24 ч. воздействия, наряду с гиперплазией первичных ламелл и усилением гиперплазии вторичных, на некоторых препаратах отмечаются кровоизлияния и отеки. Через 48 ч. воздействия наблюдается соединение концов вторичных ламелл, а к 72 ч. – полное

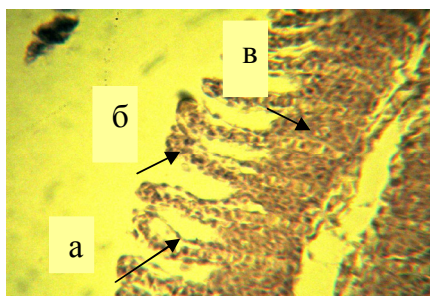


Рис. 1. Отторжение эпителия вторичных ламелл (а), утолщение концевых участков (б), гиперплазия (в) первичных ламелл, (х 625)

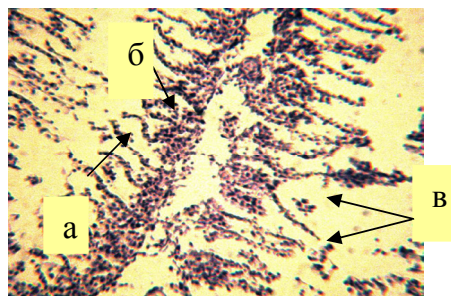


Рис. 2. Отшелушивание (а), искривление (б), дезорганизация и разрыв (в) вторичных ламелл, (х 312,5)

сращение смежных ламелл, к 96 ч. наблюдается отшелушивание, утончение и укорочение вторичных ламелл.

При воздействии сырой нефти с месторождения «Нефтяные Камни»: через 1 ч. отмечается частичное отторжение эпителия и гиперплазия первичных ламелл, а к 3 ч. обнаружено утолщение концевых участков вторичных ламелл, пролиферация и гипертрофия клеток на их концевых участках. После 6 ч воздействия наблюдается гиперплазия первичных и вторичных ламелл, частичное отшелушивание эпителиальных клеток, а на концевых участках вторичных ламелл обнаружены не-

значительные кровоизлияния и отёки. При дальнейшем воздействии (24 ч.) отмечается усиление отшелушивания, дезорганизация, искривление и разрыв вторичных ламелл (рис. 2), а также аневризмы (рис. 4). При 48 ч. воздействия нефти наблюдается полное сращение вторичных ламелл и стагнация крови (рис. 3). Через 72 ч. воздействия в жаберной ткани присутствуют некротические клетки, отмечается дезорганизация вторичных ламелл, а к 96 ч. наблюдается сильное отшелушивание, расширение центрального синуса, утончение, укорочение вторичных ламелл.

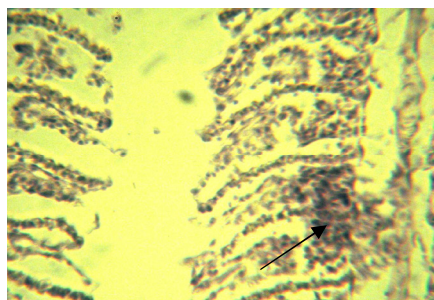


Рис. 3. Застой (стагнация) крови (х 625)

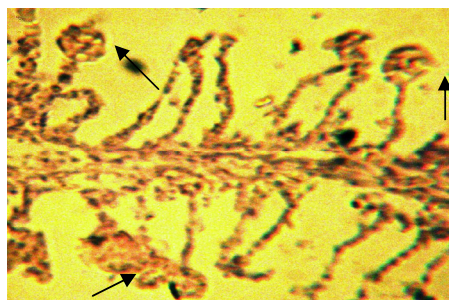


Рис. 4. Аневризмы (х 625)

Обсуждение

Изучение воздействия сырой нефти высокой концентрации (500 мг/л) с месторождений «Азери» и «Нефтяные Камни» на жаберную ткань сазана в первые часы (1, 3, 6 ч.) экспозиции выявило следующие морфологические изменения: отторжение респираторного эпителия, гиперплазию первичных и вторичных ламелл, отёки. Дальнейшее воздействие вызывает сращение вторичных ламелл, стагнацию крови, аневризмы, локальные некрозы. Перечисленные сдвиги в жаберной ткани были подтверждены гистологическими данными, представленными в исследованиях других авторов по влиянию поллютантов на данную ткань [3; 4; 8]. При этом отторжение эпителия, гиперплазия, срастание вторичных ламелл рядом авторов рассматриваются как защитная реакция организма на загрязнение [6; 8]. Результатом проявления всех трёх вышеуказанных патологий является увеличение расстояния между кровеносными сосудами жабр и внешней средой, что значительно затрудняет проникновение поллютантов в жаберную ткань, т.е. играет роль своеобразного барьера [6].

Другим часто встречающимся нарушением в организации жаберной ткани являются отёки, образующиеся в результате увеличения проницаемости стенок капилляров [9]. Ламеллярный аневризм, отмеченный в данной работе, характеризуется расширением кровеносных сосудов внутри вторичных ламелл. Этот вид патологии, имеющий место в организации вторичных ламелл, часто рассматривается как необратимый [8]. Некротические изменения, так же как и аневризмы, по

мнению ряда авторов, также относятся к необратимым сдвигам. Предполагается, что эти нарушения могут быть результатом нарушения газообмена и ионной регуляции [5]. Таким образом, в результате проведённого исследования было показано, что воздействие сырой нефти с месторождений как «Азери», так и «Нефтяные Камни» вызывает гистологические сдвиги в жаберной ткани у сазана уже с первых часов экспозиции.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Ромейс Б. Микроскопическая техника. – М.: Изд-во иностр. лит., 1953. – 718 с.
2. Рустамов Э.К., Касимов Р.Ю., Рагимова Н.Г. Влияние нефтяного загрязнения на рыб Каспийского моря: поздние этапы развития // Изв. АН Азербайджана. Серия «Биологические науки». – 2000. – № 4–6. – С. 183–192.
3. Akaishi F.M., Silva de Assis H.C., Jakobi S.C. Morphological and neurotoxicological findings in tropical freshwater fish (*Astyanax* sp.) after waterborne and acute exposure to water soluble fraction (WSF) of crude oil // Arch. of Envir. Contamin. and Toxicol. – 2004. – V. 46 (№ 2). – P. 244–253.
4. Camargo M.M., Martinez C.B. Histopathology of gills, kidney and liver of a Neotropical fish caged in an urban stream // Neotrop. Ichtyol. – 2007. – V. 5 (№ 3). – P. 327–336.
5. Dutta H., Richmonds C., Zeno T. Effects of diazinon on the gill of blue gill sunfish, *Lepomis macrochirus* // J. Environ. Pathol. Toxicol. Oncol. – 1993. – V. 12 (№4). – P. 219–227.
6. Fernandes M.N., Mazon A.F. Environmental pollution and fish morphology // Fish adaptation / eds. Val A.L. and B.G. Kapoor. – Enfield (NH, USA): Science Publishers, 2005. – P. 203–231.

7. Flores-Lopes F, Thomas A.T. Histopathologic alterations observed in fish gills as a tool in environmental monitoring // Braz. J. Biol. – 2011. – V. 71 (№ 1). – P. 179–188.
8. Nascimento A.A. Fish gill alterations as potential biomarkers of environmental quality in a eutrophized tropical river in south-eastern Brasil / A.A. Nascimento, F.G. Araujo, I.D. Gomes et al. // Anat. Histol. Embriol. – 2012. – V. 41 (№ 3). – P. 209–216.
9. Olurin K. Histopathological responses of the gill and liver tissues of *Glarias gariepinus* fingerlings to the herbicide, glyphosate / K. Olurin, E. Olojo, G. Mbaka et al. // African J. Biotechnol. – 2006. – V. 5 (24). – P. 2480–2487.

УДК 581.526.2

Автономов А.Н.*Российский университет кооперации
Чебоксарский кооперативный институт (филиал)*

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕРЕВЬЕВ НА СКЛОНОВЫХ ЗЕМЛЯХ ПО СТУПЕНЯМ ТОЛЩИНЫ

Аннотация. Изучены закономерности распределения деревьев по ступеням толщины на склонах экзогенного типа разной экспозиции. Установлено, что соотношение деревьев по диаметру в насаждениях лиственницы сибирской, сосны обыкновенной в разных географических зонах не вполне соответствует утвержденной закономерности немецкого профессора Wilhelm Weise о том, что в любом насаждении деревья делятся на две неравные части: 57,5% деревьев имеют толщину меньше среднего диаметра, а 42,5 % деревьев имеют толщину больше среднего диаметра.

Ключевые слова: древостой, таксация, распределение деревьев.

A. Avtonomov*Cheboksary Cooperative Institute (Branch)
of the Russian University of Cooperation, Cheboksary*

PECULIARITIES OF DISTRIBUTION OF TREES ON SIOPING LANDS BY DIAMETER

Abstract. We have studied the peculiarities of distribution of trees by diameter on the slopes of exogenous type. It is found that the ratio of the diameters of trees in stands of Siberian larch, Scots pine in different geographical areas does not quite match the approved pattern of German professor Wilhelm Weise that any planted trees are divided into two unequal parts: 57.5% of the trees have a thickness less than the average diameter, and 42.5% of the trees have a thickness greater than the average diameter.

Key words: tree stand, taxation, distribution of trees.

Для изучения пространственной структуры и основных таксационных показателей чистых древостоев пробные площади были заложены в культурах лиственницы сибирской (*Larix sibirica* L.) на западном склоне в Мариинско-Посадском районе Чувашской

Республики и в насаждениях сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) на юго-западном склоне на землях Государственного лесного фонда Горномарийского лесхоза Республики Марий Эл и на юго-восточном склоне в Аликовском районе Чувашской Республики.

Материал и методика

Ценозоообразующим видом в древостое является лиственница сибир-

ская. Оценка структуры насаждения на профиле склона показала, что в исследуемых насаждениях наблюдается

мощный подрост клена остролистного (*Acer platanoides* L.). Причем процесс естественного возобновления протекает интенсивно не только на открытых изреженных участках, но и под пологом, что дает основание полагать, что в будущем в этих насаждениях будет доминировать именно клен остролистный. Насаждения сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) в возрасте 32 года на землях Государственного лесного фонда Горномарийского лесхоза Республики Марий Эл на юго-западном склоне с уклоном 30° созданы путем рядовой посадки по схеме 2х0,5 вручную. Юго-восточный склон с уклоном 45° расположен на водораздельном участке реки Безымянная около д. Шактынважи Горномарийского района Республики Марий Эл, протяженность склона 70 метров. Почвы дерново-среднеподзолистые на покровных лессовидных суглинках.

Пробные площади были заложены в Аликовском районе Чувашской Республики. Склон юго-восточный,

уклон 38°, протяженность 40 метров, представлен двумя уступами. Первый уступ шириной 160 метров и протяженностью 80 метров отделен от второго уступа обрывом высотой 4 метра. Второй уступ имеет следующие параметры: ширина 180 метров, протяженность 42 метра. Посадки сосны обыкновенной произведены ручным способом, возраст насаждения 35 лет. Измерение и учет деревьев, их совокупностей, древостоев и лесных массивов с целью получения необходимых таксационных характеристик проводили перечислительным методом [3]. Основой оценки распределения деревьев на склонах разной экспозиции явилось утверждение немецкого ученого Вильгельма Вейзе (W. Weise) [4] о том, что в любом насаждении деревья делятся на две неравные части: 57,5% деревьев имеют толщину меньше среднего диаметра, а 42,5 % деревьев имеют толщину больше среднего диаметра. Данная закономерность подтверждена многими исследователями [1; 2].

Результаты и их обсуждения

Общее количество изученных деревьев на пробной площади в насаждениях лиственницы сибирской составило 118 шт. Пространственное размещение на различных высотных уровнях показало, что соотношение деревьев по диаметру не вполне соответствует утвержденной закономерности. Средний диаметр по выборке составил 28,12 см. Количественный состав несмотря на равномерность посадки на пробной площадке неоднороден. Доля деревьев по всему насаждению толщиной меньше среднего диаметра составляет 73%, а больше

среднего диаметра – 27 %. Близкое соотношение диаметров к стандартному значению имеет насаждение в средней части склона (55:45). На других участках склона закономерность соотношений диаметров не соблюдается.

В Горномарийском районе на юго-западном склоне с уклоном 30° результаты замеров диаметров сосны обыкновенной по всему насаждению показали следующие данные: $D_{ср}=20,78$ см, $H_{ср}=17,2$ м, количество деревьев по ступеням толщины распределились в следующей пропорции: 57:43. В нижней части склона (200 метров от вершины

склона) соотношение составляет 48:52 процента, в средней части – 54:36 (100 метров от вершины склона), а на вершине склона – 50:50. Таким образом, можно констатировать, что на склоновых землях распределение числа деревьев по ступеням толщины не подчиняется закономерности Вейзе.

Для подтверждения данной гипотезы мы заложили пробные участки в других условиях произрастания и на других склонах по ориентированности. В Горномарийском районе Республики Марий Эл территория юго-восточного склона с уклоном 45° занята посадками сосны обыкновенной в возрасте 30 лет, схема посадки 2,5х0,7 метра. Средняя высота 16,2 м, средний диаметр 21,58 см. Средние диаметры по участкам склона составили: в верхней части склона $D_{ср} = 19,15$ см, в средней части $D_{ср} = 19,59 \pm 0,14$ см, в долине склона

$D_{ср} = 24,24$ см. Соотношение количества деревьев по отношению к среднему диаметру в основании и в середине склона соответствовало – 59:41 и 52: 48 – в верхней части склона. По всему насаждению соотношение деревьев толщиной меньшим и большим значениями от среднего диаметра составило 61:39.

Древостой сосны обыкновенной в Аликовском районе Чувашской Республики в возрасте 40 лет имеет полноту 0,7, средний диаметр 23,14 см, и среднюю высоту 20,6 м. Распределение деревьев по ступеням толщины показало, что в нижней части склона 58 процентов деревьев имеют диаметр ниже среднего значения, а 42 процента – диаметром выше среднего диаметра по насаждению. В средней части склона данное соотношение составило 54: 46, по всему насаждению данное соотношение составляет 56:44.

Выводы

Сравнение полученных данных по разным экспозициям склонов и в разных ландшафтных районах позволило выявить неравнозначность соотноше-

ний деревьев по диаметрам в отношении к среднему диаметру древостоя (см. табл.). Полученные данные позволяют согласиться с выводами А.В. Тю-

Таблица

Соотношение деревьев по диаметрам относительно среднего диаметра древостоя

№ п/п	Характеристика склона	Соотношение деревьев по диаметрам на склонах			
		Верхняя часть	Средняя часть	Нижняя часть	По всему склону
1	Западный склон в Мариинско-Посадском районе Чувашской Республики	49:51	55:45	62:38	73:27
2	Юго-западный склон 30° , Горномарийский район Республика Марий Эл	48:52	54:46	50:50	57:43
3	Юго-восточный склон 45° Горномарийский район Республика Марий Эл	59:41	59:41	52:48	61:39
4	Юго-восточный склон 38° , Аликовский район, Чувашская Республика	-	54:46	58:42	56:44

рина, что распределение деревьев по естественным ступеням толщины не зависит ни от породы, ни от бонитета, ни от полноты насаждений. Видимо, закономерности распределения деревьев по ступеням толщины во многом зависят от условий произрастания и возраста насаждения.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Вараксин Г.С., Ибе А.А. Влияние вида и возраста посадочного материала на приживаемость и рост культур сосны обыкновенной в Иркутской области // Лесная таксация и лесоустройство. – 2007. – № 2 (38). – С. 20–24.
2. Иванов В. С. Влияние рекреационных нагрузок на радиальный прирост сосны // Лесн. хоз-во. – 1983. – № 8. – С. 45–47.
3. Инструкция по проведению лесоустройства в лесном фонде России [Ч. 1]. – М.: ВНИИЦлесресурс, 1995. – 174 с.
4. Weise W. Die Taxation der Privat- und Gemeinde-Forsten nach dem Flächen-Fachwerk. – Berlin: J.Springer. – 1883. – 238 p.

УДК 582.28

**Алиев И.А.¹, Джабраилзаде С.М.¹,
Ахмедова Ф.Р.², Ибрагимов Э.А.¹, Асадова Ш.Ф.¹**

¹Институт микробиологии НАН Азербайджана (г. Баку)

²Бакинский государственный университет (Азербайджанская республика)

НЕКОТОРЫЕ ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОППОРТУНИСТИЧЕСКИХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ МИКОБИОТЫ В ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ

Аннотация. Изучены некоторые экологические и биологические свойства оппортунистических представителей микромицетов, поселившихся в жилых зданиях. Было выявлено, что нарушение гидрологического режима повышает адаптационный потенциал и скорость седиментации биоаэрозольных микромицетов. Также определено, что повышение температуры стимулирует процесс микогенной сенсибилизации условно патогенных грибов, мигрирующих в человеческий организм.

Ключевые слова: Баку, микромицеты, седиментация, микобиота, патогенность, микоз.

***I. Aliyev¹, S. Chabrailzade¹, F. Ahmadova²,
E. Ibrahimov¹, Sh. Asadova¹***

¹*Institute of Microbiology, National Academy of Sciences of Azerbaijan, Baku*

²*Baku State University, Azerbaijan Republic*

SOME ECOLOGICAL AND BIOLOGICAL PROPERTIES OF OPPORTUNISTIC REPRESENTATIVES OF MYCOBIOTA IN RESIDENTIAL BUILDINGS

Abstract. We have studied the ecological and biological properties of opportunistic representatives of micromycetes in residential buildings. It is found that the violation of the hydrological regime increases the adaptive capacity and the sedimentation rate of bioaerosol micromycetes. It is also determined that the temperature rise stimulates the process of mycogenic sensitization of opportunistic fungi migrating to the human body.

Key words: residential buildings, opportunistic micromycetes, sedimentation rate, adaptive capacity.

Микроскопические грибы, проникая внутрь жилых зданий, являются главными организмами в формировании специфичной микобиоты. Такие грибы, с систематической точки зрения и по трофическим отношениям к субстратам, представляют собой ге-

терогенные группы [1-3]. Нужно отметить, что формирование специфичной микобиоты имеет динамичный и сезонный характер. В окружающей среде микроскопические грибы, как сапротрофные организмы, в зависимости от степени дисбаланса экологических ситуаций трансформировались в условнопатогенные и мигрирующие

© Алиев И.А., Джабраилзаде С.М., Ахмедова Ф.Р., Ибрагимов Э.А., Асадова Ш.Ф., 2014.

в организме человека, в связи с чем играют важную роль в вызывании разных патологий [5; 10-12]. Если учесть, что патогенные и условно-патогенные представители микокомплекса, поселившиеся внутри здания, являются главными факторами риска в проявлении аллергических и микотических за-

болеваний, то очевидна актуальность исследований в этой сфере. Другими словами, изучение экологических и биологических свойств оппортунистических представителей микобиоты жилых зданий весьма важно для понимания механизма микогенной сенсibilизации [6; 7; 9].

Материалы и методы

Объектом для исследований были выбраны разные здания в жилых массивах г. Баку, в которых были проведены микологические анализы воздуха комнат, пыли и разных бытовых принадлежностей. Применялись методы седиментации и аппликации. Взятые пробы культивировались в средах Чапека, Чапек-Докса и Сабуро. Для выявления патогенности микромицетов

использовались сапротрофные и клинические штаммы. С этой целью были взяты клинические материалы аллергически тяжелобольных с микозами. Отметим что клинические штаммы предоставлены кафедрой «Микробиология и иммунология» Азербайджанского медицинского университета. Число микромицетов подсчитано по формуле Омелянского [4; 8].

Результаты и обсуждения

Выявлено, что усиление антропогенных факторов в зонах урбанизации создает экологический дисбаланс, который проявляет видимые качественные изменения внутри микобиоты и, в свою очередь, становится причиной проявления ассоциативных связей. Так, в результате нарушения гидрологического режима в жилых зданиях влажность может повыситься до 95%. При этом активность воды повышается и достигает величины $a \geq 0,80$, в результате в воздухе внутри здания происходит абсорбция микромицетов в частицы пыли. Таким образом, повышается седиментационная скорость биоаэрозольных частиц с повышенным удельным весом. Так, усиливается адаптационный потенциал микромицетов в субстрате, и за короткое время создается благоприятное условие для

роста. По нашим наблюдениям, в формировании микобиоты внутри здания участвуют 27 видов микромицетов, относящихся к 12 родам. Грибы рода *Aspergillus* представлены 6 видами, *Penicillium* – 5, *Cladosporium*, *Mucor* и *Ulocladium* – каждые по 3 вида (см. табл. и рис.).

В результате проведенных исследований было выявлено, что состав домашней микобиоты стабилен по сравнению с окружающей средой и демонстрирует лабильность к сезонным изменениям. Поэтому среда внутри зданий из-за экологической малоизменчивости считается условно стационарным условием, а это обуславливает активизирование оппортунистических видов грибов в микобиоте. Даже в давно эксплуатируемых домах активирование оппортунисти-

Таблица

Видовой состав микромицетов в жилых зданиях

№	Виды грибов	воздух	пыль
1	<i>Acremonium charticola</i> W.Gaws.	-	+
2	<i>Alternaria alternata</i> (Fr) Keissl	+	+
3	<i>Aspergillus flavus</i> Link.	+	+
4	<i>A.fumigatus</i> Fres.	+	+
5	<i>A.niger</i> Tiegh	+	-
6	<i>A.sydowii</i> Thom.et Church	+	+
7	<i>A.terreus</i> Thom	+	+
8	<i>A.versicolor</i> (Will.)Tirab,	+	-
9	<i>Botrytis cinerea</i> Pers.:Fr	+	+
10	<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fresen)DeVries.	+	+
11	<i>C.herbarum</i> (Pers:Fr)Link	+	+
12	<i>C.sphaerospermum</i> Penz.	+	-
13	<i>Fusarium moniliforme</i> J.Sheld	+	-
14	<i>Mucor circinelloides</i> Tiegh.	+	-
15	<i>M.racemosus</i> Fresen	+	+
16	<i>M.plumbeus</i> Bonord	+	+
17	<i>Penicillium brevicompactum</i> Dierckx	+	+
18	<i>P.chrysogenum</i> Thom	+	+
19	<i>P.decumbens</i> Thom	+	-
20	<i>P.purpurogenum</i> O.stoll	+	+
21	<i>P.verrucosum</i> var.cyclopium Samson	+	-
22	<i>Stachybotrys chartarum</i> S. Hughes	-	+
23	<i>Rhizopus stolonifer</i> (Ehrenb.:Fr)Vuill	+	+
24	<i>Trichoderma viride</i> Pers.:Fr.	+	-
25	<i>Ulocladium atrum</i> Preuss.	+	-
26	<i>U.botrytis</i> Preuss	+	+
27	<i>U. chartarum</i> (Preuss.) Simmons	-	+

ческих грибов доходит до такой степени, что они представлены в доминантном ядре микобиоты. Доминантное ядро микобиоты образуют: *Acremonium charticola* W.Gaws., *Aspergillus flavus* Link., *A. fumigatus* Fres., *Mucor plumbeus* Bonord., *A. versicolor* V. Tiraboshi., *Cladosporium cladosporioides* Fresen., *Mucor circinelloides* Tiegh., *Stachybotrys chartarum* S. Hughes., *Ulocladium atrum* Preuss., *U. chartarum* (Preuss.) Simmons. Кстати отметим, что наличие вышеу-

казанных видов, составляющих доминантное ядро, говорит о том что микологическая безопасность серьезно ухудшилась, так как указанные грибы – сильные токсигены и очень опасны для человеческого здоровья.

В ходе работы изучены и другие экологические факторы, играющие главную роль в превращении микроскопических грибов в условно патогенные. Какие же экологические свойства должен иметь гриб, чтобы, инвазиру-

ясь в человеческий организм, он колонизировал его и вызывал вторичные микозы?

Сравнительная характеристика экологических условий говорит о том, что и температурный фактор играет важную роль в росте потенциально патогенных грибов, так как именно потребность микроскопических грибов в оптимальной температуре обуславливает проявление их патогенных свойств. В результате проведенных исследований выявлено, что для роста микромицетов в зданиях разных назначений оптимальный температурный режим должен быть в интервале 26-28°C. Также стоит отметить, что рост микроскопических грибов в жилых зданиях возможен как при минимальных, так и при максимальных температурных режимах. Исследования показывают, что в жилых зданиях существуют микромицеты, развивающиеся даже в экстремальных температурных режимах. К ним можно отнести *Alternaria alternata* (Fr) Keissl, *Aspergillus flavus* Link., *A.fumigatus* Fres., *A.niger* Tiegh, *Mucor racemosus*, *P.chrysogenum* Thom, *P.verrucosum* Dierckx, *Rhizopus stolonifer* и др.

Характеристика отношений к температуре таксономической структуры оппортунистической микобиоты показывает, что в человеческом организме возбудители вторичных микозов (грибы рода *Aspergillus*) демонстрируют особую активность в высоких температурах. Грибы этого рода при высоких пределах температуры проявляют себя как самый потенциально патогенный вид. Например, для видов *Aspergillus flavus* Link., *A.fumigatus* Fres., *A.terreus* Thom. оптимальный температурный режим может соста-

вить до 40°C, а *A.terreus* Thom. может развиваться в таких больших температурных интервалах, как 15-45°C. Как видно, виды рода *Aspergillus* термотолерантны и показывают высокие температурные оптимумы. Но нужно отметить, что при высоких температурах у изучаемых грибов спорогенез не наблюдался.

Итак, активирование составных элементов оппортунистической микобиоты, сформировавшейся в жилых зданиях, демонстрирует зависимость от экологических условий, особенно от влажности и температуры. Некоторые условно патогенные микромицеты из окружающей среды, мигрируя в воздух жилых зданий, стимулируют микогенную сенсбилизацию в организме человека.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Алиев И.А., Алиева Ш.Т., Ибрагимов А.Ш. Общая характеристика микобиоты разноэтажных зданий (на примере города Шеки) // Труды НАН Аз. [Т. 10]. – Баку: ЦБС, 2012. – С. 158–163.
2. Антонов В.Б. Микозы и микогенная аллергия как антропогенно-очаговые заболевания // Успехи медицинской микологии [Т. 5]. – М.: Нац. акад. микологии, 2005. – С. 54–56.
3. Антропова Л.Б. Аэромикота жилых помещений г. Москвы / Л.Б. Антропова, В.Л. Макеева, Е.Н. Биланенко и др. // Микология и фитопатология. – 2003. – Т.37 (вып.6). – С. 1–11.
4. Саттон Д., Фотергилл А., Риналди М. Определитель патогенных и условно патогенных грибов. – М.: Мир, 2001. – 486 с.
5. Храмов В.В. Влияние микологических и химических факторов окружающей среды на формирование и течение бронхиальной астмы с сенсбилизацией к плесневым грибам: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 1993. – 20 с.

6. Baka G. Airborne fungus spores in Athens area (1995–1997) / G. Baka, E. Sirigou, M. Manoussakis et al. // *Allergy*. – 1998. – V. 53 (№4, Suppl.). – P. 21.
7. Bronswijk J.E. van, Rijckeaert G., Lustgraaf B. van de. Indoor fungi, distribution and allergenicity // *Acta Bot. Neerl.* – 1986. – V. 35. – P. 329–345.
8. De Hoog G.S. Atlas of clinical fungi / G.S. De Hoog, J. Guarro, J. Gene et al. – Utrecht (Nd): Centraalbureau voor Schimmeltcultures Universitat «Rovira i Virgili», 2000. – 1126 p.
9. Khan Z.U. Aspergillus and other molds in the air of Kuwait / Z.U. Khan, M.A.Y. Khan, R. Chandy et al. // *Mycopathologia*. – 1999. – V. 146 (Iss.1). – P. 25–32.
10. Koch A. Indoor viable mold spores – a comparison between two cities, Erfurt (eastern Germany) and Hamburg (western Germany) / A. Koch, K.-J. Heilemann, W. Bischof et al. // *Allergy*. – 2000. – V. 55. – P. 176–180.
11. Li D.-W., Kendrick B. A year-round comparison of fungal spores in indoor and outdoor air // *Mycologia*. – 1995. – V. 87 (№2). – P. 190–195.
12. Li D.-W., Kendrick B. Indoor aeromycota in relation to residential characteristics and allergic symptoms // *Mycopathologia*. – 1995. – V. 131 (№ 3). – P. 149–157.

УДК 577.151.03 + 577.2.04

**Дроганов Е.И., Поликарпова Л.В., Дроганова Т.С.,
Цветков И.Л., Коничев А.С.**

Московский государственный областной университет

БИОХИМИЧЕСКИЙ И МОЛЕКУЛЯРНЫЙ ПОЛИМОРФИЗМ В ПОПУЛЯЦИЯХ РЕЧНОЙ ЖИВОРОДКИ (*VIVIPARUS VIVIPARUS* L.)

Аннотация. Исследован внутривидовой полиморфизм брюхоногого моллюска живородка речная (*Viviparus viviparus* L.) по Km кислой фосфатазы и ДНКазы и наборам ПЦР-фрагментов геномной ДНК, фланкированных микросателлитами и ретротранспозонами. Проанализирован характер дифференциации популяций в открытых водоемах Московской области, и установлено, что основное влияние на сходство и различия в популяциях моллюсков оказывают биотические и абиотические (в частности техногенные) факторы среды, в меньшей степени территориальное (географическое) локализация популяций).

Ключевые слова: внутривидовая дифференциация, генетическая адаптация, молекулярный дифференциатор, биохимический дифференциатор, микроэволюция, пресноводные моллюски.

E. Droganov, I. Tsvetkov, L. Polykarpova, T. Droganova, A. Konichev

Moscow State Regional University

BIOCHEMICAL AND MOLECULAR POLYMORPHISM IN POPULATIONS OF RIVER VIVIPARUS (*VIVIPARUS VIVIPARUS* L.)

Abstract. The intraspecific polymorphism of a fresh-water snail *Viviparus viviparus* L. is studied by using the Km value of the acid phosphatase and DNase and PCR fragments flanked with microsatellites and retrotransposones. The character of differentiation of snail populations in open reservoirs of the Moscow region is analyzed. It is shown that similarities and distinctions in snail populations are affected mainly by biotic and abiotic environment factors including the technogenic pressure and, to a much smaller degree, by territorial factors including the geographical localization of populations.

Key words: intraspecific differentiation, genetic adaptation, molecular differentiator, biochemical differentiator, microevolution, fresh-water snails.

Нетранскрибируемые последовательности ядерной ДНК эукариот все больше привлекают внимание молекулярных генетиков. Изменчивость в этой, занимающей большие объемы области ДНК не отражается на фенотипе и беспрепятственно накапли-

вается в популяциях, благодаря чему даже у отдельных особей формируется уникальная первичная структура генома, своеобразный отпечаток пальцев или штрих-код. Этот штрих-код имеет большое значение, например, для идентификации личности, сортов культурных растений, пород домашних животных и решения других при-

кладных задач [9], однако играет весомую роль и в фундаментальной науке. Исследование сходства и различий нетранскрибируемых последовательностей, производимое методами кластерного анализа, позволяет охарактеризовать филогенетические связи между группами особей практически любого уровня, главное, чтобы эти группы имели какие-либо естественные границы своего распространения, как, например, непреодолимые препятствия или расстояния, различия в сроках или способах размножения и т.д. [10].

