

ISSN 2072-8557

В

ЕСТНИК

МОСКОВСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
ОБЛАСТНОГО
УНИВЕРСИТЕТА

*Естественные
науки*

№3/2010

Вестник

***Московского государственного
областного университета***

**СЕРИЯ
«ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ»**

№ 3

**Москва
Издательство МГОУ
2010**

**Вестник
Московского государственного
областного университета**

Научный журнал основан в 1998 году

Редакционно-издательский совет:

Пасечник В.В. – председатель ред.совета, доктор педагогических наук, профессор
Дембицкий С.Г. – зам. председателя ред.совета, доктор экономических наук, профессор
Коницев А.С. – доктор биологических наук, профессор
Лекант П.А. – доктор филологических наук, профессор
Макеев С.В. – доктор философских наук, профессор
Пусько В.С. – доктор философских наук, профессор
Трайтак С.Д. – кандидат физико-математических наук, доцент

Редакционная коллегия серии «Естественные науки»:

Снисаренко Т.А. – доктор биологических наук, профессор (ответственный редактор)
Матвеев Н.П. – кандидат географических наук, профессор (зам. ответственного редактора)
Васильев Н.В. – доктор химических наук, профессор
Арешидзе Д.А. – кандидат биологических наук, доцент
Мурадов Панах Зулфигар оглы – доктор биологических наук, член-корреспондент НАН Азербайджана, заместитель директора Института Микробиологии НАН Азербайджана
Бигерт Ханс - почетный доктор МГОУ (Германия)

Вестник МГОУ. Серия «Естественные науки». – 2010. № 3. – М.: Изд-во МГОУ. – 154 с.

Вестник МГОУ (все его серии) является рецензируемым и подписным изданием, предназначенным для публикации научных статей профессорско-преподавательского состава, а также докторантов, аспирантов и соискателей (См.: Список журналов на сайте ВАК в редакции 2010 г.). На сайте МГОУ информация о статусе всех серий «Вестника МГОУ» и требованиях к публикациям для авторов статей находится постоянно, обновляясь с внесением необходимых изменений.

В серии «Естественные науки», публикуются статьи по физике, биологии, экологии, гео-экологии и географии, химии, представляющие как научный, так и прикладной интерес. Сборник реферируется ВИНИТИ.

© МГОУ, 2010

© Издательство МГОУ, 2010

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЯ

Осмаков Д.И., Андреев Я.А., Козлов С.А. Получение рекомбинантных биологически активных полипептидов морских анемонов.....	7
Базаев Н.А. Конвективный массоперенос метаболитов в диализаторах.....	12
Гасимова Г.С., Агаева Н.А. Микробиологическая и иммунологическая характеристика одонтогенной флегмоны и абсцессов актиномикотической этиологии.....	19
Бахшалиева Н.З., Бабаев М.Ш., Фарзалиев В.М., Аллахвердиев М.А., Рзаева И.А. Антимутагенная активность ряда новосинтезированных антиоксидантов у семян пшеницы разных сортов, хранившихся в условиях озона.....	25
Карабачинский А.Л., Семеренко Д.А., Дубцов А.В., Степанов Г.В. Исследование модели газообмена и пролиферации клеток на подвижной мембране.....	32
Касумова С.Ю., Мурадов П.З. Влияние состава питательной среды на рост микромицетов, ассимилирующих нафталановую нефть	37
Гасимов Ш.Н. Биоморфологические особенности некоторых видов bromeliaceae Juss. при культуре в закрытом грунте.....	42
Зейналлы К.С., Гахраманова Ф.Х., Джабраилзаде С.М., Алиева Ш.Т. Видовой состав микромицетов, распространенных в воздухе объектов разного назначения (на примере городах Баку и Шеки).....	48
Ханышева Маяханым Али кызы, Азизов Ибрагим Вахаб оглы. Действие засоления на фотосинтетические и урожайные показатели генотипов твердой и мягкой пшеницы.....	51
Андрейченко И.Н., Фирсова Н.В. Изучение экспрессии транскрипционного фактора PITX2 в сетчатке глаза позвоночных.....	57
Гордеев М.И., Москаев А.В., Перевозкин В.П. Анализ видового и хромосомного состава малярийных комаров Республики Адыгея	64
Ивановский А.А. Типы сообществ макрозообентоса в родниках Пензенской области.....	72
Медведев И.Н., Савченко А.П. Функциональная активность тромбоцитов у лиц студенческого возраста, тренирующихся в футбольной секции.....	80
Савченко А.П. Активность тромбоцитов у студентов, тренирующихся в секции большого тенниса.....	85
Снисаренко Т.А., Медведева И. В. Старение клубеньков trifolium pratense под воздействием стрессогенных факторов.....	90
Климачев Д. А., Старикова В. Т. Взаимодействие гормональной системы растений и условий минерального питания.....	95
Попов А.П., Белов А.А., Цветков И.Л., Коничев А.С. Исследование полиморфизма scyphonectria parasitica – возбудителя крифонеброза каштана посевного – на северо-западном Кавказе.....	99

НАУКИ О ЗЕМЛЕ. ЭКОЛОГИЯ

Агаев Т.Д. Теплоэнергетические объекты и загрязнения окружающей среды.....	105
Джафарова Э.Э. Количественное распределение макрозообентоса азербайджанского шельфа среднего Каспия.....	109

Разумов В.В., Глушко А.Я. Деградация земель прибрежной территории субъектов юга России под воздействием абразионных процессов.....	112
Ганина Т.Д., Лукьянова Т.С. Об истории вопроса перспективного использования сапропелевых ресурсов Шатурского района в рекреационных целях.....	120
Лукьянова Т.С., Шмелев Е.А. О новых данных распределения лесного покрова на западе Мещеры.....	125
Полоусова Е.П. О планировании натурных измерений электромагнитных полей промышленной частоты в рамках инженерно-экологических изысканий.....	128
Романов А.А. Связи птиц с ледниковыми ландшафтами гольцов плато Путорана (Средняя Сибирь).....	130
Черемкина Е.А. Комплексная оценка влияния мобильных пиковых газотурбинных электростанций на природную среду в процессе их монтажа и эксплуатации.....	136

ХИМИЯ

Бичелдей Т.К. Динамика биохимической деструкции органического вещества на полигонах твердых бытовых отходов.....	141
Наши авторы.....	146

CONTENTS
BIOLOGY

D. Osmakov., Y. Andreev., S. Kozlov Sea anemone biological active recombinant polypeptides production.....	7
N. Bazaev Convective mass transfer of metabolites in dialyzers.....	12
H. Qasimova, N. Agaeva The features of microbiology and immunology in the paradontit and gingivitis diseases with actinomycotic ethiology.....	19
N. Bakhshalieva, M. Babaev, V. Farzaliyev, M. Allakhverdiyev, I. Rzaeva Antimutagen activity of some synthetic antioxidants in seeds of wheat which were kept under conditions of ozone.....	25
A. Karabachinskiy, D. Semerenko, A. Dubtsov, G. Stepanov Investigation of the model of respiratory exchange and cells proliferation on a vibrating membrane.....	32
S. Kasimova, P. Muradov Effect of nutrient medium on the growth of fungi, assimilating naphthalan oil.....	37
Sh. Qasimov Biomorphological features of some species bromeliaceae juss. in covered ground culture.....	42
K. Zeynally, F. Ghahramanova, S. Chabrailzade, Sh. Aliyeva Species composition of micro-mycetes distributed in the air of different objects which various purposes (for example, the city of Baku and Sheki).....	48
M. Khanysheva, I. Azizov. Impact of salinization on photosynthetic and productivity properties of soft and hard varieties of wheat genotypes	51
I. Andrejchenko, N. Firsova Expression studying transcription factor pitx2 in an eye retina mammals.....	57
M. Gordeev, A. Moskaev, V. Perevozkin Analysis of species and chromosomal composition of malaria mosquitoes of Republic Adygea.....	64
A. Ivanovsky The types of macrozoobenthos communities in springs of Penza region.....	72
I. Medvedev, A. Savchenko. Functional activity platelets at the persons of student's age training in football section	80
A. Savchenko. Activity platelets at the students training in section of the big tennis	85
T. Snisarenko, I. Medvedeva Ageing tubercles of trifolium pratense under the influence of stressing factors.....	90
D. Klimachev, V. Starikova Interaction of hormonal system of plants and conditions of a mineral nutrition.....	95
A. Popov, A. Belov, I. Tsvetkov, A. Konichev. Study of cryphonectria parasitica polymorphism – causative agent of chestnut blight in Northwestern Caucasus.....	99

SCIENCES ABOUT THE EARTH. ECOLOGY

T. Agayev. The warmth energy objects and environment's pollution.....	105
E. Jafarova. The quantitative distribution of macrozoobenthos in the azerbaijani shelf of the middle caspian.....	109
V. Razumov, A. Glushko. Riverside territories of South-Russian subjects: the land's degradation as a result of abrasion processes.....	112
T. Ganina. Using resources of sapropel for recreation.....	120

T. Lukianova, E. Shmelev. About new dates of distribution of the forest covering of West Meshera	125
E. Polousova. About planning of the natural measurements of the industrial frequency electromagnetic fields in the framework of engineering ecological surveying.....	128
A. Romanov. Relationship between birds and glacial landscapes of the Putorana Plateau (Central Siberia).....	130
E. Cheremikina. Complex assessment of environmental impact produced by mobile peak-load gas turbine power plants in the construction and operation period.....	136

CHEMISTRY

T. Bicheldey. The dynamics of biochemical destruction of organic substance at the solid waste landfills.....	141
Our authors.....	146

БИОЛОГИЯ

УДК: 577.1

Осмаков Д.И., Андреев Я.А., Козлов С.А.**ПОЛУЧЕНИЕ РЕКОМБИНАНТНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ
ПОЛИПЕПТИДОВ МОРСКИХ АНЕМОН***

Аннотация. В работе приведена методика получения и очистки рекомбинантных полипептидов, представляющих практический интерес. Это несколько небольших полипептидных компонентов яда морских анемонов, обладающих обезболивающим действием: APETx2, селективно блокирующий протон-чувствительные каналы ASIC3; и три гомологичных полипептида APHC1, APHC2 и APHC3, модулирующих активность ваниллоидного рецептора TRPV1. Первоначально были получены конструкции для бактериального синтеза полипептидов в составе слитных белков с фрагментом тиоредексина, и далее осуществлена наработка и очистка полипептидов по общей схеме выделения. Биологическая активность полученных в работе рекомбинантных продуктов соответствовала активности, ранее измеренной для природных полипептидов.

Ключевые слова: полипептидные токсины, рекомбинантные аналоги, экспрессионные конструкторы.

D. Osmakov., Y. Andreev., S. Kozlov

SEA ANEMONE BIOLOGICAL ACTIVE RECOMBINANT POLYPEPTIDES PRODUCTION

Abstract. A procedure for production of practically important recombinant polypeptides is presented in this paper. Those are recombinant analogues of sea anemone venom components with anesthetic effect: APETx2 selectively blocking acid-sensing ion channels ASIC3, and three homologous peptides APHC1, APHC2 and APHC3, that modulate activity of vanilloid receptor TRPV1. Polypeptides were purified using unified procedure from fusion proteins containing thioredoxin fragment after expressing plasmids had been constructed. The biological activity of recombinant polypeptides obtained in this work was equal to the activity measured for natural polypeptides.

Key words: polypeptide toxins, recombinant analogues, expression constructs.

Морские анемоны - одни из древнейших известных хищных животных на Земле. Они охотятся на мелких рыб, ракообразных и моллюсков, обездвиживая их при помощи стрекательных клеток, расположенных на щупальцах вокруг ротового отверстия. Стрекательные клетки анемонов при воздействии на человека могут вызывать зуд и жжение в месте контакта, в редких случаях возможно образование некрозов тканей, в еще более редких случаях может развиться лихорадка, возникнуть головная боль и слабость. Негативное влияние на человека связано, главным образом, с действием многочисленных цитотоксических компонентов ядов анемонов на мембраны клеток млекопитающих [13].

Общепринятое название таких цитолитических компонентов анемонов – цитолизины, представляющих собой неоднородную группу мембраноактивных молекул [8]. Полипептидные цитолизины молекулярной массы 5-8 кДа – представители первой группы, про-

* © Осмаков Д.И., Андреев Я.А., Козлов С.А.

являющие порообразующую и антигистаминную активности [3, 18], ко второй группе относятся многочисленные актинопорины – белки около 20 кДа, формирующие поры в клеточных мембранах [4, 9], в третью группу (белки 30 – 40 кДа) входят пороформирующие белки и фосфолипазы A2 [14, 19]. Представителем последней группы является холестерин ингибирующий цитолизин – метридилизин с молекулярной массой около 80 кДа [6].

Помимо мембранолитических компонентов, в ядах анемон было обнаружено большое количество полипептидов с разнообразной биологической активностью. Прежде всего это нейротоксины, способные при низких концентрациях вызывать паралич потенциальных жертв путем ингибирования работы ионных каналов [12].

Кроме парализующих компонентов, анемоны способны продуцировать нетоксичные полипептидные молекулы. Наиболее яркий пример – это найденные в яде различных видов анемон ингибиторы протеолитических ферментов [2, 7, 11]. При этом как токсические компоненты яда, так и пептидные ингибиторы протеаз имеют одинаковую пространственную укладку, а некоторые компоненты из яда анемон имеют ингибирующую активность и на ионные каналы, и на сериновые протеазы [20, 22].

Помимо нейтральных и токсичных компонентов, анемоны продуцируют полипептидные компоненты с обезболивающим действием, активно изучаемые в нашей лаборатории. На сегодня опубликованы данные о наблюдаемом эффекте обезболивания на животных моделях при инъекциях таких полипептидных токсинов, как: APETx2 (селективного блокатора протон-чувствительных каналов ASIC3) [15], APHC1, APHC2, APHC3 (модуляторов активности ваниллоидного рецептора TRPV1) [1, 5].

Поскольку выделение активных полипептидов из природных источников сопряжено с различными сложностями, в настоящей работе была разработана схема получения рекомбинантных аналогов полипептидов с обезболивающим действием: APHC1-3 и APETx2. И была проведена наработка этих продуктов для изучения их биологической активности в различных экспериментальных условиях.

Материалы и методы. Фрагменты генов, кодирующих зрелые пептиды, получали с помощью ПЦР из праймеров, подобранных с учетом оптимизации использования кодонов для *E. coli*. Продукт амплификации обрабатывали рестриктазами EcoRI/XhoI, очищали с помощью гель-электрофореза и лигировали с плазмидой pET32b, расщепленной теми же рестриктазами. В качестве белка-партнера брали фрагмент тиоредоксина, обеспечивающий более высокий выход и правильность замыкания дисульфидных связей у цистеин-содержащих белков.

Аминокислотные последовательности анальгетических пептидов не содержат аминокислотного остатка метионина (Met), поэтому использовали его для расщепления слитного белка методом гидролиза пептидной связи бромцианом. Остаток Met был добавлен перед первым аминокислотным остатком полипептидов, сразу после последовательности фрагмента тиоредоксина. Лигаты трансформировали в клетки штамма XL1-Blue. Полученные клоны анализировали с помощью ПЦР «на колониях» и секвенировали. Полученными экспрессирующими конструкциями электротрансформировали клетки штамма BL21(DE3). Которые затем выращивали в 200 мл среды LB, содержащей ампициллин (100 мкг/мл), при 37°C с интенсивной аэрацией до достижения OD₆₀₀ 0,6-0,8 (6-8 часов), после чего экспрессию белков индуцировали добавлением изопропил-β-D-1-тиогалактопиранозидом (ИПТГ) до концентрации 0,2-0,4 mM и инкубировали 12-16 часов.

Бактериальные клетки осаждали центрифугированием при 4°C, 5000 об/мин в течение 15 мин. Осадок клеток ресуспендировали в 20 мл стартового буфера для аффинной хроматографии (20 mM Трис-HCl pH 7,5, 500 mM NaCl), помещали в лед и подвергали уль-

тразвуковой дезинтеграции. Клеточный лизат осветляли центрифугированием при 15000 об/мин в течение 20 мин (4°C). Лизат наносили на колонку с Co^{2+} -сефарозой (Clonetech), уравновешенную стартовым буфером. После нанесения колонку промывали 5 объемами стартового буфера. Слитные белки элюировали буфером, содержащим 20 мМ Трис-HCl (pH 7,5), 500 мМ NaCl, 150 мМ имидазол. Концентрацию белка определяли спектрофотометрически по расчетному значению коэффициента молярной экстинкции. Затем к раствору белка добавляли концентрированную соляную кислоту до конечной концентрации 0.5 М и 600-кратный молярный избыток BrCN над белком.

Реакцию гидролиза целевого продукта из состава слитного белка проводили при комнатной температуре в темноте 14-16 часов. Реакционную смесь упаривали досуха, растворяли в 0,1% растворе трифторуксусной кислоты (ТФУ) и наносили на обращенно-фазную колонку Jupiter C4 (Phenomenex), где получали очищенные соединения. Выход фракций определяли спектрофотометрически по поглощению при длинах волн 214 и 280 нм.

Константы ингибирования для трипсина и α -химотрипсина определяли методом Диксона [17] с использованием в качестве субстратов BAPNA и BTEE.

Для проведения теста горячей пластины пептиды вводили внутривенно, в хвостовую вену. Через 15 мин. мышь помещали на разогретую до 55°C металлическую пластину. Регистрировали время с момента посадки до первого облизывания задней лапы и до первого подпрыгивания.

Результаты и обсуждение.

Все исследуемые полипептиды содержат в своей структуре по 3 дисульфидных связи. Поэтому для экспрессии была выбрана плаزمид рЕТ-32b, которая дает возможность экспрессировать полипептиды в виде слитного белка с фрагментом тиоредоксина. Являясь хорошо растворимым белком, фрагмент тиоредоксина способствует замыканию дисульфидных связей и обеспечивает высокое содержание слитного белка в растворе [21]. Это, с одной стороны, не позволяет получить большого выхода целевого продукта, как в случае наработки белков в составе телец включения, но позволяет исключить дополнительную стадию ренатурации полипептидов в активную форму. Выход целевых полипептидов, после заключительной стадии очистки ВЭЖХ, с литра культуры клеток *E.coli* отличался для каждого из нарабатываемых полипептидов. Значительный выход рекомбинантного полипептида для экспрессии в водорастворимой форме показали два белка APHC2 и APHC3 по 8,2 мг, средний выход получили для APHC1 - 3,3 мг, и низкий выход получили для APETx2 - 0,5мг. Таким образом, несмотря на присутствие тиоредоксина в качестве белка-партнера, не во всех случаях удается добиться высокого выхода целевого продукта.

Биологическая активность полученных рекомбинантных полипептидов соответствовала описанной в литературе для природных белков. Все три рекомбинантных полипептида APHC1-3 обладали способностью ингибировать трипсин (измеренное $K_i=1*10^{-6}$, $0,9*10^{-6}$, $5*10^{-7}$ соответственно) и хемотрипсин (измеренное $K_i=5*10^{-6}$, $4,5*10^{-6}$, $7*10^{-6}$ соответственно) на уровне, близком к значениям, опубликованным для APHC1 [10], и анальгетической активностью в тесте горячей пластины, сопоставимой с данными для APHC1 [1]. Активность рекомбинантного APETx2 в тестах на экспрессированных в ооцитах *Xenopus laevis* каналах hASIC3 (рецептор человека) полностью соответствовала опубликованным в литературе данным: токсин вызывал обратимую блокаду пиковой компоненты ионных токов через hASIC3 каналы и не изменял проводимость стационарной компоненты, измеренная половинная ингибирующая концентрация IC_{50} составила 205 нМ, что немногим отличалось от значения IC_{50} 65нМ, описанного для каналов rASIC3 (рецептор крысы) [16].

Предлагаемая схема получения рекомбинантных полипептидов, модулирующих разные звенья восприятия болевых и воспалительных стимулов, может внести ценный вклад в решение ряда фундаментальных проблем, таких, как изучение молекулярных основ функционирования ноцицептивной системы и влияние активности рецепторов TRPV1 и ASIC3 на развитие ряда патологических процессов в организме.

Низкий выход АРЕТх2, по-видимому, связан с неправильным сворачиванием полипептида в условиях гетерологической экспрессии и его выпадением в клеточный осадок. Количество такого белка в осадке не анализировали, так как дальнейшая работа с неправильно собранным белком нецелесообразна. Вместо этого для увеличения выхода АРЕТх2 в дальнейшем планируется изменить условия индукции экспрессии и оптимизировать температурные режимы роста клеток.

Работа была поддержана программой фундаментальных исследований Президиума РАН «Молекулярная и клеточная биология» и средствами Федерального агентства по науке и инновациям по государственному контракту № 02.512.11.2283 от 10 марта 2009 г

ЛИТЕРАТУРА:

1. Андреев Я.А., Козлов С.А., Козловская Э.П., Гришин Е.В. () Анальгетическое действие пептидного ингибитора TRPV1-рецептора в моделях тепловой стимуляции боли // Доклады Академии наук. 2009. №424, 688-691.
2. Зыкова Т.А., Винокуров Л.М., Маркова Л.Ф., Козловская Э.П., Еляков Г.Б. Аминокислотная последовательность трипсинового ингибитора IV из *Radianthus macrodactylus* // Биоорган. Химия. 1985. №11, 293-301.
3. Зыкова Т. А., Монастырская М.М., Апаликова О.В., Швеи Т.В., Козловская Э. П. Низкомолекулярные цитолитины и ингибиторы трипсина из морской актинии *Radianthus macrodactylus*. Выделение и частичная характеристика // Биоорган. Химия. 1997. №54, 509-516.
4. Ильина А.П., Монастырская М.М., Исаева М.П., Гузев К.В., Рассказов В.А., Козловская Э.П. Первичная структура актинопопинов актинии *Oulactis orientalis* // Биоорган. Химия. 2005. №31, 357-362.
5. Козлов, С.А., Андреев, Я.А., Мурашев, А.Н., Скобцов, Д.И., Дьяченко И.А., Гришин Е.В. Новые полипептидные компоненты с анальгетической активностью из морской анемоны *Heteractis crispa* // Биоорганическая химия. 2009. №35, 789-798.
6. Монастырская М.М., Козловская Э.П., Иванов А.С., Мольнар А.А., Халилов Э.М., Еляков, Г.Б. Действие метридиолитина из морской анемоны *Metridium senile* на биологические и модельные мембраны // Биол. Мембраны. 1988. №5, 830-835.
7. Сокотун И.Н., Лейченко Е.В., Вакорина Т.И., Еськов А.А., Ильина А.П., Монастырская М.М., Козловская Э.П. Ингибитор сериновых протеиназ из актинии *radianthus macrodactylus*: выделение и физико-химические свойства // Биоорган. Химия. 2007. №33, 448-455.
8. Anderluh, G. and Macek, P. Cytolytic peptide and protein toxins from sea anemones (Anthozoa: Actiniaria) // Toxicon. 2002. №40, 111-124.
9. Anderluh, G., Pungercar, J., Strukelj, B., Macek, P. and Gubensek, F. Cloning, sequencing, and expression of equinatoxin II // Biochem Biophys Res Commun. 1996. №220, 437-442.
10. Andreev, Y. A., Kozlov, S. A., Koshelev, S. G., Ivanova, E. A., Monastyrnaya, M. M., Kozlovskaya, E. P. and Grishin, E. V. Analgesic compound from sea anemone *Heteractis crispa* is the first polypeptide inhibitor of vanilloid receptor 1 (TRPV1) // J Biol Chem. 2008. №283, 23914-23921.
11. Antuch, W., Berndt, K. D., Chavez, M. A., Delfin, J. and Wuthrich, K. The NMR solution structure of a Kunitz-type proteinase inhibitor from the sea anemone *Stichodactyla helianthus* // Eur J Biochem. 1993. №212, 675-684.
12. Bosmans, F. and Tytgat, J. Sea anemone venom as a source of insecticidal peptides acting on voltage-gated Na⁺ channels // Toxicon. 2007. №49, 550-560.
13. Carli, A., Bussotti, S., Mariottini, G. L. and Robbiano, L. Toxicity of jellyfish and sea-anemone venoms on cultured V79 cells // Toxicon. 1996. №34, 496-500.
14. Cline, E. I., Wiebe, L. I., Young, J. D. and Samuel, J. Toxic effects of the novel protein UpI from the sea anemone *Urticina piscivora* // Pharmacol Res. 1995. №32, 309-314.
15. Deval, E., Noel, J., Lay, N., Alloui, A., Diochot, S., Friend, V., Jodar, M., Lazdunski, M. and Lingueglia, E. ASIC3, a sensor of acidic and primary inflammatory pain // Embo J. 2008. №27, 3047-3055.

16. Diochot, S., Baron, A., Rash, L. D., Deval, E., Escoubas, P., Scarzello, S., Salinas, M. and Lazdunski, M. A new sea anemone peptide, APETx2, inhibits ASIC3, a major acid-sensitive channel in sensory neurons // *Embo J.* 2004. №23, 1516-1525.
17. Dixon, M. The determination of enzyme inhibitor constants // *Biochem J.* 1953. №55, 170-171.
18. Elliott, R. C., Konya, R. S. and Vickneshwara, K. The isolation of a toxin from the dahlia sea anemone, *Tealia felina* L // *Toxicon.* 1986. №24, 117-122.
19. Grotendorst, G. R. and Hessinger, D. A. Purification and partial characterization of the phospholipase A2 and co-lytic factor from sea anemone (*Aiptasia pallida*) nematocyst venom // *Toxicon.* 1999. №37, 1779-1796.
20. Honma, T., Kawahata, S., Ishida, M., Nagai, H., Nagashima, Y. and Shiomi, K. Novel peptide toxins from the sea anemone *Stichodactyla haddoni* // *Peptides.* 2008. №29, 536-544.
21. LaVallie, E. R., DiBlasio, E. A., Kovacic, S., Grant, K. L., Schendel, P. F. and McCoy, J. M. A thioredoxin gene fusion expression system that circumvents inclusion body formation in the *E. coli* cytoplasm // *Biotechnology (N Y).* 1993. №11, 187-193.
22. Schweitz, H., Bruhn, T., Guillemare, E., Moinier, D., Lancelin, J. M., Beress, L. and Lazdunski, M. Kalicludines and kaliseptine. Two different classes of sea anemone toxins for voltage sensitive K⁺ channels // *J Biol Chem.* 1995. №270, 25121-25126.

КОНВЕКТИВНЫЙ МАССОПЕРЕНОС МЕТАБОЛИТОВ В ДИАЛИЗАТОРАХ*

Аннотация. Одним из параметров, определяющим эффективность очистки крови при использовании мембранных массообменных устройств, является конвекция низко- и среднемолекулярных веществ, входящих в состав крови, через полупроницаемые мембраны. В работе представлен анализ вклада конвективного массопереноса при гемодиализе, гемофильтрации и гемодиофильтрации; получены аналитические выражения распределения метаболитов в диализаторе и клиренса каждой из этих процедур; рассчитанные по полученным аналитическим выражениям клиренсы сопоставлены с их паспортными значениями.

Ключевые слова: конвективный массоперенос, диализатор, искусственное очищение крови, гемодиализ, гемофильтрация, гемодиофильтрация.

N. Bazaev

CONVECTIVE MASS TRANSFER OF METABOLITES IN DIALYZERS

Abstract. One of the parameters determining the effectiveness of blood purification using membrane mass transfer device is a convection of low- and mediummolecular substances in the blood composition, through the semi permeable membrane. The paper presents an analysis of the contribution of convective mass transfer during hemodialysis, hemofiltration and hemodiafiltration; the analytical expressions distribution of metabolites in the dialyzer and the clearance of each of these procedures; calculated from the analytical expressions obtained clearances compared with the rated values.

Key words: convective mass transfer, dialyzer, an artificial cleansing of blood, hemodialysis, hemofiltration, hemodiafiltration.

В современной медицине искусственное очищение получило всеобщее признание как эффективный метод управления физиологическим состоянием организма человека и используется для стабилизации ионного гомеостаза, детоксикации и дегидратации организма [2, 4, 5]. В практической медицине искусственного очищения широкое распространение получили диализно-фильтрационные методы гемокоррекции, основанные на применении мембранных массообменных устройств. К таким методам, в частности, относятся ультрафильтрация, гемофильтрация, гемодиализ и гемодиофильтрация [3-5].

Клиническая результативность этих методов определяется механизмами молекулярной диффузии и конвекции низко- и среднемолекулярных веществ, входящих в состав крови, через полупроницаемые мембраны массообменного устройства (диализатора или гемофильтра), а также параметрами управляющих сред (замещающего и диализирующего растворов). Для каждого метода искусственного очищения крови используются различные модели массообменных устройств, отличающиеся материалом мембраны, радиусом пор и пр. Настоящее исследование посвящено разработке математической модели конвективного массопереноса в диализаторах.

Процесс конвективного массопереноса в диализаторах возникает за счёт перепада давлений между полостями по крови и по диализирующему раствору, что схематически представлено на рис. 1.

* © Базаев Н.А.

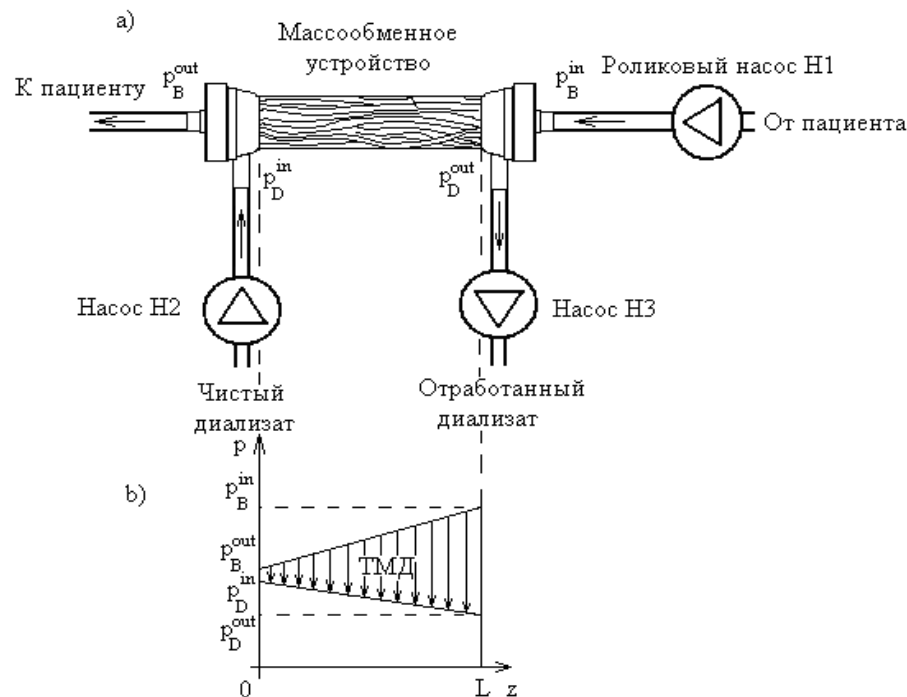


Рис. 1. Схема создания трансмембранного давления (ТМД) в диализаторе для конвективного массопереноса, где p_B^{in} , p_B^{out} , p_D^{in} и p_D^{out} — давление крови и диализирующего раствора на входе в диализатор и на выходе из него, соответственно.

Давление в полостях определяется расходами насосов, обеспечивающих перемещение крови и диализирующего раствора вдоль диализатора, а также диаметром заборной и возвратной фистульных игл. Течение крови и диализирующего раствора внутри массообменного устройства характеризуется малыми значениями числа Рейнольдса и является ламинарным, поэтому распределение давлений в диализаторе можно считать линейным (см. рис. 1) [6]. При расчётах часто пренебрегают пространственным распределением давлений в диализаторе и используют средние значения давлений в полостях. Конвективный массоперенос в диализаторе характеризуется коэффициентом ультраfiltrации — K_{uf} (мл/ч/мм.рт.ст.).

Процесс массопереноса метаболитов в диализаторе можно свести к массопереносу через одно волокно. Предположим, что каждое волокно находится в центре окружности

некоторого радиуса $R_c = \frac{R}{\sqrt{N}}$, где R — радиус диализатора, N — количество волокон диализатора [1]. Воспользуемся уравнением неразрывности для описания потока крови и диализирующего раствора через массообменное устройство:

$$\begin{cases} \frac{\partial c_B}{\partial t} + \text{div}(\vec{j}_B) = 0 \\ \frac{\partial c_D}{\partial t} + \text{div}(\vec{j}_D) = 0, \end{cases} \quad (1)$$

где c_B , c_D — концентрации, а $\vec{j}_B$, $\vec{j}_D$ — вектора потоков i -ой фазы крови и диализирующего раствора, соответственно. Поток i -ой фазы крови вдоль оси z (рис. 1) может быть представлен в виде произведения её концентрации на скорость потока:

$j_{Bz}^{(i)} = c_B^{(i)} \cdot u_B^{(i)}$; аналогично может быть представлен поток i -ой фазы диализирующего раствора: $j_{Dz}^{(i)} = c_D^{(i)} \cdot u_D^{(i)}$.