Однако возможна и другая трактовка результатов, которые получаются из анализа первичной структуры ДНК. Заключается она в исследовании корреляции молекулярно-генетического полиморфизма с особенностями условий обитания. Мутационный процесс, ошибки репликации, рекомбинация и, как следствие, формирование индивидуальной первичной структуры ДНК происходят в любых условиях обитания, но в состоянии стресса при усилении техногенной нагрузки становятся более вероятными. Причин тому может быть несколько, это непосредственное влияние некоторых токсикантов (мутагенов) или физических факторов (ультрафиолетовое или радиационное излучение) на структуру ДНК, а также действие, оказываемое опосредованно через нарушение синтеза ДНК, своевременной репарации, и, наконец, регуляторные процессы адаптивного значения [3; 8]. В неблагоприятных условиях обитания индуцированный внешним воздействием мутационный процесс, по-видимому, может преобладать над естественным. В соответствии с этим индивидуаль-

ная изменчивость и молекулярно-генетический полиморфизм должны быть выше в тех популяциях, которые испытывают большую техногенную нагрузку, и ниже – где условия существования близки к оптимальным.

Биохимические характеристики гидробионтов, в отличие от молекулярных, уже давно применяются для описания патологических изменений в организме вследствие острого неблагоприятного воздействия извне. К ним относятся качественный состав белков, липидов, полисахаридов, РНК, концентрация специфических метаболитов (криопротекторы, продукты окисления и др.), однако ведущую позицию в характеристике метаболизма заслуженно занимают ферменты. Активность и состав множественных форм различных ферментов считаются важнейшими диагностическими признаками для выявления системных заболеваний в медицине и ветеринарии, а также маркерами стресс-реакции животных при остром токсическом воздействии на них [5; 6; 7]. Однако использовать эти признаки для характеристики состояния популяций удастся не всегда из-за широкой нормы реакции и зависимости от многочисленных эндогенных факторов (возраст, пол животного, упитанность, физиологическое состояние и т. д.).

Более перспективными в этом отношении могут быть структурно-функциональные характеристики ферментов, которые отражают не столько стресс-реакцию организма, сколько историю генетической адаптации к определенным условиям обитания. На примере кислой фосфатазы и ДНКазы нами была изучена одна из таких характеристик – константа Михаэлиса

(Km), которая действительно позволила охарактеризовать индивидуальную изменчивость внутри популяций и межпопуляционный полиморфизм в природных экосистемах [4; 6; 7]. В настоящей работе мы сопоставили результаты анализа дифференциации

изолированных природных популяций моллюсков, полученные с использованием биохимического и более традиционных молекулярных критериев, а также исследовали зависимость межпопуляционной дифференциации от условий обитания.

Материалы и методы

Материалом служили моллюски живородка речная (*Viviparus viviparus* Linnaeus, 1758: Viviparidae, Architaenioglossa, Gastropoda, Mollusca), которых собирали группами по несколько особей в различных водоемах Московской области в июле-августе 2011 г. Станции сбора располагались на правом берегу реки Вязь (Пушкинский р-он, с. Тишково, станция № 1), на правом берегу реки Мжуг (Можайский р-он, пос. Колычево, станция № 2), в ручье возле лесного массива на окраине дачного посёлка севернее Фрязино (станция № 3) и по берегам искусственной запруды на реке Любосеевка (ст. Фрязино-Пассажирская Ярославской ж/д, станция № 4).

Станция № 1 расположена в малонаселенной местности в месте впадения реки Вязь в Пестовское водохранилище (56°5'9.44" сев. шир., 37°43'44.28" вост. долг.). Берега реки – сильно заросшие водной и прибрежно-водной растительностью, преобладают рогоз, осоки, рдест, роголистник, кувшинка. Среди беспозвоночных в изобилии встречена живородка, катушка, перловица, беззубка, множество ветвистоусых рачков, попадаются мелкие раки. Вблизи берега держится множество мальков плотвы. Согласно классификации Кольквитца и Марссона (с изменениями и дополнениями Долгова и Никитского [2]) водоем можно отнести к олиго-β-мезосапробной зоне.

В целом гидробиологическое состояние водоема благоприятное, явных признаков загрязнения воды, замусоривания берегов не выявлено.

Станция № 2 расположена в среднем течении реки Мжуг в пос. Колычево (55°28'15.44" сев. шир., 36°0'12.5" вост. долг.) вдали от промышленных предприятий и автомагистралей, вблизи частных домовладений сельского типа. Здесь вполне вероятны загрязнения бытовыми отходами, а также удобрениями и химикатами, используемыми в частных хозяйствах. Река в месте сбора материала не превышает 6 м в ширину, течение быстрое, берега густо заросли осокой, водная растительность скудна, присутствуют нитчатые зеленые водоросли, на поверхности воды – ряска, на дне много детрита (слой 20-30 см) темно-серого цвета, имеет включения растительного и животного происхождения (в основном раковины брюхоногих моллюсков), много тубифицид и личинок хирономид. Водоем можно отнести к α-мезосапробной зоне, общее состояние водоема удовлетворительное.

Станция № 3 расположена в истоке реки Любосеевка (55°59'27.4" сев. шир., 38°0'41.28" вост. долг.) в лесополосе, вдали от промышленных предприятий и автомагистралей, в дачном поселке Лесное Фрязино-2 в непосредственной близости от дачных участков

(на расстоянии 7–8 м). Вероятны загрязнения удобрениями, химическими веществами, используемыми в дачном хозяйстве, а также бытовыми отходами. Река в месте сбора моллюсков имеет ширину около 2–3 метров, течение слабое, едва заметное, берега глинистые, заросшие осокой, камышом и калужницей, водной растительности мало, местами отмечено цветение воды. Вода коричневатого-желтого цвета с выраженным болотистым запахом, на дне много детрита светло-серого цвета, содержащего остатки растительного и животного происхождения. Водоем относится к β -мезосапробной зоне, явных признаков загрязнения и замусоривания не отмечено.

Станция № 4 находится в верхнем течении реки Любосеевка на участке, называемом техническими прудами (55°57'51.26" сев. шир., 38°2'43.86" вост. долг.). Точка сбора равноудалена от ж/д станции Фрязино-пассажирская и НПП «Исток» (около 40 м). Вполне вероятны загрязнения металлической пылью и топливом, отходами с предприятия, а также бытовыми отходами. Берега, вода около берега и дно водоема сильно замусорены. Река в месте сбора достигает ширины примерно 50 м, течение довольно медленное, дно и край берега укреплены бетонными плитами, ввиду чего прибрежноводная и водная растительность отсутствуют. Берег слегка порос осокой и камышом. Вода мутная с желтоватым оттенком и гнилостным запахом. Детрит темно-коричневого цвета, включает раковины брюхоногих моллюсков и опавшую листву. Во множестве присутствуют мальки рыб, ловится крупная рыба. Водоем следует отнести к α -мезо-полисапробной зоне.

Собранных моллюсков препарировали индивидуально, ДНК выделяли из мышц передней части ноги, которые измельчали с помощью микрогомогенизатора в микропробирках Эппендорф с четырьмя объемами лизирующего раствора на основе гуанидинтиоцианата (5,2М). Дальнейшая процедура выделения и очистки ДНК происходила в соответствии с инструкцией к использованному для этого набору реагентов «Silica uni» (ООО «Компания «Биоком», Москва). Полученные препараты ДНК непосредственно использовали для ПЦР. Реакционная смесь состояла из 1× трис-HCl буфера (pH 9,4), 2,5 мМ $MgCl_2$, 0,25 мМ каждого дНТФ, 0,05% Tween 20, 1 ед. *Taq* ДНК-полимеразы, 50 нг исследуемой ДНК и смеси олигонуклеотидных праймеров (синтезированы ЗАО «Синтол», Москва), взятых в количестве 10 пмоль каждого на реакцию (подобраны для амплификации фрагментов ДНК, фланкированных микросателлитами [11; 12] и мобильными элементами [13; 14]).

Продукты ПЦР анализировали методом электрофореза в 1,5% агарозном геле с 1× ТБЕ буфером. Полиморфные фрагменты идентифицировали по молекулярной массе, которую определяли с помощью маркера Gene Ruler 100 bp DNA Ladder (Fermentas). Данные о «биохимической» дифференциации моллюсков, собранных на тех же станциях, были получены нами ранее [6; 7]. Внутривидовую (межпопуляционную) дифференциацию моллюсков выявляли методом кластерного анализа. Для этого использовали значения K_m кислой фосфатазы и ДНКазы, полученные во всех повторных измерениях для всех проанализированных особей

Таблица 1

**Олигонуклеотидные праймеры, использованные для анализа
молекулярной дифференциации живородки речной**

Праймер*	Последовательность 5'-3'	Температура отжига °C	Ссылка
Ha11	TCTCACTGTTCTCTCTCTC	49	[12]
Ha11-F Ha11-R	CGTGTACTACTGGGCAACGT ACGGAAAGAGACAGAAAGTGAG	49	[12]
HIta5-F Hita5-R	AAACGAAACTCAGCCAGCTA CAGCATCTGCTGCGGGGGTG	49	[12]
Ha5-F Ha5-R	GTGTGACACTGCCCTGGA CAATGGCAAACACTGAAAGCAA	53	[12]
Hita2-F Hita2-R	TGTCCTCACCTTCCTCAGCA GGAATGGAGGTGGAGGCGGC	45	[12]
Ha2-F Ha2-R	CGAAGCCTTTGGCACAATGT TCCCTGACACTGGAAGATGAA	45	[12]
AACC	AACCAACCAACCAACCAACCTT	53	[13]
BGR2-F BGR2-R	ATCACCGACCTACTTGCACC GATTCGGCTTACTGCCTTCC	49	[14]
TC1R1S	GATCGACTCGATGCCACGTCGTTG	49	[15]

* Примечание: праймеры с обозначениями F и R являются прямым и обратным соответственно, и используются парой, не имеющие такого обозначения праймеры служат в качестве прямого и обратного одновременно и используются по одному.

вне зависимости от принадлежности к определенной выборке [6; 7], и, аналогично, состав всех полиморфных ПЦР-фрагментов. Расчет производили

с помощью программы Statistica 10.0, результат выражали в форме дендрограмм на шкале евклидова расстояния между кластерами.

Результаты и обсуждение

Кластерный анализ количественных данных о Km кислой фосфатазы и ДНКазы выявил дивергенцию вариантов, которая привела к обособлению четырех основных групп (рис. 1). Каждую группу формируют варианты, действительно наиболее родственные друг другу – особи, отобранные из одной популяции (с одной станции сбора материала). Варианты с 1 по 6 (на рисунке обозначены: Var 1–Var 6) были получены при анализе ферментативной активности у особей, собранных

на станции 1 (р. Вязь). Далее – аналогично: варианты с 7 по 12 получены для особей со станции 2 (р. Мжуг), с 13 по 18 – со станции 3 (пос. Фрязино) и с 19 по 24 – со станции 4 (запруда на р. Любосеевка). Номерами станций и были обозначены соответствующие группы вариант (кластеры) на полученной дендрограмме их распределения (рис. 1).

По данным ПЦР-анализа отдельные особи также отличаются индивидуальным набором полиморфных фрагмен-

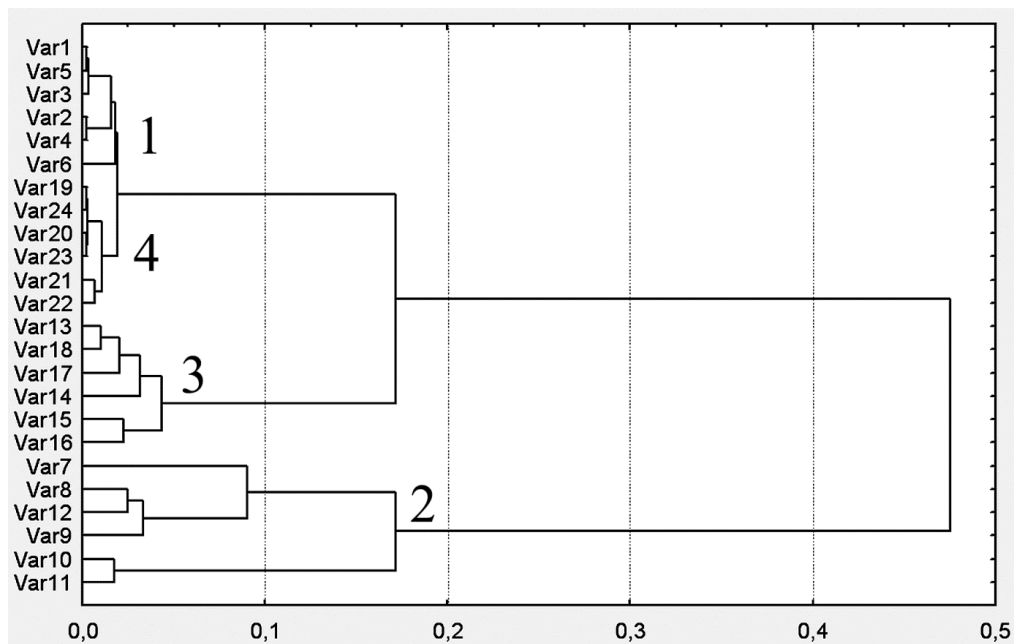


Рис. 1. Дендрограмма распределения особей живородки речной по величинам Км кислой фосфатазы и ДНКазы, по горизонтальной оси – евклидово расстояние [7]

тов ДНК (159 фрагментов, полученных совокупно со всеми использованными праймерами), при этом собранные на одной станции особи характеризуются наибольшим сходством и распределены по отдельным группам в соответствии с местом их сбора так же, как и при использовании биохимических дифференциаторов (рис. 2).

Однако внутри всей выборки особей из разных мест сбора характер молекулярной и биохимической дифференциации принципиально отличается. Судя по биохимическим параметрам, наибольшим сходством характеризуются популяции моллюсков, обитающих в р. Вязь (станция № 1) и р. Любосеевка (станция № 4). Моллюски из р. Мжуг (станция № 2) наиболее сильно отличаются от других исследованных, из лесного ручья вблизи г. Фрязино (станция № 3) занимают

промежуточное положение (см. рис. 1). По данным анализа распределения полиморфных ПЦР-фрагментов, наиболее схожими между собой являются популяции со станций № 1 и № 3, а также в практически равной степени № 2 и № 4 (см. рис. 2).

Прежде всего следует обратить внимание на то, что объединение определенных независимых вариантов в кластеры, которые совпадают с выборками особей из популяций на соответствующих станциях сбора моллюсков, объективно указывает на правомерность примененных нами методик оценки генетической близости. Действительно, к примеру, особи с 1 по 6 (Var 1–Var 6), собранные на станции № 1, формируют свой кластер на обеих дендрограммах, а особи с 7 по 12 (Var 7–Var 12), собранные на станции № 2, – другой. Генетическая

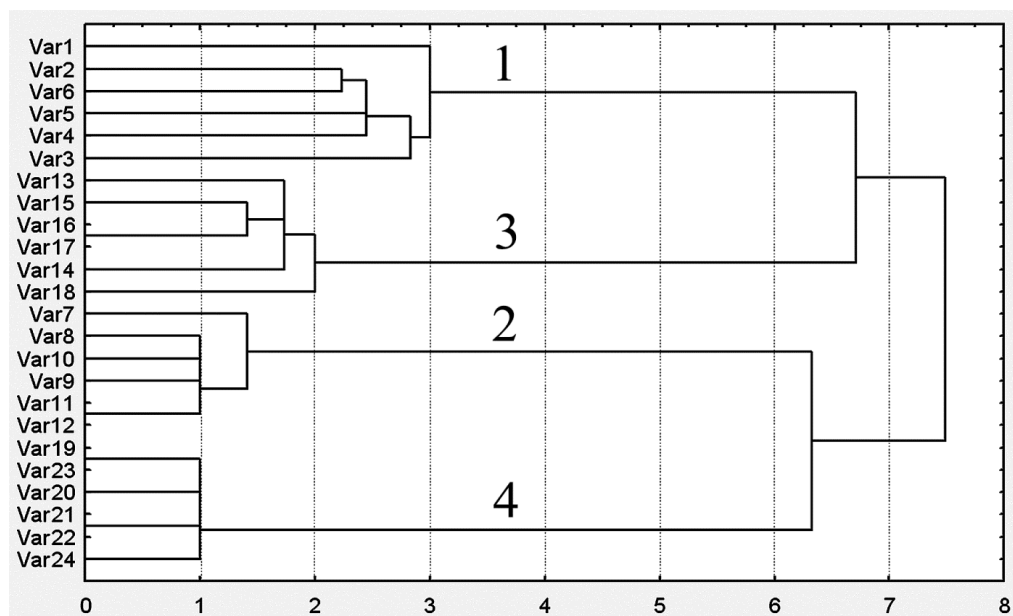


Рис. 2. Дендрограмма распределения особей живородки речной по наборам ПЦР-продуктов, по горизонтальной оси – евклидово расстояние

близость особей внутри одной популяции очевидна и не требует доказательств, и, что наиболее важно в нашем случае, она дает возможность верифицировать статистический метод и критерии, примененные нами для ее оценки.

В тоже время взаиморасположение кластеров – групп особей из отдельных популяций, т.е. характер их дифференциации на дендрограммах требует дополнительного обсуждения. Прежде всего, следует указать на тот факт, что биохимический критерий степени сходства тесно связан с фенотипом, который формируется из качественных и количественных параметров метаболизма. Состав продуктов ПЦР, в которой мишенями служили межмикросателлитные [11; 12] и межтранспозонные [13; 14] фрагменты ДНК, является молекулярной характеристикой генома. Они без ограничений пе-

редаются по вертикали и горизонтали, но поскольку мишени локализованы в нетранскрибируемой части генома, скорее всего, никак не проявляются фенотипически, а следовательно, не подвергаются естественному отбору. Однако поскольку мутации ДНК, индуцированные внешними факторами, могут отразиться на составе продуктов ПЦР, этот признак, в определенной степени, характеризует отношение организма со средой обитания, а значит, сказывается и на кластеризации определенных групп особей, подвергавшихся мутагенному воздействию.

В этой связи наиболее неожиданными результатами оказались те, что касаются р. Вязь (станция № 1) и технического пруда на р. Любосеевка (станция № 4). Согласно общепринятым критериям оценки сапробности, включающим биологическое разнообразие видов, и нашим наблюдениям за состо-

янием водоема, степенью замусоренности и техногенной загрязненности воды эти водоемы крайне отличаются друг от друга, тогда как популяции живородки, обитающие в них, весьма близки по биохимическому критерию и внутри популяций различия между особями чрезвычайно малы. В то же время различия в наборах полиморфных фрагментов ДНК указывают на значительную удаленность станций № 1 и № 4, что вполне соответствует их географическому положению и, возможно, генетической обособленности популяций живородки в них. Невысокий полиморфизм особей со станции № 4 может указывать на монофилетическое происхождение их популяции, что вполне естественно для небольших водоемов техногенного происхождения, и наоборот, самые значительные различия между особями по набору ПЦР-фрагментов выявлены на станции № 1, где не только популяция моллюсков, но и собственно водоем происходит из нескольких источников – реки Вязь, реки Какотка (Пестовское вдхр.), реки Уча (Пяловское вдхр.) и канала им. Москвы (Учинское вдхр.), объединенных в одну акваторию.

В тоже время территориальная близость станций № 3 и № 4, их расположение, по сути, на берегах одного водоема – реки Любосеевка (на станции № 3 имеет вид ручья) не привели к единообразию биохимических и молекулярных дифференциаторов. Напротив, по наборам ПЦР-фрагментов группы особей со станций № 3 и № 4 наиболее сильно отличаются друг от друга, что может указывать только на различие условий существования живородки, подтверждаемое данными о биологическом разнообразии и характером

водопользования на соответствующих акваториях. О том же может свидетельствовать дифференциация особей по величинам K_m . Для группы 4 можно предположить крайнюю степень адаптивности к специфичным условиям существования (водоем, сильно загрязненный техническим мусором и отходами) и, как следствие, высокую степень сходства особей внутри группы и их отличие от других групп.

Свидетельства генетической удаленности популяции живородки со станции № 2 (р. Мжуг) и наиболее значительного отличия ее от других по биохимическому критерию можно трактовать двояко. Географическая удаленность и монофилетическое происхождение популяции, с одной стороны, и необходимость приспосабливаться к переменчивым условиям обитания в водоеме с низкой «буферной емкостью» (как и во всяком небольшом водоеме в отношении экзогенных факторов среды) и значительной техногенной нагрузкой, с другой стороны, приводят к одному и тому же результату – обособлению группы особей со станции № 2, низкому молекулярному полиморфизму внутри группы (как и в группе 4) и высокому адаптивному потенциалу, развитому вследствие обитания в нестабильных условиях с вероятной техногенной нагрузкой. Моллюски, в силу своей привязанности к очень узкой акватории, вынуждены приспосабливаться к таким условиям. При этом внутри популяции возникают многочисленные формы, отличающиеся, с одной стороны, своими биохимическими стратегиями адаптации, а следовательно, метаболическим статусом и его параметрами, в том числе структурно-функциональными харак-

теристиками ферментов [6], а с другой стороны, совокупностью мишеней для амплификации и, как следствие, набором полиморфных ПЦР-продуктов – своеобразным штрих-кодом, или пассивной составляющей уникальности популяции [1].

Таким образом, внутривидовая дифференциация речной живородки может быть следствием как генеалогической истории популяционной структуры вида, так и адаптации к условиям обитания, которая практически не зависит от направлений экспансии вида на смежные акватории. Вполне возможно и одновременное участие обоих факторов, каждый из которых привносит определенный вклад в микроэволюцию, величина которого может быть различной в каждом отдельном случае. Возможность четко различать влияния внутренних и внешних факторов в процесс видообразования позволит осуществлять мониторинг состояния водоемов в условиях все возрастающей техногенной нагрузки на природные гидробиоценозы, например, с целью прогнозирования дальнейшего развития или проведения исторических исследований, однако все это требует дальнейшего более глубокого исследования.

Работа выполнена на средства гранта Президента Российской Федерации для молодых ученых МД1168.2011.4.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Алтухов Ю.П. Генетические процессы в популяциях / 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2003. – 431 с.
2. Долгов Г.И., Никитинский Я.Я. Гидробиологические методы // Стандартные методы исследования питьевых и сточных вод. – М.: Мосполиграф, 1927. – С. 142–217.
3. Инге-Вечтомов С.Г. Экологическая генетика и теория эволюции // Вестник ВОГиС. – 2009. – Т. 13 (№ 2). – С. 362–371.
4. Поликарпова Л.В., Цветков И.Л., Коничев А.С. Константа Михаэлиса кислой фосфатазы, как критерий антропогенного влияния на внутривидовую дифференциацию леща (*Abramis brama*) в Рыбинском водохранилище // Мат. IV Всерос. конф. по водной экотоксикологии, посв. памяти Б.А. Флерова «Антропогенное влияние на водные организмы и экосистемы» (Борок, 24–29 сентября 2011 г.) [Ч. 1]. – Борок: Изд-во ИБВВ им. И.Д. Папанина, 2011. – С. 203–207.
5. Хочачка П., Сомеро Д. Стратегия биохимической адаптации. – М.: Мир, 1977. – 398 с.
6. Цветков И.Л., Коничев А.С. Биохимические и молекулярно-биологические аспекты адаптации гидробионтов. – М.: МГОУ, 2013. – 122 с.
7. Цветков И.Л., Поликарпова Л.В., Дроганова Т.С., Коничев А.С. Константа Михаэлиса как биохимический критерий внутривидовой дифференциации моллюсков // Вестник Московского государственного областного университета. Серия «Естественные науки». 2012. – № 4. – С. 67–71.
8. Чибисова Н.В., Долгань Е.К. Экологическая химия: учебное пособие. – Калининград: Изд-во Калининградского ун-та, 1998. – 113 с.
9. Шнеер В.С. ДНК-штрихкодирование видов животных и растений – способ их молекулярной идентификации и изучения биоразнообразия // Журнал общей биологии. – 2009. – Т. 70. – С. 296–315.
10. Шнеер В.С. О видоспецифичности ДНК: 50 лет спустя. Обзор // Биохимия. – 2007. – Т. 72. – С. 1690–1699.
11. Antunes R.S.P. Molecular characterization and phylogenetic relationships among species of the genus *Brycon* (Characiformes: Characidae) from four

- hydrographic basins in Brazil / Antunes R.S.P., Gomes V.N., Prioli S.M.A.P. et al. // Genetics and Mol. Res. – 2010. – Vol. 9. – P. 674–684.
12. Guiller A. Highly polymorphic microsatellite markers in the landsnail *Helix aspersa* (Mollusca: Gastropoda) / Guiller A., Arnaud J.-F., Vautrin D., Solignac M. // Mol. Ecol. – 2000. – Vol. 9. – P. 1191–1193.
13. Martin E. Identification of 1088 new transposon insertions of *Caenorhabditis elegans*: a pilot study toward large-scale screens / Martin E., Laloux H., Couette G. et al. // Genetics. – 2002. – Vol. 162. – P. 521–524.
14. Raghavana N. Nimbus (BgI): an active non-LTR retrotransposon of the *Schistosoma mansoni* snail host *Biomphalaria glabrata* / Raghavana N., Tettelinb H., Millera A. et al. // Int. J. Parasitol. – 2007. – Vol. 37. – P. 1307–1318.
15. Martin E., Laloux H., Couette G. et al. Identification of 1088 new transposon insertions of *Caenorhabditis elegans*: a pilot study toward large-scale screens // Genetics. 2002. Vol. 162. P. 521–524.

УДК 591.18+612.82.3087

Ибрагимли И.Г.*Институт физиологии им А.И. Караева НАН Азербайджана (г. Баку)*

ВЛИЯНИЕ ГИПОКСИИ В РАЗНЫЕ ПЕРИОДЫ ЭМБРИОГЕНЕЗА НА СЕРДЕЧНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КРОЛЬЧАТ

Аннотация. Исследована электрокардиограмма 10-дневных крольчат, подверженных гипоксии в разные периоды (зародышевый, предплодный и плодный) пренатального развития. Выявлено, что частота сердечных сокращений, а также амплитуда комплекса QRS(R) и зубца Т, являются наиболее чувствительными к гипоксии. Эти изменения наиболее выражены у крольчат, перенесших гипоксию в зародышевый период эмбриогенеза. Возможно, что изменения такого типа связаны с закладыванием органов в период раннего эмбриогенеза и наибольшей чувствительностью этого периода к нехватке кислорода.

Ключевые слова: гипоксия, эмбриогенез, электрокардиограмма, кролики.

I. Ibrahimli*A.I. Karaev Institute of Physiology,
National Academy of Sciences of Azerbaijan, Baku*

EFFECTS OF HYPOXIA ON HEART FUNCTIONING IN RABBITS AT THE DIFFERENT STAGES OF EMBRYOGENESIS

Abstract. Electrocardiograms of 10-day-old rabbits, which were subjected to hypoxia at different stages of prenatal ontogenesis (embryonic, fetal and prefetal), were investigated. It is found that the heart rate and the amplitudes of the QRS(R) complex and T wave were the most sensitive to hypoxia. These changes are most pronounced in the rabbits, which were subjected to the effects of hypoxia in the embryonic period of embryogenesis. It is possible that changes of this type are associated with the development of internals during early embryogenesis and the highest sensitivity to the lack of oxygen during this period.

Key words: hypoxia, embryogenesis, electrocardiogram, rabbits.

Пренатальная гипоксия вызывает морфофункциональные нарушения в развивающемся организме, в частности его сердечно-сосудистой системе [4; 9]. Эти изменения, прежде всего, сказывается в работе сердца: показано, что миокард наряду с нервной системой имеет высокую чувствительность к гипоксии

[5]. Обнаружено, что влияние пренатальной гипоксии на организм, в частности на нервную систему, зависит не только от ее тяжести, но также и от времени ее проведения [2]. Вместе с тем подобные работы в отношении сердечно-сосудистой системы не проводились. Учитывая это, в работе исследовано влияние гипоксии в разные периоды пренатального онтогенеза на работу сердца.

Материал и методика

Исследование проводилось на 106-ти крольчатах породы «Шиншилла». Для создания гипоксического состояния в плодах беременная крольчиха каждый день на 20 мин помещалась в специальную вентилируемую камеру, куда подавалась смесь кислорода (5%) и азота (95%). Содержание CO_2 в камере не превышало 0,1%. Одна часть беременных крольчих подвергалась гипоксии в течение зародышевого периода (1-7 день) (I экспериментальная группа), другая – в предплодный период (8-18 день) (II экспериментальная

группа), а оставшаяся часть в плодный период (18-30 день) (III экспериментальная группа) пренатальной жизни. Электрокардиограмму (ЭКГ) регистрировали на 10-й день постнатальной жизни крольчат. Регистрация ЭКГ проводилась на энцефалографе (Медикор-16 S). Для этого животных фиксировали в стереотаксисе, ЭКГ записывалась на основе треугольника Эйнтховена (I, II, III). Полученные данные были подвергнуты статистической обработке, их достоверность определялась по критерию Стьюдента.

Результаты и их обсуждение

Полученные данные показывают, что пренатальная гипоксия значительно влияет на работу сердца крольчат, и

при этом ее влияние зависит от периода действия (рис. 1, 2, 3). Проведенный анализ показал, что у крольчат после

а

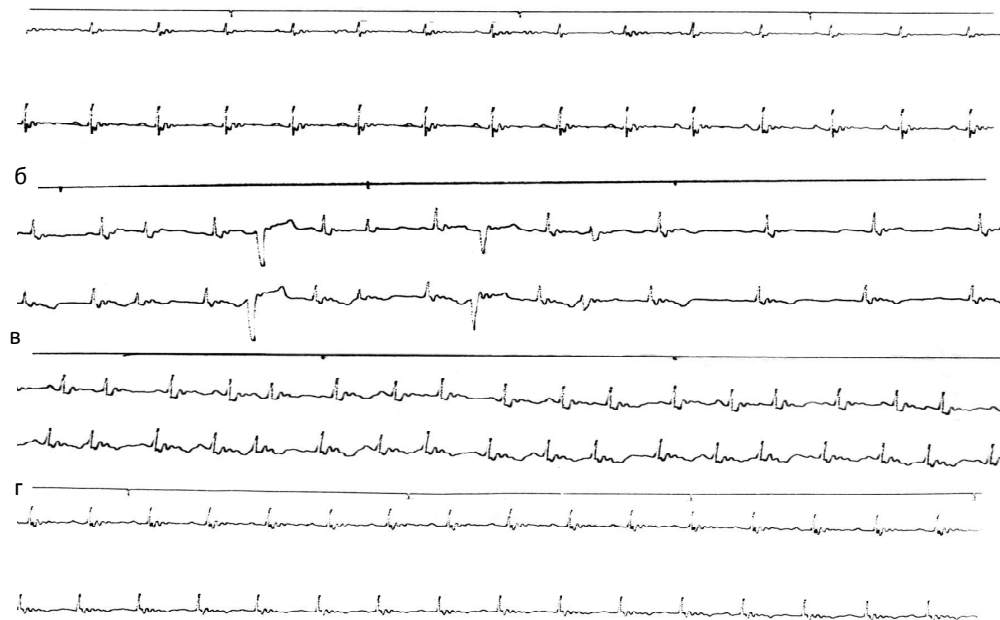


Рис. 1. а – контроль, б – I экспериментальная группа, в – II экспериментальная группа, г – III экспериментальная группа

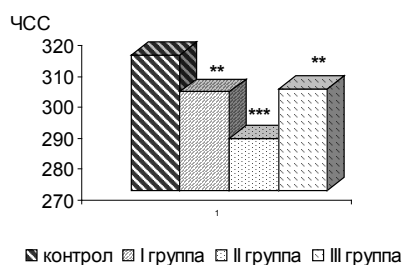


Рис. 2. Показатели ЧСС в 1 мин.

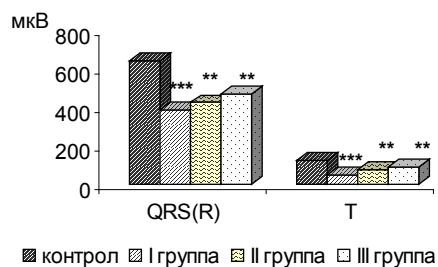


Рис. 3. Амплитудные показатели комплекса QRS(R) и T.

гипоксии частота сердечных сокращений (ЧСС) уменьшается (рис. 2), и при этом во второй и третьей экспериментальных группах эти изменения больше выражены. Уменьшение ЧСС сопровождается аритмией в работе сердца. У крольчат первой экспериментальной группы по сравнению с остальными отмечено больше случаев аритмии в работе сердца (ЭКС). При этом следует отметить, что у крольчат I и II экспериментальной группы аритмия является результатом появления экстрасистол, а в III третьей группы отмечены только синусовые аритмии.

Было обнаружено, что во всех экспериментальных группах амплитуда комплекса QRS(R) ЭКГ значительно меньше, чем таковые у контрольных групп ($p < 0,01$). Сравнительный анализ ЭКГ экспериментальных крольчат показал, что самую высокую амплитуду комплекса QRS(R) имеют крольчата III, а самую низкую – I экспериментальной группы (рис. 3). Под влиянием гипоксии достоверно уменьшается амплитуда зубца T ($p < 0,001$). Более выраженное уменьшение амплитуды этого компонента отмечены у животных I экспериментальной группы, а во II экспериментальной группе изменений меньше по сравнению с тако-

выми у III экспериментальной группы (рис. 3).

Обсуждение. На основании полученных данных можно сказать, что пренатальная гипоксия значительно влияет на функцию сердца. По уменьшению ЧСС и амплитуды комплекса QRS(R) можно сказать, что гипоксия ослабляет его сократительную функцию. Причиной этому является увеличение нагрузки на сердце и недостаточное его снабжение кислородом [7; 8]. О морфофункциональных изменениях в миокарде также свидетельствуют появление экстрасистол, являющиеся начальными признаками его повреждения [8]. Нарушение работы миокарда отражает также изменения в проводящей системе сердца, о чем свидетельствуют аритмия в работе сердца и удлинение интервала RR. Считают, что под влиянием гипоксии нарушаются функции проводящей системы сердца [5]. По мнению ряда исследователей, механизм изменений ритма сердца в раннем онтогенезе связан также с нарушением нейровегетативного контроля в деятельности сердца [3].

Таким образом, сравнение показателей сердечной деятельности у крольчат разных экспериментальных групп показывает, что наиболее выра-

женные изменения появляются после гипоксии, проводимой в зародышевый период пренатального онтогенеза. Возможно, что изменения такого типа связаны с закладыванием органов в период раннего эмбриогенеза [1] и наибольшей чувствительностью этого периода к нехватке кислорода [6].

ЛИТЕРАТУРА:

1. Дыбан А.П. Лабораторные млекопитающие: мышь, крыса, кролики, хомячок / А.П. Дыбан, В.Ф. Пучков, В.С. Баранов и др. // Проблемы биологии развития: объекты биологии развития. – М: Наука, 1975. – С. 505–566.
2. Журавин И.А., Дубровская Н.М., Туманова Н.Л. Постнатальное физиологическое развитие крыс после острой пренатальной гипоксии // Рос. физиол. журнал. – 2003. – № 5. – С. 522–532.
3. Лунина Л.И. Кардиоваскулярные заболевания у новорожденных / Л.И. Лунина, Н.П. Котлукова, Н.А. Чернявская и др. // Актуальные вопросы кардиологии детского возраста [Ч. III. Общие вопросы кардиологии и аритмологии детского возраста]. – М.: Московский НИИ педиатрии и детской хирургии, 1997. – С. 16–24.
4. Прахов А.В., Мурашко Е.В. Клинико-электрокардиографические особенности транзиторной ишемии миокарда у новорожденных, перенесших гипоксию // Педиатрия. – 1996. – № 1. – С. 38–41.
5. Прахов А. В., Гапоненко В.А., Игнашина Е. Болезни сердца плода и новорожденного ребенка. – Н. Новгород: НГМА, 2001. – 187 с.
6. Светлов П.Г. Физиология (механика) развития. Т.1. Процессы морфогенеза на клеточном и организменном уровнях. Л.: Наука. – 1978. – 279 с.
7. Трофимова Л.К. Влияние антенатального гипоксического стресса разной этиологии на самцов, корреляция поведенческих паттернов с изменениями активности антиоксидантной защиты и метаболизма / Л.К. Трофимова, М.Б. Маслова, А.В. Граф и др. // Нейрохимия. – 2008. – Т. 25 (№ 1-2). – С. 86–89.
8. Янушевичюс З.И. Нарушение ритма и проводимости сердца / З.И. Янушевичюс, Ю.Ю. Бредикис, А.И. Лукошевичюте и др. – М.: Медицина, 1984. – 288 с.
9. Momoi N. Maternal hypoxia and caffeine exposure depress fetal cardiovascular function during primary organogenesis / N. Momoi, J.P. Tinney, B.B. Keller et al. // J. Obstet. Gynaecol. Res. – 2012. – V. 38. – P. 1343–1351.

УДК 579.2

Ибрагимова С.М.*Республиканская противочумная станция им. С. Имамалиева
(г. Баку, Азербайджанская республика)*

МЕТОД РАДИАЛЬНОГО ЛИЗИСА ПРИ ДЕТЕКЦИИ *BACILLUS ANTHRACIS* С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БАКТЕРИОФАГА ДИАГНОСТИЧЕСКОГО СИБИРЕЯЗВЕННОГО

Аннотация. В статье представлены данные по изоляции различных типов культур *B. anthracis* по тестовым показателям из почвы различных регионов Азербайджана. Отмечено наличие зоны лизиса под действием бактериофага Гамма А26, но на фоне которых были видны фагорезистентные колонии. С целью возможного, в перспективе, фаготипирования атипичных штаммов микроорганизмов *B. anthracis* с различными сибиреязвенными бактериофагами, полученных относительно различных типов, штаммов *B. anthracis*, автором отработан метод радиального лизиса с использованием сибиреязвенного бактериофага Гамма А26 при детекции *B. anthracis* из почвы.

Ключевые слова: фагоиндикация, *B. anthracis*, бактериофаг, лизогенизация, экспресс-метод.

S. Ibrahimova*S. Imamaliyev Republican Anti-Plague Station, Baku, Azerbaijan Republic*

RADIAL LYSIS METHOD IN DETECTION OF *BACILLUS ANTHRACIS* USING BACTERIOPHAGES FOR DIAGNOSTICS OF ANTHRAX

Abstract. We present the data on the isolation of different types of *B. anthracis* cultures from the soil of different regions of Azerbaijan. The presence of a lyses zone is found under the influence of the phage gamma A26, against the background of which phage-resistant colonies are visible. With a view to possible phage-typing of atypical strains of microorganisms with different *B. anthracis* bacteriophages obtained with respect to different types of *B. anthracis* strains, we have worked out a method of radial lysis using the anthrax bacteriophage gamma A26 in the detection of *B. anthracis* from the soil.

Key words: phagedisplay, *B. anthracis*, bacteriophage, lysogenization, rapid method.

Актуальность проблематики сибиреязвенной инфекции очевидна в плане ее опасности для здоровья населения и животноводческого дела и необходимости проведения широкомасштабного мониторинга за инфекцией, особенно на территориях эндемически неблагополучных. Накопленная информация об экологии сибирской

язвы и факт выделения большого числа атипичных по своим свойствам штаммов обуславливает все большую актуальность проблемы фагоиндикации и дифференциации таких штаммов от близкородственных споробразующих сапрофитов. Определение чувствительности исследуемых культур к сибиреязвенному бактериофагу остается одним из опорных тестов при

© Ибрагимова С.М., 2014.

идентификации сибиреязвенного микроба в России и за рубежом [2].

Следует отметить известный факт различия сибиреязвенных бактериофагов по широте охвата лизируемых ими типов штаммов возбудителя сибирской язвы, а также по специфичности действия. Особо следует отметить применение бактериофага для диагностики сибирской язвы. Литический спектр бактериофага зависит от типа и штамма *B. anthracis*, на котором производилось его размножение. Феномен фаголизиса сибиреязвенных бацилл специфическим сибиреязвенным бактериофагом рассматривается как специфический метод идентификации возбудителя сибирской язвы в руководстве для сети лабораторий, созданной для реагирования на угрозу биотерроризма в США [3].

По данным Б.В. Солодовникова, диагностический бактериофаг Гамма А-26 лизирует атипичные природные «почвенные» изоляты. В этой связи следует учесть, что в природных условиях возможна встреча *B. anthracis* с умеренными фагами, в результате которой происходит лизогенизация бактерий, сопровождающаяся изменением их морфологических, культуральных, ферментативных, антигенных и биологических свойств. То есть

имеет место определенная изменчивость бактериальной клетки с утратой специфических рецепторов, в результате чего наблюдается отсутствие лизиса под действием специфического бактериофага [1; 5]. Отмеченный выше факт был показан рядом исследователей, которые выявили, что лизирующее действие фага зависит от наличия в микробной клетке соответствующих рецепторов. По их данным, вторичные культуры, полученные после воздействия фага, утрачивают тот компонент антигена, на который действовал данный фаг [7].

Учитывая малый процент выделения микроорганизмов *B. anthracis* из почвы с измененными тестовыми показателями, существовала необходимость отработки экспресс-методов презентативной индикации, способствующих увеличению объема исследований с объектов внешней среды и проведению постоянного мониторинга [6]. Целью исследований явилось изучение обсемененности почв спорами сибирской язвы районов, где была зарегистрирована заболеваемость среди людей и животных, а также отработка новых доступных для широких исследований высокопрезентативных экспресс-методов детекции *B. anthracis* в почве.

Материалы и методы

Сбор проб почвы проводили в районах Азербайджана, где была зарегистрирована заболеваемость сибирской язвой людей с 1999 по 2012 гг.: Агджабеды, Апшерон (включая Баку), Гах и др. Наиболее устойчивые очаги инфекции были отмечены на Апшероне (включая Баку) (1999, 2000, 2001, 2005-2008

гг.), в Дивичи (2000, 2001, 2006, 2008 гг.), Шамкире (2003, 2004, 2006-2008 гг.), Гахе (2008 г., 2012 г. – вспышка).

Образцы почвы были собраны в местах забоя скота, в том числе и в частных дворах; в местах захоронения больных животных. Исследования проводили, руководствуясь «Инструк-

цией и методическими указаниями по клинической лабораторной диагностике, лечению и профилактике сибирской язвы у людей» [1]. Отобранные характерные колонии были изучены по ряду показателей: морфология колоний, типичность роста на питательных средах; МПА и МПБ, тинкториальные свойства, тест «жемчужное ожерелье», фаготипирование с применением бактериофага диагностического сибиреязвенного Гамма А-26 жидкого (ФГУЗ Ставропольский НИПЧИ, серия №3-11, дата изготовления 21.04.11 г.)

Применение бактериофага при детекции микроорганизмов спрово-

ждалось параллельным исследованием сибиреязвенных вакцинных штаммов (СТИ-2 «Вакцина сибиреязвенная живая», серия 233, ФГУ ЦНИИ Минобороны России). Исследования проводены с применением общепринятых бактериологических тестов, рекомендованных Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) [7]. Также был отработан метод радиального лизиса, основанный на непосредственной визуализации реакции лизогении: бактериофаг (лизоцим в хвостовом сегменте фага) и полисахариды микробной оболочки на поддерживающей подложке в агаровом геле.

Результаты исследования

Нами было исследовано 120 проб почвы с указанных выше регионов и выделены 6 (5,0%) различных типов культур *B. anthracis* (по вышеотмеченным тестовым показателям). У всех тестируемых штаммов *B. anthracis* в месте нанесения бактериофага образовывались зоны лизиса, на фоне которых отмечались изолированные фагорезистентные колонии. В связи с отмеченным, нами был отработан метод радиального лизиса по детекции *B. anthracis*. Данный метод радиального лизиса основан на введении в 1% агарозный гель бактериофага в количестве 1 мл. Использовали гель при температуре 37°C, что предохраняет бактериофаг (вирус) от воздействия температур. Гели затвердевают в чашках Петри в слоях толщиной примерно 1,5 мм при нанесении его в количестве 3 мл. В них вырезали круглые лунки диаметром 2

мм, в которые вносили исследуемую пробу с помощью калиброванных микропипеток (5 мкл в 2-миллиметровую лунку). Чашки Петри оставляли во влажной камере при комнатной температуре на 2 часа для диффундирования предполагаемого возбудителя в пробе из лунки для вступления в контакт с бактериофагом. Затем чашки Петри складывали в термостат при 37°C. Через 16-24 часа при контакте бактериофага с возбудителем образовывалась зона лизиса (рис. 1). Диаметр зоны измерялась с помощью окулярного микрометра со шкалой, одно деление которого соответствует 0,1 мм. Преимущество метода радиального лизиса состоит в экономичности относительно специфического бактериофага и возможности использования готовых подложек с лунками для серийных исследований в полевых условиях.

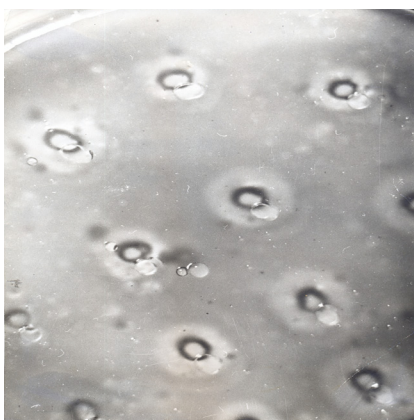


Рис. 1. Зона лизиса вокруг лунок, полученная при контакте сибиреязвенного бактериофага Гамма А-26 с вакциной сибиреязвенной живой (штамм СТИ-1).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Инструкция и методические указания по клинической лабораторной диагностике, лечению и профилактике сибирской язвы у людей. – Саратов: Минздрав СССР, 1970. – 63 с.
2. Керимова Дж. Д. Почвенные очаги сибирской язвы и пути повышения эффективности их индикации: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 1985. – 20 с.
3. Ригвава С.А. Характеристика вирулентных штаммов *B. anthracis*, выделенных из различных географических зон Грузии / С.А. Ригвава, М.М. Натидзе, М.Е. Бубашвили и др. // Труды ин-та микробиологии НАН Азербайджана. – 2011. – Т. 9 (№ 1). – С. 193-196.
4. Сергеев О.В. Рецепторные взаимодействия вируса и клетки как начальный этап инфицирования // Вопросы вирусологии. – 2011. – № 4. – С. 4-8.
5. Солодовников Б.В. Совершенствование биотехнологии производства сибиреязвенного диагностического бактериофага: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Ставрополь, 2002. – 21 с.
6. Черкасский Б.Л. К вопросу об активности почвенных очагов сибирской язвы // Актуальные вопросы эпидемиологии и инфекционных болезней. – М.: ЦНИИ эпидемиологии, 1967. – С. 208-210.
7. Guidelines for the Surveillance and Control of Anthrax in Humans and Animals. – Geneva: World Health Organization, 1998. – 96 p.

УДК 598.112.23:591.16

**Кидов А.А.¹, Коврина Е.Г.¹, Хайрутдинов И.З.²,
Тимошина А.Л.¹, Бакшеева А.А.¹, Пыхов С.Г.¹**

¹Российский государственный аграрный университет –
Московская сельскохозяйственная академия им К.А. Тимирязева

²Казанский (Приволжский) федеральный университет

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ О ВОЗРАСТНОЙ СТРУКТУРЕ ПОПУЛЯЦИИ И РОСТЕ ПРЫТКОЙ ЯЩЕРИЦЫ (*LACERTA AGILIS* LINNAEUS, 1758) В КУМО-МАНЫЧСКОЙ ВПАДИНЕ

Аннотация. Приводятся данные о возрастной структуре популяции и росте восточной прыткой ящерицы, *Lacerta agilis exiguа* (Eichwald, 1831) в Кумо-Манычской впадине на территории Ставропольского края. В конце июня 2011 и 2012 гг. было исследовано 242 ящерицы, в том числе 163 самки и 79 самцов. Определение возраста осуществляли при помощи скелетохронологического анализа фаланги четвертого пальца задней правой ноги. Максимальный возраст самцов и самок ящериц достигал 8 лет. Ящерицы в возрасте 4–6 лет составляли 81,4% популяции. Длина тела (L) взрослых самок – 67,1–102,0, а самцов – 66,0–114,0 мм. Коэффициент корреляции (r) длины тела с возрастом самцов составлял 0,54. Отмечается, что прыткая ящерица в исследованной популяции по максимальным значениям длины тела и возраста достигает верхних пределов для этого подвида.

Ключевые слова: прыткая ящерица (*Lacerta agilis*), скелетохронология, возрастная структура, Предкавказье, Кумо-Манычская впадина.

A. Kidov¹, E. Kovrina¹, I. Hairutdinov², A. Timoshina¹, A. Baksheyeva¹, S. Pykhov¹

¹Russian State Agrarian University –
K.A. Timiryazev Moscow Agricultural Academy

²Kazan (Volga region) Federal University

PRELIMINARY DATA ON AGE STRUCTURE OF POPULATION AND GROWTH OF THE SAND LIZARD (*LACERTA AGILIS* LINNAEUS, 1758) IN THE KUMA-MANYCH DEPRESSION

Abstract. We present the data on the age structure of population and growth of the eastern sand lizard, *Lacerta agilis exiguа* (Eichwald, 1831), in the Kuma–Manych Depression on the territory of Stavropol Krai. At the end of June 2011 and 2012, 242 lizards including 163 females and 79 males were investigated. The age was determined by means of the skeletochronological analysis of a phalanx of the fourth finger of a hind right leg. The maximum age of male and female lizards reached 8 years. Lizards at the age of 4–6 years amounted to 81.4% of the population. The length of the body (L) of adult females was 67.1–102.0 mm, and the length of males was 66.0–114.0 mm. The coefficient of correlation (r) of the length of the body with the age of males was 0.54. It is found that the body length and the age of the sand lizard in the studied population are maximal for this subspecies.
Key words: sand lizard, *Lacerta agilis*, skeletochronology, age structure, growth, Ciscaucasia, Kuma–Manych Depression.

© Кидов А.А., Коврина Е.Г., Хайрутдинов И.З., Тимошина А.Л., Бакшеева А.А., Пыхов С.Г., 2014.

Применение скелетохронологического анализа, основанного на изучении слоистых структур кости [12; 20], позволило с высокой точностью изучить возрастную структуру и особенности роста у многих видов ящериц разных семейств [21; 23; 26; 30], в том числе – настоящих ящериц Lacertidae Oppel, 1811 [1; 18; 27; 29]. Традиционно наиболее популярным объектом популяционных исследований, в том числе с использованием регистрирующих структур, в силу широкого распространения и высокой численности остается прыткая ящерица, *Lacerta agilis* Linnaeus, 1758 [17; 14; 15; 19].

Внутривидовая систематика прыткой ящерицы очень сложна: в пределах Российской Федерации выделяют 3–5 подвидов [3; 6; 7; 28]. Кавказский экорегион на территории нашей страны населяют, по версии различных исследователей, до 4 подвидовых форм: ящерица Бёме (в прошлом некорректно называвшаяся дагестанской прыткой ящерицей), *L. agilis boemica* Suchow, 1929; грузинская прыткая, или иверийская ящерица, *L. agilis grusinica* Peters, 1960; восточная прыткая, или двуполосая ящерица, *L. agilis exigua* (Eichwald, 1831); мзымтинская прыткая ящерица, *L. agilis*

mzymtensis Tuniyev et Tuniyev, 2008 [3; 6; 7; 28]. Грузинская и мзымтинская прыткие ящерицы известны из Западного Закавказья, в то время как ящерица Бёме и восточная прыткая ящерица населяют Предкавказье [6; 7; 28].

В отличие от парапатрического подвида, прыткой ящерицы Бёме, закономерности возрастной структуры популяций которого изучены относительно полно на территории Дагестана [24; 25], исследования роста и возраста восточной прыткой ящерицы с использованием скелетохронологического анализа в Предкавказье не проводились. Кумо-Манычская впадина в целом и окрестности села Дивное Ставропольского края в частности являются восточной границей распространения восточной прыткой ящерицы перед пустынями и полупустынями Восточного Предкавказья, Калмыкии и правобережья Волги, глубоко вклинивающимися в общий ареал вида [16]. Результаты наших исследований впервые позволяют оценить некоторые особенности роста, а также возрастную структуру взрослой части популяции *L. agilis exigua* в Кумо-Манычской впадине на территории Ставропольского края.

Материал и методы исследований

Материалом для исследований послужили прыткие ящерицы, отловленные на утренних и ночных маршрутах во II–III декадах июня 2011 и 2012 гг. в окрестностях села Дивное (45°55'N, 43°23'E, 45 м) Апанасенковского района Ставропольского края. Условия проведения маршрутных учетов были подробно описаны нами ранее [8; 13]. Всего было исследовано

242 ящерицы, в том числе 163 самки и 79 самцов. Длину туловища измеряли по стандартной методике [2] штангенциркулем с погрешностью 0,1 мм. Взвешивали ящериц только в 2012 г., электронными весами «М-ЕТР FLAT» (КНР) с погрешностью 0,1 г. Животных, после измерения размерно-весовых показателей и отсечения дистальной фаланги четвертого пальца задней

правой ноги, выпускали в местах помки.

Для определения возраста использовали стандартную методику скелетохронологического анализа [11]. Отсеченные фаланги пальцев декальцинировали в 5%-ном растворе азотной кислоты, а затем отмывали в проточной воде. В области диафиза с помощью замораживающего криостата-микротомы (Shandon Cryotome FSE, производитель – Thermo Fisher Scientific Inc.) при температуре -18°C изготавливали гистологические срезы толщиной около 25 мкм. Полученные препараты окрашивали кислым гема-

токсилином Эрлиха в течение 5 мин. Далее в растворах глицерина концентрации 25, 50 и 75% осуществляли проводку, а затем гистологические срезы погружали в чистый глицерин. Линии склеивания на полученных препаратах просматривали под микроскопом при 280-кратном увеличении.

При оценке достоверности различий показателей между отдельными половозрастными группами ящериц использовали критерий Стьюдента. При выявлении зависимости длины тела и массы ящериц от возраста рассчитывали линейный коэффициент корреляции Пирсона.

Результаты и обсуждение

В конце июня – начале июля в учетных встречались только половозрелые животные, причем самки в оба года исследований по количеству превалировали над самцами (табл. 1 и 2). В 2011 г. на маршрутах самки составляли 54,2%

от всех пойманных ящериц. Средний возраст активных в этот период самцов статистически достоверно ($t_{\text{ст}}=8,45$, $p \leq 0,001$) превосходил самок: $5,8 \pm 0,13$ против $4,2 \pm 0,12$ лет соответственно. Самки были статистически

Таблица 1

Возрастная и размерная характеристики восточной прыткой ящерицы исследуемой популяции в 2011 г.

Пол	Возраст	n	Длина тела, мм			
			M	m	σ	Lim
Самки	2+	2	81,2	3,96	3,96	78,4–84,0
	3+	16	79,0	1,53	5,91	71,0–92,0
	4+	27	79,7	1,04	5,33	72,0–95,2
	5+	18	80,3	1,58	6,45	71,3–96,4
	6+	7	90,1	4,27	10,46	71,0–102,0
	7+	1	93,0	–	–	–
	итого	71	80,9	0,85	7,07	71,0–102,0
Самцы	4+	5	69,8	1,29	2,59	66,0–73,0
	5+	21	76,8	1,07	4,80	68,0–87,0
	6+	21	79,2	1,65	7,38	69,0–102,0
	7+	9	85,6	2,84	8,02	79,0–104,0
	8+	4	94,5	8,40	14,55	80,0–114,0
	итого	60	79,5	1,15	8,82	66,0–114,0

Таблица 2

**Возрастная и размерно-весовая характеристики восточной
прыткой ящерицы исследуемой популяции в 2012 г.**

Пол	Возраст	n	$M \pm m (\sigma)$ Lim	
			длина тела, мм	масса, г
Самки	3+	1	79,0	18,5
	4+	20	$76,4 \pm 1,19 (5,21)$ 67,1–84,7	$19,1 \pm 1,04 (4,55)$ 11,3–27,9
	5+	34	$79,9 \pm 1,03 (5,94)$ 68,2–94,7	$21,4 \pm 0,94 (5,38)$ 12,8–36,7
	6+	27	$81,6 \pm 1,28 (6,52)$ 72,3–90,2	$23,5 \pm 1,25 (6,40)$ 12,4–41,2
	7+	9	$86,2 \pm 2,48 (7,03)$ 74,2–94,9	$28,5 \pm 2,16 (6,12)$ 18,9–39,0
	8+	1	70,9	31,7
	итого	92	$80,2 \pm 0,69 (6,57)$ 67,1–94,9	$22,3 \pm 0,64 (6,14)$ 11,3–41,2
Самцы	3+	1	66,5	11,7
	4+	3	$77,8 \pm 6,44 (9,11)$ 68,1–86,2	$22,2 \pm 3,15 (4,45)$ 17,7–26,6
	5+	6	$82,8 \pm 1,74 (3,90)$ 77,2–87,7	$24,8 \pm 1,40 (3,13)$ 21,7–30,2
	6+	8	$95,2 \pm 3,46 (9,14)$ 82,4–107,0	$40,2 \pm 4,75 (12,57)$ 22,2–54,6
	7+	1	104,3	55,5
	итого	19	$87,5 \pm 2,74 (11,62)$ 66,5–107,0	$31,8 \pm 3,19 (13,55)$ 11,7–55,5

достоверно крупнее самцов в возрастных группах 4+ ($t_{st}=5,95$, $p \leq 0,001$) и 6+ ($t_{st}=2,39$, $p \leq 0,05$). Длина тела самцов коррелировала с возрастом ($r=0,62$), в то время как для самок такой зависимости не было выявлено ($r=0,35$).

В 2012 г. взрослых самок в исследуемой выборке было в 4,8 раз больше, чем самцов. Такая диспропорция встречаемости прытких ящериц разных полов на поверхности для Предкавказья отмечалась и другими авторами [17] и обусловлена, вероятно, повышенной потребностью в питании

и прогреве у самок: в Кумо-Манычской впадине в эти сроки обычно происходит откладка яиц [9]. Средний возраст самок и самцов в этот год исследований был практически одинаков ($5,3 \pm 0,10$ и $5,3 \pm 0,23$ соответственно). Самцы достоверно превосходили самок по длине тела в возрастной группе 6+ ($t_{st}=3,69$, $p \leq 0,01$) и по массе в возрастных группах 5+ ($t_{st}=2,01$, $p \leq 0,05$) и 6+ ($t_{st}=3,41$, $p \leq 0,01$). Отмечена положительная корреляция длины тела и массы самцов от возраста ($r=0,80$ и $r=0,76$ соответственно), однако у самок такой

зависимости не выявлено ($r=0,33$ и $r=0,44$).

Обобщая данные за оба года исследований, можно отметить, что максимальный возраст самцов и самок прыткой ящерицы в изученной популяции составил 8 лет, а подавляющее большинство отловленных особей (81,4%) достигли 4–6-летнего возраста (рис.). В то же время очевидно, что результаты наших исследований позволяют судить о возрастной характеристике лишь активных в конце июня взрослых особей, в то время как из анализа полностью выпадают молодые ящерицы. В исследованиях других авторов ядро популяции составляют особи 1–3 лет [4; 22], а максимальный возраст ящериц этого вида в большинстве локалитетов не превышает 4–6 лет [17; 19; 22]. Таким образом, мы можем констатировать, что прыткие ящерицы из популяции Кумо-Манычской впадины в исследованный промежуток времени

имели максимальные для подвида значения возраста (8+) и близкие к максимуму – для вида в целом (на северо-западе видового ареала – до 9–11 лет [4; 12]).

Несмотря на то, что некоторые особи в манычской популяции по длине туловища даже превосходили максимальные значения, указанные другими авторами для этого подвида [6], крупнейшие ящерицы зачастую не были самыми старыми в исследованной выборке. Вероятно, наши данные подтверждают утверждение ряда авторов [5; 10], что у пресмыкающихся до предельных возрастов доживают обычно особи, характеризующиеся медленным и равномерным темпом роста. Это приводит к тому, что размах размерных показателей ящериц одной возрастной группы перекрывает значения других групп, делая трудноприменимой возрастную идентификацию животных по их размерам, что отмеча-

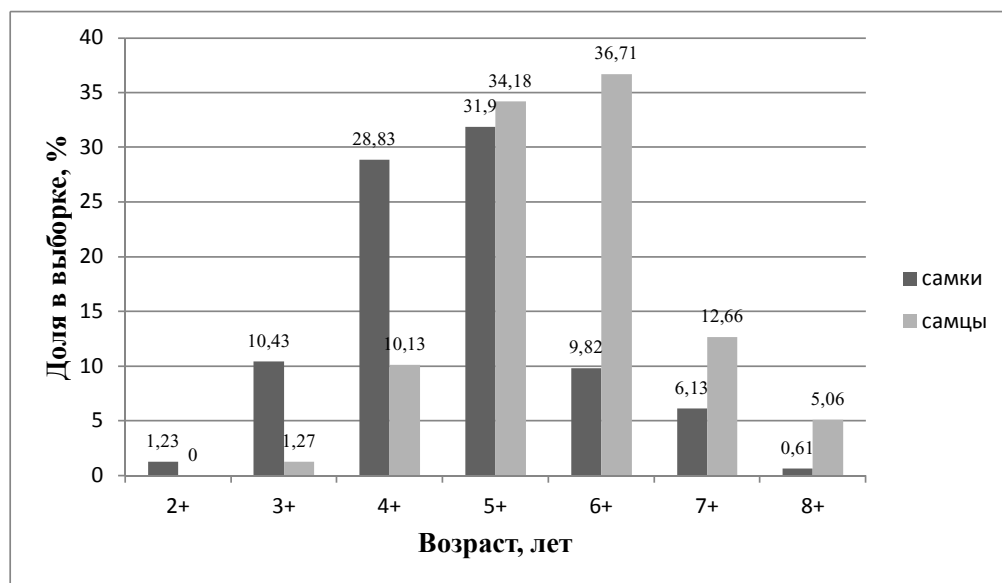


Рис. Половозрастная структура прыткой ящерицы, активных в конце июня (по результатам двух лет исследований)

лось и другими исследователями [10]. Ряд авторов [12; 19] отмечают достоверную положительную корреляцию между возрастом прытких ящериц и длиной туловища. В наших исследованиях подобная зависимость отмечалась исключительно у самцов: коэффициент корреляции (r) за оба года исследований составил 0,54. У самок этот показатель равнялся 0,27.

Таким образом, даже предварительные данные позволяют заключить, что, несмотря на периферийное положение популяции Кумо-Маньчской впадины относительно основного ареала, прыткая ящерица в этом локалитете находится в оптимальных условиях. Это находит подтверждение в значениях максимальной продолжительности жизни и размерах тела, максимальных для *L. agilis exigua* [6; 17].