В свою очередь, поток в радиальном направлении определяется диффузией и/или конвекцией в зависимости от типа процедуры. В общем случае, для гемодиализации, радиальный поток выглядит следующим образом: $j_{iBr}(r=R_m)=j_i^{diff}+j_i^{conv}$, где j_i^{diff} , j_i^{conv} – соответственно вклад диффузии и конвекции в общий массоперенос i -ой фазы крови.

Конвективный массоперенос при гемодиализе

При гемодиализе поток вещества через мембраны диализатора определяется диффузионным массопереносом: $j_{iBr}(r=R_m)=-D_i \cdot \nabla c_{iM} = \frac{D_i}{d} \cdot (c_{iB} - c_{iD})$. Система уравнений (1) при этом примет вид:

$$\begin{cases} \frac{\partial c_{iB}}{\partial t} = -u_B \frac{\partial c_{iB}}{\partial z} - W_1 \cdot (c_{iB} - c_{iD}) \\ \frac{\partial c_{iD}}{\partial t} = u_D \frac{\partial c_{iD}}{\partial z} + W_2 \cdot (c_{iB} - c_{iD}) \end{cases}, \quad (2)$$

где $W_1 = \frac{2 \cdot D_i}{R_m \cdot d}$, $W_2 = \frac{2 \cdot D_i}{(R_c + R_m + d) \cdot d}$. Пусть концентрации метаболитов на

входе в диализатор для крови и диализирующего раствора заданы и определяют граничные условия: $c_B(z=0)=c_B^{in}$, $c_D(z=L)=0$. Тогда стационарное решение системы (2) имеет вид:

$$\begin{cases} c_{iBs} = \frac{c_B^{in} \cdot \left(\frac{W_2 \cdot u_B}{W_1 \cdot u_D} \cdot \exp(\lambda \cdot L) - \exp(\lambda \cdot z) \right)}{\frac{W_2 \cdot u_B}{W_1 \cdot u_D} \cdot \exp(\lambda \cdot L) - 1} \\ c_{iDs} = \frac{c_B^{in} \cdot \frac{W_2 \cdot u_B^{(i)}}{W_1 \cdot u_D^{(i)}} \cdot (\exp(\lambda \cdot L) - \exp(\lambda \cdot z))}{\frac{W_2 \cdot u_B^{(i)}}{W_1 \cdot u_D^{(i)}} \cdot \exp(\lambda \cdot L) - 1} \end{cases}, \quad (3)$$

где $\lambda = -\left(\frac{W_1}{u_B} - \frac{W_2}{u_D} \right)$, c_{iB}^{in} - концентрация i -ой фазы крови на входе в диализатор.

На рис. 2 представлено пространственное распределение мочевины в диализаторе при гемодиализе.

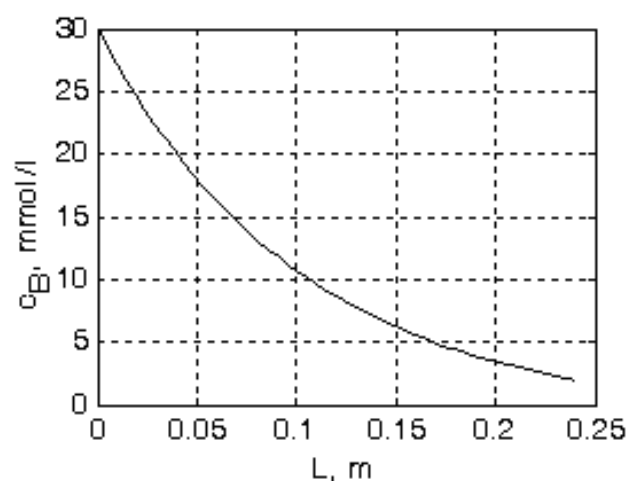


Рис. 2. Пространственное распределение мочевины в диализаторе Ployflux 140H при $u_B = 300$ мл/мин

Используя стационарное решение (3), запишем выражение для клиренса при гемодиализе:

$$K_i = \frac{(\exp(\lambda \cdot L) - 1) \cdot Q_B + \exp(\lambda \cdot L) \cdot \left(\frac{u_B \cdot W_2}{u_D \cdot W_1} - 1 \right) \cdot Q_{uf} \cdot S}{\frac{u_B \cdot W_2}{u_D \cdot W_1} \cdot \exp(\lambda \cdot L) - 1}. \quad (4)$$

Погрешности прогнозирования диализаторов представлены в табл. 1.

Таблица 1

Зависимость погрешности прогнозирования клиренса диализаторов от скорости кровотока (Q_B)

Серия диализаторов	Число моделей в серии	Материал мембраны	Абсолютная погрешность, %			
			средняя		максимальная	
			$Q_B < 400$	$Q_B \geq 400$	$Q_B < 400$	$Q_B \geq 400$
Surelyzer PES	18	полиэфирсульфон	2,0	-	5,7	-
PureFlux	12	полиэфирсульфон	0,96	-	1,8	-
Sureflux L, G, E, FB-U, UH, FH	47	триацетат целлюлозы	1,8	-	2,7	-
Polyflux	10	полиамид	3,5	8,9	6,08	13,3
Xevonta	12	амембрис	1,2	5,2	5,3	12,6
Diacap	10	полисульфон	3,4	6,0	9,1	12,0
ELISTO	8	полинефрон	3,2	-	7,31	-

Как видно из табл. 1, при скоростях кровотока менее 400 мл/мин. погрешность определения клиренса не превышает 10 %. При гемодиализе, помимо очищения крови от метаболитов, производится забор избытка жидкости, что также учтено в выражении (4). Клиренс конвективной составляющей при этом изменяется от 2 до 9 мл/мин, т.е. не превышает 5 %.

Конвективный массоперенос при гемофильтрации и гемодиализации

Для проведения гемофильтрации используются массообменные устройства, мембраны которых имеют меньший радиус пор, нежели при гемодиализе, что существенно ограничивает диффузионный массоперенос. В основе гемофильтрации лежит процесс прохождения крови через мембрану за счёт высокого трансмембранного давления, что сопровождается удалением значительного (до 15 – 16 л) объёма жидкости. Поток вещества через мембраны гемофильтра примет вид: $j_{iBr}(r = R_m) = j_i^{conv} = (c_{iB} - c_{iD}) \cdot v_{uf}$, а пространственно-временная зависимость концентрации метаболитов в крови и диализирующем растворе при гемофильтрации определяется из следующей системы уравнений:

$$\begin{cases} \frac{\partial c_{iB}}{\partial t} = -u_B \frac{\partial c_{iB}}{\partial z} - W'_1 \cdot v_{uf} \cdot (c_{iB} - c_{iD}) \\ \frac{\partial c_{iD}}{\partial t} = u_D \frac{\partial c_{iD}}{\partial z} + W'_2 \cdot v_{uf} \cdot (c_{iB} - c_{iD}) \end{cases}, \quad (5)$$

где $W'_1 = \frac{2}{u_B \cdot R_m}$, $W'_2 = \frac{2}{u_D \cdot (R_m + R_c + d)}$. Пусть концентрации метаболитов на

входе в диализатор для крови и диализирующего раствора заданы и определяют граничные условия: $c_{iB}(z=0) = c_{iB}^{in}$, $c_{iD}(z=L) = 0$. При постоянных величинах скоростей течения крови и диализирующего раствора стационарное решение системы (5) имеет вид:

$$\begin{cases} c_{iBs} = \frac{c_{iB}^{in} \cdot \left(\exp(\lambda \cdot z) - \frac{W'_2}{W'_1} \cdot \exp(\lambda \cdot L) \right)}{1 - \frac{W'_2}{W'_1} \cdot \exp(\lambda \cdot L)} \\ c_{iDs} = \frac{c_{iB}^{in} \cdot \frac{W'_2}{W'_1} \cdot (\exp(\lambda \cdot L) - \exp(\lambda \cdot z))}{1 - \frac{W'_2}{W'_1} \cdot \exp(\lambda \cdot L)} \end{cases}, \quad (6)$$

где $\lambda = -(W'_1 - W'_2) \cdot v_{uf} = \frac{-(W'_1 - W'_2) \cdot \Delta p \cdot K_{uf}}{S_m}$, K_{uf} - коэффициент ультрафильтрации, Δp - перепад трансмембранного давления.

На рис. 3 представлено пространственное распределение мочевины в диализаторе при гемофильтрации.

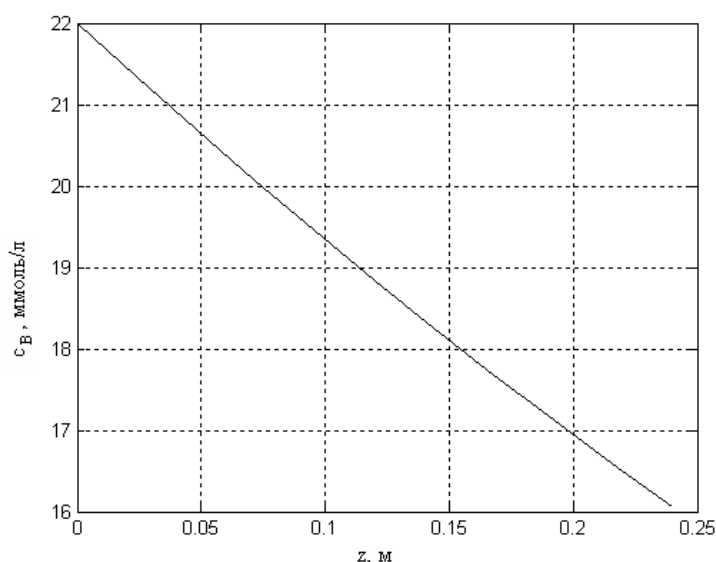


Рис. 3. Пространственное распределение мочевины в гемофилт্রে HF-80 при перепаде давлений $\Delta p = 300$ мм.рт.ст. и потоке ультрафильтрата $Q_{uf} = 65$ мл/мин.

Используя стационарное решение (6) для крови, получим клиренс гемофилтра по i -ой компоненте крови:

$$K_i = \frac{\left(1 - \frac{W'_2}{W'_1}\right) \cdot \exp\left(-(W'_1 - W'_2) \cdot v_{uf} \cdot L\right)}{1 - \exp\left(-(W'_1 - W'_2) \cdot v_{uf} \cdot L\right) \cdot \frac{W'_2}{W'_1}} \cdot Q_{uf} \cdot S. \quad (7)$$

Клиренс при гемофильтрации во многом зависит от объёма удаляемой жидкости – при малых объёмах удаляемого ультрафильтрата величина клиренса будет сравнительно небольшой, а процедура – неэффективной.

При гемодиализации используются массообменные устройства, мембраны которых имеют больший, чем при гемодиализе, радиус пор. Диффузный и конвективный массоперенос метаболитов при этом увеличивается, вид стационарного решения для гемодиализации будет аналогичен решению для гемофильтрации (6), а клиренс – выражению для клиренса при гемодиализе (4), где $\lambda = -(W'_1 + W'_2) \cdot \left(v_{uf} + \frac{D}{d}\right)$.

Основные результаты и выводы

В результате проведённой работы получены выражения, описывающие пространственное распределение метаболитов в диализаторе, гемофилт্রে и гемодиализаторе. Получено выражение для клиренса диализатора и оценён вклад конвективной составляющей при гемодиализе. Кроме того, получены выражения для клиренса гемофилтра и гемодиализатора. При гемофильтрации клиренс, в основном, определяется объёмом удаляемого ультрафильтрата. Гемодиализация является наиболее эффективным средством искусственного очищения крови, а вклад конвективной и диффузионной составляющих зависит от соотношения между скоростью ультрафильтрации и проницаемостью мембраны.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Минобрнауки России (ФЦП “Научно-педагогические кадры инновационной России”, государственный контракт №П2082 от 03.11.2009, НК-390П-18).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Базаев Н.А., Гринвальд В.М., Селищев С.В. Моделирование процесса массопереноса в гемодиализаторе // Медицинская техника. № 6. 2008. С. 31-35.
2. Воинов В.А. Эфферентная терапия. Мембранный плазмаферез. СПб. 1997. 256 с.
3. Гринвальд В.М., Киселев Б.Л., Максимов Е.П., Хайтлин А.И. Аппаратура искусственного очищения крови /Под ред. академика РАМН В.А. Викторова. М.: ЗАО “ВНИИМП–ВИТА”. 2002. 232 с.
4. Костюченко А.Л. (ред). Эфферентная терапия. С.П. 2003. 432 с.
5. Лопаткин Н.А., Лопухин Ю.М. Эфферентные методы в медицине. М., Медицина. 1989. 350 с.
6. Nissenson A.R., Fine R.N. Clinical dialysis. New York: The McGraw Hill Professional. 2005. P. 1024.

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ И ИММУНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОДОНТОГЕННОЙ ФЛЕГМОНЫ И АБСЦЕССОВ АКТИНОМИКОТИЧЕСКОЙ ЭТИОЛОГИИ*

Аннотация. В представленной работе исследованы патологические значения актиномицетов, а также микробиологические и иммунологические аспекты при одонтогенной флегмоне и абсцессах, вызванными ими и другими микроорганизмами. Показано, что у больных одонтогенной флегмоной и абсцессом, вызванными актиномицетами в сочетании с другими микроорганизмами, в сыворотке крови отмечалось значительное увеличения цитокинов. Результаты количественного определения субпопуляции Т-лимфоцитов показали, что содержание CD₃, CD₄, CD₈, а также CD₂₂ у всех больных с актиномикотической этиологией было снижено по сравнению с лицами контрольной группы.

Ключевые слова: абсцесс, флегмона, одонтоген, ассоциация.

H. Qasimova, N. Agaeva

THE FEATURES OF MICROBIOLOGY AND IMMUNOLOGY IN THE PARADONTIT AND GINGIVIT DISEASES WITH ACTINOMICOTIC ETHIOLOGY

Abstract. In the present study investigated the pathological significance of actinomycetes, as well as microbiological and immunological aspects in odontogenic flegmon and absces caused by them and other microorganisms. It is shown that in patients with odontogenic flegmon and absces caused by actinomycetes, in combination with other microorganisms in the blood serum showed a significant increase in cytokines. The results of the quantitative determination of subpopulations of T- lymphocytes showed that the content of CD3, CD4, CD8, and CD22 in all patients with actinomicotic ethiology was reduced compared with the control group.

Key words: absess, flegmon, odontogen association.

Полость рта, ее слизистая оболочка и микроидные ткани челюстно-лицевой области играют важнейшую роль во взаимодействии организма человека с окружающей средой. Микроорганизмы, обитающие в полости рта, с одной стороны, способствуют перевариванию пищи и синтезу витаминов, с другой – образуют продукты, повреждающие зубы. Антигены этих микроорганизмов стимулируют активность факторов иммунобиологической резистентности организма, но в полости рта проявляют иммуносупрессивное и токсическое действие на ткани десны и периодонт [3]. Микроорганизмы, обитающие в полости рта, – антагонисты патогенной флоры, и в то же время резидентная микрофлора полости рта сама способна вызывать развитие серьезных заболеваний.

Инфекции, развивающиеся в полости рта, разделяют на первичные, входными воротами которых является слизистая оболочка полости рта, и вторичные, когда поражения слизистой оболочки – лишь проявление системных поражений (кишечных, респираторных и др.). По характеру клинических проявлений инфекции разделяют на острые и хронические, а по этиологии – на вирусные, бактериальные и грибы.

Местные микроорганизмы часто ассоциируются с этиологией двух широко распространенных патологических процессов в полости рта – кариеса и пародонтальных заболеваний. Оральная патология, как правило, развивается после нарушения сбалан-

* © Гасимова Г.С., Агаева Н.А.

сированного состояния местной микрофлоры, что приводит к появлению потенциально патогенных микроорганизмов [10].

Существующая в полости рта влажная среда обеспечивает в большинстве участков относительно стабильную температуру (от 34° до 36°С) и pH (ближе к нейтральной), чем поддерживается рост широкого разнообразия микроорганизмов. Вместе с тем, ротовую полость нельзя рассматривать как однообразную среду. В ней можно определить несколько участков – мест обитания микроорганизмов, каждое из которых характеризуется разнообразными физико-химическими свойствами и способно поддерживать рост и развитие разной микробной общины. Это происходит частично из-за большого анатомического разнообразия полости рта, а также взаимосвязи между разными анатомическими структурами [11,13].