Благодарности

Авторы признательны всем сотрудникам кафедры зоологии и студентам зооинженерного факультета РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, оказавшим содействие в проведении данной работы, и особенно: профессору Л.В. Маловичко – за ценные замечания и комментарии при работе над рукописью, Ю.Ю. Гилицкой и Г.А. Коротинной – за помощь в проведении полевых исследований.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Аракелян М.С. Скелетохронологическое исследование скальных ящериц Армении и некоторые вопросы их экологии: дис. ... канд. биол. наук. – СПб., 2001. – 164 с.
2. Банников А.Г. Определитель земноводных и пресмыкающихся фауны СССР / А.Г. Банников, И.С. Даревский, В.Г. Ищенко и др. – М.: Просвещение, 1977. – 415 с.
3. Боркин Л.Я., Даревский И.С. Список амфибий и рептилий фауны СССР // Амфибии и рептилии заповедных территорий. – М.: ЦНИЛ Главохоты РСФСР, 1987. – С. 128–141.
4. Булахова Н.А. Ящерицы (Reptilia, Squamata, *Lacertidae*) юго-востока Западной Сибири (география, экология, морфология): автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Томск, 2004. – 13 с.
5. Даниелян Ф.Д. Развитие и рост / Ф.Д. Даниелян, А.А. Симонян, А.В. Яблоков и др. // Прыткая ящерица: монографическое описание вида. – М.: Наука, 1976. – С. 227–245.
6. Даревский И.С., Щербак Н.Н., Петерс Г. Систематика и внутривидовая структура // Прыткая ящерица: монографическое описание вида. – М.: Наука, 1976. – С. 53–95.
7. Калябина-Хауф С.А., Ананьева Н.Б. Филогеография и внутривидовая структура широкоареального вида ящериц *Lacerta agilis* L., 1758 (*Lacertidae*, *Sauria*, *Reptilia*) (опыт использования митохондриального гена цитохрома *b*). – СПб: Зоолог. ин-т РАН, 2004. – 108 с.
8. Кидов А.А. Ночная активность прыткой ящерицы, *Lacerta agilis* (*Reptilia*, *Sauria*: *Lacertidae*) в Предкавказье / А.А. Кидов, А.Л. Тимошина, Е.Г. Коврина и др. // Естественные и технические науки. – 2012. – № 5. – С. 129–132.
9. Кидов А.А. Характеристика репродуктивных показателей восточной прыткой ящерицы (*Lacerta agilis exigua* Eichwald, 1831) (*Reptilia*, *Squamata*, *Sauria*: *Lacertidae*) в Кумо-Маньчской впадине / А.А. Кидов, А.Л. Тимошина, Е.Г. Коврина и др. // Естественные и технические науки. – 2012. – № 1. – С. 81–83.
10. Ройтберг Е.С., Смирин Э.М. Развитие исследований роста рептилий в направлениях, определенных А.М. Сергеевым // Зоологический журнал. – 2012. – Т. 91 (№ 11). – С. 1291–1301.

11. Смирин Э.М. Методика определения возраста амфибий и рептилий по слоям в кости // Руководство по изучению земноводных и пресмыкающихся. – Киев: Наукова думка, 1989. – С. 144–153.
12. Смирин Э.М. Перспективы определения возраста рептилий по слоям в кости // Зоологический журнал. – 1974. – Т. 53 (№1). – С. 111–117.
13. Тимошина А.Л. Некоторые аспекты размножения восточной прыткой ящерицы (*Lacerta agilis exigua* Eichwald, 1831) в Кумо-Манычской впадине / А.Л. Тимошина, А.А. Кидов, Е.Г. Коврина и др. // Вопросы герпетологии: Мат. Пятого съезда Герпетологического Общества им. А.М. Никольского (Минск, 25–28 сент. 2012 г.). – Минск: Право и экономика, 2012. – С. 314–317.
14. Хайрутдинов И.З. Характеристика популяций прыткой ящерицы *Lacerta agilis* (Reptilia; Squamata) урбанизированных территорий Татарстана (на примере г. Казани) // Праці Українського герпетологічного товариства. – 2011. – № 3. – С. 208–220.
15. Хайрутдинов И.З., Гаранин В.И. Возрастная структура популяций прыткой ящерицы *Lacerta agilis* трансформированных территорий (на примере г. Казани) // Праці Українського герпетологічного товариства. – 2009. – № 2. – С. 94–101.
16. Щербак Н.Н., Осташко Н.Г. Ареал // Прыткая ящерица: монографическое описание вида. – М.: Наука, 1976. – С. 9–52.
17. Яблоков А.В. Структура популяции / А.В. Яблоков, А.С. Баранов, А.В. Валецкий и др. // Прыткая ящерица: монографическое описание вида. – М.: Наука, 1976. – С. 273–283.
18. Altunýþýk A. Age structure and body size of the Shtrauch's racerunner, *Eremias strauchi strauchi* Kessler, 1878 / A. Altunýþýk, Ė. Gül, N. Özdemir et al. // Turk. J. Zoology. – 2013. – V. 37. – P. 1–6.
19. Borczyk B., Pasko L. How precise are size-based age estimation in the sand lizard (*Lacerta agilis*)? // Zoologica Poloniae. – 2011. – V. 56 (№ 1–4). – P. 11–17.
20. Castanet J., Smirina E.M. Introduction to the skeletochronological method in amphibians and reptiles // Ann. Sci. Nat. Zool. – 1990. – V. 11. – P. 191–196.
21. Çiçek K. Preliminary data on the age structure of *Phrynocephalus horvathi* in Mount Ararat (Northeastern Anatolia, Turkey) / K. Çiçek, M. Kumaş, D. Ayaz et al. // Biharean Biologist. – 2012. – V. 6 (№ 2). – P. 112–115.
22. Guarino F.M., Di Gia I., Sindaco R. Age and growth of the sand lizards (*Lacerta agilis*) from a high Alpine population of north-western Italy // Acta Herpetologica. – 2010. – V. 5 (№ 1). – P. 23–29.
23. Kurita T., Toda M. Validation and application of skeletochronology for age determination of the Ryukyu ground gecko, *Goniurosaurus kuroiwae* (Squamata: Eublepharidae) // Asian Herpetological Research. – 2013. – V. 4 (№ 4). – P. 233–241.
24. Roitberg E.S., Smirina E.M. Age, body size and growth of *Lacerta agilis boemica* and *L. strigata*: a comparative study of two closely related lizard species based on skeletochronology // Herpetol. J. – 2006. – V. 16 (№ 2). – P. 133–148.
25. Roitberg E.S., Smirina E.M. The relationship between body length and femur bone thickness in *Lacerta agilis boemica* and *L. strigata*. Implications for growth inferences from skeletochronological data // Russ. J. Herpetology. – 2005. – V. 12. – P. 298–300.
26. Smirina E.M., Tsellarius A.Yu. Aging, longevity, and growth of the desert monitor (*Varanus griseus*) // Russ. J. Herpetology. – 1996. – V. 3. – P. 130–142.
27. Tomašević-Kolarov N. The body size, age structure and growth pattern of the endemic Balkan Mosor rock lizard (*Dinarolacerta mosorensis* Colombatović, 1886) / N. Tomašević-Kolarov, K. Ljubisavljević, L. Polović et al. // Acta Zoologica Aca-

- demiae Scientiarum Hungaricae. – 2010. – V. 56 (№ 1). – P. 55–71.
28. Tuniyev S.B., Tuniyev B.S. Intraspecific variation of the sand lizard (*Lacerta agilis*) from the Western Caucasus and description of a new subspecies *Lacerta agilis mzymtensis* ssp.nov. (Reptilia: Sauria) // Russ. J. Herpetology. – 2008. – V. 15 (№1). – P. 55–66.
29. Yakin B.Y. Preliminary data on age estimation and body size of the dwarf lizard, *Parvilacerta parva* (Boulenger, 1887) (Reptilia: Lacertilia) from Akşehir, Konya (Turkey) / B.Y. Yakin, M. Gürkan, S. Hayretdağ et al. // Ecologia Balcanica. – 2012. – V. 4 (№1). – P. 81–85.
30. Zug G.R., Rand A.S. Estimation of age in nesting female *Iguana iguana*: testing skeletochronology in a tropical lizard // Amphibia-Reptilia. – 1987. – V. 8. – P. 237–249.

УДК 631.4:574.4

Маслов М.Н.*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова***УГЛЕРОД, АЗОТ И ФОСФОР МИКРОБНОЙ БИОМАССЫ
В ТУНДРОВЫХ ПОЧВАХ СЕВЕРНОЙ ФЕННОСКАНДИИ**

Аннотация. Биомасса микроорганизмов в почве является важным фактором, определяющим скорость и направление биогеохимических циклов элементов. Для почв тундровых сообществ северной Фенноскандии определено содержание углерода, азота и фосфора в микробной биомассе. Установлено, что содержание углерода и азота микробной биомассы в почвах равнинной тундры выше, чем в почвах горной тундры, что отражает их взаимосвязь с общим содержанием С и N в почве. По содержанию фосфора микробной биомассы исследованные почвы практически не различаются. Оценена доля элементов микробной биомассы в общем содержании углерода, азота и фосфора в тундровых почвах. Показано, что для поверхностных органогенных горизонтов доля С в микробной биомассе составляет от 0,6 до 0,9 % от общего пула углерода почвы. Доля азота микробной биомассы составляет 1-1,2 %, фосфора – от 6 до 35 %. При этом концентрирование в микробной биомассе фосфора наиболее велико в почвах, содержащих меньшее количество фосфора.

Ключевые слова: микробная биомасса, тундра, почвы, северная Фенноскандия.

M. Maslov*M.V. Lomonosov Moscow State University***MICROBIAL BIOMASS CARBON, NITROGEN AND PHOSPHORUS
IN TUNDRA SOILS OF NORTHERN FENNOSCANDIA**

Abstract. Microbial biomass in the soil is an important factor in determining the direction and intensity of biogeochemical processes. We report quantitative estimation of microbial biomass carbon, nitrogen and phosphorus in tundra soils of northern Fennoscandia. It is found that the content of microbial biomass carbon and nitrogen in the soil of plane tundra is higher than that in the soil of mountainous tundra, which reflects their relationship with the total content of C and N in the soil. The difference in the contents of microbial biomass phosphorous in the soils studied is virtually indistinguishable. We have estimated the fraction of the microbial biomass elements in the total content of carbon, nitrogen and phosphorous in tundra soils. It is shown that for surface organic horizons the fraction of microbial biomass carbon ranged from 0.6 to 0.9% of the total pool of soil carbon. The content of microbial biomass nitrogen is 1 – 1.2% and of phosphorus – from 6 to 35%. At the same time the concentration of microbial biomass phosphorus is the greatest in soils containing a minimal amount of phosphorus.

Key words: microbial biomass, tundra soils, northern Fennoscandia.

Почвы тундровых экосистем характеризуются высоким содержанием углерода, азота и фосфора. Однако

основная часть этих элементов сосредоточена в составе слабо гумифицированного органического вещества [12, с. 127], вследствие чего выведена

© Маслов М.Н., 2014.

из активного биологического круговорота. Микроорганизмы являются первичными деструкторами органического вещества и способны аккумулировать в своей биомассе значительные количества питательных элементов [8, с. 147], что определяет важную роль микроорганизмов в определении направления и скорости биогеохимических процессов в почве. В связи с этим целью данной работы была оценка содержания углерода, азота и фосфора микробной биомассы в тундровых почвах северной Фенноскандии.

Исследования проводили в районе научной станции Абиско (северная Швеция, 68°21' N, 18°49' E) в 200 км севернее Полярного круга. Исследовались почвы 8 наиболее распространенных тундровых сообществ, приуроченных к горной и равнинной территории. В горно-тундровом поясе были представлены почвы флавоцеттаријево-вороничного (ФВ), зеленомошно-кустарничкового (ЗК), ивково-мелкотравного вблизи рано тающего (ИМР) и поздно тающего снежника (ИМП) и душисто-колосково-разнотравного (ДКР) биогеоценозов, расположенных на высоте 700-800 м н.у.м. в пределах биогеохимической катены. Почвы горной тундры сформированы на элюво-делювии сланцев. В биогеоценозе ФВ формируется сухоторфяно-подбур иллювиально-гумусовый [1, с. 193-198], в ЗК – литозем перегнойный типичный, в ИМР, ИМП и ДКР – литоземы перегнойно-темногумусовые потечно-гумусовые.

На равнинном участке на высоте около 350 м н.у.м. изучены почвы трех биогеоценозов: верхового болота (ВБ), кустарничково-лишайникового (КЛ) и ерникового (ЕР). Почвы равнинной тундры сформированы на отложени-

ях озерной гальки. В биогеоценозе ВБ формируется торфяная олиготрофная остаточно-эутрофная почва, в КЛ – литозем перегнойный типичный, в ЕР – сухоторфяно-литозем перегнойно-торфяный.

Все почвы характеризуются кислой или слабокислой реакцией среды (рН 3,9-5,7). Поверхностные органогенные и органо-минеральные горизонты почв содержат большое количество органического углерода. Максимальная концентрация С характерна для почв равнинной части тундры (41-48%) и для горизонта Т₁ сухоторфяно-подбур в горной части (32%). Содержание С в литоземах перегнойно-темногумусовых не превышает 13-17%. Различия в содержании N в целом повторяют ту же закономерность, но менее выражены. Максимальное содержание N в органогенных горизонтах характерно для почв равнинной тундры (1,3-1,4%), а в горных почвах его концентрация составляет 0,9-1,2%. Общее содержание фосфора в почвах горной тундры составляет около 0,1-0,2% в горной тундре и 0,03-0,05% – в равнинной. При этом от 77 до 99% фосфора в тундровых почвах сосредоточено в составе органического вещества.

Углерод и азот микробной биомассы ($C_{\text{мкр}}$ и $N_{\text{мкр}}$) определяли методом фумигации почвы в парах хлороформа с последующей экстракцией элементов 0,05 М K_2SO_4 [3, с. 837-842; 13, с. 703-707]. $C_{\text{мкр}}$ рассчитывали как разницу между экстрагируемым углеродом в фумигированных и нефумигированных образцах, а $N_{\text{мкр}}$ – как соответствующую разницу экстрагируемого N. Фосфор микробной биомассы ($P_{\text{мкр}}$) определяли методом фумигации с последующей экстракцией 0,5 М

NaHCO_3 . $P_{\text{микро}}$ рассчитывали как разницу между $P_{\text{экстр}}$ в фумигированных и нефумигированных образцах с учетом сорбции Р почвой. Коэффициент сорбции определяли для каждой почвы.

Углерод, азот и фосфор микробной биомассы сосредоточены преимущественно в поверхностных горизонтах тундровых почв. В подповерхностных горизонтах содержание элементов снижается от 2-3 (ДКР, ВБ) до 10 (ФВ, ИМР, ИМП) раз (табл. 1).

Содержание $C_{\text{микро}}$ и $N_{\text{микро}}$ в почвах равнинной тундры выше, чем в почвах горной тундры, что отражает их взаимосвязь с общим содержанием С и N в почве. По содержанию $P_{\text{микро}}$ исследованные почвы практически не различаются.

В горной тундре содержание $C_{\text{микро}}$ максимально в почвах элювиальных позиций катены (ФВ) и постепенно

снижается к аккумулятивным (ДКР). При этом содержание $C_{\text{микро}}$ в тундровых арктических почвах Гренландии [5, с. 26], а также альпийских почв северо-западного Кавказа [2, с. 971-975], показало обратную закономерность – максимальное содержание характерно для более влажных почв, чем для более сухих.

Для равнинной тундры не выявлено статистически значимых различий в содержании $C_{\text{микро}}$ в поверхностных горизонтах почв разных бегоценозов. Несколько больше $C_{\text{микро}}$ содержится в горизонте ТО торфяной олиготрофной почвы (ВБ). Это может быть связано с развитием здесь эпифитной микробиоты, сосредоточенной на остатках сфагнового мха.

Содержание $N_{\text{микро}}$ также максимально в почвах элювиальных местообитаний (ФВ) и постепенно снижается

Таблица 1

Углерод, азот и фосфор микробной биомассы тундровых почв, мг/кг

Сообщество	Горизонт	С	N	P
Горная тундра				
ФВ	TJ	1763±486	145±44	84±20
	BH	142±50	11±4	7±4
ЗК	H	802±222	77±21	58±21
ИМР	АН	1447±336	147±37	82±23
	C_{hi}	121±34	13±4	8±4
ИМП	АН	947±282	97±30	78±25
	C_{hi}	132±21	19±5	11±5
ДКР	АН	1037±162	115±20	87±25
	C_{hi}	788±450	90±55	48±15
Равнинная тундра				
ЕР	TJ	2847±345	276±27	92±27
КЛ	H	2888±453	239±32	89±25
ВБ	ТО	3578±543	280±42	16±5
	TE	1186±388	141±25	43±17

к почвам аккумулятивных положений (ДКР). Содержание $N_{\text{микро}}$ в почвах равнинной тундры выше, чем в почвах горной тундры (табл. 1). По нашим данным, запасы $N_{\text{микро}}$ в тундровых почвах северной Швеции варьируют от 1,2 до 1,6 г/м². По данным других авторов [8, с. 152-158; 9, с. 95-102], запасы $N_{\text{микро}}$ в почвах окрестностей биостанции Абиско составляют от 2,3 до 5,4 г/м². В альпийских почвах Скалистых гор Колорадо запасы $N_{\text{микро}}$ могут достигать 5,9 г/м² [4, с. 2184]. По данным S. Jonnasson et al. (2002, 2006) содержание $N_{\text{микро}}$ в тундровых почвах окрестностей Абиско достигает 700-1400 мг/кг почвы. В работе I.K. Schmidt et al. (2002) приводится еще более широкий диапазон – от 340 до 2000 мг/кг почвы. Для тундровых почв Аляски приводятся данные о концентрации $N_{\text{микро}}$ от 115 до 500 мг/кг почвы [10, с. 2740-2741; 11, с. 74-76].

Содержание $P_{\text{микро}}$ в поверхностных горизонтах тундровых почв не проявляет зависимости от положения почвы в мезорельефе (элювиальное или аккумулятивное положение) и макрорельефе (горная или равнинная тундра). Ранее для тундровых почв Швеции было показано широкое варьирование содержания $P_{\text{микро}}$ – от 50 до 400 мг/кг почвы [6, с. 509-512]. В более поздней работе S. Jonnasson et al. (2006), приводится значение 220 мг/кг почвы. По данным I.K. Schmidt et al. (2002), в почвах 4 разнотипных тундровых сообществ содержание $P_{\text{микро}}$ изменяется в пределах от 25 до 280 мг/кг почвы. В тундровых почвах Аляски содержится значительно меньше $P_{\text{микро}}$ – от 30 до 70 мг/кг почвы [10, с. 2740-2741; 11, с. 74-76], что более близко к полученным нами данным.

Доля $C_{\text{микро}}$ в общем пуле углерода в почвах составляет, как правило, менее 1% (табл. 2). В почвах горной тундры она увеличивается в почвах транзитных (ИМР, ИМП) и аккумулятивных (ДКР) позиций по сравнению с почвами, занимающими элювиальные позиции (ФВ, ЗК). Подобная закономерность может быть связана с характером органического вещества почв. В почвах с большей степенью гумификации (ИМР, ИМП, ДКР) доля $C_{\text{микро}}$ в общем углеродном пуле максимальна (от 0,7 до 0,9%), тогда как в почвах со слабогумифицированным органическим веществом (ФВ, ЗК) она не превышает 0,6%. В подповерхностных минеральных горизонтах почв горной тундры доля углерода, ассоциированного с биомассой микроорганизмов, в общем пуле элемента значительно ниже, чем в поверхностных органогенных горизонтах. Это связано с распределением микробной биомассы в почвенном профиле, при котором основная часть микроорганизмов сосредоточена в верхних 5-10 см почвы, наиболее обеспеченных теплом, кислородом и влагой. Исключение составляет потечно-гумусовый горизонт C_{hi} литозема перегнойно-темногумусового биогеоценоза ДКР, для которого характерен максимум содержания лабильного органического вещества. Занимая аккумулятивное положение, данная почва наиболее обеспечена теплом, влагой и элементами минерального питания.

Для почв равнинной тундры характерна также невысокая доля $C_{\text{микро}}$ в общем углеродном пуле (0,6-0,9%).

Доля $N_{\text{микро}}$ в общем пуле азота в поверхностных горизонтах почв горной тундры составляет от 1 до 1,2% (табл. 2). В подповерхностных мине-

Таблица 2

**Доля углерода, азота и фосфора микробной биомассы
от общего содержания элементов в почве, %**

Сообщество	Горизонт	C	N	P
Горная тундра				
ФВ	ТJ	0,6±0,05	1,2±0,21	8,4±0,94
	BH	0,3±0,03	0,6±0,10	1,7±0,33
ЗК	H	0,6±0,06	1,0±0,11	6,4±0,60
ИМР	АН	0,9±0,09	1,2±0,22	8,2±0,72
	C _{hi}	0,5±0,05	0,7±0,11	1,0±0,22
ИМП	АН	0,8±0,08	1,1±0,24	6,5±0,62
	C _{hi}	0,5±0,05	0,6±0,12	1,8±0,31
ДКР	АН	0,7±0,07	1,0±0,23	6,7±0,72
	C _{hi}	2,0±0,21	2,3±0,42	2,5±0,63
Равнинная тундра				
ЕР	ТJ	0,7±0,05	2,0±0,33	22,8±3,52
КЛ	H	0,6±0,05	1,8±0,33	27,2±2,61
ВБ	ТО	0,9±0,09	7,0±0,42	34,6±4,25
	TE	0,3±0,04	1,1±0,25	22,2±3,01

ральных горизонтах почв она, подобно углероду, снижается. Максимальная относительная аккумуляция азота в микробной биомассе наблюдается в горизонте C_{hi} литозема перегнойно-темногумусового биогеоценоза ДКР. Возможные причины такого повышения указаны выше. В почвах равнинной тундры доля микробного азота в общем почвенном пуле элемента значительно выше и составляет 1,8-2%. Максимальное участие микробного азота в общем пуле характерно для горизонта ТО торфяной олиготрофной почвы верхового болота. Увеличение доли «метаболически активного» азота в почвах равнинного приозерного участка свидетельствует о низкой обеспеченности их азотом. В условиях лимитированности живые организмы вынуждены максимально полно использовать азот для обеспечения своей жизнедеятельности.

Участие P_{микро} в фосфоре органических соединений почв горной тундры постепенно снижается от элювиальных к аккумулятивным позициям (табл. 2). Максимальная доля P_{микро} (8,4%) характерна для горизонта ТJ сухоторфяно-подбура. В минеральных горизонтах почв горной тундры участие P_{микро} в пуле органического фосфора значительно ниже и составляет от 1 до 2,5%, что свидетельствует об относительной насыщенности этих горизонтов фосфором. Таким образом, увеличение содержания в почве фосфора, а также углерода и азота, приводят к уменьшению доли элементов, ассоциированных с микробной биомассой.

Почвы равнинной тундры содержат меньше фосфора органических соединений (в среднем около 0,5 г/кг), поэтому доля P_{микро} в них составляет от 22 до 35% (табл. 2). Максимальное участие P_{микро} в общем почвенном пуле

фосфора органических соединений наблюдается в торфяной олиготрофной почве ВБ, что связано с малой обеспеченностью данной почвы фосфором за счет атмосферного типа минерального питания сфагнового мха.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Классификация и диагностика почв России / под ред. Г.В. Добровольского. – Смоленск: Ойкумена. – 2004. – 342 с.
2. Макаров М.И. Сезонная динамика минеральных форм азота в горно-луговых альпийских почвах / М.И. Макаров, Н.А. Леошкина, А.А. Ермак и др. // Почвоведение. – 2010. – № 8. – С. 969–978.
3. Brookes P. C. Chloroform fumigation and the release of soil nitrogen: a rapid direct extraction method to measure microbial biomass nitrogen in soil / P.C. Brookes, A. Landman, G. Pruden et al. // Soil Biol. Biochem. – 1985. – V. 17 (№ 60). – P. 837–842.
4. Brooks P.D., Williams M.W. Snowpack controls on nitrogen cycling and export in seasonally snowcovered catchments // Hydrological Processes. – 1999. – V. 13. – P. 2177–2190.
5. Illeris L., Michelsen A., Jonasson S. Soil plus root respiration and microbial biomass following water, nitrogen, and phosphorus application at a high arctic semi desert // Biogeochemistry. – 2003. – V. 65. – P. 15–29.
6. Jonasson S. Microbial biomass C, N and P in two arctic soils and responses to addition of NPK fertilizer and sugar: implications for plant nutrient uptake / S. Jonasson, A. Michelsen, I.K. Schmidt et al. // Oecologia. – 1996. – V. 106. – P. 507–515.
7. Jonasson S., Castro J., Michelsen A. Interactions between plants, litter and microbes in cycling of nitrogen and phosphorus in the arctic // Soil Biol. Biochem. – 2006. – V. 38. – P. 526–532.
8. Schmidt I.K., Jonasson S., Michelsen A. Mineralization and microbial immobilization of N and P in arctic soils in relation to season, temperature and nutrient amendment // Applied Soil Ecology. – 1999. – V. 11. – P. 147–160.
9. Schmidt I.K. Mineralization and distribution of nutrients in plants and microbes in four arctic ecosystems: responses to warming / I.K. Schmidt, S. Jonasson, G.R. Shaver, A. Michelsen et al. // Plant and Soil. – 2002. – V. 242. – P. 93–106.
10. Stark S., Grellmann D. Soil microbial responses to herbivory in an arctic tundra heath at two levels of nutrient availability // Ecology. – 2002. – V. 83. – P. 2736–2744.
11. Stark S., Strommer R., Tuomi J. Reindeer grazing and soil microbial processes in two suboceanic and two subcontinental tundra heaths // Oikos. – 2002. – V. 97. – P. 69–78.
12. Stottlemeyer R., Rhoades C., Steltzer H. Soil temperature, moisture, and carbon and nitrogen mineralization at a taiga-tundra ecotone, Noatak National Preserve, Northwestern Alaska // Studies by the U.S. Geological Survey in Alaska. – 2001. – P. 127–137.
13. Vance E.D., Brookes P.C., Jenkinson D.S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C // Soil Biol. Biochem. – 1987. – V. 19. – P. 703–707.

УДК 606:57.063.8:575:57.082.13

**Мобайен Х.¹, Садигдбайан Х.², Насери А.³, Дехнад А.¹,
Модир-Шахла Н.¹, Ахмадпор Ф.¹**

¹Исламский свободный университет (г. Тебриз, Исламская республика Иран)

²Институт микробиологии НАН Азербайджана (г. Баку)

³Тебризский университет (Исламская республика Иран)

ВЫДЕЛЕНИЕ КУЛЬТУРЫ (*ACHROMOBACTER SP.*) ДЕГРАДАТОРА ПАРАФИНА ИЗ ПОЧВЫ

Аннотация. Из аридных почв (Азершехр, Восточный Азербайджан, Иран) были изолированы и получены 10 чистых культур микроорганизмов. Из всех выделенных культур только штаммы F10 и E12, идентифицированные с помощью молекулярных тестов и полимеразной цепной реакции (PCR, ПЦР) как *Achromobacter sp.*, были способны разлагать жидкий парафин более чем на 90%. Основной промежуточный продукт разложения парафина был идентифицирован как уксусная кислота. Анализ микрофлоры различных почв показал возможность получения штаммов бактерий, которые в свою очередь могут быть использованы для получения с помощью методов генетической модификации микробных препаратов – перспективных для деградации органических соединений (подобно парафинам).

Ключевые слова: жидкие парафины, штаммы *Achromobacter sp.*, полимеразная цепная реакция (PCR).

**H. Mobaiyen¹, K. Sadighbayan², A.-H. Naseri³, A. Dehnad¹,
N. ModirShahla¹, F. Ahmadpor¹**

¹Islamic Azad University, Tabriz, Islamic Republic of Iran

²Institute of Microbiology, National Academy of Sciences of Azerbaijan, Baku

³University of Tabriz, Islamic Republic of Iran

ISOLATION OF PARAFFIN-DEGRADER *ACHROMOBACTER SP.* FROM AZARSHAR SOILS (EAST AZARBAYJAN, IRAN)

Abstract. Ten pure colonies of microorganisms were isolated and purified from arid soils of Azarshahr (East Azerbaijan, Iran). Of all the isolates, and only strains F10 and E12, identified by molecular tests and polymerase chain reaction (PCR) as *Achromobacter sp.*, could degrade liquid paraffin by more than 90%. The primary intermediate product of decomposed paraffin was identified as acetic acid. Analysis of various soil microflora showed the possibility of obtaining strains of bacteria, which in turn can be used to produce microbial preparations, promising for the degradation of organic compounds (like paraffin), by the methods of genetic modification.

Key words: biodegradation, Liquid paraffin, *Achromobacter*, polymerase chain reaction.

Загрязнение окружающей среды нефтью и нефтепродуктами превышает 10 млн.т в год [10]. Парафиновые соединения являются одними из компонентов сырой нефти. Они находятся в различной форме и соединениях в асфальтенах и алифатических углеводородах, создавая парафиновые комплексы. Парафинсодержащие соединения легко вытекают при высокой температуре из нефтяных скважин, трубопроводов, при авариях нефтетанкеров. Парафиновые вещества отлагаются при температуре около 30°C внутри скважин и нефтепроводов и также относятся к загрязнителям

окружающей среды. Как правило, методы контроля за парафиновыми отложениями дороги и трудны [2], в этой связи рекомендуются биологический контроль [5]. Доказано, что микробиологическая обработка, основанная на использовании природных или специально выделенных бактерий, является альтернативными путями для предотвращения их отложений и удаления [11]. В этой связи целью наших исследований является изолирование парафиндеградирующих микроорганизмов из различных почв из провинции Восточного Азербайджана (Иран).

Материалы и методы

Отбор проб почв. Образцы почв отбирали из различных точек территории округа Азершехр (Восточный Азербайджан) (табл. 1). Отбор производили с горизонтов 0-30 см по 400 г почв, образцы помещали в пластиковые пакетики [1] и направляли в лабораторию для исследований.

Выделение штаммов микроорганизмов. С каждого образца почв готовили разведения 10^{-1} - 10^{-6} . Затем с каждого разведения отбирали 100 μ l и переносили в чашку Петри с крахмал-казеиновым агаром. Инкубирование проводили в течение недели при температуре 28°C. Выросшие колонии переносили на среду глюкозо-солодового агара для очистки и получения изолированных колоний [3]. Очищенные штаммы содержали в холодильнике при температуре -70°C.

Оценка деградации жидкого парафина изолированными штаммами микроорганизмов. Каждый выделенный штамм инокулировался в

триптиказном соевом бульоне и инкубировался при 28°C до достижения мутности среды, равной 0,5 стандарта McFarland. Затем 0,5 мл среды, содержащей бактерии, помещали в трубки Falcon, которая содержала 25 мл агар Muller Hinton и 1 мл жидкого парафина. Трубки инкубировали на качалке при встряхивании 120 об/мин при температуре 28°C в течение недели [7; 12].

Метод извлечения парафина из среды. С целью максимального выделения парафина из среды изучены различные растворители – бензол, хлороформ, дихлорметан, гексан, толуол. Для этого готовили растворы жидкого парафина с концентрацией 0,125-1,0% в указанных растворителях. Определяли спектральное поглощение каждого раствора в диапазоне 200-500 nm в двухлучевом спектрофотометре Shimadzu UV 1700. Максимальный пик поглощения исследуемых растворов парафина в растворителях принимался как $\lambda_{\max}$, которая была использована

для оценки поглощения исследуемых образцов [7]. Экстракцию из трубок Фалконе остаточного парафина проводили 5 мл гексана [3].

Определение степени деградации парафина выделенными культурами микроорганизмов. Степень деградации парафина определяли по формуле:

$$\frac{A_1 - A_2}{A_1} \times 100,$$

где: A_1 – абсорбция парафина до деградации микроорганизмами, A_2 – абсорбция парафина в конце опыта [7].

Определение продуктов метаболизма парафинов микроорганизмами. Продукты метаболизма парафинов определяли с использованием газового хроматографа Shimadzu GC 2010. Использовали колонку CPED1-M25-025; длина колонки 24,9 м; максимальная температура была 325°C (начальная температура была 80°C), условия определения были следующие: время удер-
жания – 1 мин; скорость – 8°C.

Метод экстракции ДНК из клеток микроорганизмов. Культуры культивировали на среде SCA при температуре 28°C в течение 3-7 дней. Затем бактериальная масса каждой из культур переносилась в микротрубку объемом 1,5 мл, содержащей 500 µl лизисного буфера. Затем микротрубка помещалась в жидкий азот, а затем в инкубатор при температуре 65°C, этот процесс повторялся семь раз. Затем трубка центрифугировалась в течение 10 минут при скорости 1300 об/мин. Жидкую фазу супернатанта смешивали с хлороформ-изоамиловым спиртом в соотношении 1:24 и затем центрифугировали в течение 10 минут при скорости 1300 об/мин. Затем

в среду вносили холодный изопропанол, выдерживали при температуре -20°C в течение 2 часов и вновь повторяли центрифугирование. После отделения супернатантной жидкости микротрубка промывалась раствором 70%-го спирта. После выпаривания остаточного спирта из микротрубки экстрагированная ДНК смешивалась с 100 µl дистиллированной водой и сохранялась при температуре -20°C. Все материалы и среды были получены из корпорации Sinagen co. (Иран).

Для амплификации 16Sr РНК использовали универсальные праймеры из банка генов NCBI :

Pf 5'- AGAGTTTGTATCCTGGCTCA-3'
PR 5'- AAGGAGGGTGTATCCAGCCGC-3'

Использовалось программное обеспечение OLIGO.

Амплификацию проводили с использованием 10 мкл буфера сульфатом магния, 3 мкл ДНТФ (2,5 ммоль), 1,5 мкл прямого и обратного праймеров, 2 мкл ДНК-матрицы, 0,5 мкл Taq ДНК-полимеразы, 10 мкл ДНК-полимеразу Pfu (1ед/µl) и 22,5 мкл стерильной дистиллированной воды. Конечный объем составил 50 мкл. Температурно-временной профиль ПЦР был следующим: первый цикл – 96°C x 6 мин., 55°C x 1 мин., 72°C x 2 мин., количество циклов -30. Все эти процессы были проведены в термоциклере (BIO RAD США). Анализ продуктов ПЦР проводили при помощи электрофореза в 1,5% в агарозном геле и документировали с помощью системы BioDoc Analyze («Biometra», Германия). Выделение и очистку фрагментов проводили из легкоплавкой агарозы с использованием прибора Wizard PCR Preps фирмы «Promage» согласно рекомендациям производителя. Секвени-

рование очищенных ПЦР-фрагментов проводили с использованием набора BigDye Trmination и 3.1 Cycle Sequencing Kit. Нуклеотидные последователь-

ности определяли на автоматическом секвенаторе DNA Analyzer 3730. Для секвенирования использовали те же праймеры, что и для проведения ПЦР.

Результаты

Из аридных почв Азаршахра были изолированы и получены 10 чистых культур. Степень деградации, оптическая плотность в первом и повторном опытах и места выделения культур показаны в табл.1. Оптические плотности исходных растворов парафинов до экспериментов составляли соответственно 1,123 и 1,377. Только два

штамма из десяти выделенных были способны полностью разлагать парафины (табл.1). В табл. 2 показаны основные промежуточные продукты деградации. Из двух исследованных штаммов только штамм F10 образовывал 1500 нуклеотидных связей, что позволило его идентифицировать как *Achromobacter sp.*

Результаты и обсуждение

Использование микроорганизмов в качестве инокулятов является одним из основных положительных факторов для очистки нефтезагрязненных почв, так как они: 1) способны разлагать

углеводороды, 2) отличаются устойчивостью и адаптированы к окружающей среде, 3) способны конкурировать с эндогенными микроорганизмами, 4) большинство из них не патогенны. В

Таблица 1

Степень биodeградации парафина (в %) микроорганизмами, выделенными из различных зон

Культуры микроорганизмов	Первый тест	
	ОП	% биodeградации
A4	1.005	39,16
M53	0.89	46,12
M51	0.834	49,51
A2	0.551	66,64
F24	0.652	60,53
F10	0.153	90,73
M67	0.76	53,99
E12	0.118	92,85
E20	1.065	35,53
M11	0.928	43,81

Прим.: ОП - оптическая плотность остаточного парафина после деградации микроорганизмами.

Таблица 2

Вероятные продукты метаболизма парафинов выделенными микроорганизмами

Наиболее вероятный продукт разложения	Время жизни промежуточных продуктов, полученных из колонки, мин.	Культуры микроорганизмов
Уксусная к-та, бутиловый эфир	4.93	F10
циклогептасилоксан, тетрадекаметил-	23.67	
6-аза-5,7,12,14-тетратиапентацен	27.66	
циклогептасилоксан, додекаметил	31.09	
циклогептасилоксан, тетрадекаметил-	20.71	E12
циклогептасилоксан, тетрадекаметил-	23.68	
дибутанолморфин	27.11	
6-аза-5,7,12,14-тетратиапентацен	27.66	

этом направлении проведены многочисленные исследования, в основе которых – выделение из природных сред и исследование микроорганизмов. Например, Каплан и др. выделили и изучили штаммы родов *Flavobacterium* и *Pseudomonas*, способных разлагать нефтяные углеводороды [8].

В работе Гуо и др. показано, что культура *Pseudomonas aeruginosa* разлагала сырую нефть более чем на 58% с образованием биомассы микроорганизмов и рамнолипидов [6]. Исследованиями показано, что культура *Bacillus amyloliquefaciens* разлагала около 98,2% парафиновых соединений [9]. Хором и др. показали, что гетеротрофная углеводородокисляющая бактерия способна разлагать 45-60% нормальных парафинов [4]. Исследования показали, что только культура, относящаяся к роду *Achromobacter* sp. была способна деградировать 86% жидкого парафина, одним из промежуточных продуктов разложения была уксусная

кислота. Полученные данные свидетельствуют о необходимости дальнейшего исследования парафинокисляющих микроорганизмов с целью создания их консорциумов с перспективой использования для внесения в загрязненные почвы с целью очистки их от загрязнений.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Alexander M. Introduction to soil microbiology. – NY and L.: John Wiley and Sons, Inc., 1998. – 233 p.
2. Banwar L.A.L. Prevention of paraffin deposition in oil well Thermophilic paraffin degrading strain *Geobacillus kaustophilus* / Banwar L.A.L. et al. –New Delhi, India: Petrotech. – 2009. – 224 p.
3. Bardi L. Hydrocarbon degradation by a soil microbial population with β -cyclo-dextrin as surfactant to enhance bioavailability / Bardi L. et al. // J. Enzyme and Microbial Technology. – 2000. – V. 27 (Iss. 9). – P. 709–713.
4. Chorom M. Bioremediation of a crude oil-Polluted soil by application of fertilizers / Chorom M. et al. // Iran.-J. Environ.

- Health. Sci. Eng. – 2010. – V. 7 (№4). – P. 324–326.
5. Garcia-Rivero M. Organic solvents improve hydrocarbon desorption and biodegradation in highly contaminated weathered soils / Garcia-Rivero M. et al. // Environ. Eng. Sci. – 2007. – № 6. – P. 389–395.
 6. Guo Y. A multilocus phylogeny of the *Streptomyces griseus* 16S rRNA gene clade: use of multilocus sequence analysis for streptomycete systematic / Y. Guo et al. // International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology. – 2008. – V. 58. – P. 149–159.
 7. Jussara P., Francisca P. Biodegradation of crude oil in sandy sediment // Jour. International Biodeterioration & Biodegradation. – 1999. – V. 44. – P. 87–92.
 8. Kaplan C.W., Kitts C.L. Bacterial succession in a petroleum land treatment unit // Applied and Environmental Microbiology. – 2004. – V. 70 (№3). – P. 1777–1786.
 9. Naggar A.Y. Bioremediation of Paraffinic and Poly nuclear aromatic hydrocarbons Using Laser irradiated *Bacillus amyloliquefaciens* / Naggar A.Y. et al. // Journal of American Science. – 2010. – V. 6 (№10). – P. 661–670.
 10. Olivieri R. Microbial degradation of oil spills enhanced by a slow release fertilizer / Olivieri R. et al. // Applied and Environmental Microbiology. – 1976. – V. 31 (5). – P. 629–634.
 11. Sadeghazad A., Ghaemi N. Microbial prevention of wax precipitation in crude oil by biodegradation mechanism // SPE Asia Pacific Oil and Gas Conference and Exhibition (Paper SPE 80529). – Jakarta, Indonesia: Society of Petroleum Engineers, 2003. – P. 1–11.
 12. Southam G. Structural characterization of the hydrocarbon degrading bacteria-oil interface: implications for bioremediation // Jour. International Biodeterioration & Biodegradation. – 2001. – V. 47 (Iss. 4). – P. 197–201.

УДК 616.13_004.6_085.547_092:615.225

Снисаренко Т.А.¹, Расулов Р.М.², Сусова М.И.², Расулов М.М.²¹Московский государственный областной университет²Государственный ордена Трудового Красного Знамени

«ГНИИ химии и технологии элементоорганических соединений» (г. Москва)

ПРОТЕОМНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И РАЗВИТИЕ БИОИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ (ОБЗОР)

Аннотации. В обзорной статье представлены современные сведения о протеомных и биоинформационных технологиях развития биохимии белков. Показано, что кодирующая емкость матричной ДНК не может полностью обеспечить митохондрий в белках. Приведены сведения о том, что существует пять различных механизмов импорта белков в митохондрии. Приведены сведения о том, что существуют ограничения вычислительных технологий, которые заключаются в большом проценте ложноположительных результатов, а также в невозможности обнаружения таргет-сигналов для всего протеома. Показаны преимущества тандемной масс-спектрометрии для проведения такого рода исследований. Также, к успешно применяемым подходам по локализации белков можно отнести методы микроскопии, при которых используется принцип иммунофлуоресценции нативных белков. Приведены данные об основных свойствах протеомных белков.

Ключевые слова: матричная ДНК, белки, митохондрии, протеомы, диагностика.

T. Snisarenko¹, R. Rasulov², M. Susova², M. Rasulov²¹*Moscow State Regional University*²*State Scientific Center of the Russian Federation,**Federal State Unitary Enterprise «State Scientific Research Institute of Chemistry and Technology of Organoelement Compounds», Moscow*

PROTEOMIC TECHNOLOGIES AND DEVELOPMENT BIOINFORMATION RESOURCES

Abstract. In a review modern data on proteomic and bioinformation technologies of development of biochemistry of proteins are presented. It is shown that the coding capacity of matrix DNA cannot provide completely mitochondria's in proteins. Data that there are five various mechanisms of import of proteins in a mitochondrion are given. Data that there are restrictions of computing technologies which consist in big percent of the false positive results, and also in impossibility of detection of target-signals for everything proteom are given. Advantages of tandem mass spectrometry to carrying out such researches are shown. Also, on localization of proteins it is possible to carry microscopy methods at which the principle of immunofluorescence of nature proteins is used to successfully applied approaches. Data on the main properties of proteoms proteins are provided.

Key words: matrix DNA, proteins, mitochondrions, proteoms, diagnostics.

Широкое применение протеомных и биоинформационных технологий для развития биохимии белков в начале XXI века приобрело принципиальное значение [1; 4]. Накапливающиеся результаты представляют собой совокупности взаимосвязанных сведений, которые требуют совместной обработки, и в этой связи рассматриваются как информационные массивы (основу) для формирования различных общих и специализированных баз данных. Среди них большая часть (64,8%) созданных аннотаций нуждается в дополнительных экспериментальных материалах, при получении которых решающую роль могут сыграть протеомные технологии и дальнейшее развитие информационных ресурсов, что свидетельствует о высокой актуальности подобных исследований.

В начале XXI века поступательный импульс получили и протеомные исследования, направленные на выявление полиморфных вариантов белков в различных органах и выяснение роли белкового полиморфизма при различных физиологических и патологических процессах [10; 47]. Особое внимание при этом уделялось аллельным изоформам. Эти изоформы характеризуются единичными аминокислотными заменами в аминокислотных последовательностях, поскольку замены могут приводить к изменениям функциональных свойств белка (от незначительных до полной потери функции) или не оказывать подобного влияния (так называемые «нейтральные» замены). Уже собранная обширная информация о белковом полиморфизме в различных базах данных (например, в UniProt) включает и сведения о большом числе спорных определений от-

дельных аминокислот в ряде позиций первичной структуры многих белков, так называемых «аминокислотных конфликтов в последовательности» (Sequence conflict). Соответственно, при исследованиях любого белка разрешение «аминокислотного конфликта» в пользу одного из вариантов представляет интерес, поскольку итоговая детализация первичной структуры может оказать влияние на формирование представлений о пространственной упаковке его полипептидной цепи и других свойствах, включая функциональные особенности.

Наряду с изучением разных аспектов белкового полиморфизма и других фундаментальных проблем биохимии белков различных органов протеомные технологии находят все более широкое применение в разработках биомедицинских проблем, ориентированных на решение многих прикладных задач – от выявления потенциальных диагностических белковых биомаркеров, мишеней фармакологических воздействий [37] до создания методов контроля качества пищевых продуктов, изготавливаемых из мышечных тканей животных [3; 48].

Определение последовательности митохондриального генома человека (мтДНК) стало важной вехой в истории биологии и митохондриальной медицины. Результатом, опубликованным в 1981 г., стала полная последовательность кольцевой молекулы мтДНК, размером 16569 п.н. [20]. В этом же номере журнала Nature были опубликованы работы, в которых впервые были описаны РНК и белки, кодирующиеся митохондриальным геномом [9; 24]. С тех пор геном митохондрий и его продукты широко

исследуется в различных аспектах, начиная от наследственных патологий и заканчивая миграционными процессами. Эти работы дали начало серии исследований по определению полиморфизмов мтДНК и их роли в патологиях, передающихся по материнской линии, о которых впервые было упомянуто в 1988 г. [8; 33; 39]. К настоящему времени локализованы и функционально охарактеризованы в качестве этиологических факторов патогенеза более 150 мутаций мтДНК [43]. Текущая работа направлена на более глубокую характеристику патогенных и доброкачественных вариантов митохондриального генома [46].

Уже на ранних этапах исследования мтДНК стало понятно, что ее кодирующая емкость не может обеспечить полную потребность митохондрий в белках. Все 13 белков, кодируемых мтДНК млекопитающих, являются компонентами цепи окислительного фосфорилирования, посредством которой осуществляется синтез основной массы АТФ в клетке. Оставшиеся 77 субъединиц дыхательной цепи кодируются ядерным геномом, как и все белки, необходимые для транскрипции, трансляции, модификаций, и комплексообразования. Компоненты многих других митохондриальных биохимических каскадов также кодируются ядерной ДНК. Кроме того, в течение десятилетий исследований, после первого секвенирования мтДНК, стало понятно, что митохондриальные болезни, наследуемые по материнской линии, представляют лишь 15-20% от всех митохондриальных нарушений человека.

К концу 1990-х гг. стала более или менее понятна ключевая роль ядерно-

го генома в функционировании митохондрий, однако тогда трудно было представить, какое количество белков, кодируемых ядерной ДНК, импортируются в митохондрии. На полуколичественных двумерных (2D) электрофоретических гелях высокоочищенных митохондрий исследователям удалось выявить около 1500 индивидуальных пятен [37], каждое из которых соответствует определенному белку, что позволило оценить истинный размер митохондриального протеома. Интересно, что геномы альфа-протеобактерий, которые являются ближайшими живыми родственниками современных митохондрий, кодируют всего около 1000 различных белковых продуктов. Суммируя эти факты, можно предположить, что размер митохондриального протеома составляет, приблизительно, 1000–1500 белков. В 2001 г., после завершения амбициозного проекта по определению последовательности ДНК человека, началась систематизация перечня митохондриальных белков. В то время были четко идентифицированы только примерно 350 различных митохондриальных белков человека. С тех пор исследования, ключевыми данными которых являлись последовательности генов, а также результаты масс-спектрометрических исследований позволили продвинуться далеко вперед в каталогизации митохондриальных протеомов различных видов. Эти успехи обусловили и прогресс в понимании этиологии широкого спектра патологий человека.

К митохондриальному протеому относится подмножество полипептидов из 2000 белков (у млекопитающих). Собственно митохондриальными могут называться белки, которые локали-

зованы в митохондриальном матриксе, мембранах или межмембранном пространстве митохондрий. Несмотря на кажущуюся простоту, отнесение того или иного белка к митохондриальному протеому – задача нетривиальная, так как существуют постоянно мигрирующие белки, белки, присутствующие в чрезвычайно малых количествах, и, наконец, белки, которые

можно обнаружить только на определенных стадиях клеточного цикла или же в определенных типах клеток. Из этого следует, что нет какого-то одного метода, который бы мог идентифицировать и охарактеризовать весь митохондриальный протеом. Ниже мы рассмотрим самые распространенные методы митохондриальной протеомики.

Технологии исследования протеома митохондрий

С помощью биоинформационных технологий (ИТ), основанных на поиске целевых последовательностей белков – компонентов митохондриального протеома, идентифицировано по крайней мере пять различных механизмов импорта белков в митохондрии [42]. Один из основных путей основан на переносе белков в матрикс с включением дополнительной расщепляемой последовательности пептида, содержащей 15-50 аминокислотных остатков, которые образуют α -спираль из положительно заряженных аминокислот на одной стороне и незаряженных, гидрофобных остатков – на другой. Некоторые из этих белков отсортировываются на внутренней мембране и в межмембранном пространстве на основе чередования пептидных последовательностей. Другой механизм опосредует импорт белков внешней мембраны через карбокситерминальный сигнал. Также существует отдельный механизм импорта гидрофобных белков внутренней мембраны, основанный на формировании конформационной петли с помощью серии несмежных внутренних сигналов ориентации. Некоторые небольшие цистеин-богатые белки

межмембранного пространства импортируются с помощью собственного внутреннего сигнала ориентации (например, Tim9 и Tim10 в дрожжах). Наконец, многие белки просто «цепляются» своим гидрофобным хвостом за внешнюю мембрану с помощью α -спиралей. С использованием ИТ были разработаны многие алгоритмы для математического прогноза и определения расщепляемого таргет-сигнала и реализованы в таких программных продуктах, как TargetP, pTARGET [38], PSORT [12], iPSORT [11], Predotar [29], ngLoc, MitPred [41], MitoPred [34], и MitoProt [2; 25].

Основные ограничения вычислительных технологий заключаются в большом проценте ложноположительных результатов, а также в невозможности обнаружения таргет-сигналов для всего протеома, так как дополнительные, внедренные в результате процессинга белков последовательности, представляют лишь один из множества механизмов импорта. Для примера: одна популярная программа (TargetP) обнаруживает сигнал лишь в 60% белков, митохондриальная локализация которых доказана экспериментально. Однако, по другим оценкам, 69% ее

предсказаний являются ложными; при самых «строгих» настройках TargetP выдает 3% ложноположительных результатов, причем обнаруживает таргет-сигналы только у 20% митохондриальных белков [23]. Учитывая приведенные пример низкой чувствительности и специфичности программы, она не может применяться как самостоятельный инструмент в определении таргет-сигналов.

Своеобразным золотым стандартом в идентификации и характеристизации митохондриального протеома, как, впрочем, и протеома человека в целом, являются методы масс-спектрометрии (МС). Кажущаяся простой, задача разделения и идентификации митохондриальных белков является, на самом деле, технически сложной, учитывая их количество и широкий динамический диапазон (по массе и изоэлектрическим характеристикам). Пионерские исследования, проведенные в 1998 и 2001 гг., с использованием 2D-электрофореза и МС, позволили определить 46 белков плацентарных митохондрий человека [16] и 80 митохондриальных белков одной линии нейробластомы человека [15]. Преимущества тандемной масс-спектрометрии (МС/МС) были доказаны в работе, результатом которой стало обнаружение 615 митохондриальных белков сердца человека [19] и 399 белков митохондрий головного мозга, сердца, почек, и печени мышей [26]. Однако тщательный анализ показал, что в этих исследованиях были обнаружены только те белковые молекулы, которые присутствуют в больших количествах [22].

Новые поколения МС/МС технологий более чувствительны и позволя-

ют обнаруживать белки, количество которых не превышает 5 ppb. Например, Кислингер (Kislinger) с коллегами определили 2533 белков из митохондриальных экстрактов мозга, сердца, почек, печени, легких и плаценты мышей [44]. Ряд дополнительных исследований выявили 1130 митохондриальных белков из адипоцитов и клеток линии 3T3-L1 [25]; 1162 – из мозга, печени, сердца, и почек крыс [14]; 689 белков мышц, сердца и печени крыс, и 297 из печени мыши. Pagliarini и др. проанализировали митохондриальные экстракты из 14 разнообразных тканей мышей и обнаружили в общей сложности 3881 белков. При этом важно отметить, что не все белки, обнаруженные в митохондриальных экстрактах в ходе приведенных исследований, являются истинно митохондриальными (по локализации). Эта поправка обусловлена возросшей чувствительностью приборов нового поколения, которые способны обнаруживать крайне малые количества белков, которые попали в митохондриальные экстракты вследствие несовершенства процедур их очистки от компонентов цитозоля клеток. По различным оценкам, таких контаминантов в митохондриальных экстрактах присутствует до 75% от общей массы белков в экстракте.

Сегодня существует один экспериментальный подход, позволяющий отличить истинный митохондриальный белок от контаминантов. Метод заключается в корреляции белковых профилей и основывается на предварительной очистке митохондрий в градиенте сахарозы, с последующим сравнением пептидных профилей различных фракций градиента и вы-

равниванием по маркерным для каждой органеллы белковым профилям. Последующие наложения профилей позволяют исключить совпадающие компоненты и выявить истинно митохондриальные белки. Применение этого метода позволило выявить 1404 белка различных органелл, в том числе 297 митохондриальных. Сравнивая данные, полученные с применением компьютерных технологий и МС/МС, Кислингер с коллегами [25] смогли отнести к митохондриальным только 334 из 2533 белков, обнаруженных вычислительными методами¹.

К успешно применяемым подходам по локализации белков, можно также отнести методы микроскопии, при которых используется принцип иммунофлуоресценции нативных белков при наличии антител к эндогенным эпитопам. В ряде случаев осуществляются подходы, в которых исследуемый белок метится эндогенным маркером, при связанной экспрессии. К сожалению, ограничение иммунологического метода состоит в частом отсутствии высококачественных антител. При исследовании протеома дрожжей успешно применялись технологии мечения эндогенными флуоресцентными белками [22], они же были апробированы на мышах [44], но по различным причинам они не нашли широкого применения. Масштабные усилия в области визуализации белков млекопитающих с использованием микроскопии нашли свое отражение в продолжающемся по сей день проекте «LifeDB» [45] и в уже

завершенном проекте² «MitoCarta» [6]. К настоящему времени визуализированы 321 и 166 митохондриальных белков человека и мыши, соответственно. Несмотря на то, что микроскопия наилучшим образом позволяет исследовать локализацию белков, ее применение ограничено множеством факторов, начиная от времени затрат на весь процесс, и заканчивая технологическими трудностями в идентификации истинных эпитопов (при применении антител в качестве меток).

Дополнительные данные о митохондриальной локализации белков могут быть получены методами вычислительной и экспериментальной геномики. Экстраполяция гомологии последовательностей с модельного организма на человека представляет чрезвычайно полезный метод для прогноза или же подтверждения локализации того или иного белка. Отлично зарекомендовал себя метод, при котором производится сравнение последовательностей потенциальных митохондриальных белков человека с митохондриальными белками других видов, локализация которых установлена однозначно [7]. Также для локализации белков были успешно применены методы экспериментальной генетики: дрожжи, с редуцированным геномом, выращивали на неферментативном субстрате, в результате чего наблюдали изменение белковых профилей, в том числе и в митохондриях [5; 30; 32]. Приводятся и другие методы, основанные на изменениях функционирования

¹ См. базу данных на MitoCarta: An Inventory of Mammalian Mitochondrial Genes / Broad Institute [сайт]. – URL.: <http://www.broadinstitute.org/pubs/MitoCarta> (дата обращения: 24.03.2014 г.)

² См. предыдущую сноску и базу данных на The LIFEdb functional genomics resource / DKFZ: German cancer research center in the Helmholtz Association [сайт]. – URL.: <http://www.lifedb.de> (дата обращения: 24.03.2014 г.)

геномов. Так, оценка профилей мРНК при индукции или ингибировании митохондриального биогенеза позволяет дать прогноз по изменению белкового профиля, а также по присутствию цис-регуляторных, специфичных для генов митохондриальной системы, мотивов

в промоторах [13; 17; 31]. Несмотря на то, что индивидуальные подходы позволяют достигнуть определенных результатов в попытках локализации белков митохондрий, наиболее адекватным можно считать применение ансамблей методов.

Свойства митохондриального протеома

Почти полная «инвентаризация» митохондриального генома позволила ближе подойти к пониманию функционирования митохондрий и их роли в жизнедеятельности клеток. Ниже мы обсудим некоторые детали, касающиеся размера и свойств митохондриального генома, затронем проблемы двойной локализации белков и обсудим роль митохондриального протеома в биохимических процессах, тканевой специфичности, а также в эволюционном разнообразии митохондрий.

Наиболее полный перечень (MitoCarta) содержит около 1100 генных локусов, кодирующих митохондриальные белки [14]. По некоторым оценкам, основанным на Байесовской модели вероятностей, сегодняшние данные представляют лишь 85% аннотаций, с учетом априорной вероятности того, что, в среднем, 7% всех генов млекопитающих – митохондриальные. С учетом априорной вероятности в диапазоне от 5% до 12% Байесовская модель предсказывает, что 1050–1400 генов кодируют митохондриальные белки. Конечно же, каждый ген, с учетом сплайсинга может кодировать несколько белков, которые, в свою очередь, могут подвергаться посттрансляционной модификации. Это, в итоге, приведет к тому, что конечный репертуар белков будет более чем на

порядок превышать количество генов, которые их кодируют. Одним из уникальных свойств митохондриального протеома является большой разброс в количествах его компонентов. Так, ранее было сделано наблюдение о расхождении концентраций белков митохондриального протеома на 5 или 6 порядков [14]. По результатам анализов 2D-гелей были определены два белка внешней и внутренней мембраны, представленные в наибольших количествах: VDAC и ANT, соответственно. Недавно проведенный МС/МС анализ подтвердил высокую концентрацию этих белков. На основании грубой оценки количества митохондриальных белков, в 14 тканях мышей выделено пять наиболее распространенных: ATP5A1, ATP5B, ACO2, ANT1, и ANT2; VDAC1. При этом известно, что белки могут выполнять аналогичные функции в различных компартментах клетки, обладающих различными регуляторными свойствами. Эта кажущаяся избыточность позволяет относительно небольшому числу структурных генов (20000 – 30000) тонко регулировать все клеточные процессы как в пространстве, так и во времени.

Белки с различной локализацией могут продуцироваться и дубликциями гена (например, HMGCS1 и HMGCS2). Однако к белкам двойной

локализации принято относить те, которые кодировались одним генным локусом, но имеют различную локализацию. Двойная локализация может быть достигнута несколькими путями: альтернативным сплайсингом, различными иницирующими кодонами, в результате чего с одного гена получаются два и более белковых продукта, один из которых может содержать митохондриальную таргет-последовательность (например, ISCU и LRPPRC). Белки могут менять свою локализацию под действием экзогенных стимулов (например, проапоптотический белок BID транслоцируется из цитозоля в митохондрии при действии апоптотического стимула). Крупномасштабные исследования локализации компонентов клеточного протеома мышей, проведенные Фостер с коллегами, продемонстрировали, двойную локализацию для 39% всех белков и 16% митохондриальных белков. В дрожжах, Кумар с соавторами, проанализировав 2744 белка, продемонстрировали двойную локализацию для 11% всех белков и 15% митохондриальных белков. Это позволяет предположить, что в совокупности около 15% митохондриальных белков имеют двойную локализацию.

Функции митохондрий не лимитированы электрон-транспортной цепью и циклом трикарбоновых кислот. Митохондрии осуществляют и ряд других важнейших физиологических функций, среди которых биосинтез гема, окисление жирных кислот и аминокислот, синтез пиримидина,

гомеостаз кальция и апоптоз. Из, приблизительно, 1100 предположительно митохондриальных белков, функция более 300 неизвестна, для других 300 известна лишь доменная структура, информация о которой получена при анализе гомологий последовательностей аминокислот [15]. Часть этих белков может принимать участие в уже описанных биохимических каскадах, а может входить в еще не открытые метаболические пути. Основываясь на анализе коэкспрессии белков, инвентированных в MitoCarta, Нильсон с соавторами смогли идентифицировать новые митохондриальные транспортёры и шапероны, вовлеченные в биосинтез гема. Хьюнен с соавторами, используя несколько иной подход, основанный на анализе функциональных цепей, продемонстрировали связь некоторых белков с рядом митохондриальных функций, часть из которых считалась полностью изученной. Было показано, что митохондрии содержат все необходимые белковые компоненты для синтеза жирных кислот второго типа [13], которые, в свою очередь, могут опосредовать биосинтез липоевой кислоты, а также синтез жирных кислот, инкорпорированных в митохондриальные липиды. Другие крупномасштабные протеомные исследования показали наличие в митохондриях большого количества белков, участвующих в обратимом фосфорилировании и ацетилировании, что свидетельствует о развитой сигнальной сети в митохондриальном матриксе.

Тканеспецифичность митохондрий

Исследования биохимического статуса и ультраструктуры митохондрий проводятся многие годы. Сегодня очевидно, что митохондрии сильно различаются в зависимости от типа клеток, в котором они локализованы. Протеомные исследования внесли свой вклад в понимание молекулярных аспектов тканевой специфичности митохондрий. Сердце, например, содержит приблизительно в 2,5 раза больше митохондрий, чем мозг. Однако различия в митохондриях этих тканей не ограничиваются их количеством, а носят еще и весомый качественный характер. Первые исследования качественных межтканевых различий протеома митохондрий приводит Mootha с соавторами. Показано, что митохондриальные белковые профили различных тканей идентичны примерно на 75%. Эти данные были скорректированы обширными исследованиями. Из 1100 белков, аннотированных в MitoCarta, общими для митохондрий всех тканей является 50%, в то время как другие 50% – тканеспецифичные. Эти же исследования показали, что митохондрии развивающихся тканей обладают более обширным белковым профилем, чем митохондрии дифференцированных тканей [15]. Исследование мито-

хондриального протеома различных тканей приводит к интересным результатам. Так, анализ белкового профиля бурого жира подтвердил предположения о том, что адипоциты происходят от мышечных клеток [13].