Оральная микрофлора у людей весьма сложна и разнообразна. Она включает более чем 300 бактериальных видов (к которым можно добавить Protozoa, грибы, а также микоплазмы и актиномицеты). Их распространение меняется качественно и количественно в зависимости от местообитания [12].

Преобладающими микроорганизмами, изолированными из супрагингивальной дентальной бляшки, являются грам-позитивные, факультатив – анаэробные бактерии, в частности *Actinomyces* spp. и стрептококки. Грам-негативные бактерии групп *Veillonella* и *Bacteriodes* регулярно выделяются, но сравнительно в меньших количествах. Тотальное число культивируемых бактерий из сабгингивальной щели у здоровых лиц относительно мало. В сабгингивальной бляшке также преобладают грам-позитивные микроорганизмы (актиномицеты, стрептококки и др.) [5].

В доступной литературе недостаточно представлено информации о микрофлоре поверхности слизистых оболочек полости рта, а также мягких тканей челюстно-лицевой области. В слизистой оболочке десен, неба, щеки и дна полости рта колонизация бактерий происходит с немногими микроорганизмами [4]. Стрептококки составляют большую часть микрофлоры слизистых оболочек оральной полости, а другие роды микроорганизмов, как *Neisseria*, *Haemophilus*, *Veillonella* и др., изолируются существенно меньше.

Как известно, количественный критерий имеет важное значение при установлении возбудителя инфекционного процесса. Возрастание доли определенного вида среди остальных микроорганизмов в течение заболевания, а также доминирование его в популяции, населяющей очаг поражения, может косвенно свидетельствовать об этиологической роли данного вида [4]. У здоровых людей десневая бороздка содержит ограниченное количество матрикса зубной бляшки. Более 30% всей культивируемой микрофлоры такой бляшки составляют грамположительные палочки, и около 90% из них – представители актиномицетов (*Actinomyces viscosus*, *A. naeslundii*, *A. israeli*) [3]. Прекращение гигиенического ухода за полостью рта ведет к накоплению матрикса бляшки, что сопровождается, с одной стороны, развитием гингивита, а с другой – возрастанием доли актиномицетов, которые постепенно становятся доминирующей флорой. В зрелой, ненарушенной зубной бляшке актиномицеты составляют примерно половину всех микроорганизмов: *A. viscosus* и *A. naeslundii* – 38,4%, *A. israeli* – 10%, *A. odontolyticus* – 3,5% [3].

На модели экспериментального гингивита показано, что количество *A. viscosus* и *A. israeli* увеличивается параллельно нарастанию интенсивности воспаления десен. Другими исследователями также отмечена прямая корреляция между выраженностью клинических симптомов гингивита и содержанием *A. viscosus* в материале зубной бляшки. При микробиологическом исследовании десневой жидкости и зубной бляшки у больных пародонтитом определено, что численность популяции *A. viscosus* и *Rothia dentocariosa* в области поражения оказалась больше, чем в непораженных участках. Другие авторы наблюдали высокое содержание *R. dentocariosa*, *A. naeslundii*, *A. viscosus* лишь у больных

с минимальной активностью процесса. Актиномицеты доминируют и при такой форме патологии органов рта, как одонтогенная флегмона и абсцессы, когда в кариозных поражениях обнаруживается *A. viscosus*, *A. naeslundii*, *A. odontolyticus* [9].

Слизистая оболочка полости рта, кариозные зубы, десневые карманы, крипты миндалин или служат местом обитания актиномицетов, или могут стать «пристанищем» для почвенных сапрофитов, попадающих в полость рта или воздуха с пылью, а также с пищей и водой. Нарушение экологического равновесия между человеком и бактериями ведет к развитию актиномикотического заболевания [2, 6].

Все типичные актиномикотические поражения содержат разные бактерии в дополнение к патогенным актиномицетам [1]. Таким образом, термин «актиномикоз» скорее определяет полиэтиологический воспалительный синдром, чем просто заболевание, относящееся к отдельному патогенному микроорганизму.

Почти во всех патологических процессах челюстно-лицевой области (челюстно-лицевой актиномикоз, пародонтит, гингивит и др.) актиномицеты имеют важное значение. Среди них особую роль играют одонтогенные флегмоны и абсцессы мягкой ткани челюстно-лицевой области.

Одонтогенные заболевания – группа гнойно-воспалительных поражений, включающая периодонтиты, периоститы, остеомиелиты челюстей, а также флегмоны и абсцессы околозубных мягких тканей. Все поражения обусловлены лимфо- и гематогенным диссеминированием возбудителей из зубного канала в мягкие ткани, на периодонт, надкостницу и костные ткани челюстей. Состояния вызывают ассоциации бактерий, обитающих в полости рта – стафилококки, стрептококки, бактероиды, актиномицеты и др.

В настоящей работе рассматривается вопрос о патологическом значении актиномицетов, а также микробиологические и иммунологические аспекты при одонтогенной флегмоне и абсцессах с актиномикотической этиологией.

Материал и методы исследования

Микробиологические исследования патологического материала проводились на кафедре микробиологии и иммунологии Азербайджанского медицинского университета (далее АМУ). Проведено исследование мазков ротовой полости 139 больных пародонтитом и гингивитом, проходивших обследование и лечение в стоматологической поликлинике АМУ. Пациенты были разделены на 2 группы. I группу составили 45 больных с одонтогенной флегмоной, II группу – 17 больных с одонтогенным абсцессом. Каждая группа была также разделена на две подгруппы: «а» - с актиномикотической этиологической, «б» - больные, у которых этиологическим аспектом служили другие микроорганизмы (бактерии и грибы).

Материалом для исследования служили гной из мягкой ткани челюстно-лицевой области. Параллельно образцы помещали в 5 мл транспортной среды (0,06% обогащенной тиогликолевой среды) для изучения морфологических и тинктональных свойств при окрашивании препаратов по Грамму, Циль-Нельсону и Романовскому-Гимзе.

Для выделения культур актиномицетов в качестве плотной среды использовали тиогликолевую, крахмал-аммиачную среды, а также среду Сабуро, кровяной агар.

Инкубацию при 35-37°C проводили в анаэробных и аэробных условиях в течение 15 дней. По общепринятому методу исследовали морфологические, культуральные, физиологические и биохимические свойства выделенных изолятов [7, 8]. Колонии изучали при помощи лупы и микроскопа.

Концентрацию иммуноглобулинов классов А, М, G провоспалительных цитокинов (TNF α , IL-1) в сыворотке крови, а также уровня sIgA в слюне определяли методом твердофазного иммуноферментного анализа. Для изучения количества субпопуляции Т-

лимфоцитов (CD_3 , CD_4 , CD_8), а также CD_{22} в крови был использован коммерческий тест-набор, «колоноспектр», предназначенный для определения дифференцированных антигенов лейкоцитов человека методом иммунопероксидазного окрашивания клеток.

Результаты и их обсуждение

Бактериологический и бактериоскопический анализы больных одонтогенной флегмоной и абсцессом позволили сделать следующие выводы. Среди больных одонтогенной флегмоной в 37% были выделены актиномицеты в ассоциации с другими микроорганизмами, в остальных случаях (63,0%) – лишь другие микроорганизмы. У больных одонтогенным абсцессом ассоциация была обнаружена в 41% случаев, а у 59% пациентов – другие микроорганизмы. При одонтогенной флегмоне чаще обнаруживались *Act.odontolyticus*, *Act.londinensis*, *Act.thermofuscus*, *T.curvata*, *S.hordee*, *Act.spp*. При одонтогенном абсцессе – *Act.odontolyticus*, *Act.londinensis*, *T.curvata*, *S.hordee*. Все они были в ассоциации с аэробными и анаэробными микроорганизмами.

При одонтогенной флегмоне были выделены следующие «сопутствующие» микроорганизмы: *S.aureus*, *Ps.aeruginosa*, *Fuzobacterium spp.*, грамположительные анаэробные кокки. При одонтогенном абсцессе актиномицеты были выделены в ассоциации с аэробными бактериями – *S.aureus*, *Ps.aeruginosa*, из анаэробных – *Fuzobacterium spp*.

Исходя из этих данных, можно предположить, что при возникновении таких болезней, как одонтогенная флегмона и абсцесс мягких тканей челюстно-лицевой области, значительную роль играют актиномицеты и так называемые «сопутствующие микроорганизмы» (бактерии и грибы) и вместе они создают локальные условия для патологического процесса [5]. Поэтому необходимо изолировать и идентифицировать выделенные актиномицеты, а также другие микроорганизмы из очагов актиномикотических поражений. Развитие актиномикоза следует рассматривать как проявление аутоинфекции, которая возникает и прогрессирует на фоне гнойно-воспалительных заболеваний, травм, иммунодефицитных состояний. В ряде случаев для возникновения заболевания необходимо наличие гиперсенсibilизации или ассоциации с другими бактериями, обитающими в организме (микст-инфекция) [6, 9]. При этом сопутствующая микрофлора значительно усугубляет тяжесть поражения и нередко способствует ошибкам при лабораторной диагностике, поскольку актиномицеты при микроскопическом исследовании не выявляются, а на питательных средах их видимый рост проявляется намного позже (на 7-14 день), чем сопутствующей микрофлоры; к тому же, в зависимости от вида актиномицетов, для их культивирования необходимы аэробные или анаэробные условия, что не всегда учитывается в практике врачей, особенно – при столь позднем обнаружении актиномицетов. Необходимо отметить, что при воспалительных заболеваниях пародонта наряду с увеличением количества актиномицетов, наблюдается изменение их морфологии. В частности, зубная бляшка здоровых людей представлена палочко- и кокковидными бактериями, а у больных с одонтогенной флегмоной и абсцессом она содержит плотные агрегаты нитевидных грамположительных бактерий.

В дальнейших исследованиях нами были проанализированы сравнительные показатели иммунной системы у больных одонтогенной флегмоной и абсцессом актиномикотической этиологии, а также без нее. У больных одонтогенной флегмоной ($IgA - 2,0 \pm 0,04$ мг/мл, $IgM - 1,1 \pm 0,05$ мг/мл, $IgG - 6,7 \pm 0,04$ мг/мл) и одонтогенным абсцессом ($IgA - 1,75 \pm 0,04$ мг/мл, $IgM - 1,3 \pm 0,1$ мг/мл, $IgG - 7,3 \pm 0,04$ мг/мл) с актиномикотической этиологией анализ средних уровней иммуноглобулинов в сыворотке крови показал достоверное их понижение по сравнению с больными, у которых этиологическим агентом служили другие бактерии и грибы (одонтогенная флегмона: $IgA - 2,87 \pm 0,02$ мг/мл, $IgM - 1,96 \pm 0,04$ мг/мл, $IgG - 27,1 \pm 0,1$ мг/мл; одонтогенный абсцесс: $IgA - 4,0 \pm 0,01$ мг/мл, IgM

– $1,71 \pm 0,03$ мг/мл, IgG – $28,6 \pm 0,31$ мг/мл). Концентрация sIgA у больных с актиномикотической этиологией была заметно понижена (одонтогенная флегмона – $48,2 \pm 8,3$ мг/мл, одонтогенный абсцесс – $57,9 \pm 10,3$ мг/мл) по сравнению с нормой, а также с больными, у которых выделены другие микроорганизмы (в норме уровень sIgA составляет $207,5 \pm 92,2$ мг/мл).

У больных одонтогенной флегмоной и абсцессом, заболевание которых было вызвано актиномицетами в сочетании с другими микроорганизмами, в сыворотке крови отмечалось значительное увеличение цитокинов (у больных одонтогенной флегмоной: TNF α – $144,8 \pm 12,5$ мг/мл, IL-1 – $189,7 \pm 15,5$ мг/мл; у больных одонтогенным абсцессом: TNF α – $135,9 \pm 11,3$ мг/мл, IL-1 – $154,1 \pm 15,9$ мг/мл). Можно полагать, что отмеченные изменения в концентрации цитокинов обусловлены остротой воспалительных процессов. По всей вероятности, как одонтогенной флегмоне, так и абсцессу, обусловленному актиномицетами в ассоциации с другими микроорганизмами, свойственно было острое течение, а у больных, этиологическим агентом которых служили лишь только другие микроорганизмы, концентрация цитокинов немного была снижена (одонтогенная флегмона: TNF α – $148,1 \pm 15,4$ мг/мл, IL-1 – $189,7 \pm 17,3$ мг/мл; одонтогенный абсцесс: TNF α – $138,7 \pm 11,5$ мг/мл, IL-1 – $166,5 \pm 13,8$ мг/мл), а по сравнению с нормой – достоверно повышено.

Результаты количественного определения субпопуляции Т-лимфоцитов показали, что содержание CD₃ (у больных одонтогенной флегмоной – $51,9 \pm 10,0\%$, у больных одонтогенным абсцессом – $58,4 \pm 8,3\%$), CD₄ (одонтогенная флегмона – $29,8 \pm 7,5\%$, одонтогенный абсцесс – $34,4 \pm 7,0\%$), CD₈ (одонтогенная флегмона – $16,3 \pm 5,9\%$, одонтогенный абсцесс – $16,4 \pm 3,5\%$), а также CD₂₂ (одонтогенная флегмона – $6,7 \pm 3,1\%$, одонтогенный абсцесс – $7,7 \pm 1,1\%$) у всех больных с актиномикотической этиологией было снижено по сравнению с лицами контрольной группы (CD₃ – $65,5\%$, CD₄ – $38,5\%$, CD₈ – $29,5\%$, CD₂₂ – $12,8\%$).

Данное обстоятельство свидетельствует прежде всего об ослаблении клеточных механизмов защиты организма у больных одонтогенной флегмоной и абсцессом, особенно с актиномикотической этиологией. Поскольку со стороны гуморального звена установлено уменьшение CD₂₂ популяции В-лимфоцитов с иммуноглобулин-продуцирующей функцией, свидетельствующее о формировании иммунодефицитного состояния, клиницистам следует предусмотреть включение в комплексную терапию больных одонтогенной флегмоной и абсцессом иммунокорректирующих препаратов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Агаева Н.А. К вопросу изучения состояния иммунной системы у больных челюстно-лицевым актиномикозом // Журнал инфекционной патологии. Иркутск, 2008. Т. 15. № 4. С. 75-76.
2. Агаева Н.А., Азизов Р.Ф., Караев З.О. Провоспалительные цитокины у больных с актиномикотическими поражениями // Проблемы медицинской микологии. 2008. Т.10. №4. С. 21-24.
3. Агаева Н.А., Караев З.О., Талыбова Дж. Секреторный IgA и инфекционная патология актиномикоза // Журнал инфекционной патологии. 2004. Т.14. №1. С. 3-4.
4. Боровский Е.В., Данилевский Н.Ф. Атлас заболеваний слизистой оболочки полости рта. М.: Медицина, 1981. 651 с.
5. Дмитриев Л.А., Геблосева М.М. Особенности изменения микрофлоры пародонтального кармана при использовании озонотерапии. Пародонтология. 2004. №4. С. 20-24
6. Жданов Л.П и др. Бактериальные ассоциации при челюстно-лицевом актиномикозе // Стоматология. М. 1990. №4. С. 35-37.
7. Красильников М.А. Лучистые грибки. М.: «Наука» АН СССР, 1970.
8. Красноженова Е.П. Руководство к практическим занятиям по медицинской микробиологии. Томск, 2003.
9. Нуралиев Ш.М., Сызыкова А.Б. Роль микробных ассоциаций в этиологии пародонтита / Сбор-

- ник научных трудов Алматинского ГМИ, 1997. С. 22-30
10. Олейник И.И., Мельников В.Г. Роль актиномицетов в развитии патологических процессов в полости рта. М., Стоматология, 1990. №1. С. 92-93
 11. Beem J.E., Hurley G.G. et al. Subgingival microbioto in squivelle monkeys with naturally occurring periodontal dieseses. Impactand immunity, 1991, V.59. S.4034-4041.
 12. Bistor A.R., Redly M.S., Levine M.S. Infection of asalivary mucin secrotomy IgA. Exp. Med., 1991. V.167. P. 194-195.
 13. Bolton R.W., Hlava G.L. Evaluation of salivary IgA antibodies to cariogenic microorganisms in children. S.Dent. Res., 1982. S.1225-1228.

УДК 576.312.36

**Бахшалиева Н.З., Бабаев М.Ш., Фарзалиев В.М.,
Аллахвердиев М.А., Рзаева И.А.**

АНТИМУТАГЕННАЯ АКТИВНОСТЬ РЯДА НОВОСИНТЕЗИРОВАННЫХ АНТИОКСИДАНТОВ У СЕМЯН ПШЕНИЦЫ РАЗНЫХ СОРТОВ, ХРАНИВШИХСЯ В УСЛОВИЯХ ОЗОНА*

Аннотация. Проведена оценка антимутагенной активности ряда синтетических антиоксидантов в отношении мутационного процесса, индуцированного озоном у семян пшеницы 2 сортов – А 2992 КА и А 4412 ВХ. Установлены наиболее эффективные концентрации испытываемых соединений.

Ключевые слова: озон, антиоксидант, семена, пшеница, абберрации хромосом.

N. Bakhshalieva, M. Babaev, V. Farzaliev, M. Allakhverdiyev, I. Rzaeva
ANTIMUTAGEN ACTIVITY OF SOME SYNTHETIC ANTIOXIDANTS IN SEEDS
OF WHEAT WHICH WERE KEPT UNDER CONDITIONS OF OZONE

Abstract. It is lead an estimation of antimutagen activity of some synthetic antioxidants concerning the mutational process induced by ozone in seeds of wheat. The most effective concentration of tested solutions was established.

Key words: ozone, antioxidant, seeds, wheat, the aberration of chromosomes.

Введение

Биосфера Земли в настоящее время подвергается нарастающему антропогенному воздействию. При этом можно выделить несколько наиболее существенных процессов, любой из которых не улучшает экологическую ситуацию на планете.

Наиболее масштабным и значительным является химическое загрязнение среды несвойственными ей веществами химической природы. Среди них – газообразные и аэрозольные загрязнители промышленно-бытового происхождения [1].

Учитывать влияние окружающей среды на наследственность живых организмов крайне необходимо ввиду того, что мутационная изменчивость ведет к наследственной патологии. Влияние мутагенов среды на генетический аппарат человека и других организмов имеет сложный, комплексный характер. Чтобы понять характер и размеры этих влияний, нарушающих жизнедеятельность организмов и эволюцию живого, осознать их генетические последствия, необходимо всесторонне оценить роль нарушений наследственного аппарата организмов под действием мутагенов среды и значение способов защиты от повреждений ДНК, в которой записаны генетические программы организмов [2]. Управление процессами устойчивости организмов с помощью антимутагенов считается на сегодняшний день одним из наиболее радикальных и перспективных путей поддержания на оптимальном уровне частоты спонтанных мутаций и коррекции индуцированного мутагенеза.

На сегодняшний день при существующем уровне загрязнения окружающей среды различными физическими и химическими факторами, в том числе озоном, поиск новых высокоэффективных антиоксидантов для защиты организмов особенно актуален. Озон – сильнейший окислитель в приземном воздухе, относится к веществам наивысшего класса опасности и превосходит по токсичности цианистый газ. Механизм его биологического

* © Бахшалиева Н.З., Бабаев М.Ш., Фарзалиев В.М., Аллаxвердиев М.А., Рзаева И.А.

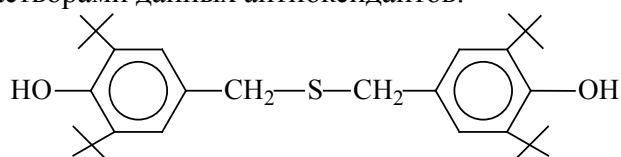
действия, по крайней мере – частично, по-видимому, включает участие радикалов [3]. В атмосфере озон образуется на свету при реакции оксидов азота с углеводородами.

Он возникает во время грозы, при ударе молнии, работе рентгеновского оборудования, его запах можно ощутить возле работающего копировального оборудования. В загрязненном оксидами озона воздухе под действием солнечных лучей образуется озон, способствующий образованию опасного явления, называемого фотохимическим смогом [4]. Озон в тропосфере снижает продуктивность сельскохозяйственных культур. Механизм воздействия озона на биологические объекты на генетическом уровне не выяснен до конца. Необходимы также фундаментальные исследования, направленные на изучение механизма генозащитного действия антиоксидантов. Этим вопросам и посвящено настоящее исследование.

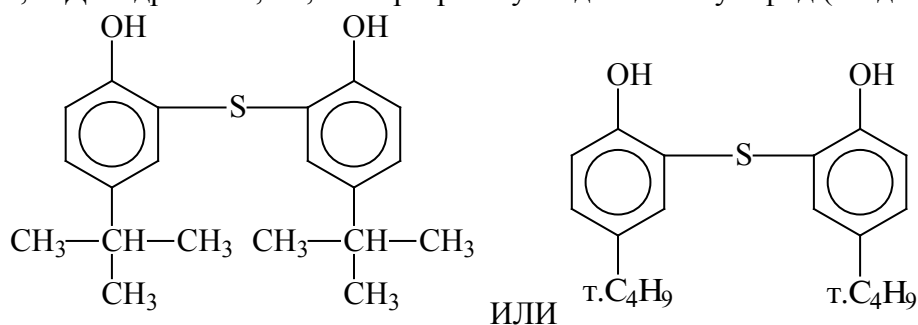
Материал и методика

Объектом исследования служила важнейшая сельскохозяйственная культура – пшеница. Работа проводилась на свежих семенах 2 сортов пшеницы – А 2992 КА и А 4412 ВХ (урожай 2009 г.). Семена хранились в условиях озона 15 минут при постоянной дозе озона (1,3 мг/л). В опытах был использован озонатор, созданный в отделе физико-биологических систем института физических проблем при БГУ [5]. В работе использовались четыре новосинтезированных на кафедре органической химии химического факультета БГУ антиоксиданта, любезно предоставленные нам для исследований в качестве высокоэффективных антимутагенов.

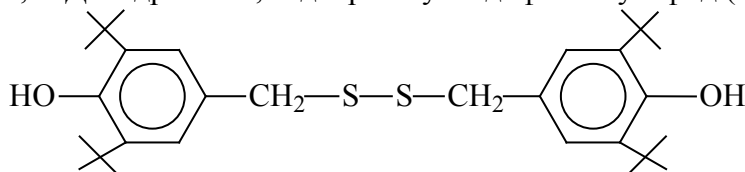
Хранившиеся в условиях озона семена далее обрабатывались свежеприготовленными растворами данных антиоксидантов:



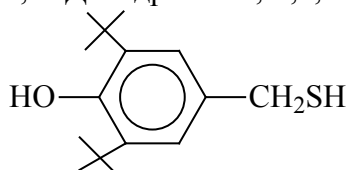
1,1'-Дигидрокси-2,2',6,6'-тетратерьбулдибензилсульфид (соединение I);



1,1'-Дигидрокси-4,4'-дитерьбулдифенилсульфид (соединение II)



1,1'-Дигидрокси-2,2',6,6'-тетратерьбулдибензилдисульфид (соединение III)



1-Гидрокси-2,6-дитретбутилбензилмеркаптан (соединение IV)

в течение 20 часов при комнатной температуре. Это производные ароматических фенолов, плохо растворяющиеся в воде и хорошо растворяющиеся в спирте. Использовались 0,1%, 0,1%, 0,001%, 0,0001%, 0,25% и 0,5% концентрации антиоксидантов.

По истечении времени обработки антиоксидантами семена промывали проточной водопроводной водой в течение 20 минут и помещали в чашки Петри для проращивания в термостате при температуре 24-25°C.

Далее проростки (0,8-1,0 см) фиксировали в смеси этилового спирта в уксусной кислоте (3:1). Корневую меристему окрашивали ацетокармином и готовили временные давленные препараты. Анализировали частоту aberrаций хромосом в клетках апикальной меристемы проростков семян пшеницы, а также уровень клеточной пролиферации. Контролями служили интактные семена, проращиваемые на воде. Все экспериментальные данные обрабатывали общепринятыми методами математической статистики [6].

Результаты исследований и их обсуждение

Результаты исследования представлены в виде таблиц и графиков. В таблицах 1, 2, 3 и 4 приведены результаты изучения модификации антиоксидантами мутационного процесса, индуцированного озоном в клетках апикальной меристемы проростков семян пшеницы сорта А2992 КА.

Из полученных данных видно, что обработка семян соединением I после их хранения в озоновой среде значительно снижает частоту aberrаций, индуцированных испытуемой дозой озона (табл. 1).

Таблица 1

Влияние разных концентраций 1,1'-Дигидрокси-2,2',6,6'-тетратретбутилдобензилсульфида на частоту структурных перестроек в клетках семян пшеницы сорта А 2992 КА, хранившихся в среде озона разные сроки

Варианты опыта	Изучено		Измененные анафазы		Р	ФЭА
	корешков	анафаз	число	% ± m		
Контроль	10	702	24	3,42 ± 0,68	-	-
O ₃	10	594	35	5,89 ± 0,96	< 0,001	
O ₃ + 0,0001 %	10	570	26	4,56 ± 0,87	< 0,01	0,33
O ₃ + 0,001 %	10	693	25	3,61 ± 0,71	< 0,001	0,05
O ₃ + 0,01 %	10	602	19	3,15 ± 0,71	< 0,05	0,08
O ₃ + 0,1 %	10	670	20	2,98 ± 0,65	< 0,05	0,13
O ₃ + 0,25 %	10	633	28	4,42 ± 0,82	< 0,01	0,29
O ₃ + 0,5 %	10	525	23	4,38 ± 0,89	< 0,01	0,28

В этих случаях более низкая концентрация соединения I вызывает и наибольшее снижение частоты хромосомных aberrаций. Так, под действием 0,1% раствора соединения I частота aberrаций хромосом, индуцированных озоном в дозе 1,3 мг/л, составляла 2,98±0,65 %, тогда как в том же озонированном варианте без последующей обработки соединением I она достигала 5,89±0,96 %. Следует отметить, что 0,01% концентрация соединения I также эффективно снижала частоту aberrаций хромосом почти в 2 раза (3,15±0,71%). Однако при высоких концентрациях соединения I не наблюдалось снижения частоты спонтанного мутирования по сравнению с индуцированной озоном частотой aberrаций хромосом.

При обработке семян соединением II после хранения их в озоновой среде также наблюдалось снижение частоты aberrаций, индуцированных испытываемой дозой озона (таблица 2). Так, 0,1% раствор соединения II снижал частоту aberrаций хромосом до значения $3,18 \pm 0,65$ %, в то время как в варианте без обработки соединением II эта частота составляла $5,89 \pm 0,96$ %. Отметим, что 0,01% концентрация соединения II также снижала частоту aberrаций хромосом ($3,51 \pm 0,69$ %). Как видно из табл. 2, при высоких концентрациях соединения II не наблюдалось снижения частоты индуцированных озоном хромосомных aberrаций.

Таблица 2

Влияние разных концентраций 1,1'-Дигидрокси-4,4'-дитретьютилдифенилсульфида на частоту структурных перестроек в клетках семян пшеницы сорта А 2992КА, хранившихся в среде озона разные сроки

Варианты опыта	Изучено		Измененные анафазы		Р	ФЭА
	корешков	анафаз	число	% $\pm m$		
Контроль	10	702	24	$3,42 \pm 0,68$	-	-
O ₃	10	594	35	$5,89 \pm 0,96$	< 0,001	-
O ₃ + 0,0001 %	10	455	24	$5,27 \pm 1,04$	< 0,001	0,54
O ₃ + 0,001 %	10	621	27	$4,35 \pm 0,82$	< 0,01	0,27
O ₃ + 0,01 %	10	711	25	$3,51 \pm 0,69$	< 0,01	0,03
O ₃ + 0,1%	10	723	23	$3,18 \pm 0,65$	< 0,05	0,07
O ₃ + 0,25 %	10	702	27	$3,84 \pm 0,72$	< 0,01	0,12
O ₃ + 0,5 %	10	533	24	$4,5 \pm 0,89$	< 0,01	0,31

Соединения III и IV также обладают антимуtagenной активностью. Снижение частоты aberrаций хромосом при обработке соединением III наблюдалось в случае применения 0,1% ($3,15 \pm 0,64$ %) и 0,01% ($3,61 \pm 0,69$ %) растворов антиоксиданта (табл. 3). Аналогично, обработка семян, хранившихся в условиях озона, соединением IV снижала частоту aberrаций в концентрациях 0,1% ($2,49 \pm 0,59$ %) и 0,01% ($3,28 \pm 0,67$ %) (табл. 4). Согласно полученным данным, высокие концентрации испытываемых антиоксидантов не снижали частоту индуцированных озоном хромосомных aberrаций.

Таблица 3

Влияние разных концентраций 1,1'-Дигидрокси-2,2',6,6'-тетратретьютилдифенилди-сульфида на частоту структурных перестроек в клетках семян пшеницы сорта А 2992 КА, хранившихся в среде озона разные сроки

Варианты опыта	Изучено		Измененные анафазы		Р	ФЭА
	корешков	анафаз	число	% $\pm m$		
Контроль	10	702	24	$3,42 \pm 0,68$	-	-
O ₃	10	594	35	$5,89 \pm 0,96$	< 0,001	-
O ₃ + 0,0001 %	10	619	29	$4,68 \pm 0,85$	< 0,01	0,37
O ₃ + 0,001 %	10	688	29	$4,21 \pm 0,76$	< 0,01	0,23
O ₃ + 0,01 %	10	719	26	$3,61 \pm 0,69$	< 0,01	0,05
O ₃ + 0,1%	10	730	23	$3,15 \pm 0,64$	< 0,05	0,08
O ₃ + 0,25 %	10	727	34	$4,67 \pm 0,78$	< 0,01	0,36
O ₃ + 0,5 %	10	654	29	$4,43 \pm 0,8$	< 0,01	0,29

Таблица 4

Влияние разных концентраций 1-Гидрокси-2,6-дитретьбутилбензилмеркаптана на частоту структурных перестроек в клетках семян пшеницы сорта А 2992 КА, хранившихся в среде озона разные сроки

Варианты опыта	Изучено		Измененные анафазы		Р	ФЭА
	корешков	анафаз	число	% $\pm m$		
Контроль	10	702	24	$3,42 \pm 0,68$	-	-
O ₃	10	594	35	$5,89 \pm 0,96$	< 0,001	-
O ₃ + 0,0001 %	10	703	25	$3,55 \pm 0,69$	< 0,01	0,04
O ₃ + 0,001 %	10	727	29	$3,99 \pm 0,72$	< 0,01	0,16
O ₃ + 0,01 %	10	700	23	$3,28 \pm 0,67$	< 0,05	0,04
O ₃ + 0,1%	10	681	17	$2,49 \pm 0,59$	< 0,05	0,27
O ₃ + 0,25 %	10	591	24	$4,06 \pm 0,81$	< 0,01	0,19
O ₃ + 0,5 %	10	602	26	$4,32 \pm 0,83$	< 0,01	0,26

Результаты оценки антимуtagenной активности испытываемых соединений на пшенице сорта А 4412 ВХ приводятся на рисунках 1, 2, 3 и 4. Как видно из этих данных, результаты аналогичны полученным ранее. Так, соединение I при обработке им семян сорта А 4412 ВХ, хранившихся в условиях озона, значительно снижает частоту aberrаций хромосом (рис. 1). Если в варианте без обработки антиоксидантом частота aberrаций составляла $5,31 \pm 0,91\%$, то после обработки 0,1% раствором соединения I эта частота падала до $2,74 \pm 0,63\%$. Эффективность проявляла также 0,01% концентрация антиоксиданта ($3,14 \pm 0,74\%$). Отметим, что как и в случае с предыдущим сортом пшеницы сорта А 2992 КА, более высокие концентрации антиоксиданта не проявили существенной антимуtagenной активности при обработке ими семян, хранившихся в условиях озона.