В ряде случаев исследование протеомного профиля приводит и к неожиданным результатам. Ожидалось, что субъединицы всех четырех комплексов дыхательной цепи присутствуют в большом количестве во всех типах тканей и клеток. Однако, к примеру, комплекс IV в некоторых тканях несет дополнительные субъединицы. Кроме того, количественное соотношение субъединиц четырех комплексов дыхательной цепи различаются, в зависимости от ткани, в которой они локализованы. В этой связи обращают на себя внимание рибосомы, которые, возможно, обеспечивают избирательный синтез полипептидов в зависимости от типа тканей. Ряд авторов не только охарактеризовали митохондриальный протеом крыс, но и связали его с картами биохимических путей и моделями биосинтетических возможностей различных органов, а используя данные о митохондриальных протеомах, построили модель метаболизма митохондрий сердечной мышцы [18; 21; 31].

Эволюционные аспекты митохондриальных белков

Современные митохондрии представляют собой потомков ранних эндосимбионтов, на роль которых, по разным данным, претендуют альфа-протеобактерии [23]. С тех времен эндосимбионты потеряли либо перенесли часть своего генетического материала в ядро клетки хозяина. Более

того, белки клетки-хозяина приобрели таргетные сигналы для импорта в органеллы. Лишь около 15-20% белков современных митохондрий берут свое начало у митохондриального предка, т.е. были закодированы в ДНК альфа-протеобактерий [40]. Митохондриальные белки млекопитающих наибо-

лее эволюционно консервативны, чем белки других клеточных компонентов. Почти 75% белков митохондрий млекопитающих очевидно бактериального происхождения. Другие компоненты клеток представлены белками бактериального происхождения лишь на 48%. Несмотря на древнее проис-

хождение большинства митохондриальных компонентов, 9% из них имеют гомологи только у многоклеточных животных. Некоторые митохондриальные белки эволюционировали уже в позвоночных линиях, в частности несколько про-апоптотических факторов.

Болезни человека, ассоциированные с митохондриями

Данные о митохондриальном протеоме позволили систематизировать подходы к пониманию митохондриальных патологий. Заболевания дыхательной цепи (ЗДЦ) представлены подмножеством митохондриальных нарушений и характеризуются как биохимические нарушения окислительного фосфорилирования. Частота встречаемости ЗДЦ: 1 на 5000 новорожденных, и в совокупности, из всех болезней обмена веществ, они наиболее распространены [27]. Митохондриальная дыхательная цепь состоит из пяти высокомолекулярных комплексов, субъединицы которых транскрибируются с 13 митохондриальных генов и, приблизительно, 77 ядерных генов. Дефекты в дыхательной цепи приводят к широкому кругу заболеваний, начиная от летальности новорожденных и заканчивая различными нейродегенеративными заболеваниями преклонного возраста.

Клиническая картина заболеваний, вызванных дефектами дыхательной цепи, может быть различна, однако неизменным для всех остается вовлеченность в патогенез большинства органов и систем организма. Так, наиболее частыми клиническими признаками большинства подобных заболеваний являются миопатии скелетных мышц,

кардиомиопатии, припадки, инсульты, атаксия, периферическая невропатия, слепота, глухота, нарушения моторики, печеночная и почечная недостаточность, дисфункция костного мозга, а также эндокринная и экзокринная дисфункции [27]. С точки зрения типов наследования, данные заболевания являются гетерогенными и могут наследоваться аутосомно-доминантно, аутосомно-рецессивно, сцеплено с X-хромосомой и по материнской линии. Отмечены также спорадические случаи манифестации. Расчеты показывают, что 15-20% ЗДЦ вызваны мутациями в мтДНК, остальные, по-видимому, являются причиной полиморфизма ядерных генов. Из-за сильной генетической гетерогенности и плейотропности генетических локусов, связанных с патогенезом, дифференциальная диагностика заболеваний ЗДЦ крайне осложнена. При этом важно отметить, что количество данных о ядерных генах, вовлеченных в ЗДЦ, в последнее время значительно возросло, благодаря работам в области геномики и протеомики митохондрий.

Типичными подходами в аннотировании функций генов, лежащих в основе патогенеза ЗДЦ, является кандидатный анализ, анализ сцепления и картирование гомозигот. Однако мето-

ды, основанные на картировании, как правило, позволяют анализировать лишь достаточно протяженные участки хромосом и не дают информации о причинной мутации. Поскольку гены, кодирующие компоненты дыхательной цепи являются кандидатными, информация об их структуре, основанная на данных митохондриального протеома позволяет сильно сузить поиск полиморфизмов – этиологических факторов патогенеза. Первые результаты, основанные на крупномасштабных геномных и протеомных исследованиях, позволили картировать полиморфизмы в локусе LRPPRC, которые лежат в основе патогенеза франко-канадского варианта синдрома Лея. Аналогичный подход впоследствии был использован для выявления генов ETNE1, как этиологических факторов этилмалоновой энцефалопатии.

Постоянно увеличивающийся список генов, вовлеченных в функцию дыхательной цепи, позволяет глубже понять молекулярную природу патогенеза ЗДЦ. На сегодняшний день выявлены 92 белок – кодирующих гена, мутации в которых приводят к ЗДЦ. Кирби с коллегами систематизировали указанные гены и обозначили пять основных путей молекулярной этиологии ЗДЦ. Во-первых, в основе ЗДЦ могут лежать изменения любого из 13 кодирующих белок генов мтДНК, а также изменения в генах тРНК и рРНК [18]. Во-вторых, повреждения ядерных генов, кодирующих субъединицы любого из 5 комплексов дыхательной цепи, могут являться причиной ЗДЦ. В-третьих, мутации в генах, кодирующих факторы импорта митохондриальных белков и факторы «сборки» дыхательной цепи. В-четвертых, фак-

торы, обеспечивающие динамику мембран митохондрий. И, наконец – белки, которые обеспечивают биогенез мтДНК, также могут являться причиной ЗДЦ. Ряд генов невозможно отнести к той или иной классификации, вследствие неопределенности их функции (например, MPV17 и FASTKD2), или же по причине неполного понимания патогенеза заболевания.

Традиционно, митохондриальные патологии связывают с нарушением в функционировании дыхательной цепи и синтеза АТФ. Однако в последнее время стало появляться все больше данных о наличии дополнительных фенотипов митохондрий, связанных, к примеру, с опухолями мягких тканей и сахарным диабетом. Работы в этом направлении интенсифицируются и это дает свои результаты. Недавно были обнаружены мутации в генах митохондриальных белков PYCR1, которые лежат в основе преждевременного старения и генерализованного эластолиза (неизлечимое заболевание кожи) [40], а также в генах белков DHODH, которые опосредуют такую тяжелую патологию, как синдром Миллера, характеризующийся микрогнатией, заячьей губой и гипоплазией конечностей [27]. В сумме, с белками митохондриальной локализации сегодня связывают более 150 различных заболеваний. Таким образом, применяя различные подходы прослеживания всех изменений от фенотипа к генотипу, можно достаточно точно аннотировать изменения в основном метаболизме, происходящие при патогенезе различных заболеваний. На основе исследований [35] создана база данных, в которую сегодня входят 502 клинических фенотипа, ассоциированные со 174 дефек-

тами белков митохондриальной локализации (<http://www.mitophenome.org>). Эта база является пока неполной (отсутствует примерно половина известных белков, вовлечённых в ЗДЦ), а также в нее включены белки, которые, основной массой, не локализуются в митохондриальном матриксе (например, p53 и WFS1) [28]. Несмотря на это, данные, приведенные в базе, могут быть использованы для начальной привязки клинического фенотипа к биохимическим путям и генам. Ресурс позволяет провести количественное отождествление различных симптомокомплексов. Например, используя базу, легко рассчитать, что неврологические симптомы встречаются в 89% случаев при мутациях в генах, ассоциированных с митохондриями, в то время как комбинированный симптомокомплекс, затрагивающий нервную, сердечно-сосудистую системы, ЖКТ и метаболические пути, встречается в 57% случаев. Ресурс также позволяет строить биологические связи между генами и специфическим фенотипом и многое другое. Несмотря на то, что указанный ресурс и подобные ему находятся в самом начале развития, уже сегодня возникло обоснованное понимание того, что системные знания в области протеомики и геномики митохондрий позволяют более точно диагностировать и осуществлять направленное лечение многих заболеваний человека. Этот фактор и даёт основание для неуклонного увеличения перечня митохондриальных заболеваний.

В заключение обзора представляется целесообразным особо выделить несколько положений. Во-первых, митохондриальный протеом человека включает 1100-1400 различных бел-

ков, из которых только 13 кодируются митохондриальной ДНК. Для их идентификации применялись методы высокопроизводительной протеомики, геномики, микроскопии и компьютерного анализа. При этом около 75% митохондриально протеома имеет гомологию с бактериальным протеомом, в то время как для клетки в целом процент гомологии не превышает 48. Во-вторых, около 15% митохондриальных белков имеют двойную локализацию. В-третьих, ансамбли митохондриальных белков тканеспецифичны. Приблизительно 50% митохондриальных белков являются общими для всех тканей, оставшиеся – специфичны для определенного типа. Особой тканеспецифичностью обладают митохондриальные рибосомы.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Примроуз С., Тваймен Р. Геномика: роль в медицине. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2008. – 277 с.
2. Adachi J. In-depth analysis of the adipocyte proteome by mass spectrometry and bioinformatics / J. Adachi, C. Kumar, Y. Zhang et al. // *Mol. Cell Proteomics*. – 2007. – V. 6. – P. 1257–1273.
3. de Almeida A.M., Bendixen E. Pig proteomics: a review of a species in the crossroad between biomedical and food sciences // *J. Proteomics*. – 2012. – V. 75 (№ 14). – P. 4296–4314.
4. Anderson N.G., Matheson A., Anderson N.L. Back to the future: the human protein index (HPI) and the agenda for post-proteomic biology // *Proteomics*. – 2001. – V. 1 (№ 1). – P. 3–12.
5. Banci L. MIA40 is an oxidoreductase that catalyzes oxidative protein folding in mitochondria / L. Banci, I. Bertini, C. Cefaro et al. // *Nat. Struct. Mol. Biol.* – 2009. – V. 16. – P. 198–206.
6. Brustovetsky N., Dubinsky J.M. Dual re-

- sponses of CNS mitochondria to elevated calcium // *J. Neurosci.* – 2000. – V. 20 (№ 1). – P. 103–113.
7. Chacinska A. Importing mitochondrial proteins: machineries and mechanisms / A. Chacinska, C.M. Koehler, D. Milenkovic et al. // *Cell.* – 2009. – V. 138. – P. 628–644.
 8. Chou A.P. Mechanisms of rotenone-induced proteasome inhibition / A.P. Chou, S. Li, A.G. Fitzmaurice et al. // *Neurotoxicology.* – 2010. – V. 31 (№ 4). – P. 367–372.
 9. Costa C. Electrophysiology and pharmacology of striatal neuronal dysfunction induced by mitochondrial complex I inhibition / C. Costa, V. Belcastro, A. Tozzi et al. // *J. Neurosci.* – 2008. – V. 28 (№ 32). – P. 8040–52.
 10. David F.P., Yip Y.L. SSMaP: a new UniProt-PDB mapping resource for the curation of structural-related information in the UniProt/Swiss-Prot Knowledgebase // *BMC Bioinformatics.* – 2008. – 9:391. – 12 p.
 11. DiMauro S., Davidzon G. Mitochondrial DNA and disease // *Ann. Med.* – 2005. – V. 37. – P. 222–232.
 12. DiMauro S., Schon E.A. Mitochondrial respiratory-chain diseases // *N. Engl. J. Med.* – V. 348 (№ 26). – P. 2656–2668.
 13. Falkenberg M. Mitochondrial transcription factors B1 and B2 activate transcription of human mtDNA / M. Falkenberg, M. Gaspari, A. Rantanen et al. // *Nat. Genet.* – 2002. – V. 31 (№ 3). – P. 289–294.
 14. Fernández-Vizarra E. Tissue-specific differences in mitochondrial activity and biogenesis / E. Fernández-Vizarra, J.A. Enríquez, A. Pérez-Martos et al. // *Mitochondrion.* – 2011. – V. 11 (№ 1). – P. 207–213.
 15. Foster L.J. A mammalian organelle map by protein correlation profiling / L.J. Foster, C.L. de Hoog, Y. Zhang et al. // *Cell.* – 2006. – 125. – P. 187–199.
 16. Forner F. Quantitative proteomic comparison of rat mitochondria from muscle, heart, and liver / F. Forner, L.J. Foster, S. Campanaro et al. // *Mol. Cell Proteomics.* – 2006. – V. 5. – P. 608–619.
 17. Gleyzer N., Vercauteren K., Scarpulla R.C. Control of mitochondrial transcription specificity factors (TFB1M and TFB2M) by nuclear respiratory factors (NRF-1 and NRF-2) and PGC-1 family coactivators // *Mol. Cell. Biol.* – 2005. – V. 25 (№ 4). – P. 1354–1366.
 18. Gordon J.W. Effects of contractile activity on mitochondrial transcription factor A expression in skeletal muscle // *J. Appl. Physiol.* – 2001. – V. 90 (№1). – P. 389–396.
 19. Huh W.K. Global analysis of protein localization in budding yeast / W.K. Huh, J.V. Falvo, C.L. Gerke et al. // *Nature.* – 2003. – V. 425. – P. 686–691.
 20. Human physiology / ed. R.F. Schmidt, G. Thews G. – 2-nd ed. – New York: Springer, 2001. – 643 p.
 21. Jänsch L. Unique composition of the preprotein translocase of the outer mitochondrial membrane from plants / L. Jänsch, V. Kruff, U.K. Schmitz et al. // *J. Biol. Chem.* – 1998. – V. 273 (№27). – P. 17251–7.
 22. Johnson D.T. Functional consequences of mitochondrial proteome heterogeneity / D.T. Johnson, R.A. Harris, P.V. Blair et al. // *Am. J. Physiol. Cell Physiol.* – 2007. – V. 292. – P. 698–707.
 23. Johnson D.T. Tissue heterogeneity of the mammalian mitochondrial proteome / D.T. Johnson, R.A. Harris, S. French et al. // *Am. J. Physiol. Cell Physiol.* – 2007. – V. 292. – P. 689–697.
 24. Kilbride S.M. Partial inhibition of complex I activity increases Ca-independent glutamate release rates from depolarized synaptosomes / S.M. Kilbride, J.E. Telford, K.F. Tipton et al. // *Neurochem.* – 2008. – V. 106 (№ 2). – P. 826–834.
 25. Kislinger T. Global survey of organ and organelle protein expression in mouse: combined proteomic and transcriptomic profiling / T. Kislinger, B. Cox, A. Kannan

- et al. // *Cell*. – 2006. – V. 125. – P. 173–186.
26. Kumar A. Subcellular localization of the yeast proteome / A. Kumar, S. Agarwal, J.A. Heyman et al. // *Genes Dev*. – 2002. – V. 16. – P. 707–719.
27. Larsson N.G. Mitochondrial transcription factor A is necessary for mtDNA maintenance and embryogenesis in mice / N.G. Larsson, J. Wang, H. Wilhelmsson et al. // *Nat. Genet*. – 1998. – V. 18 (№ 3). – P. 231–236.
28. Longley M.J. The fidelity of human DNA polymerase gamma with and without exonucleolytic proofreading and the p53 accessory subunit // *J. Biol. Chem*. – 2001. – V. 276 (№ 42). – P. 38555–62.
29. Lopez M.F. High-throughput profiling of the mitochondrial proteome using affinity fractionation and automation / M.F. Lopez, B.S. Kristal, E. Chernokalskaya et al. // *Electrophoresis*. – 2000. – V. 21. – P. 3427–40.
30. MacKenzie J.A., Payne R.M. Mitochondrial Protein Import and Human Health and Disease // *Biochim. Biophys. Acta*. – 2007. – № 5. – P. 509–523.
31. McCulloch V., Seidel-Rogol B.L., Shadel G.S. A human mitochondrial transcription factor is related to RNA adenine methyltransferases and binds S-adenosylmethionine // *Mol. Cell. Biol*. – 2002. – V. 22. – P. 1116–1125.
32. Milenkovic D. Identification of the signal directing Tim9 and Tim10 into the intermembrane space of mitochondria / D. Milenkovic, T. Ramming, J.M. Muller, et al. // *Mol. Biol. Cell*. – 2009. – 20:2530–39.
33. Miyadera H. Atpenins, potent and specific inhibitors of mitochondrial complex II (succinate-ubiquinone oxidoreductase) / H. Miyadera, K. Shiomi, H. Ui et al. // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. – 2003. – V. 100. – P. 473–477.
34. Mootha V.K. Integrated analysis of protein composition, tissue diversity, and gene regulation in mouse mitochondria / V.K. Mootha, J. Bunkenborg, J.V. Olsen et al. // *Cell*. – 2003. – V. 115. – P. 629–640.
35. Nicholls D.G. Forty years of Mitchell's proton circuit: From little grey books to littlegrey cells // *Biochim. Biophys. Acta*. – 2008. – V. 1777. – P. 550–556.
36. Principe S. Identification of prostate-enriched proteins by in-depth proteomic analyses of expressed prostatic secretions in urine / S. Principe, Y. Kim, S. Fontana et al. // *J. Proteome Res*. – 2012. – V. 11 (№ 4). – P. 2386–2396.
37. Rajapakse N. Isolation and characterization of intact mitochondria from neonatal rat brain / N. Rajapakse, K. Shimizu, M. Payne et al. // *Brain Res. Protoc*. – 2001. – V. 8 (№ 3). – P. 176–183.
38. Ruiz-Pesini E. An enhanced MITOMAP with a global mtDNA mutational phylogeny / E. Ruiz-Pesini, M.T. Lott, V. Procaccio et al. // *Nucleic Acids Res*. – 2007. – V. 35. – P. 823–828.
39. Sun F. Crystal structure of mitochondrial respiratory membrane protein complex II / F. Sun, X. Huo, Y. Zhai et al. // *Cell*. – 2005. – V. 121. – P. 1043–1057.
40. Takamatsu C. Regulation of mitochondrial D-loops by transcription factor A and single-stranded DNA-binding protein / C. Takamatsu, S. Umeda, T. Ohsato et al. // *EMBO Rep*. – 2002. – V. 3 (№ 5). – P. 451–456.
41. Taylor S.W. Characterization of the human heart mitochondrial proteome / S.W. Taylor, E. Fahy, B. Zhang et al. // *Nat. Biotechnol*. – 2003. – V. 21. – P. 281–286.
42. Taylor R.W. Molecular basis for treatment of mitochondrial myopathies / R.W. Taylor, T.M. Wardell, R.N. Lightowlers et al. // *Neurol. Sci*. – 2000. – V. 21. – P. 909–912.
43. Theodossiou T.A. Papakyriakou A., Hothersall J.S. Molecular modeling and experimental evidence for hypericin as a substrate for mitochondrial complex III; mitochondrial photodamage as demonstrated using specific inhibitors // *Free Radic. Biol. Med*. – 2008. – V. 45 (№11). – P. 1581–1590.
44. Thiele I. Candidate metabolic network states in human mitochondria / I. Thiele,

- N.D. Price, T.D. Vo et al. // J. Biol. Chem. [Impact of diabetes, ischemia, and diet]. – 2005. – V. 280. – P. 11683–95.
45. Vo T.D., Greenberg H.J., Palsson B.O. Reconstruction and functional characterization of the human mitochondrial metabolic network based on proteomic and biochemical data // J. Biol. Chem. – 2004. – V. 279. – P. 39532–40.
46. Wharton D.C., Tzagoloff A. Cytochrome oxidase from beef heart mitochondria. Methods Enzymol. – 1967. – V. 10. – P. 245–250.
47. Yip Y.L. Annotating single amino acid polymorphisms in the UniProt/Swiss-Prot knowledgebase / Y.L. Yip, M. Famiglietti, A. Gos et al. // Hum. Mutat. – 2008. – V. 29 (№ 3). – P. 361–366.
48. Zapata I., Zerby H.N., Wick M. Functional proteomic analysis predicts beef tenderness and the tenderness differential // J. Agric. Food Chem. – 2009. – V. 10. – P. 57 (№ 11). – P. 4956–63.

НАУКИ О ЗЕМЛЕ. ЭКОЛОГИЯ

УДК 631. 459 (282. 247. 314)

Мунтян А.Н.

*Приднестровский государственный университет
им. Т.Г. Шевченко (г. Тирасполь)*

ОЦЕНКА ЭРОЗИИ ЛЕВОБЕРЕЖЬЯ ДНЕСТРА

Аннотация. На основе методов математического моделирования эрозии почв дана оценка возможных величин почвенного смыва в условиях левобережья Днестра. Данные, полученные расчетным путем, отображены в виде картографического материала. Приведен анализ площадей региона с различным смывом и их долевого вклада на эрозию территории левобережья Днестра. Выявлены наиболее чувствительные параметры модели RUSLE. Дана группировка земель по степени опасности в зависимости от величины проявления эрозионных процессов. Проанализировано соответствие скорости эрозии темпам почвообразовательного процесса.

Ключевые слова: Днестр, почвообразование, эрозия почв, RUSLE (метод).

A. Muntian

Taras Shevchenko Transdnistrian State University, Tiraspol

EVALUATION OF THE POSSIBLE DIMENSIONS OF SOIL EROSION IN CONDITIONS OF THE LEFT BANK OF THE RIVER DNISTER

Abstract. Using the methods of mathematical modeling of soil erosion we have evaluated the possible dimensions of soil erosion on the left bank of the Dniester River. The data obtained by calculation are displayed in the form of cartographic material. The analysis of various areas of the region with different levels of erosion and their contribution to the erosion on the territory of the left bank of the Dniester River are presented. The most sensitive parameters of the RUSLE model are identified. The grouping of soils is given depending on the degree of danger in connection with the dimensions of manifestation of erosion processes. The correspondence of the rate of erosion to the rate of the soil-forming process is analyzed.

Key words: Dniester River, soil formation, soil erosion, RUSLE method.

Изучение процесса эрозии почв левобережья Днестра в научном плане было актуально всегда. Особенности рельефа территории, где река, места-

© Мунтян А.Н., 2014.

ми образует каньонообразную долину, формируют крутые эрозионноопасные склоны. Кроме того, свою лепту вносят особенности климата, почвенного покрова региона и характер растительно-

сти. Интенсификация земледелия и, как следствие, трансформация растительного покрова привели к увеличению темпов смыва. Обобщая данные площадей эродированных почв, И.А. Крупенников отмечает (см.: «Сущность процесса эрозии» в [10]), что в рассматриваемом регионе в период 1960-1980 гг. их удельный вес возрос с 30-35% до 35-50%.

В рамках проблемы мы поставили задачу методом математического моде-

лирования определить скорость смыва почвенного материала территории и степень эрозионной опасности земель. Исследования близкой тематики в регионе проводились В.В. Сластихиным [8], И.С. Константиновым [3] и В.С. Федотовым [9], однако, в сравнении с указанными авторами, новым представляется детализированная оценка пространственного размещения эрозионных площадей.

Материалы и методы

В качестве основного способа расчета эрозии почв был принят метод RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) (см.: Добровольского Г.П. «Методы определения объемов смыва почв от водной эрозии» в [10]), который основан на уравнении Уишмайера-Смита, впервые опубликованном в 1965 г. в сельскохозяйственном справочнике [11]. Данный метод является общеизвестным и входит в вариативную часть ГОСТ 17.4.4.03-86 [1]. При этом его структура имеет следующий вид:

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P,$$

где A – среднее расчетное количество теряемой почвы в год на единицу площади т/га в год; R – коэффициент эродирующей способности осадков; K – коэффициент эродируемости почвы; L – коэффициент длины; S – коэффициент уклона; C – коэффициент растительного покрова и севооборотов; P – коэффициент охраны почв.

Исходными данными для расчетов смыва почвы послужили картографические материалы по каждому элементу уравнения RUSLE. Географическое

распределение коэффициента эрозионной силы дождя (R) по территории левобережья Днестра и величина его проявления при климатической норме и характере осадков во влажный или засушливый год нами была подробно рассмотрена в отдельной работе [6]. Дополнительно мы изучили процентную обеспеченность распределения элементов климата, которые необходимы для расчета величины R , таких, как количество и интенсивность осадков, а также среднемесячная температура. Пространственная дифференциация эрозионной устойчивости почв левобережья Днестра, выраженная коэффициентом K , была нами также рассмотрена отдельно [7]. Влияние рельефа на эрозию почв в пределах региона и его отражение произведением коэффициентов L и S (функция длины и крутизны склонов) нами установлено в картографическом пакете ArcGis с использованием имеющейся топографической основы в масштабе 1:50000.

При расчете коэффициента C , учитывая, что, по данным земельного баланса региона на 2011 г., 71,3% площади левобережья Днестра занято землями сельскохозяйственного назначения,

мы в первую очередь уделили внимание характеру использования земель. На основе картографических материалов были выделены площади полей севооборотов, многолетних насаждений, гослесфонда, населенных пунктов и земель, не пригодных к хозяйственному использованию. Для каждой группы

земель нами применены отдельные значения коэффициента C .

Значение коэффициента R мы приняли «а priori» стандартным, то есть без учета особых агротехнических защитных приемов, будь то террасирование, лункование, кольматаж или щелевание.

Результаты и обсуждение

Наиболее вариативным при расчете эрозии является коэффициент эрозионной силы осадков. Он выступает в качестве наиболее независимого от деятельности человека и наименее предсказуемого. В работе [6] мы определили как процентную обеспеченность коэффициента R , так и всех элементов климата, необходимых при его расчете. Далее, сопоставив данные годовых распределений за период метеонаблюдений в регионе [2] с уже известной процентной обеспеченностью, мы условно выделили варианты эрозион-

ной силы осадков для сухого, среднего климатически и влажного года – 70, 40 и 20% соответственно (табл. 1).

Основываясь на указанном выше распределении эрозионной силы осадков, рассчитанной нами для климатической нормы, сильно увлажненного и засушливого годов, был определен потенциальный смыв почвы в регионе при всех трех вариантах метеорологических условий. Такой подход позволил определить величину эрозии в годы с различным количеством осадков. Однако, если сопоставить смыв

Таблица 1

Соответствие обеспеченности годового количества осадков их действительному количеству за период метеонаблюдений

Метеостанция	Степень обеспеченности осадков	Действительное количество	Расчетное количество	% отклонения	% обеспеченность осадков
Тирасполь	Максимальная	819	850	3,6	20
	Средняя	519	529	1,9	40
	Минимальная	267	260	2,6	70
Дубоссары	Максимальная	786	803	2,1	20
	Средняя	527	531	0,75	40
	Минимальная	356	295	17	70
Рыбница	Максимальная	791	829	4,6	20
	Средняя	535	538	0,5	40
	Минимальная	324	289	10,9	70
Каменка	Максимальная	748	862	13,2	20
	Средняя	546	549	0,5	40
	Минимальная	337	284	16	70

Таблица 2

Смыв на ключевых элементах рельефа (т/га) при различных вариантах среднегодового увлажнения

Склоны (крутизна)	Засушливый год	Среднеувлажненный год	Сильно увлажненный год	Интегральная оценка
> 18°	2	6	42	9
6-12°	0,3	1	5	1,1
3-6°	0,1	0,8	4	1
0-3°	0,4	0,3	2	0,5

наиболее типичных территорий по типу рельефа (табл. 2), то мы можем увидеть, что его величины будут сильно варьировать от засушливого года к увлажненному.

Следующим шагом при расчете эрозионной опасности левобережья Днестра являлось создание интегральной карты, учитывающей все указанные ранее варианты распределения эрозионной силы осадков в привязке к их реальному распределению. Для этих целей имеющаяся выборка осадков за 2002-2012 гг. была оценена с точки зрения повторяемости в выборке осадков. В итоге мы установили, что увлажненные годы должны занимать в этой выборке 12,5% случаев, засушливые – 32,5% случаев, и средние климатически – 55% случаев. Поэтому мы сочли возможным ввести коэффициенты для этих выборок, равные соответственно 0,12; 0,33 и 0,56.

Результатом подобного метода стала картосхема, которая учитывает климатические особенности рассматриваемого региона с точки зрения реального вклада эрозионной силы осадков и ее повторяемости за промежуток с 2002 по 2012 гг. Данные пространственного распределения эрозии почв при интегральной величине коэффициента R, полученной вышеуказанным способом, отображены на рис. 1.

Анализ интегральной карты (рис. 1) выявил, что в пределах левобережья Днестра выделяются земли со смывом от 0,2 до 9 т/га, при этом большая часть территории (57,8%) охватывается контурами 0,5, 0,6 и 0,7 т/га. Земли, попадающие в этот интервал, расположены на склонах до 3°, заняты пашней и представлены всеми типами почв, встречающимися в регионе. На первом месте от общей площади региона находится контур 0,7 т/га (25,2%), наиболее распространенный в южной и северной части рассматриваемой территории. Он занимает в Слободзейском (54,5%) и Каменском (28,2%) районах – первое, а в Рыбницком – (22,4%) второе место в общем земельном балансе. По общей площади, как видно (табл. 3), в Рыбницком районе вышеуказанный контур больше, чем в Каменском. Такое распределение площадей смыва близко к данным по пространственной дифференциации эрозионной силы осадков в регионе, приведенными [6] ранее. Мы можем сделать вывод, что на территориях с уклонами до 3° используемая модель будет более чувствительна к распределению осадков, нежели к особенностям почвенного покрова.