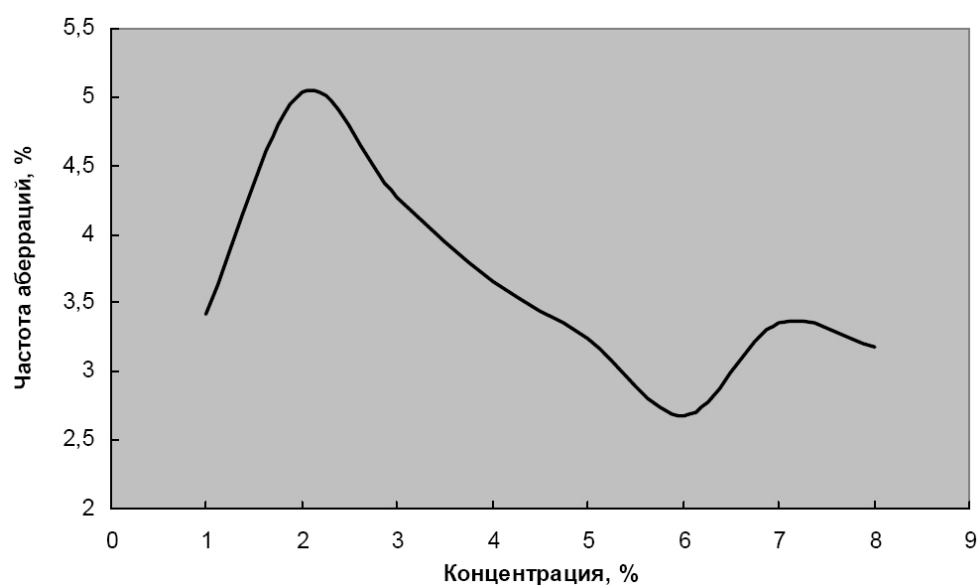


Рис. 1. Антимуtagenная активность 1,1'-Дигидрокси-2,2',6,6'-тетратретьбутилдибензилсульфида у корешков семян пшеницы сорта А 4412 ВХ, хранившихся в среде озона (15 минут)

Обработка семян, хранившихся в условиях озона, соединением II наиболее эффективно снижала частоту индуцированных перестроек хромосом в концентрациях 0,1% ($2,77 \pm 0,61\%$) и 0,01% ($3,53 \pm 0,69\%$) (рис. 2).

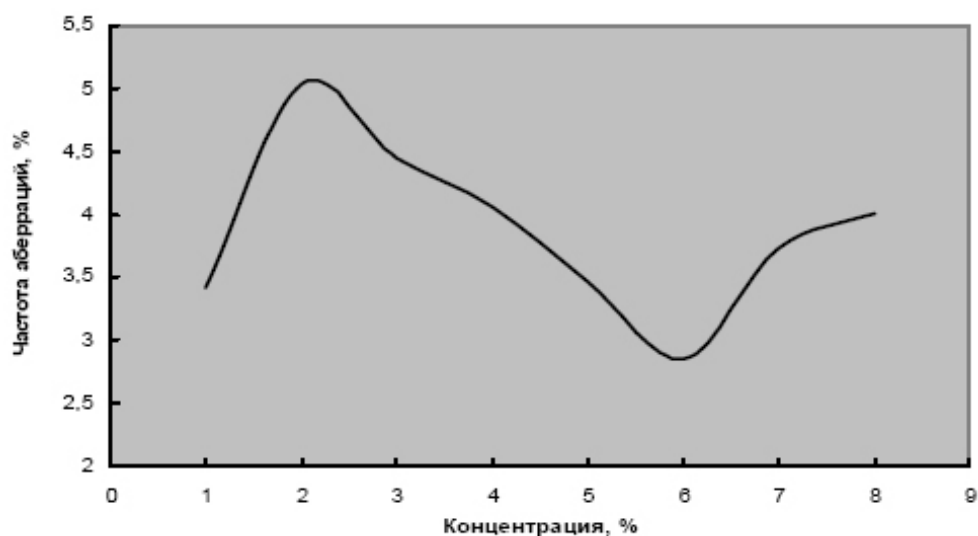


Рис. 2. Антимутагенная активность 1,1'- Дигидрокси-4,4'- дитретьбутилдифенил-сульфида у корешков семян пшеницы сорта А 4412 ВХ, хранившихся в среде озона (15 мин.)

Аналогично, в случае применения соединений III и IV мы наблюдали антимутагенное действие испытываемых соединений в отношении мутационного процесса, индуцированного у семян пшеницы озоном. Наибольшее снижение частоты хромосомных аббераций у семян пшеницы сорта А 4412 ВХ при обработке соединением III было отмечено в случае применения 0,1% и 0,01% концентраций антиоксиданта (рис. 3).

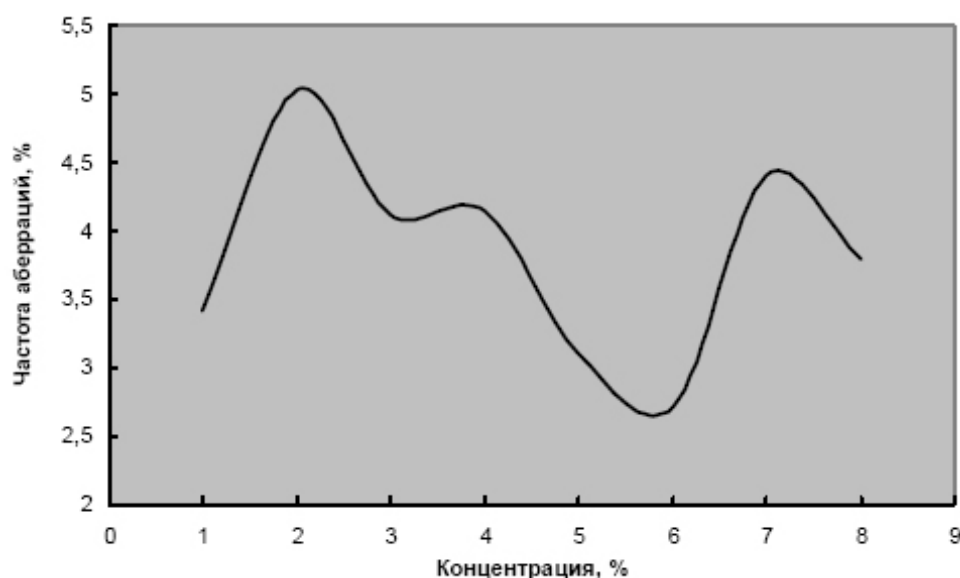


Рис. 3. Антимутагенная активность 1,1'-Дигидрокси-2,2',6,6'-тетратретьбутилдибензилдисульфида у корешков семян пшеницы сорта А 4412 ВХ, хранившихся в среде озона (15 мин.)

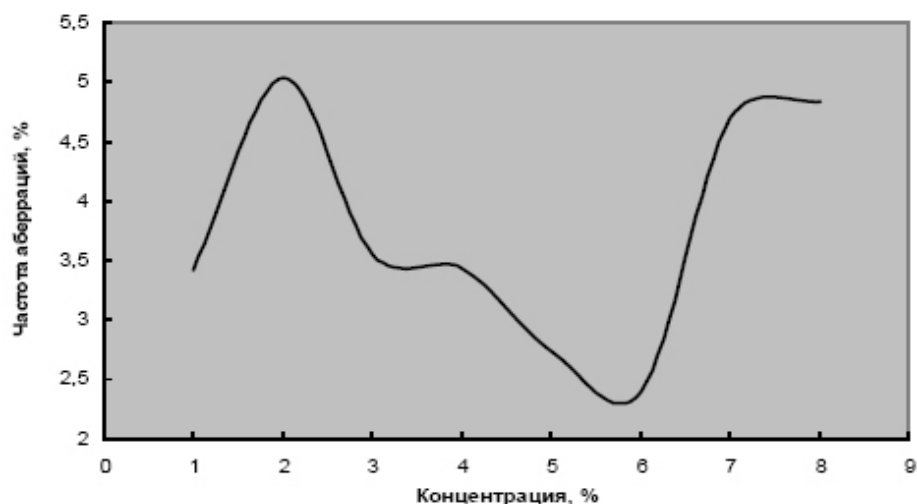


Рис. 4. Антимутагенная активность 1-Гидрокси-2,6-дитретьбутилбензилмеркаптана у корешков семян пшеницы сорта А 4412 ВХ, хранившихся в среде озона (15 мин.)

Активность соединения IV показана на рисунке 4 – если в варианте без обработки антиоксидантом частота хромосомных аббераций составляла $5,31 \pm 0,91\%$, то последующая обработка семян соединением IV достоверно снижала этот показатель и оказалась наиболее эффективной при 0,1% ($2,29 \pm 0,56\%$) и 0,01% ($2,66 \pm 0,59\%$) концентрациях испытываемого антиоксиданта.

Таким образом, нами было проведено исследование антимутагенных свойств четырех синтетических антиоксидантов и обнаружено, что каждый из них обладает антимутагенной активностью в отношении мутационного процесса, индуцированного у семян пшеницы разных сортов озоном. Исходя из полученных данных, следует отметить, что все испытываемые антиоксиданты при 0,1 и 0,01% концентрациях оказались наиболее эффективными. Для установления универсальности антимутагенного действия этих концентраций испытываемых антиоксидантов считаем целесообразным испытать их и на других биологических объектах.

Выводы

1. При изучении антимутагенных свойств испытываемых антиоксидантов не было выявлено особой сортозависимости.

2. При обработке семян пшеницы разных сортов различными концентрациями соединений I, II, III и IV после воздействия озоном в дозе 1,3 мг/л, наибольшую антимутагенную активность проявляли 0,1 и 0,01%-ные концентрации испытываемых антиоксидантов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Садовникова Л.К., Орлов Д.С., Лозановская И.Н. Экология и охрана окружающей среды при химическом загрязнении. М.: Высшая школа, 2008.
2. Клаг У.С., Каммингс М.Р. Основы генетики. М.: Изд. Техносфера РИЦ ЗАО, 2009.
3. Бабаев М.Ш., Бахшалиева Н.З. Влияние антиоксидантов на частоту аббераций хромосом, индуцированных озоном у семян пшеницы разных сортов. Вестник, Серия естественных наук. 2009. № 4. С.53-60.
4. Векслер И. Экологические катаклизмы: опасности реальные и мнимые. Вестник Бакинского Университета... 1998. № 14(195). С. 35-38.
5. Бахшалиева Н.З., Бабаев М.Ш., Давудов Б.Б. Влияние озона на частоту аббераций хромосом у семян пшеницы в зависимости от времени его экспозиции // Успехи современного естествознания. М., 2009. № 5. С.11-14.
6. Васильева Л.А. Статистические методы в биологии: Учебное пособие. Новосибирск: ИГиГ СО РАН. 2004.

**Карабачинский А.Л., Семеренко Д.А.,
Дубцов А.В., Степанов Г.В.**

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ ГАЗООБМЕНА И ПРОЛИФЕРАЦИИ КЛЕТОК НА ПОДВИЖНОЙ МЕМБРАНЕ*

Аннотация. В данной статье рассматриваются возможные решения задачи обеспечения оптимального режима газообмена и размножения клеток на подвижной мембране в питательной жидкой среде в биореакторе. Разработана модель сопряжения колебаний подвижной мембраны с кинетикой газообмена и размножения клеток. На модели проведено исследование фазовых портретов динамической системы «подвижная мембрана – жидкость – кислород и углекислый газ – клетки».

Ключевые слова: подвижная мембрана, микромикширование, клетки, газообмен, фазовые портреты системы.

A. Karabachinskiy, D. Semerenko, A. Dubtsov, G. Stepanov
INVESTIGATION OF THE MODEL OF RESPIRATORY EXCHANGE AND CELLS
PROLIFERATION ON A VIBRATING MEMBRANE

Abstract. In this paper, the possible solutions of the problem of optimal regime supplying of respiratory exchange and cells proliferation in a nutrient medium in a bioreactor are considered. The model of oscillating conjugation of vibrating membrane with kinetics of respiratory exchange and cells proliferation is developed. Phase portraits investigation of dynamic system “vibrating membrane – liquid – oxygen and carbon dioxide – cells” was held.

Key words: vibrating membrane, micromixing, cells, respiratory exchange, phase portrait of the system.

В настоящее время культивирование клеток осуществляется на неподвижной мембране в питательной среде биореактора. Актуальной представляется проблема кинетики размножения клеток в пограничном слое на подвижной мембране с учётом газообмена в двухфазной системе «клетки – питательная жидкость» [3, 4, 5].

Существующие технологии культивирования клеток на биосовместимом слое не учитывают реальных условий размножения, дифференцировки прогенеторных клеток и их последующего морфогенеза в подвижной среде, совершающей колебания в определенном спектре частот. Эти колебания (клеток) совершаются, в свою очередь, под влиянием сосудистого и нервно-мышечного тонуса, т.е. под влиянием процессов периодического возбуждения и торможения в вегетативной нервной системе и, соответственно, периодического колебания стенок кровеносных сосудов (капилляров) и пульсового кровотока в них [4].

Предлагается, в дополнение к существующим схемам перемешивания кислорода и углекислого газа с жидкостью в биореакторе, схемам макромикширования с неподвижной мембраной [6, 7], - осуществлять микромикширование непосредственно в пограничном слое жидкости с клетками на подвижной мембране или на системе мембран, образующей 3D-matrix.

Таким образом, необходимо разработать и исследовать математическую модель раз-

* © Карабачинский А.Л., Семеренко Д.А., Дубцов А.В., Степанов Г.В.

Данная работа поддержана грантом ФЦП “Научные и научно-педагогические кадры инновационной России” НК-372П/1 (П1714).

множения клеток на подвижной мембране и их газообмена с жидкой питательной средой типа «система уравнений реакции с диффузией и переносом». С помощью полученных результатов могут быть рассчитаны режимы колебаний мембраны, адекватные данному сосудистому и нервно-мышечному тону. Также это даст возможность создания органов *in vitro* [5].

Данная математическая модель позволит осуществить прогноз и идентификацию значений параметров состояния двухфазной системы «клетки – жидкая питательная среда» в пограничном слое на поверхности подвижной мембраны в режиме вычислительного и натурального эксперимента на базе измерительной информации.

В работе [3] была представлена модель кинетики размножения клеток и их газообмена в пограничном слое питательной жидкости на подвижной мембране. В данной модели осуществлено сопряжение процессов кинетики размножения клеток и их газообмена на поверхности этой мембраны из биосовместимого материала, совершающей колебания под воздействием внешних факторов. Параметром сопряжения кинетики газообмена и размножения клеток и колебаний мембраны здесь является скорость колебаний поверхности мембраны [1]:

$$V(t, r, z) := V(t, r, z) = \frac{\partial W(t, r, z)}{\partial t}; \quad (1)$$

$$V(t, z) := \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} W_{mn} \sin(\omega_n t) \sin\left(\frac{2\pi r}{R}\right), \quad (2)$$

$W(t, r, z)$ – перемещение поверхности мембраны в направлении нормали (ортогональном к ней – по оси z); $r \in [0, R]$ – радиальная координата произвольной точки поверхности мембраны, t – время; m – число полуволн на поверхности мембраны $\forall r \in [0, R]$;

$\omega_n = \frac{2\pi n}{T}$ – угловая (циклическая) частота колебаний для n -й гармоники в представлении (2) Фурье; W_{mn} – амплитуда n -й гармоники m -й полуволны.

Далее, без потери общности, ограничимся случаем $m=n=1$.

Тогда имеем из (1), (2):

$$V(t, z) := W_{11} \omega_1 \sin\left(\frac{\pi r}{R}\right) \cos(\omega_1 t)$$

$$\text{или, обозначив } U_{11}(r) = W_{11} \sin\left(\frac{\pi r}{R}\right),$$

$$V(t, z) := U_{11}(r) \omega_1 \cos(\omega_1 t). \quad (3)$$

Исходную систему уравнений кинетики газообмена и размножения клеток, в соответствии с [2, 3], запишем в виде системы реакции с диффузией и переносом $\forall r \in [0, R]$:

$$\begin{cases} \frac{\partial x_1}{\partial t} = k_1 x_1 - k_{13} x_1 x_3 + D_1 \Delta x_1 + V(t, r) \frac{\partial x_1}{\partial z} \\ \frac{\partial x_2}{\partial t} = k_2 x_2 + k_4 x_3 + D_2 \Delta x_2 + V(t, r) \frac{\partial x_2}{\partial z} \\ \frac{\partial x_3}{\partial t} = k_3 x_3 + k_{13} x_1 x_3 - k_{23} x_2 x_3 - k_{33} x_3^2 \end{cases} \quad (4)$$

Здесь $\Delta = \frac{\partial^2}{\partial z^2}$ – оператор Лапласа, $x_1 := x_1(t) \cdot (1 - e^{-\alpha_1 z})$, $x_3 := x_3(t) \cdot e^{-\alpha_3 z}$, $\alpha_1 > 0$,

$\alpha_2 > 0$, $\alpha_3 > 0$, $x_1(t)$, $x_2(t)$, $x_3(t)$ – концентрации O_2 , CO_2 клеток соответственно, – на поверхности мембраны (границе раздела сред).