Наиболее чувствительным параметром модели в нашем случае является коэффициент рельефа. Сравнив

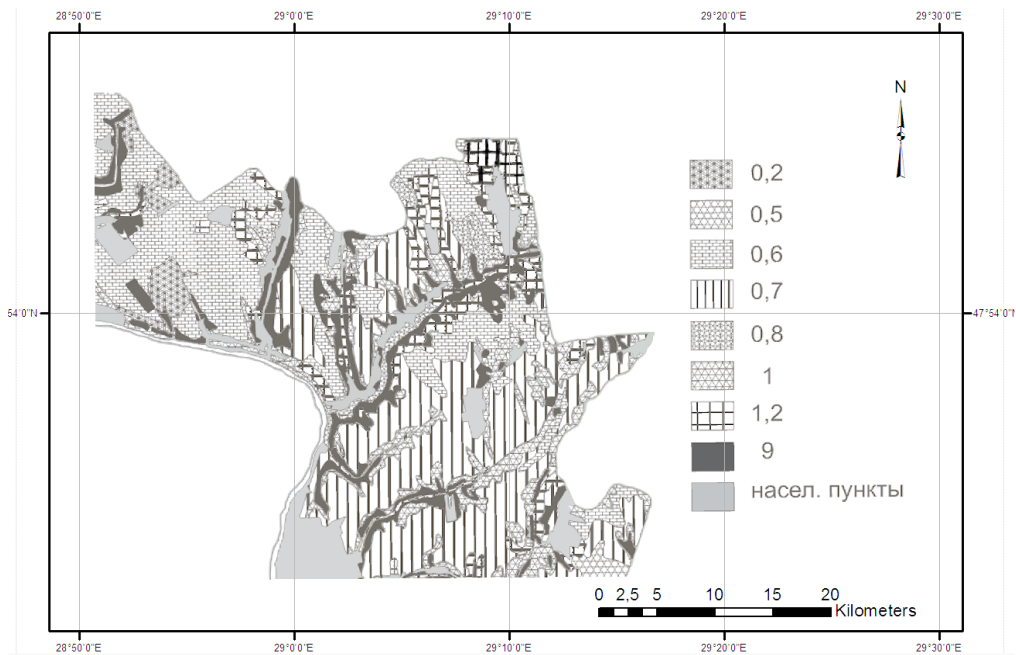


Рис. 1. Фрагмент карты эрозии почв левобережья Днестра, т/га при интегральной величине эрозионной силы осадков

конечные результаты расчета эрозии, можно видеть, что наибольшие различия в смыве находятся между территориями с уклоном до 3° и уклоном более 18°. Так, если сопоставить облесенные участки на землях этих форм рельефа, то расчетная величина в первом случае будет 0,2 /га, а в последнем – 9 т/га, что

в 42 раза выше. Поэтому территории со смывом от 1 до 9 т/га, занимающие склоны от 6° и выше, будут тяготеть к участкам преимущественно оврагов и балок. Их доля в общей площади региона составит 28,8%.
Анализ данных (табл. 3) позволяет выделить четыре группы эрозион-

Таблица 3

Площадь (га) земель левобережья Днестра с различными темпами смыва почвы, т/га

Район	Смыв, т/га										
	0,2	0,5	0,6	0,7	0,8	1	1,1	1,2	5	6	9
Слободзейский	3711	0	0	59105	17608	2625	682	5313	0	176	330
Григориопольский	1106	25995	30021	0	692	5580	2172	2536	173	102	2471
Дубоссарский	743	6027	18628	0	1477	2181	1083	2995	0	141	2555
Рыбницкий	356	22149	3635	19060	1261	11329	1465	4773	304	284	7381
Каменский	1966	286	10755	12266	342	2730	1132	1639	33	0	3049
Всего	7882	54457	63039	90431	21380	24445	6534	17256	510	703	15786

ной опасности земель согласно ГОСТ 17.4.4.03 – 86 [1]: до 0,5 т/га – отсутствие смыва, 0,5-1 т/га – низкая опасность смыва, 1-5 т/га – средняя опасность смыва и 5-10 т/га – высокая степень опасности эрозии. В группу до 0,5 т/га входят земли Государственного лесного фонда на ровных участках местности (площадь составляет 7882 га). Вторая группа (0,5-1 т/га), площадью 229307 га, представлена контурами, относящимися, в основном, к территориям сельскохозяйственных угодий. К третьей группе (1-5 т/га) отнесены земли, соответствующие овражно-балочной сети с уклонами до 12°. Их территория составит 48235 га. Земли четвертой группы (5-10 т/га) расположены на склонах оврагов с уклоном выше 18°, площадью – 16999 га.

Отдельного внимания заслуживает вопрос скорости почвообразования на рассматриваемой территории, как процесса нивелирующего проявление эрозии. Среди исследований в этой области для нас наибольший интерес представляют работы Ф.Н. Лисецкого [4-5]. В них автор в качестве скорости почвообразования из органических остатков типчаково-ковыльных ассоциаций предлагает величину 2,4-2,5 т/га в год [8], а из остатков культурной растительности – 0,5 т/га для черноземов типичных и 0,4 т/га в год для черноземов обыкновенных и южных.

Сопоставляя скорости почвообразования с темпами эрозии, можно заметить, что в большинстве случаев смыв почв на агроландшафтах происходит быстрее, чем восстановление. Для территорий, выведенных из сельскохозяйственного использования и занятых естественной растительностью, данная динамика будет неодно-

значной. При уклонах до 12° темпы почвообразования будут превалировать над смывом, а при крутизне склонов более 18° уже наоборот.

Обобщая материалы исследования можно сказать, что для территории левобережья Днестра характерно наличие эрозионных площадей со смывом от 0,2 до 9 т/га, которые делятся на эрозионнонеопасные со слабой, средней и высокой степенью эрозионной опасности. Первые две категории земель относятся к участкам со сравнительно ровным рельефом и соответствуют агро-ландшафтам. Третья и четвертая категории выделены в пределах овражно-балочной сети, выведенной из сельскохозяйственного использования.

При оценке соотношения процесса эрозии и почвообразования выявлено, что среди земель сельскохозяйственного назначения темпы смыва несколько превышают почвенный прирост. Однако, на территориях, выведенных за пределы агро-ландшафтов наблюдается положительная динамика почвообразования, за исключением склоновых земель с уклоном выше 18°.

ЛИТЕРАТУРА:

1. [ГОСТ 17.4.4.03-86] Охрана природы. Почвы. Метод определения потенциальной опасности эрозии под воздействием дождей. – М.: Стандартинформ, 2008. – 8 с.
2. Кольвенко В. В. Климат далекого прошлого и аномалии в распределении температуры воздуха и осадков в период инструментальных наблюдений в Приднестровье //Академику Л.С.Бергу – 135 лет: сб. науч. статей. – Бендеры: Есо-TIRAS, 2011. – С. 224–231.
3. Константинов И.С. Защита почв от эрозии при интенсивном земледелии. – Кишинев: Штиинца, 1987. – 240 с.

4. Лисецкий Ф.Н. Воспроизводство почв в степных экосистемах разного возраста // Сибирский экологический журнал. – 2012. – № 6. – С. 819–829.
5. Лисецкий Ф.Н. Оценка скорости воспроизводства почвенного ресурса // Доклады ВАСХНИЛ. – 1987. – № 6. – С. 16–18.
6. Мунтян А.Н. Оценка эрозионной силы осадков левобережья Днестра // Управление бассейном трансграничного Днестра в условиях нового бассейнового договора: мат. конф., 21–22 сент. 2013 г. – Кишинев: Eco-Tiras, 2013. – С. 285–288.
7. Мунтян А.Н. Оценка эрозионной устойчивости почв Левобережья Днестра // Cernoziomurile Moldovei – evoluția, protecția și restabilirea fertilității lor: Conferința științifi că cu participare internațională, 12–13 sept. 2013 г. – Chișinău: Tipogr. «ElanPoligraf», 2013. – С. 231–234.
8. Сластухин В.В. Вопросы мелиорации склонов Молдавии. – Кишинев: Карта Молдовеняскэ, 1964. – 212 с.
9. Федотов В.С. Ливневая эрозия почв и лесомелиоративные меры борьбы с ней в Молдавии. – Кишинев: Штиинца, 1980 – 136 с.
10. Эрозия почв (сущность процесса, последствия, минимализация и стабилизация): пособие / под ред. Д.Д. Ноур и др. – Кишенев: Pontos, 2001. – 427 с.
11. Wischmeier W.H., Smith D.D. Predicting Rainfall-Erosion losses from Cropland East of the Rocky Mountains: Guide for selection of practices for soil and water conservation / USDA Agricultural Handbook № 282. – Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1965. – 47 p.

УДК 911.504:574

Яковлева Ю.К.*Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина (Украина)*

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И СОЦИАЛЬНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В ДОНЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. В статье рассмотрены проблемы современного развития старопромышленного региона Украины – Донецкой области в связи с анализом экологической обстановки. Среди основных причин формирования экологически неблагоприятной среды выделено преобладание тяжёлых отраслей в структуре промышленности. Приведены результаты влияния экологической ситуации на здоровье населения и состояние регионального природно-ресурсного потенциала. Сделаны выводы, что выявленные кризисные явления имеют негативные социальные последствия и представляют угрозу для дальнейшего развития промышленного региона.

Ключевые слова: Донецкая область, воздушный бассейн, водные ресурсы, промышленные отходы, заболеваемость и смертность населения, природоохранные территории, земельные угодья.

Yu. Yakovleva*V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine*

FORMING PECULIARITIES AND SOCIAL CONSEQUENCES OF ENVIRONMENTAL SITUATION IN DONETSK REGION

Abstract. We consider the problems of the present-day development of one of the old industrial areas of Ukraine – Donetsk region – in connection with the analysis of the ecological situation. Among the main reasons for the formation of environmentally unfriendly environment is the predominance of heavy industries in the industrial structure. The results of the influence of environmental conditions on health and the regional natural resource potential are presented. Conclusions are made that the identified crises have negative social consequences and pose a threat to the further development of the industrial region.

Key words: Donetsk region, air basin, water resources, industrial waste, morbidity and mortality, protected nature territories, land grounds.

Одним из главных факторов, влияющих на формирование современного облика старопромышленных регионов Украины, является кризисная экологическая ситуация, которая усложнялась параллельно с наращиванием и функционированием промышленного комплекса на этих территориях. До-

нецкая область – классический пример проявления таких тенденций. Сегодня, как и многие десятилетия назад, областные показатели отрицательного влияния хозяйственной деятельности на природную среду – одни из самых высоких в Украине, а последствия этого влияния носят четко выраженный социальный характер. Это ставит под

© Яковлева Ю.К., 2014.

сомнение возможности будущего развития промышленного региона – лидера экономического роста страны. Поэтому анализ современных проблем развития Донецкой области, в первую очередь – экологических и социально-демографических, а также их причин, последствий, является актуальной задачей с научной и практической точек зрения.

Две неразрывно связанные отрасли – угольная промышленность и металлургия, с которых и начинался индустриальный подъем Донецкого региона и которые обусловили развитие таких же экологически опасных отраслей, как коксохимия и теплоэнергетика, имеют решающее влияние на экологическую ситуацию в регионе. Разработка угольных месторождений в Донбассе ведется более 200 лет, на протяжении этого времени здесь работало свыше 1000 шахт и несколько крупных металлургических предприятий. Это вызвало значительную техногенную трансформацию природной среды в виде таких проявлений, как

активизация деформаций земной поверхности, образование провалов, неконтролируемые выбросы метана, нарушение гидрологического режима, подтопление территорий, загрязнение водного и воздушного бассейнов, образование породных отвалов и мнотоннажных отходов металлургии, уничтожение почвенного и растительного покрова на территориях, значительно больших, чем земельные отводы предприятий.

Почти все отрасли экономики, официально признанные экологически опасными, представлены в промышленном комплексе Донецкого региона. Они имеют свои особенности взаимодействия с окружающей средой, но их общее влияние на воздушный бассейн выводит Донецкую область на лидирующую позицию по соответствующим показателям среди других областей Украины (табл. 1).

Сильное влияние на состояние воздушного бассейна обусловлено значительной энергоемкостью областной промышленности, предприятия кото-

Таблица 1

Загрязнение воздушного бассейна Донецкой области по сравнению с другими старопромышленными регионами и Украиной

Показатели	1990 г.	2000 г.	2011 г.
Выбросы от стационарных и передвижных источников, тыс. т:			
Украина	15549,4	5908,6	6877,3
Донецкая область	3090,1	1795,3	1729,3
Днепропетровская область	2528,4	939,5	1159,7
Луганская область	1170,5	529,2	553,5
Удельный вес Донецкой области в Украине, %	19,9	30,4	25,1
Выбросы от стационарных и передвижных источников, т / км ² :			
в среднем по Украине	25,8	9,8	11,4
Донецкая область	116,6	67,7	65,3
Днепропетровская область	79,3	29,5	36,3
Луганская область	43,8	19,8	20,7

Ист.: [4]

рой являются главными потребителями топливно-энергетических ресурсов, в 2012 г. на них приходилось 99,2% областного объёма производственного потребления топлива, 89,4% тепловой энергии и 85,7% электроэнергии.

Металлургия, добывающая отрасль и электроэнергетика, являющиеся основой донецкой промышленности, выступают главными факторами формирования химического состава атмосферных загрязнений (рис. 1). В области насчитывается более 900 предприятий, ежегодно выбрасывающих в атмосферу около 2 млн. т разных веществ и парниковых газов, среди которых диоксид серы – около 0,5 млн. т, оксид углерода – 365 тыс. т, соединения азота – около 100 тыс. т, метан – 370 тыс. т и твердые, суспензированные частицы – около 200 тыс. т. Ежегодно в воздух над Донецкой областью выбрасывается более 60 млн. т диоксида углерода [3, с. 16-18].

На промышленные предприятия как стационарные источники приходится основная часть выбросов в атмосферу – около 90%, на передвижные источники – 10%. Всего 12 крупных предприятий области, продукция которых вносит существенный вклад в ВРП, дают более 60% ежегодного областного объёма выбросов в атмосферу (табл. 2).

На фоне преобладания сырьевых отраслей в промышленности области ситуация усугубляется также эксплуатацией морально устаревшего и физически изношенного промышленного и пылегазоочистного оборудования большинства предприятий. Так, степень износа основных средств региональной промышленности в целом достиг 70%, в т.ч. перерабатывающей – 73% [11]. Немаловажной проблемой в настоящее время являются выбросы газа метана угольных месторождений, который попадает в воздух непосред-

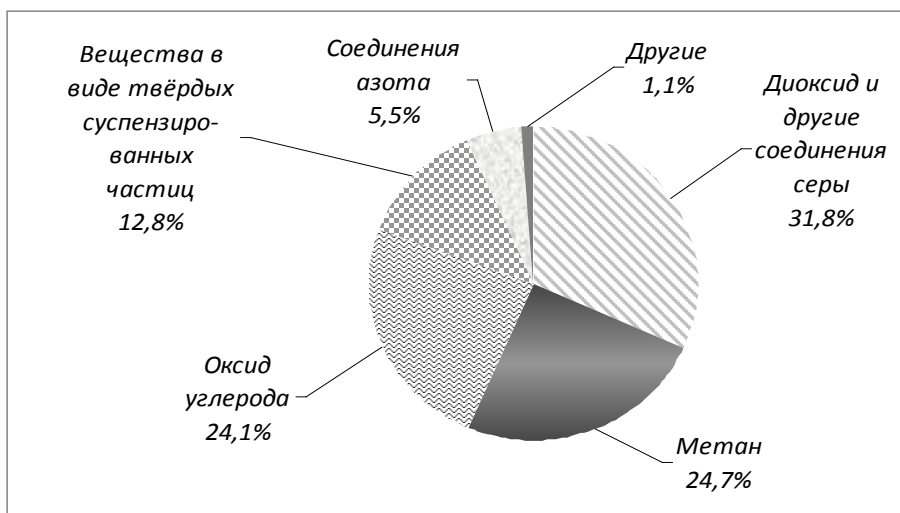


Рис. 1. Структура выбросов в атмосферный воздух от всех видов источников Донецкой области в 2012 г. Ист.: [3]

Таблица 2

Основные загрязнители атмосферного воздуха в Донецкой области

Предприятие	Выбросы в 2012 г., тыс. т	Удельный вес в областном объ- еме выбросов, %
Старобешевская ТЭС	118,0	7,8
Зуевская ТЭС	99,2	6,5
Углегорская ТЭС	163,5	10,8
Славянская ТЭС	53,4	3,5
Кураховская ТЭС	146,8	9,7
Мариупольский металлургический комбинат им. Ильича	205,8	13,6
Металлургический комбинат «Азовсталь» (г. Мариуполь)	120,6	8,0
Енакиевский металлургический завод	60,2	4,0
Авдеевский коксохимический завод	16,8	1,2
Макеевский коксохимический завод	5,9	0,4
Донецкий металлургический завод	5,9	0,4
Шахта им. А.Ф. Засядько (г. Донецк)	14,8	1,0
Всего		66,9

Ист.: [3; 9]

ственно из вентиляционных стволов шахт, в отдельных шахтерских городах их объёмы достигают нескольких тысяч тонн на 1 км² территории.

Территориальные особенности загрязнения атмосферы соответствуют территориальной организации хозяйства в Донецком регионе. Так, в большинстве сельских районов и в г. Красном Лимане, где почти отсутствует промышленность, показатели загрязнения значительно ниже, чем в среднем по Украине, исключением являются Старобешевский район, где функционирует Старобешевская ТЭС, Марьинский, где работают угледобывающие предприятия и Кураховская ТЭС, а также Славянский, на территории которого расположена Славянская ТЭС (рис. 2). В таких промышленных городах-центрах металлургической, угольной, коксохимической отраслей и

их общего функционирования, как Донецк, Авдеевка, Енакиево, Мариуполь, Харцызск, Макеевка, Шахтёрск, Красноармейск, Дзержинск, Димитров, Доброполье, Новогородка, уровень загрязнения атмосферы в несколько раз превышает средние показатели по области и в десятки раз – средние по стране. Сложная экологическая ситуация в г. Дебальцево обусловлена работой двух ТЭС: Мироновской и первого по величине энергогенерирующего объекта региона – Углегорской. Рекордные показатели выбросов в атмосферу (от 6 до 9 тыс. тон на 1 км²) ежегодно фиксируются на территории таких шахтерских городов, как Угледар, Ждановка и Кировское. В структуре выбросов здесь преобладает газ (метан), что характерно для районов с концентрацией угледобывающих предприятий.

Следует отметить, что в атмосфере над такими городами, как Донецк, Мариуполь, Горловка, Енакиево, Краматорск, Макеевка, Авдеевка, Харцызск, кроме традиционных загрязнителей (рис. 1), содержатся опасные компоненты: металлы и их соединения, цианиды, устойчивые органические элементы. Именно на эти города приходится 60% регионального объема выбросов диоксида углерода; в воздухе

над Горловкой и Донецком выбрасываются также фреоны – 100% областного объема; над Донецком, Константиновкой и Славянском – хлор и его соединения. Красноармейский район – район максимальной концентрации органических аминов – 80% областного объема. Воздушный бассейн над Мариуполем каждый год поглощает почти 80% регионального объема выбросов фтора и его соединений.

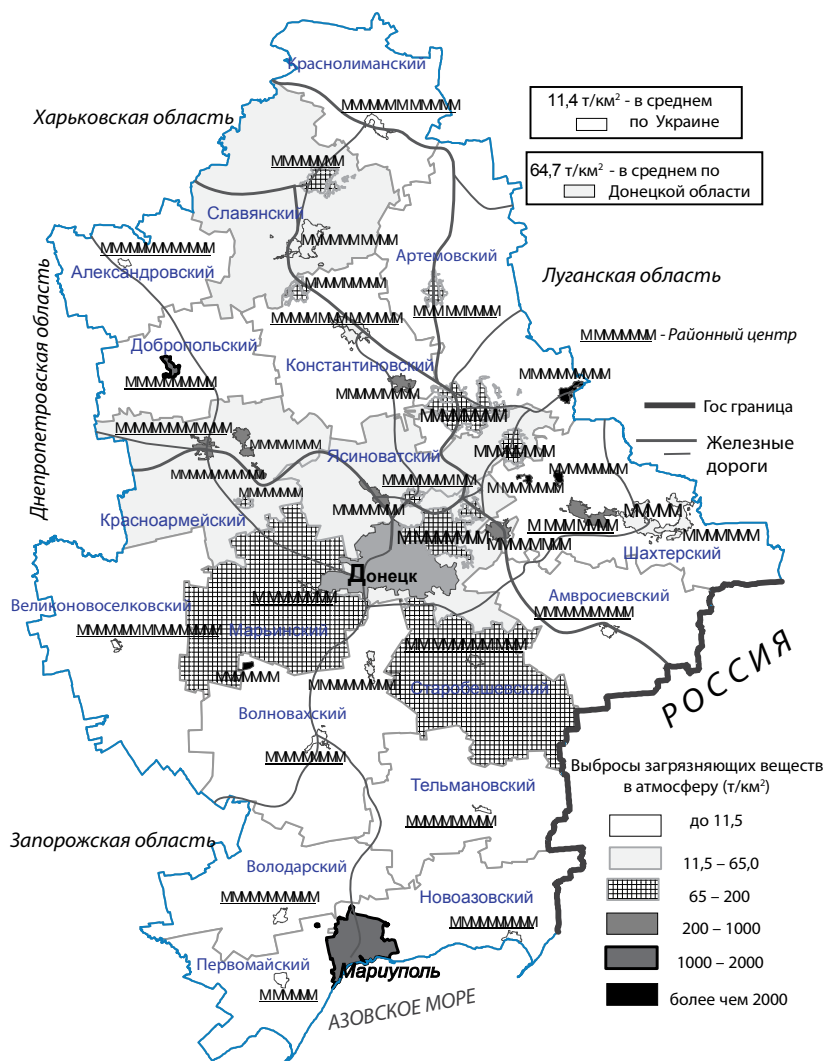


Рис. 2. Территориальные отличия в загрязнении атмосферы над Донецкой областью. Ист.: [3; 4]

Высокая плотность населения и значительный удельный вес металлургии и теплоэнергетики как водоемких отраслей обуславливают абсолютное лидерство Донецкой области среди других регионов в потреблении водных ресурсов (табл. 3 и 4). Ежегодно хозяйством региона используется более 2 млн. м³ свежей воды из природных водных объектов и около 1,5 млн. м³ выбрасывается в них как обратные воды, что составляет 14,6 и 19,7% общегосударственного объема соответственно. На Донецкий регион приходится пятая часть использования воды

на производственные нужды в стране и более трети сброшенных загрязненными обратных вод.

В последнее время, а также по сравнению с 1990-ми гг. забор и сброс воды промышленностью уменьшается, что связано как с сокращением объемов промышленного производства, повышением стоимости воды, так и с забором воды в обратные системы и её повторным использованием, доля такой воды в общем объеме использования воды на производство составляет 87%, но не возрастает на протяжении последних 12 лет [3].

Таблица 3

Структура водопотребления хозяйством Донецкой области в 2012 г., %

Показатели	Удельный вес в общеобластном объеме
Промышленность всего	76,7
Предприятиями черной металлургии	65,7
Тепловые электростанции	6,8
Машиностроение	1,1
Жилищно-коммунальное хозяйство	15,1
Сельское хозяйство	7,6

Ист.: [3]

Таблица 4

Использование водных ресурсов в Донецкой области по сравнению с Украиной и старопромышленными регионами, млн. м³

показатели	1995	2000	2011
Забор воды из природных водных объектов:			
Донецкая область	3197	2446	2142
Днепропетровская область	3222	2081	1654
Запорожская область	2763	1815	972
Удельный вес Донецкой области в Украине, %	12,4	13,7	14,6
Сброс обратных вод в природные водные объекты:			
Донецкая область	2115	1751	1526
Днепропетровская область	2089	1503	1211
Запорожская область	2017	1385	678
Удельный вес Донецкой области в Украине, %	14,9	16,6	19,7

Ист.: [3, 4]

Водные ресурсы области формируются за счет транзитного притока поверхностных вод по р. Северский Донец, местного речного стока, который образуется в пределах области, сточных, шахтных и карьерных вод, а также эксплуатационных запасов подземных вод. Кроме регуляции речного стока водохранилищами и прудами, дефицит воды покрывается за счет канала Северский Донец-Донбасс, обеспечивающего область на 80% водой для питьевого водоснабжения. Основными источниками водоснабжения области, в том числе питьевого, кроме подземных водозаборов и канала Северский Донец-Донбасс, являются реки Кальмиус, Казенный Торец, Крынка, Миус, где расположены главные водохранилища и которые согласно классификации Водного кодекса относятся к средним, а также Азовское море, вода которого используется для нужд металлургии г. Мариуполя.

Именно в эти природные водные объекты вместе со сточными, шахтно-

рудными и коллекторно-дренажными водами ежегодно попадают тысячи тонн токсичных загрязняющих веществ. В воде практически всех рек области наблюдается высокая концентрация солей. Одной из основных причин этого является сброс в них высокоминерализованных шахтно-рудных вод, с которыми в реки попадает около 1 млн. т разных солей (без учета морской воды). На долю солевых показателей приходится более 80% от общего поступления загрязняющих веществ [9].

Сегодня главные реки региона – одни из самых загрязненных в Украине. По поступлению в них нефтепродуктов, аммонийного азота, нитратов, отдельных тяжелых металлов, минеральных и взвешенных веществ они уступают лишь техногенно загрязненному Днепру и его левому притоку Самаре, в которые сточные воды попадают из нескольких регионов страны (табл. 5).

Зона экологического бедствия является Азовское море, особенно его

Таблица 5

Поступление загрязняющих веществ в водные объекты в 2012 г.

	Нефте- продукты, т	Сульфаты, тыс. т	Хлориды, тыс. т	Нитраты, тыс. т	Железо, т
С территории Донецкой области в главные реки и Азовское море:					
Северский Донец	14,3	50,6	22,7	1,6	20,1
Казенный Торец	12,7	43,5	20,2	1,4	17,9
Кальмиус	26,3	151,1	63,2	5,6	47,8
Миус	10,1	72,2	21,9	0,9	29,6
Крынка	9,3	67,4	20,2	0,8	27,7
Азовское море	55,6	305,8	117,8	10,0	110,8
С территории Украины в реки*:					
Днепр	138,1	172,9	264,1	24,8	331,1
Самара	25,6	71,4	60,4	1,2	32,5

• Для сравнения
Ист.: [3,4]

прибрежная полоса, куда наряду с загрязненными водами рек Кальмиус, Кальчик, Крынка впадает ещё более двадцати рек, протекающих по территории области, а также сточные воды, использованные в технологических процессах металлургических комбинатов г. Мариуполя. На территории Мариупольского морского торгового порта отвод ливневых стоков с производственной площади осуществляется через 11 водовыпусков, на которых постоянно фиксируется превышение допустимых концентраций загрязняющих веществ [9]. И если объемы выбросов основных загрязняющих веществ в реки региона с 2005 г. существенно не изменились, то их попада-

ние в Азовское море в пределах области возросло в 5-10 раз (таб. 6).

По территории Донецкой области протекают три трансграничные реки: Северский Донец (контрольные створы на границах с Харьковской и Луганской областями), Миус и Крынка (контрольные створы на границе с Российской Федерацией). Северско-Донецкое бассейновое управление водных ресурсов в 2012 г. присваивает поверхностным водам трансграничных рек класс качества воды 3 – умеренно загрязненные [9].

Основными загрязнителями водных объектов Донецкой области сегодня остаются предприятия металлургической промышленности: Мариуполь-

Таблица 6

**Поступление загрязняющих веществ в Азовское море
и реки со сточными водами¹ в пределах области**

Водные объекты	Нефте- продукты, т	Сульфаты, тыс. т	Хлориды, тыс. т	Нитраты, тыс. т	Синтетические поверхностно- активные вещества, т	Железо, т
Азовское море*:						
2005	4,3	28,9	10,3	2,0	5,5	11,4
2012	55,6	305,8	117,8	10,0	32,7	110,8
р. Северский Донец:						
2005	16,8	59,2	31,5	2,4	12,3	24,7
2012	14,3	50,6	22,7	1,6	11,1	20,1
р. Казенный Торец: 2005	13,9	47,3	27,3	2,1	10,7	20,8
2012	12,7	43,5	20,2	1,4	10,0	17,9
р. Кальмиус:						
2005	42,4	252,3	96,1	7,5	12,6	92,4
2012	26,3	151,1	63,2	5,6	12,7	47,8
р. Миус:						
2005	19,5	74,3	22,8	0,9	6,0	67,9
2012	10,1	72,2	21,9	0,9	4,2	29,6
р. Крынка:						
2005	17,7	68,8	20,9	0,9	6,0	65,1
2012	9,3	67,4	20,2	0,8	4,1	27,7

¹ Объемы загрязняющих веществ вычислены по сухому остатку.

* Данные по Азовскому морю не включают загрязняющих веществ, поступивших с водой крупнейших рек области. Ист.: [3]

ские металлургические комбинаты, Енакиевский и Донецкий металлургические заводы, Макеевский и Авдеевский коксохимические заводы, а также предприятия угольной промышленности, очистительные сооружения хозяйственно-бытовых сточных вод населенных пунктов.

Следует отметить, что основная часть буровых скважин по добыче подземных вод, в том числе для питьевого водоснабжения, находится в Донецком гидрогеологическом бассейне подземных вод на территории крупнейших и наиболее опасных в экологическом отношении промузлах, таких, как Краматорско-Константиновский, Славянский, Горловско-Енакиевский и Донецко-Макеевский [9].

Функционирование добывающей, металлургической отраслей и теплоэнергетики обуславливает и наличие большого количества промышленных отходов на территории области. На эти три отрасли приходится более 90% объема отходов, ежегодно образу-

ющегося в Донецком регионе; площадь земель, занятых отходами, приближается к 2% его территории. По объемам ежегодно образующихся отходов и объемам их наличия регион уступает лишь Днепропетровской области. На территории Донецкой области находится пятая часть всех отходов страны. В настоящее время их накопилось 2,7 млрд. т, в том числе около 0,5 млрд. т наиболее токсичных – I-III классов опасности. Но фактически их больше, так как статотчетность не учитывает отходов, находящихся на территориях выведенных из эксплуатации предприятий [9].

Областные показатели наличия отходов в расчете на 1 км² территории превышают средние по стране в несколько раз, объемы образования отходов региональной промышленностью и их наличие на территории области увеличиваются из года в год (табл. 7). Это вызвано отсутствием технологических возможностей, а в некоторых случаях и экономической целесообраз-

Таблица 7

Показатели образования отходов на территории Донецкой области

Показатели	2010	2011
Наличие отходов всех классов опасности на территории Донецкой области, млрд. т	2,5	2,7
Удельный вес Донецкой области в общегосударственном объеме имеющих-ся отходов всех классов опасности, %	19,1	18,5
Наличие отходов всех классов опасности на 1 км ² территории, тыс. т/км ² : на территории Донецкой области	95,7	100,8
в среднем по Украине	22,0	23,9
Образование отходов всех классов опасности, тыс.т	56381,3	61762,3
Удельный вес Донецкой области в общегосударственном объеме образова-ния отходов всех классов опасности, %	13,5	13,8
Наличие отходов I класса опасности на территории Донецкой области, т	1948,6	1971,2
Удельный вес Донецкой области в общегосударственном объеме имеющих-ся отходов I класса опасности, %	7,6	5,6

Ист.: [4]

ности их использования и переработки пропорционально объему образования. Так, удельный вес ежегодно утилизированных и переработанных отходов составляет около 30% их ежегодно образующегося количества.

Промышленные отходы, на которые приходится 99% всех отходов региона, накапливаются преимущественно в виде отвалов и терриконов, многие из них находятся в зоне населенных пунктов Донецкой области, что не отвечает санитарным нормам. Это огромная масса отходов угледобычи и углеобогащения, металлургического производства (металлургического шлака), отвалы, возникшие при добыче нетопливного минерального сырья. Они не просто занимают большие площади и создают неэстетичные техногенные пейзажи, это источники поступления в окружающую среду токсичных веществ. Особенно следует отметить отвалы угольных шахт – терриконы, из которых в процессе выветривания в природную среду попадает пыль, содержащая мышьяк, ртуть, цемент, тяжелые металлы и т.п. Третью терриконов региона горит и «обогащает» атмосферу оксидом и диоксидом углерода, соединениями серы, фтора, хлора. Попадание в воздух пыли вызвано и разработкой карьеров горно-химического, строительного, металлургического сырья, которое добывается по всей территории области. Добыча гранита, щебня и других полезных ископаемых на юге области создает опасность попадания в окружающую среду радиационных элементов по причине разработки месторождений, связанных с Украинским кристаллическим щитом, минералы которого содержат радиоактивный торий.

Опасность представляют и накопленные на протяжении многих лет особо токсичные отходы государственного предприятия «Горловский химический завод», на территории которого после продажи и демонтажа оборудования осталось 14 единиц недемонтированного оборудования с остатками тротила и 2 резервные емкости, в которых находится приблизительно 24 т остатков взрывоопасных веществ, 300 т промышленных отходов производства карбамидоформальдегидных смол, фенолоспиртов, сульфанола, отработанных кислот в резервных емкостях, а также «могильники» с токсичными отходами без надлежащих подземных профильтрационных бетонитоцементных занавесов [9, с. 87-88].