Начальные условия для системы (4):

$$x_0 = \begin{pmatrix} x_1(0) \\ x_2(0) \\ x_3(0) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_{10} \\ x_{20} \\ x_{30} \end{pmatrix}. \quad (5)$$

Задача Коши (4), (5) на поверхности мембраны (границе раздела сред) запишется в виде:

$$\begin{cases} \frac{\partial x_1}{\partial t} = k_1 x_1 - k_{13} x_1 x_3 - \alpha_1^2 D_1 x_1 - \alpha_1 V(t, r) x_1 \\ \frac{\partial x_2}{\partial t} = k_2 x_2 + k_4 x_3 + \alpha_2^2 D_2 x_2 - \alpha_2 V(t, r) x_2 \\ \frac{\partial x_3}{\partial t} = k_3 x_3 + k_{13} x_1 x_3 - k_{23} x_2 x_3 - k_{33} x_3^2 \end{cases} \quad (6)$$

или

$$\begin{cases} \frac{\partial x_1}{\partial t} = a_1(r, t) x_1 - k_{13} x_1 x_3 \\ \frac{\partial x_2}{\partial t} = a_2(r, t) x_2 + k_4 x_3 \\ \frac{\partial x_3}{\partial t} = k_3 x_3 + k_{13} x_1 x_3 - k_{23} x_2 x_3 - k_{33} x_3^2 \end{cases}, \quad (7)$$

где

$$\begin{aligned} a(t) &:= a_1(r, t) = k_1 - \alpha_1^2 D_1 - \alpha_1 V(t, r) \\ b(t) &:= a_2(r, t) = k_2 + \alpha_2^2 D_2 - \alpha_2 V(t, r), \end{aligned} \quad (8)$$

$k_1, k_2, k_3, k_4, k_{13}, k_{23}, k_{33}$ суть функции от времени t , а в общем случае – и функции от пространственной координаты r в R^3 . В данной модели амплитуды и периоды изменения функций k_i, k_{ij} ($i=1,2,3,4; j=3$) – величины одного порядка, – в силу коллективной самоорганизации ритмов дыхания клеток синхронно с их ритмом размножения, т.е. концентрация кислорода (O_2) и углекислого газа (CO_2) в пограничном слое возле мембраны изменяется синхронно с ритмом изменения концентрации клеток на мембране, т.е. синхронно с ритмом их размножения. Результаты численного решения (5) – (8) методом Рунге-Кутты представлены в виде фазовых портретов на рис. 1.

Устойчивость системы (7) исследуется с помощью матрицы Якоби. Положения равновесия определяются из системы уравнений:

$$\begin{cases} f_1(x) = a_1(r, t)x_1 - k_{13}x_1x_3 = 0 \\ f_2(x) = a_2(r, t)x_2 + k_4x_3 = 0 \\ f_3(x) = k_3x_3 + k_{13}x_1x_3 - k_{23}x_2x_3 - k_{33}x_3^2 = 0 \\ x = (x_1, x_2, x_3) \end{cases} \quad (9)$$

Определим матрицу Якоби:

$$f'(x) = \begin{pmatrix} \frac{\partial f_1(x)}{\partial x_1} & \frac{\partial f_1(x)}{\partial x_2} & \frac{\partial f_1(x)}{\partial x_3} \\ \frac{\partial f_2(x)}{\partial x_1} & \frac{\partial f_2(x)}{\partial x_2} & \frac{\partial f_2(x)}{\partial x_3} \\ \frac{\partial f_3(x)}{\partial x_1} & \frac{\partial f_3(x)}{\partial x_2} & \frac{\partial f_3(x)}{\partial x_3} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_1(r, t) - k_{13}x_3 & 0 & -k_{13}x_1 \\ 0 & a_2(r, t) & k_4 \\ k_{13}x_3 & -k_{23}x_3 & k_3 + k_{13}x_1 - k_{23}x_2 - 2k_{33}x_3 \end{pmatrix} \quad (10)$$

Собственные значения $\lambda := \lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ находятся, по определению, в виде корней характеристического уравнения:

$$|f'(x^{k+1}) - \lambda E| = 0. \quad (11)$$

Если $\forall \lambda_i : \operatorname{Re} \lambda_i > 0$ ($i = 1, 2, 3$), то положение системы равновесия (9) устойчиво, если $\exists \lambda_i : \operatorname{Re} \lambda_i > 0$, то неустойчиво, соответственно $\forall \lambda_i$, имеем фазовый портрет системы (7).

Идентификация параметров системы (7) осуществляется следующим образом. Пусть имеется вектор измеренных значений наблюдаемых $x = (x_1, x_2, x_3)$. Тогда в системе (9) неизвестными являются множества значений параметров k_i, k_{ij}, a_1, a_2 ($i = 1, 2, 3, 4; j = 0, 1, 2, 3$). Эти значения находятся также с помощью метода Ньютона-Рафсона при условии наличия необходимого массива измеренных в дискретные моменты времени t_n значений наблюдаемых $x_n = (x_{1,n}, x_{2,n}, x_{3,n})$.

Идентификация системы (7) считается удовлетворительной, если осуществляется с заданной ошибкой прогноз множества значений параметров состояния системы (7) $k_{i,n+1}, k_{ij,n+1}, a_{1,n+1}, a_{2,n+1}$, соответственно, множества значений наблюдаемых x_{n+1} на момент времени t_{n+1} ; если известны значения параметров состояния $k_{i,n}, k_{ij,n}, a_{1,n}, a_{2,n}$ (соответственно, значения наблюдаемых x_n на момент времени t_n).

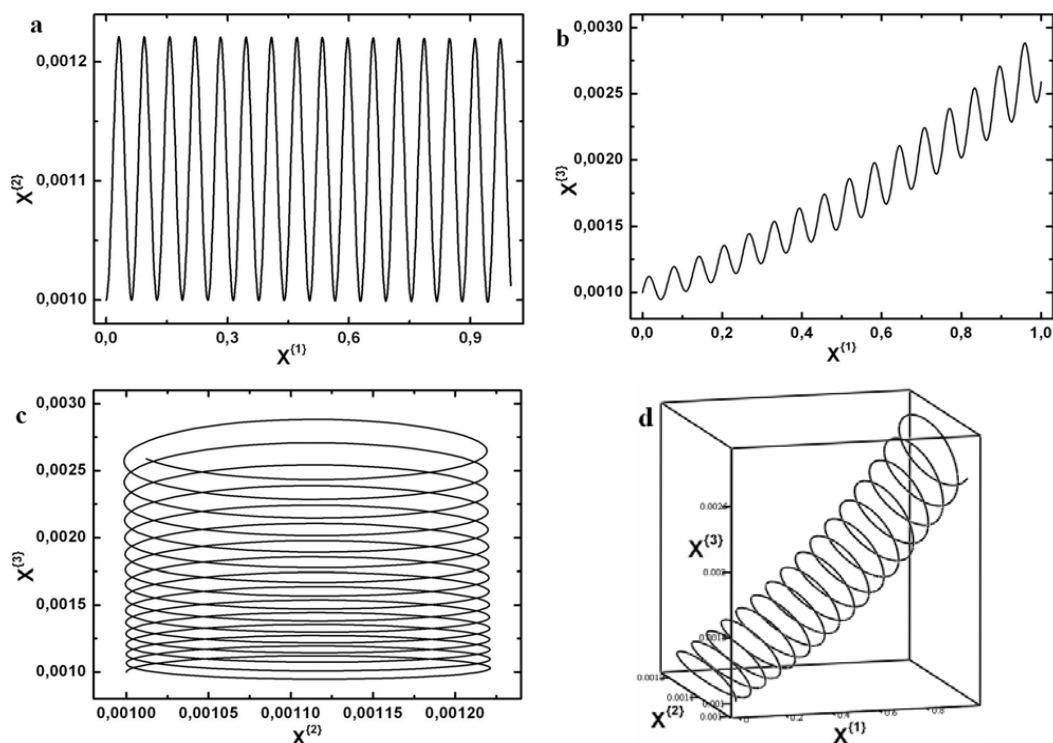


Рис. 1. Фазовые портреты системы (4) – (8): а) концентрации O_2 (X_1) - CO_2 (X_2); б) концентрации O_2 (X_1) – клеток (X_3); в) концентрации CO_2 (X_2) – клеток (X_3); д) X_1 - X_2 - X_3 .

Результаты моделирования процесса газообмена и размножения клеток на мембране в зависимости от амплитуды $U_{11}(t)$ и частоты ω_1 ее колебаний приведены на рис.1. Из рис.1а следует, что с ростом концентрации кислорода X_1 концентрация углекислого газа X_2 совершает устойчивые колебания, что свидетельствует о росте концентрации клеток X_3 и, соответственно, росте потребления ими кислорода и выделения углекислого газа (рис.1б,с,д). В частности, из рис.1д видно, что имеет место периодическое возникновение предельного цикла (т.е. колебаний) для концентрации клеток с ростом концентрации O_2 и CO_2 с учетом фактора тесноты в популяции при сохранении общей тенденции экспоненциального роста численности клеток, что свидетельствует об адекватности математической модели (5) – (8).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Вольмир А.С. Устойчивость деформируемых систем. М.: Наука, 1967.
2. Волькенштейн М.В. Биофизика. М.: Наука, 1988.
3. Карабачинский А.Л., Крашенинников М.Е., Семеренко Д.А., Степанов Г.В. Кинетика стволовых клеток в пограничном слое питательной жидкости на подвижной мембране // Материалы VII МНТК «Физика и Радиоэлектроника в Медицине и Экологии (ФРЭМЭ_2008)». Владимир, 2008. С. 126-129.
4. Лайтфут Э. Явления переноса в живых системах. М.: Наука, 1988.
5. Шумаков В.И., Онищенко Н.А. Биологические резервы клеток костного мозга и коррекция органных дисфункций. М.: ЛАВР, 2009.
6. Кислых В.И., Рамазанов Ю.А., Майстренко В.Ф., Мертвцов Н.П. Вихревой биореактор «БИОК». I. Опыт культивирования штамма E.coli BL 21 (DE3) pZZZSA, продуцирующего рекомбинантный ангиогенин человека // Биотехнология. 2000, №4. С.72-79.
7. Lichtenberg A., Dumlu G., Walles T., Marinka M., Ringes-Lichtenberg S., Ruhparwar A., Mertsching H., and Haverich A. A multifunctional bioreactor for threedimensional cell (co)-culture. Biomaterials 26, 555, 2005.

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ НА РОСТ МИКРОМИЦЕТОВ, АССИМИЛИРУЮЩИХ НАФТАЛАНОВУЮ НЕФТЬ*

Аннотация. Изучено влияние pH, а также таких компонентов питательной среды, как источник азота, органических добавок (сахарозы и дрожжевого экстракта), влияющих на рост и деградацию нафталановой нефти активными штаммами микромицетов. Лучшим источником минерального азота был NaNO_3 , а из органических источников азота – пептон. Из органических добавок концентрация сахарозы 0,05% обеспечивает максимальный рост изученных штаммов микромицетов. Подобраны оптимальные значения начальных pH среды для каждого из штаммов. Показана способность данных штаммов к росту на фракциях из нафталановой нефти.

Ключевые слова: нафталановая нефть, микромицеты, ассимиляция, штаммы.

S. Kasimova, P. Muradov

EFFECT OF NUTRIENT MEDIUM ON THE GROWTH OF FUNGI, ASSIMILATING NAPHTHALAN OIL

Abstract. The effect of pH, as well as those components of the nutrient medium as a source of nitrogen, organic additives (sucrose and yeast extract), affecting the growth and degradation of oil naphthalan active fungal strains. The best source of mineral nitrogen was NaNO_3 , and from organic sources of nitrogen - peptone. Of the organic additives concentration of sucrose 0.05% for maximum growth of the studied fungal strains. The optimal value of initial pH for each of the strains. It is shown that the ability of these strains to grow at a fraction of naphthalan oil.

Key words: naphthalan oil, assimilation, micromycetes.

Культивирование мицелиальных грибов, как и других микроорганизмов, на углеводородах нефти обуславливает создание среды, оптимально отвечающей потребностям клетки и обеспечивающей синтез новых [1].

При изучении влияния состава питательной среды на рост мицелиальных грибов на углеводородах многие авторы отмечают важную роль различных форм азота в среде [2, 3, 4]. При постановке опытов с азотным питанием мы использовали следующие минеральные соли: NH_4Cl , NH_4NO_3 , NaNO_3 . Соли вносились в питательную среду в концентрациях 0,03%, 0,06%, 0,12%, 0,24% по азоту. Питательной средой для данных опытов служила среда Чапека с 2% нафталановой нефтью в качестве единственного источника углерода. Опыты проводились с *Fusarium* sp. 11a, *Cephalosporium* sp. 45 a, *Penicillium* sp 3 п, *Mucor* sp 6 н. Полученные данные приведены в табл. №1. Как видно из таблицы №1, исследованные штаммы хуже росли при внесении в среду NH_4Cl .

* © Касумова С.Ю., Мурадов П.З.

Использование различных форм азота грибными штаммами
при росте на нафталановой нефти

Источник азота	Конц., %	pH _{кон}	Биомасса, г/л	pH _{кон}	Биомасса, г/л
NH ₄ Cl		Fusarium sp. 11a		Cephalosporium sp. 45a	
	0,03	6,3	0,100	6,55	0,033
	0,06	6,1	0,128	6,35	0,090
	0,12	6,45	0,317	6,6	0,258
	0,24	5,9	0,063	6,1	0,069
		Penicillium sp. 3п		Mucor sp. 6н	
	0,03	6,4	1,522	6,35	0,210
	0,06	6,2	1,374	6,5	0,174
	0,12	6,3	0,618	6,35	0,190
	0,24	6,0	0,415	6,1	0,435
NH ₄ NO ₃		Fusarium sp. 11a		Cephalosporium sp. 45a	
	0,03	6,35	0,087	6,0	0,196
	0,06	6,3	0,089	6,3	0,119
	0,12	6,3	0,359	6,7	0,521
	0,24	5,8	0,100	6,1	0,090
		Penicillium sp. 3п		Mucor sp. 6н	
	0,03	6,2	1,061	6,4	0,108
	0,06	6,3	1,923	6,1	0,173
	0,12	6,45	1,328	6,3	0,631
	0,24	5,8	1,154	6,6	0,231
NaNO ₃		Fusarium sp. 11a		Cephalosporium sp. 45a	
	0,03	6,9	0,071	7,4	0,279
	0,06	7,0	0,112	7,4	0,105
	0,12	7,1	0,209	7,6	0,246
	0,24	6,8	1,417	7,1	0,615
		Penicillium sp. 3п		Mucor sp. 6н	
	0,03	6,8	1,082	6,9	1,120
	0,06	7,0	2,134	6,7	1,253
	0,12	7,1	1,872	6,8	2,576
	0,24	6,9	1,650	7,0	1,876

Все 4 штамма лучше усваивали нитратный азот, чем аммонийный. Максимальное количество биомассы изученные штаммы продуцировали в присутствии NaNO₃. Оптимальная концентрация NaNO₃ в среде для Fusarium sp. 11a и Cephalosporium sp. 45a – 0,24% по азоту, для Penicillium sp. 3п – 0,06%, для Mucor sp. 6 н – 0,12%. При исходном значении pH среды 6,9 – 7,0 конечные значения pH среды менялись в зависимости от внесения в среду различных солей азота. Так, при росте на среде с NaNO₃ конечные pH были в пределах 6,8 - 7,4; с NH₄Cl и NH₄NO₃ 6,1- 6,6.

В качестве органических источников азота было испытано влияние мочевины и пептона на рост грибных штаммов, которые вносились в среду в количестве 0,5%. Полученные данные представлены в табл. №2. Как видно из табл. №2, мочевина оказывает угнетающее воздействие на рост штаммов, в то время как внесение 0,5% пептона оказывало положительное влияние на продукцию мицелия исследуемых штаммов.

Таблица № 2

Рост грибных штаммов на нафталановой нефти
в присутствии органических форм азота.

Источник азота	pH _{нач}	pH _{кон}	Биомасса, г/л	pH _{нач}	pH _{кон}	Биомасса, г/л
Мочевина 0,5%	Fusarium sp. 11a			Cephalosporium sp. 45a		
	6,2	8,1	0,197	6,2	8,4	0,205
Пептон 0,5%	-	7,8	4,986	-	8,0	0,387
Контроль	-	7,6	0,236	-	7,3	0,231
Мочевина 0,5%	Penicillium sp. 3п			Mucor sp. 6н		
	6,2	8,0	1,752	6,2	8,3	1,823
Пептон 0,5%	-	7,6	2,625	-	8,1	2,951
Контроль	-	7,9	1,956	-	7,8	2,123

Известно, что хотя микроорганизмы, окисляющие углеводороды, и не требуют для своего развития факторов роста в среде, следы их ускоряют рост культуры. Рядом исследователей было отмечено стимулирующее действие органических добавок на рост микроорганизмов на углеводородах [1]. Нами в качестве органических добавок использовались сахароза в концентрации 0,5% и дрожжевой экстракт в концентрации 0,5%, 1%, 2%. Грибы выращивались в жидкой минеральной среде Чапека с 1% нафталановой нефтью и добавлением соответственно сахарозы и дрожжевого экстракта. Сроки культивирования – 10 и 20 суток. Как показали результаты опытов, внесение органических добавок, как дрожжевого экстракта, так и сахарозы, значительно стимулировало рост штаммов грибов по сравнению с контролем; максимальная продукция биомасса мицелия отмечена при внесении 0,5% сахарозы.