Согласно информации, предоставленной местными органами власти, по состоянию на 01.01.2013 г. [9, с. 91] на территории области осталось приблизительно 23,4 т непригодных ядохимикатов, которые не имеют владельцев, а именно: в Артемовском районе – 15,5 т, Шахтерском – 7,9 т. Условия хранения пестицидов не отвечают действующим экологическим и санитарным нормам.

Размещение промышленных отходов на территории Донецкой области целиком отражает территориальную структуру промышленного производства. Так, в центральной горнопромышленной части региона, а также в г. Мариуполе показатели концентрации отходов из расчета на 1 км² превышают средние по стране и области в десятки раз, и в сотни раз – в таких угледобывающих городах, как Доброполье, Димитров, Ждановка, Угледар, а также в г. Докучаевске, где много лет работает один из крупнейших в Украине

горно-обогатительный комплекс «Докучаевский флюсо-доломитный комбинат» (рис. 3). Основная масса чрезвычайно опасных отходов (I класса опасности) находится в двух городах области: Горловке – 22% общеобластного объема отходов этого класса, что связано с многолетним функционированием химической промышленности города и деятельностью Никитовского

ртутного комбината, на базе которого образовались ртутьсодержащие отходы, и в центре металлургической, коксохимической и угледобывающей промышленности – городе Енакиеве – 77,4% общеобластного объема отходов этого класса (рис. 3). В большинстве сельскохозяйственных районов концентрация промышленных отходов не превышает среднюю по Украине, за

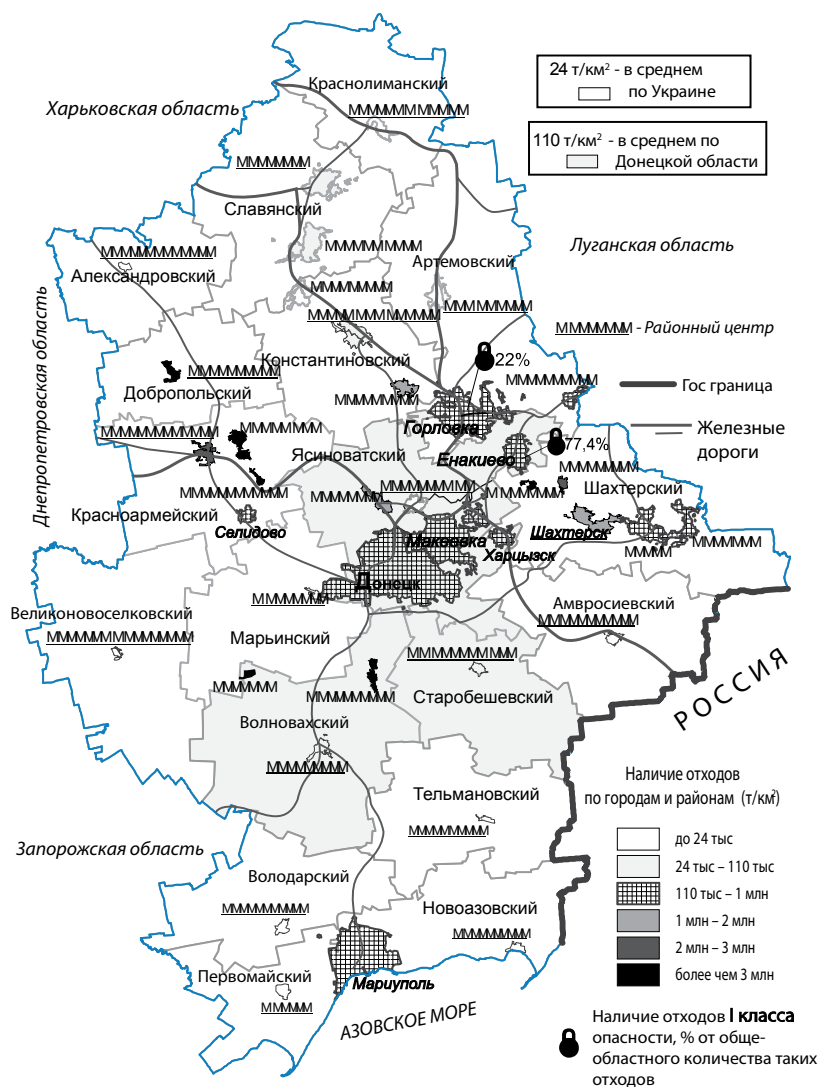


Рис. 3. Наличие отходов в специально отведенных местах или объектах и на территории предприятий в Донецкой области Ист.: [3;4]

исключением Волновихского и Старобешевского районов – центров добычи нетопливного сырья.

Хозяйственное освоение земельных угодий региона составляет более 80 %. На протяжении десятилетий территория области, занятая городами, промышленными зонами и сельхозугодиями, увеличивалась, а площадь естественного земельно-растительного покрова постепенно сокращалась. Сегодня под застройками, в том числе инфраструктурного и промышленного характера, занято 7,5% территории области – это самый высокий показатель в Украине (в Днепропетровской области – 6%, в целом по стране – 4%), 62% земель области распаханно [11; 12].

По площади и биопродуктивному потенциалу земельного фонда Донецкая область является одной из ведущих в стране. Тем не менее продолжительная нерациональная эксплуатация земельных ресурсов без надлежащего учета ландшафтных и земельно-климатических особенностей, интенсивная обработка земель, высокий процент посевов культур, истощающих почвы, привели к усилению деграционных процессов земель, значительной их дегумификации.

В целом по области за последние 20 лет площадь земель с высоким содержанием гумуса уменьшились на 29,0 тыс. га, очень высоким – на 31,2 тыс. га. Снижение содержания гумуса в почвах вызвано их минерализацией, резким уменьшением внесения удобрений, прежде всего органических, сокращением площадей под многолетними травами, несоблюдением севооборотов, уменьшением поступления растительных остатков из-за снижения урожаев сельскохозяйственных культур.

В среднем за 2008-2012 гг. ежегодный отрицательный баланс гумуса в области достиг 3,9 центнера с гектара. Потери элементов питания за этот же период в целом по области составляют 146 кг действующего вещества на гектар, т.е. теряется самое главное качество земель региона, называемое плодородием [9, с. 70-71, 169].

Ситуацию усугубляют и природно-климатические особенности региона, обуславливающие водную и ветровую эрозии, интенсивность которых в Донецкой области значительна, здесь сконцентрировано 66,2% эродированных сельскохозяйственных угодий страны. Кроме того, после исключения в 2007 г. из реестра государственной статистической отчетности отчета «О рекультивации земель, снятии и использовании плодородного слоя грунта» возникла ситуация бесконтрольности относительно соблюдения требований природоохранного законодательства субъектами хозяйственной деятельности при использовании земельных ресурсов. Поэтому Главное управление Государственного земельного агентства в Донецкой области не имеет возможности вести объективную статистику о нарушении и рекультивации земель. Не предполагается действующей статистической отчетностью и предоставление информации об использовании пестицидов [9, с. 68, 171].

Актуальной для Донецкой области остается проблема отрицательного влияния на окружающую природную среду последствий многолетней интенсивной добычи угля и закрытия в сжатые сроки десятков глубоких нерентабельных шахт, деятельность которых привела к необратимым изменениям

в геологической среде на большой территории.

В Донецкой области находится 50% угольных предприятий Украины, которые ликвидируются, а именно 46 шахт и 1 обогатительная фабрика. Неудовлетворительное положение с выполнением природоохранных мероприятий, предусмотренных проектами ликвидации угольных предприятий, фиксируется практически на всех закрываемых шахтах: не выполняются в полном объеме работы по рекультивации земель промышленных площадок, озеленение отвалов породы и работы по ликвидации прудов-отстойников. Нерешенным остается вопрос определения правопреемников промышленных площадок вместе с породными отвалами [9, с. 68-69].

Выбросы в атмосферу, загрязнение водных объектов, наличие огромного количества промышленных отходов усложняют экологическую ситуацию не только в городах как в центрах техногенной нагрузки на окружающую среду. Способность загрязняющих веществ мигрировать с помощью воздушного переноса, смыва атмосферными осадками, процессов выветривания породных и других промышленных отвалов обуславливает загрязнение природной среды на значительных территориях. В данном аспекте следует отметить соседство Донецкой области с другими старопромышленными регионами. И если промышленные города Днепропетровской и Запорожской областей несколько отдалены от границы с Донецкой областью, к которой примыкают преимущественно их сельские районы, то промышленность таких городов Луганщины, как Алчевск, Стаханов, Северодонецк, Антрацит,

выступает фактором техногенного загрязнения восточных, граничащих с Луганской областью, районов.

Экстенсивная хозяйственная деятельность не только вызывает деградацию и потерю природно-ресурсного потенциала территории, но и усиливает давление на здоровье населения региона, что проявляется в показателях заболеваемости и смертности, обусловленных концентрацией жителей области преимущественно в городах-эпицентрах центрах всех отрицательных воздействий на окружающую среду (90,6% всех жителей региона сегодня являются городскими [11]). Несмотря на более значительные возможности доступа городских жителей Донецкого региона к ресурсам здравоохранения по сравнению с некоторыми регионами Украины, в настоящее время смертность населения экономически развитой Донецкой области превышает как среднюю по стране, так и смертность во всех старопромышленных регионах (табл. 8).

Большими, чем средние по Украине, являются и показатели смертности в Донецком регионе по главным причинам: от новообразований и заболеваний системы кровообращения; среди первых область и по регистрации сердечнососудистых заболеваний. Сложной является ситуация с онкологическими заболеваниями: уровень ежегодной их регистрации – не самый высокий в стране, но по показателю смертности населения от новообразований регион занимает второе место в Украине после Запорожской области.

Обсуждение причин высокой смертности и заболеваемости часто носит дискуссионный характер, но влияние экологического фактора на

Таблица 8

**Показатели смертности и заболеваемости Донецкой области
по сравнению с Украиной в 2012 г.**

Показатели	На 100 тыс. населения
<i>Коэффициенты смертности:</i>	
Донецкая область	1606,1
Украина	1454,5
<i>Смертность от заболеваний системы кровообращения:</i>	
Донецкая область	1027,5
Украина	957,3
<i>Смертность от новообразований:</i>	
Донецкая область	234,5
Украина	203,7
<i>Зарегистрированные заболевания системы кровообращения (впервые в жизни):</i>	
Донецкая область	5541,1
Украина	5145,2
<i>Зарегистрированные новообразования (впервые в жизни):</i>	
Донецкая область	848,3
Украина	926,7

Составлена по данным [7; 13].

сложившуюся ситуацию подтверждают соответствующие показатели по сельским районам, которые ниже, чем в городах, на 30-40% (рис. 4). В то время как по показателям заболеваемости лидируют такие крупные промышленные города, как Донецк, Горловка, Дебальцево, Мариуполь, Енакиево, Константиновка, Краматорск и др.

Кроме непосредственного техногенного давления на компоненты окружающей среды, отрицательные социальные эффекты проявляются и косвенно, через потерю у человека возможности доступа к естественным, антропогенно не преобразованным ландшафтам и отсутствие контакта (и физического, и информационного) с природными экосистемами как неотъемлемыми составляющими жизненного пространства. Само преобразова-

ние этого жизненного пространства в урбанизированную среду усиливает, кроме физической, и эмоциональную, и психическую нагрузку, что в совокупности с ритмом городской жизни влияет на общую ситуацию с заболеваемостью и смертностью населения в промышленном регионе.

Создав антропосферу, человечество не отделилось полностью от биосферы, сохранившей свое влияние на него в психологической сфере в той мере, в которой человеческий мозг и сознание формировались в процессе антропогенеза в мире форм, цветов, звуков, запахов, ритмов нашей планеты. Значительный терапевтический эффект от пребывания человека в окружении природных пейзажей заключается не только в оздоровительном действии на тонус сердечнососудистой систе-

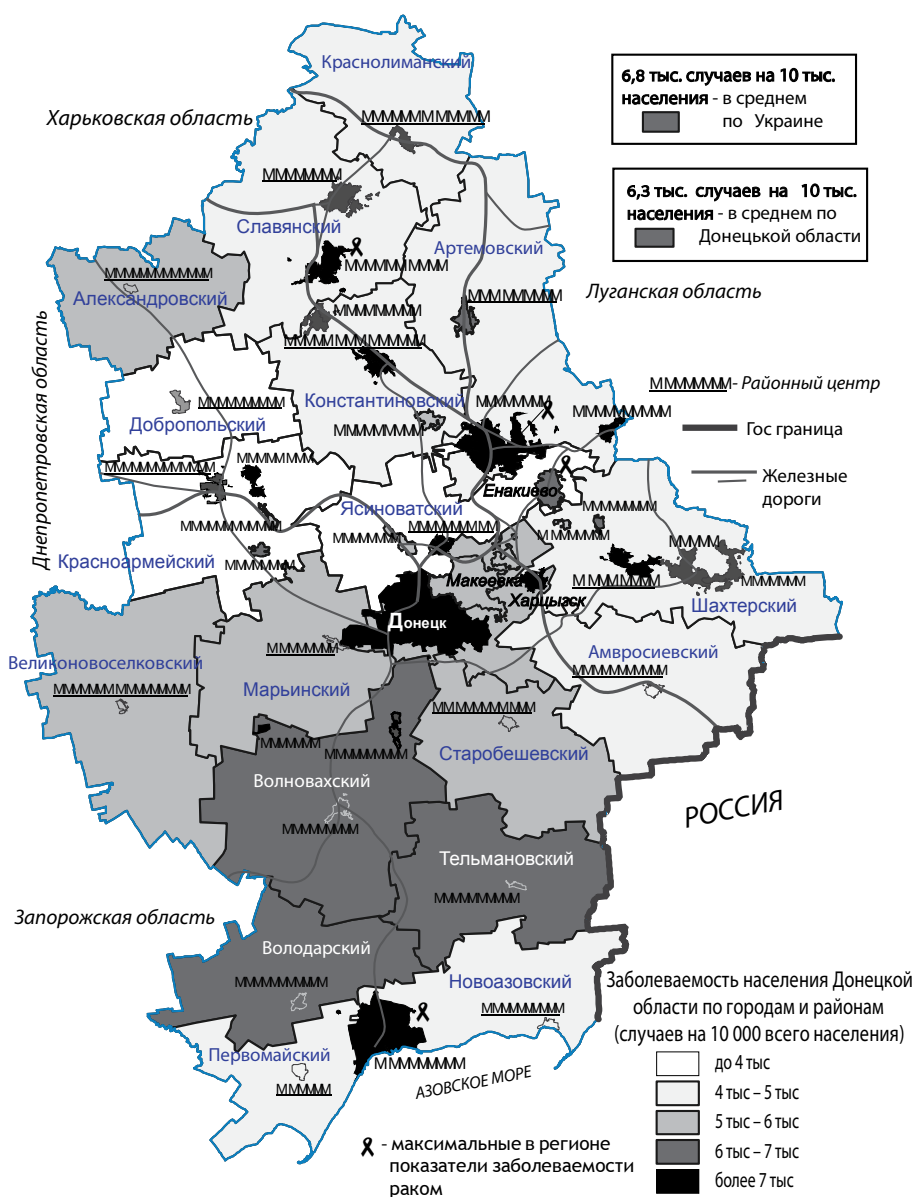


Рис. 4. Заболеваемость населения Донецкой области в разрезе городов и районов (составлен по данным [8])

мы, обмен веществ и др., но и в благотворном влиянии на нервную систему, поскольку ее ритмы и основные реакции сформировались в условиях приспособления человека к природной среде на ранних этапах антропогенеза.

Этим легко объясняется благоприятный эффект для современного человека от возвращения к природной среде даже на короткое время [1, с. 451-452]. Способность естественных ландшафтов выполнять эстетические функции

обусловлена его эстетическим потенциалом – возможностями вызывать у человека разные эмоции: вдохновение, стремление жить, радость, стимул к творческой деятельности, ощущение увлечения, интереса и т.п. [2, с. 6-10]. Учитывая то, что лишь духовно здоровый, творчески не ограниченный, психически и психологически положительно настроенный человек может влиять на качество трудоресурсного потенциала, можно утверждать, что природная среда, и особенно та ее часть, которая представленная природными ландшафтами, представляет собой весомый социально-демографический фактор развития.

В связи с этим угрозу представляет не просто загрязнение воды, атмосферы, земель, как отдельных компонентов биосферы. Опасным является совокупное влияние техногенных факторов на природную среду как единый организм – региональную экосистему, проявляющееся не только в «разрастании» урбаносферы, но и в потере ландшафтного разнообразия из-за нарушения биохимических кругооборотов на территориях, которые не вовлечены в хозяйственную деятельность и могли бы сыграть весомую роль в социальной и экологической «реабилитации» густонаселенного промышленно насыщенного Донецкого региона.

Природные растительные экосистемы, представленные степными растительными формациями и частично лесостепными и пойменными, очень изменились вследствие высокого процента распаханности территории области и почти полностью уничтожены в городской и промышленной среде. Крупные города и селитебно-промышленные агломерации превратились

в своеобразные экосистемы с преобладанием урбанофлор, интродуцированных (ввезенных) растений, что несколько «смягчает» искусственную среду городов.

Территории сельских районов Донецкой области почти полностью распаханы, самым молодым пахотным угодьям 30-40 лет, старейшим – 180-200 лет, за это время они приобрели не только новые черты, новый характер внутреннего обмена веществ, но и испытали разрушительное действие эрозийных процессов. Здесь наблюдается и пастбищная дигрессия природного растительного покрова, флоры агрофитоценозов – крайне обедневшие, они объединяют популяции спонтанно поселившихся видов (в основном сорняков) [10].

Природный растительный покров сохранился лишь на 10% территории региона – в пределах природно-заповедного фонда (ПЗФ) и на отдельных участках в балках и крутых склонах, где хозяйственная нагрузка на флору менее значительна. Но он очень фрагментирован, часто имеет архипелагообразную пространственную структуру, что приводит к усложнению обмена генетической информацией и других связей между отдельными его составляющими вследствие значительного расстояния между ними. Поэтому угрожающей становится перспектива опустынивания земельного фонда Донецкой области, как и всего юго-востока Украины.

Уже сейчас наблюдается усыхание естественных пойменных лесов долины Северского Донца и его притоков в результате откачки грунтовых вод и снижения их уровня, а также процесс остепнения пойменных лугов и лес-

ных лужаек [10]. Зоной экологического бедствия сегодня считается Азовское побережье на территории области. Экосистемы приморских климатических курортов с уникальным микроклиматом и объектами ПЗФ подвержены влиянию техногенных факторов, в первую очередь за счет сброса в Азовское море загрязненных вод металлургических предприятий г. Мариуполя, а также загрязнения водами рек, относящихся к бассейну Азовского моря.

Следует отметить, что показатель заповедности в Донецкой области составляет лишь 3,47% – это меньше оптимального показателя в 5%, меньше, чем в среднем по Украине, и значительно меньше, чем в большинстве стран Европы, где средний показатель заповедности составляет 15%. Площадь земельных угодий, имеющих оздоровительное и рекреационное назначение, составляет всего 0,6% экосети Донецкой области, или 0,2% ее территории. Этот показатель не увеличивался на протяжении последних 10 лет [9; 10]. И хотя Донецкая область занимает одно из ведущих мест в Украине по количеству и категориальному разнообразию природоохранных территорий, что обусловлено неоднородностью физико-географических условий и высоким уровнем фрагментации растительного покрова, ПЗФ региона не в состоянии обеспечивать экологическую стабильность и охрану биологического разнообразия по причине небольшой площади всего ПЗФ и его отдельных объектов. Кроме того, наблюдается существенная диспропорция в распределении объектов ПЗФ по территории области: довольно насыщены ими север и юг, несколько меньше – восток и совсем бедны на природоохранные

территории остальные районы региона. В восьми административных районах области площадь объектов ПЗФ не превышает 0,5% их территории [10].

Современную экологическую ситуацию в Донецкой области, особенно в промышленных районах и центрах, можно охарактеризовать как сложную. Значительный удельный вес базовых отраслей, высокая степень износа основных фондов, отставание технического уровня промышленности от мирового прогресса приводит к чрезмерному техногенному давлению на окружающую среду. Вместе с этим истощается и материальная основа всех без исключения процессов воспроизводства и жизнедеятельности человека, без чего ни развитие, ни экономический рост невозможны. Наличие у человека потребностей в обмене веществ с окружающим миром – это фундаментальное условие его существования. Как и любой организм, общество не может существовать изолированно от среды, его развитие и процветание обусловлены отношениями с природой и ее богатствами.

Поэтому приоритеты, принципы и цели социально-экономического развития должны быть направлены на решение главного противоречия современности: преодоление противоречий между возможностями природной среды и возрастающими потребностями общества. Именно экологический императив как принцип функционирования экономики должен придать новое качество развитию любого уровня (регион, государство, мировое сообщество).

В связи с чем возникает необходимость «органически вмонтировать» рациональное природопользование в

понятие общественного развития [5, с. 62], поскольку без сохранения природы и ее ресурсов, экологического равновесия территории само развитие превращается в иллюзорное. Что должно быть учтено при формировании региональных стратегий развития и иметь практическую реализацию при принятии управленческих решений, т. к. существует реальная угроза утраты ведущих факторов развития: природных и человеческих ресурсов, без которых существенно оскудеет экономический потенциал пока ещё региона-лидера экономики Украины.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Алексеев В.П. Становление человечества. – М.: Политиздат, 1984. – 462 с.
2. Бучко Ж.І. Естетичні якості ландшафтів у контексті використання та збереження гуманістичного ресурсного потенціалу регіону: автореф. дис... канд. геогр. наук. – Чернівці, 2002. – 20 с.
3. Довкілля Донеччини 2012: статистичний збірник / відп. за випуск Г.К. Кузьміна. – Донецьк: Головне управління статистики у Донецькій області, 2013. – 139 с.
4. Довкілля України: статистичний збірник / за ред. Н.С. Власенко. – Київ: Державна служба статистики України, 2013. – 267 с.
5. Масловська Л. Екологізація суспільних відносин та вдосконалення управління сталим регіональним розвитком // Регіональна економіка. – 2003. – № 1. – С. 62–68.
6. Мельник Л.Г. Основы экологии. Экологическая экономика та управління природо-
докористуванням: підручник. – Суми: Університетська книга, 2005. – 759 с.
7. Показники здоров'я населення та використання ресурсів охорони здоров'я в Україні за 2010–2011 роки. – Київ: ДЗ «Центр медичної статистики МОЗ України», 2012. – 330 с.
8. Показники здоров'я населення та здоров'я населення та діяльності медичних установ Донецької області (включно з ЛПЗ безпосередньо підпорядкованих МОЗ) за 2011 рік (статистичні матеріали) / відп. за вип.. Р.С. Макаренко. – Донецьк: Донецька обласна держадміністрація, Головне управління охорони здоров'я, 2012. – 203 с.
9. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Донецькій області у 2012 році. – Донецьк: Донецька обласна державна адміністрація, Департамент екології та природних ресурсів, 2013. – 278 с.
10. Регіональна екологічна мережа Донецької області: концепція, програма та схема / В.М. Остапко, О.З. Глухов, А.А. Блакберн та інші. – Донецьк: ТОВ «Технопарк», 2008. – 96 с.
11. Статистичний щорічник Донецької області за 2012 / за ред. О.А. Зеленого, відп. за випуск Л.О. Мішина. – Донецьк: Головне управління статистики у Донецькій області, 2013. – 470 с.
12. Статистичний щорічник: регіони України 2012 (Том 1) / за ред. О.Г. Осауленка, відп. за вип. Н.С. Власенко. – Київ: Державна служба статистики України, 2012. – 312 с.
13. Статистичний щорічник України 2012 / за ред. О.Г. Осауленка, відп. за вип. О.Е. Остапчук. – Київ: Державна служба статистики України, 2013. – 552 с.

НАШИ АВТОРЫ

Абдул-Гусейн Насери – научный сотрудник химического факультета департамента аналитической химии Тебризского университета (г. Иран); e-mail: azmbi@mail.ru

Абдулкеримова Севиндж Логмановна – научный сотрудник Института физиологии Национальной академии наук Азербайджана им. А.И. Караева (г. Баку); e-mail: abdulkermovas@mail.ru

Автономов Алексей Николаевич – кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой торгового дела и товарного менеджмента Чебоксарского кооперативного института (филиал) Российского университета кооперации; e-mail: 420533@mail.ru

Алиев Илхам Азизхан оглы – кандидат биологических наук, заведующий лабораторией биохимии Института микробиологии Национальной академии наук Азербайджана (г. Баку); e-mail: azmbi@mail.ru

Алиреза Дехнад – кандидат биологических наук, научный сотрудник департамента микробной биотехнологии Исламского свободного университета (г. Тебриз, Иран); e-mail: azmbi@mail.ru

Асадова Шабнам Фархад гызы – докторант Института микробиологии Национальной академии наук Азербайджана (г. Баку); e-mail: azmbi@mail.ru

Ахмедова Фирает Рамазан кызы – доктор биологических наук, профессор кафедры микробиологии Бакинского государственного университета (Азербайджанская республика); e-mail: azmbi@mail.ru

Бакишеева Алена Алексеевна – студент зооинженерного факультета Российского государственного аграрного университета – Московской сельскохозяйственной академии имени К.А. Тимирязева; e-mail: kidov_a@mail.ru

Джабраилзаде Сабия Меликмаммед кызы – кандидат биологических наук, докторант Института микробиологии Национальной академии наук Азербайджана (г. Баку); e-mail: azmbi@mail.ru

Дроганова Татьяна Сергеевна – соискатель, ассистент кафедры теоретической и прикладной химии Московского государственного областного университета; e-mail: ecolab@mgou.ru

Дроганов Евгений Игоревич – аспирант кафедры теоретической и прикладной химии Московского государственного областного университета; e-mail: greysphinx@mail.ru

Ибрагимли Ильхама Гусейновна – научный сотрудник Института физиологии Национальной академии наук Азербайджана им. А.И. Караева (г. Баку); e-mail: ilxamai@mail.ru

Ибрагимова Сабина Маджид кызы – докторант Республиканской противочумной станции им.С. Имамалиева (г. Баку, Азербайджанская республика); e-mail: azmbi@mail.ru

Ибрагимов Эльшад Агавели оглы – докторант Института микробиологии Национальной академии наук Азербайджана (г. Баку); e-mail: azmbi@mail.ru

Кидов Артем Александрович – кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии доцент кафедры зоологии Российского государственного аграрного университета – Московской сельскохозяйственной академии имени К.А. Тимирязева; e-mail: kidov_a@mail.ru

Коврина Екатерина Геннадьевна – инженер-лаборант кафедры зоологии Российского государственного аграрного университета – Московской сельскохозяйственной академии имени К.А. Тимирязева; e-mail: kidov_a@mail.ru

Коницев Александр Сергеевич – доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры теоретической и прикладной химии Московского государственного областного университета; e-mail: konichev@mail.ru

Маслов Михаил Николаевич – соискатель кафедры общего почвоведения Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова; e-mail: maslov.m.n@yandex.ru

Мунтян Александр Николаевич – преподаватель кафедры физической географии, природопользования и методики преподавания географии Приднестровского государственного университета им. Т.Г. Шевченко (г. Тирасполь); e-mail: piter504@mail.ru

Надех Мобайен – научный сотрудник департамента микробиологии Табризского отделения Исламского свободного университета (Иран); e-mail azmbi@mail.ru

Насер Модир-Шахла – научный сотрудник департамента химии Тебризского отделения Исламского свободного университета (Иран); e-mail azmbi@mail.ru

Поликарпова Людмила Викторовна – научный сотрудник лаборатории экологической биохимии Московского государственного областного университета; e-mail: ekolab@mgou.ru

Пыхов Сергей Геннадьевич – ассистент кафедры зоологии Российского государственного аграрного университета – Московской сельскохозяйственной академии имени К.А. Тимирязева; e-mail: kidov_a@mail.ru

Расулов Максуд Мухамеджанович – доктор медицинских наук, профессор, начальник отдела Государственного научного центра РФ Государственный орден Трудового Красного Знамени Научно-исследовательского института химии и технологии элементоорганических соединений; e-mail: maksud@bk.ru

Расулов Ризо Максудович – Российский национальный исследовательский медицинский университет им.Н.И Пирогова; e-mail: rizo_rasulov@mail.ru

Садигбайан Хосров – диссертант Института микробиологии Национальной академии наук Азербайджана (г. Баку); e-mail azmbi@mail.ru

Снисаренко Татьяна Александровна – доктор биологических наук, профессор, руководитель Научно-образовательного центра биологии клетки и прикладной биотехнологии Московского государственного областного университета; e-mail: snisarenko_t@rambler.ru

Сусова Мария Игоревна – Российский национальный исследовательский медицинский университет им.Н.И Пирогова; e-mail: Mary-22@yandex.ru

Тимошина Анна Леонидовна – лаборант кафедры зоологии Российского государственного аграрного университета – Московской сельскохозяйственной академии имени К.А. Тимирязева; e-mail: kidov_a@mail.ru

Фархад Ахмадпур – научный сотрудник департамента инфекционных болезней Тебризского отделения Исламского свободного университета (Иран); e-mail: azmbi@mail.ru

Хайрутдинов Ильдар Зиннурович – кандидат биологических наук, главный хранитель Зоологического музея имени Е.А. Эверсмманна, доцент кафедры биоресурсов и аквакультуры Казанского (Приволжского) федерального университета; e-mail: kidov_a@mail.ru

Цветков Илья Леонидович – доктор биологических наук, заведующий лабораторией экологической биохимии Московского государственного областного университета; e-mail: ecolab@mgou.ru

Яковлева Юлия Константиновна – кандидат экономических наук, докторант кафедры социально-экономической географии и регионоведения Харьковско-го национального университете им. В.Н. Каразина (Украина); e-mail: yakovleva_donetsk@mail.ru



ВЕСТНИК МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБЛАСТНОГО УНИВЕРСИТЕТА

Научный журнал «Вестник МГОУ» основан в 1998 г. На сегодняшний день выходят десять серий «Вестника»: «История и политические науки», «Экономика», «Юриспруденция», «Философские науки», «Естественные науки», «Русская филология», «Физика-математика», «Лингвистика», «Психологические науки», «Педагогика». Все серии включены в составленный Высшей аттестационной комиссией Перечень ведущих рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени доктора и кандидата наук по наукам, соответствующим названию серии. Журнал включен в базу данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ).

Печатная версия журнала зарегистрирована в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия. Полнотекстовая версия журнала доступна в Интернете на платформе Научной электронной библиотеки (www.elibrary.ru), а также на сайте Московского государственного областного университета (www.vestnik-mgou.ru).

ВЕСТНИК МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБЛАСТНОГО УНИВЕРСИТЕТА

СЕРИЯ «ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ»

2014. № 2

Над номером работали:

менеджер Отдела по изданию журнала «Вестник МГОУ» И.А. Потапова
литературный редактор О.О. Волобуев
переводчик И.А. Улиткин
корректор Н.Л. Борисова
компьютерная верстка А.В. Тетерин

Отдел по изданию научного журнала «Вестник МГОУ»
105005, г. Москва, ул. Радио, д.10а, офис 98
тел. (499) 261-43-41; (495) 723-56-31
e-mail: vest_mgou@mail.ru
Сайт: www.vestnik-mgou.ru

Формат 70x108/16. Бумага офсетная. Печать офсетная. Гарнитура «Minion Pro».
Тираж 500 экз. Уч.-изд. л. 5,5, усл. п.л. 6,5.
Подписано в печать 28.04.2014. Заказ № 49.
Отпечатано в типографии МГОУ
105005, г. Москва, ул. Радио, 10а