В литературе имеются данные о бактерицидном действии фракций, полученных из нафталановой нефти, на микроорганизмы [5]. В связи с этим мы проводили изучение возможности роста исследуемых штаммов грибов на ряде фракций из нафталановой нефти. С этой целью штаммы грибов выращивались на среде Чапека с 0,5% четырех различных фракций – №2, №3, №4, №5, полученных из нафталановой нефти, в качестве единственного источника углерода. Как видно из табл. №3, штаммы грибов лучше развиваются при внесении в среду фракций №4 и №5, рост на фракциях №2 и №3 был ниже контроля.

Таблица № 3

Рост грибных штаммов на фракциях нафталановой нефти

Fusarium sp. 11a				Cephalosporium sp. 45a		
Фракции	pH _{нач}	pH _{кон}	Биомасса, г/л	pH _{нач}	pH _{кон}	Биомасса, г/л
№2	6,2	7,7	0,190	6,2	7,8	0,170
№3	-	7,7	0,220	-	8,0	0,200
№4	-	7,8	0,320	-	7,9	0,290
№5	-	7,8	0,457	-	7,9	0,330
Контроль	-	8,0	0,275	-	8,1	0,290
Penicillium sp. 3 п				Mucor sp. 6 н		
№2	6,2	7,8	0,186	6,2	7,7	0,178
№3	-	7,8	0,210	-	7,8	0,196
№4	-	7,9	0,295	-	7,9	0,307
№5	-	7,7	0,415	-	8,0	0,398
Контроль	-	8,0	0,263	-	8,1	0,284

Нами также проводилось изучение способности роста исследуемых штаммов на нафталановой нефти, гексадекане, дизельном топливе с различной концентрацией в среде. Для этого грибы выращивали на среде Чапека при 260- 280С в стационарных условиях. Углеводородные субстраты, в качестве единственного источника углерода, добавлялись в концентрациях: 0,5%, 1%, 2%, 3%. Опыт учитывался на 20-е сутки стационарного культивирования. Как видно из таблицы № 4, повышение концентрации испытанных углеводородных субстратов в питательной среде от 0,5 до 1% приводило к увеличению

Таблица № 4

Влияние углеводородного субстрата в среде на рост грибных штаммов

Название штамма	Источник углеводорода в среде, %											
	Нафталановая нефть				Гексадекан				Дизельное топливо			
	0,5	1	2	3	0,5	1	2	3	0,5	1	2	3
Cephalosporium sp. 45a	0,297	0,396	0,651	0,581	0,320	0,401	1,582	1,210	0,271	0,592	0,611	0,405
Fusarium sp. 11a	1,402	1,263	0,756	0,568	1,210	1,502	1,731	1,452	1,106	1,212	1,034	0,811
Penicillium sp. 3п	1,814	1,950	2,205	1,813	2,054	2,120	2,743	2,706	1,658	2,107	1,951	1,715
Mucor sp. 6н	1,912	2,015	2,613	2,117	2,203	2,416	3,013	2,901	1,716	2,051	2,509	2,134

продукции биомассы исследованных штаммов грибов, причем концентрация 2% в среде нафталановой нефти является оптимальной для 3-х штаммов, за исключением штамма *Fusarium* sp. 11a, для которого наилучшей концентрацией нафталановой нефти в среде является 0,5%.

Максимальный выход биомассы отмечен у всех штаммов грибов и на гексадекане, а минимальный – на дизельном топливе. Повышение же концентрации всех 3-х углеводородных субстратов до 3% приводит к уменьшению выхода биомассы у всех испытанных штаммов.

Культивирование мицелиальных грибов на средах с углеводородами проводят при меняющихся или постоянных значениях pH. Как отмечают многие авторы, у мицелиальных грибов отмечена тенденция подщелачивать среду при кислых исходных значениях pH и подкислять при щелочных значениях. Однако, хотя испытанные виды пенициллиев и аспергиллов в процессе роста при разных исходных концентрациях водородных ионов в среде в значительной мере выравнивали кислотность среды, начальная кислотность влияла на накопление биомассы [1, 3, 6].

Исследование роста активных штаммов проводилось нами на питательной среде Чапека с нафталановой нефтью в качестве единственного источника углеводорода. Значения концентраций pH составляли: 2,3; 3,1; 4,2; 5,2; 6,2; 7,2; 8,0; 9,0. Испытанные штаммы были способны расти в широком диапазоне начального значения pH – от 2,3 – 8,0. Оптимальным значением pH для двух штаммов *Cephalosporium* sp. 45a и *Mucor* sp. 6н является 7,2, а для штаммов *Fusarium* sp. 11a и *Penicillium* sp. 3п – 6,2. Однако у всех испытанных нами штаммов грибов повышение pH до 9,0 вызывает угнетение их роста.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Билай В.И., Коваль Э.З. Рост грибов на углеводородах нефти. Киев: «Наукова Думка», 1980.
2. Коваль Э.З. Основные особенности и закономерности роста мицелиальных грибов на разных углеводородах нефти // Тез. докл. 4 Закавказ. совещ. по споровым растениям. Ереван. 1972.
3. Зайченко А.М. Изучение окисления алканов некоторыми микромицетами: Автореф. дис. канд. биол. наук. Киев, 1967.
4. Сокольский А.Ф., Умербаева Р.И. Микробиологические исследования в Северном Каспии // Касп. НИИ рыб. х-ва. Астрахань, 2000. С. 75-79.
5. Аббасов В.М., Исаева Г.А., Ибрагимов Г.А. и др. Фунгицидная активность нафтенных углеводородов лечебной нафтанской нефти и ряда индивидуальных синтетических нафтенных // Процессы нефтехимии и нефтепереработки. 2002. 1(8). С.11
6. Пидопличко Н.М., Бухало А.С. Пархоменко Л.П. Влияние условий культивирования на рост некоторых видов рода *Penicillium* на углеводородах // Микология и фитопатология. 1969.3.3. С.213-218.

БИОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ BROMELIACEAE JUSS. ПРИ КУЛЬТУРЕ В ЗАКРЫТОМ ГРУНТЕ*

Аннотация. В последние десятилетия были проведены работы по изучению биоморфологии и культуры ряда тропических и субтропических растений в сухих субтропиках Азербайджана. Изучение биоморфологических особенностей этих растений дает возможность освоения растительных ресурсов мировой флоры и обогащения культурной флоры республики. В связи с этим изучение биоморфологии и морфогенеза представителей эндемичного для Американского континента семейства Bromeliaceae Juss. позволит решить некоторые задачи как научного обоснования, так и практического использования их в культуре.

Ключевые слова: тропические и субтропические растения, биоморфология, семейства бромелиевых, интродукция.

Sh. Qasimov

BIOMORPHOLOGICAL FEATURES OF SOME SPECIES BROMELIACEAE JUSS.
IN COVERED GROUND CULTURE

Abstract. In recent decades, were carried out to study biomorphology and culture of some tropical and subtropical plants in the dry subtropical regions of Azerbaijan. Study biomorphological features of these plants enables the development of plant resources, the world's flora and enrich the cultural flora of the republic. In connection with this study biomorphology and morphogenesis of representatives endemic for the Americas family Bromeliaceae Juss. will solve some problems as the scientific basis and practical use of them in culture.

Key words: tropical and subtropical plants, biomorphology, family Bromeliaceae Juss., the introduction.

Интродукционное изучение тропических и субтропических растений – один из основных и действенных способов освоения и сохранения биоразнообразия мировой флоры. *Ex situ* является наиболее распространенной формой сохранения растений в ботанических садах. В ведущих ботанических садах мира (Южная Америка, Мадагаскар) сосредоточены от 40 до 80 тыс. видов тропических и субтропических растений [6]. Создание богатой коллекции растений в условиях закрытого грунта способствует как решению задачи охраны природы, так и решению задач внутреннего озеленения.

В Центральном ботаническом саду НАН Азербайджана в течение ряда лет ведутся работы по сбору и интродукционному изучению видов эндемичного для американского континента семейства бромелиевых (Bromeliaceae Juss.).

Представители семейства бромелиевых – многолетние травянистые растения с сильно укороченным стеблем и розетками листьев. Большинство видов семейства являются эпифитами [1, 7, 8, 9, 10].

К сожалению, до настоящего времени виды бромелиевых не находили широкого применения в практике интерьерного озеленения нашей республики. Это было связано с отсутствием как самих растений, так и сведений о биоэкологических основах их возделывания в условиях сухих субтропиков. С этой целью нами сделана попытка изучения биоморфологии и приспособительной структуры интродуцентов с учетом эколого-географического разнородности исходных видов.

* © Гасымов Ш.Н.

Материалы и методы

Материалами для исследований были растения из коллекции ЦБС НАН Азербайджана, а также семена, полученные по делектусам из разных зарубежных ботанических садов.

Настоящая статья посвящена особенностям биологического и морфологического развития некоторых видов бромелиевых от семени до плодоношения. Отметим также, что в статье рассматриваются виды из группы монокарпических представителей бромелиевых. Это *Aechmea bracteata* (Swartz) Griseb, *Acanthostachys strobilacea* (Schult.f.) Klotzsch, *Billbergia rosea* Beer., *Billbergia nutans* Rgl., *Billbergia magnifica* Mez., *Dyckia remotiflora* Bak., *Pittcairnia xanthocalyx* Mart., *Puya mirabilis* L.B.Smith.

Изучение биологических и морфологических особенностей прорастания семян и развития проростков велось по – методике И.Г. Серебрякова [4] и Ф.М. Купермана [3], а изучение и графическое изображение морфогенеза вегетативных органов и ритмов сезонного развития растений по методике В.В. Скрипчинского, Ю.А. Дударь и др. [5].

Опыты по семенному размножению, а также анализ биоморфологических особенностей и динамики роста и развития виргинильных растений 8 видов проводились путем еженедельного анализа и зарисовок вегетативных органов.

Результаты и их обсуждение

Необходимо отметить, что посев бромелиевых необходимо производить свежесобранными высококачественными семенами, поскольку семена у бромелиевых через 3-7 месяцев после созревания теряют всхожесть. Время посева определяется сроком созревания семян. Сеять семена можно круглый год [2].

Последовательность прорастания и дальнейшего развития рассматриваемых видов во многом схожа. Поэтому приводим обобщенное описание, отмечая, в некоторых случаях, имеющиеся различия у растений разных видов.

Тип прорастания семян видов бромелиевых надземный, где различаются – а) надземное прорастания без связника; б) надземное прорастание со связником. Прорастания семян исследованных видов рода (*Aechmea*, *Billbergia*, *Dyckia*, *Pittcairnia*, *Puya*) – надземное со связником. У всех исследованных видов прорастание начинается с разрыва семенной кожуры. Вначале из трещины семени выходит гипокотиль с зародышевым корешком (рис.1), который дает начало главному корню.

Для всех видов характерным является прекращение роста главного корня через несколько дней после всхода и постепенное его отмирание. У видов р. *Pittcairnia* семядоля листовидной формы и находится в семени недолгое время, при этом ее кончик, выполняющий поглощающую функцию, короткий и толстый. У видов рр. *Dyckia* и *Puya* семядоля плотно заполняет семя. При этом у видов р. *Puya* семядоля неделями остается в семенной кожуре, а затем, выходя наружу, становится фотосинтезирующим органом. Проростки с такой семядолей развиваются быстро и уже в первый год образуют целую розетку листьев. У представителей рр. *Aechmea* и *Billbergia* семядоля своим кольцевым основанием обрастает зародышевую почку и верхушка долгое время не покидает семенную кожуру.

Для некоторых представителей бромелиевых (рр. *Aechmea*, *Billbergia*) характерен мезокотиль.

У видов родов *Acanthostachys*, *Aechmea*, *Billbergia*, *Puya* первичный корень значительно развивается.

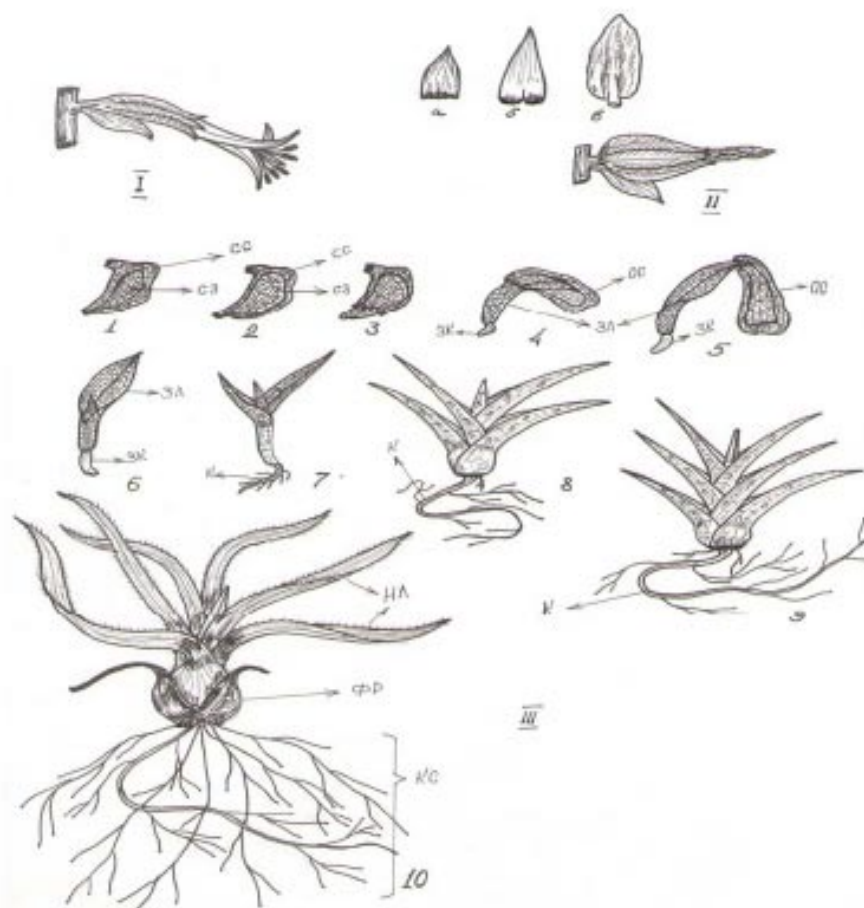


Рис. 1. Последовательные фазы развития *Puya mirabilis* (Mez.) L.B. Smith. из семян. I – Цветок (а – цветочный прицветник, б – чашелистик, в – лепесток); II – Плод-коробочка; III – Различные фазы прорастания семян и образования проростков у *Puya mirabilis* (Mez.) L.B. Smith. 1 – семя, 2-3 – набухшее семя, 4-6 – начало образования зародышевых листочков и корешок, 7 – проросток, 8-9 – 4-месячный проросток, 10 – 3-летний сеянец. сз – семенной зародыш, сс – семенная сеточка, зк – зародышевый корешок, зл – зародышевый листочек, ос – остатки семени, к – корень, нл – дефинитивный лист, кс – корневая система, фр – сформировавшаяся розетка.

Морфологически проростки растений всех видов рассматриваемых родов однотипны. Родовые различия проявляются лишь в размерах, формах семядолей, а также в наличии или отсутствии мезокотилея.

Особенности развития растений, в онтогенезе начиная с ювенильного этапа, приведены на примере *Billbergia magnifica* (рис. 2). Последовательность и формы морфологического развития других видов схожи и отличаются лишь в цифровых показателях.

Рост первого ассимилирующего листа от появления до предельных размеров продолжается 70-80 дней. На 50 день после начала прорастания длина листа составляет в среднем 1,90 см, ширина – 0,60 см, а на 83 день после начала прорастания первый лист достигает в среднем 2,45 см в длину и 0,65 см в ширину, после чего начинает усыхать от верхушки и постепенно отмирает весь, оставаясь в таком состоянии еще долгое время. Рост второго ассимилирующего листа от появления до достижения предельных размеров (длина 4,45 см, ширина 0,70 см) продолжается 81-85 дней.

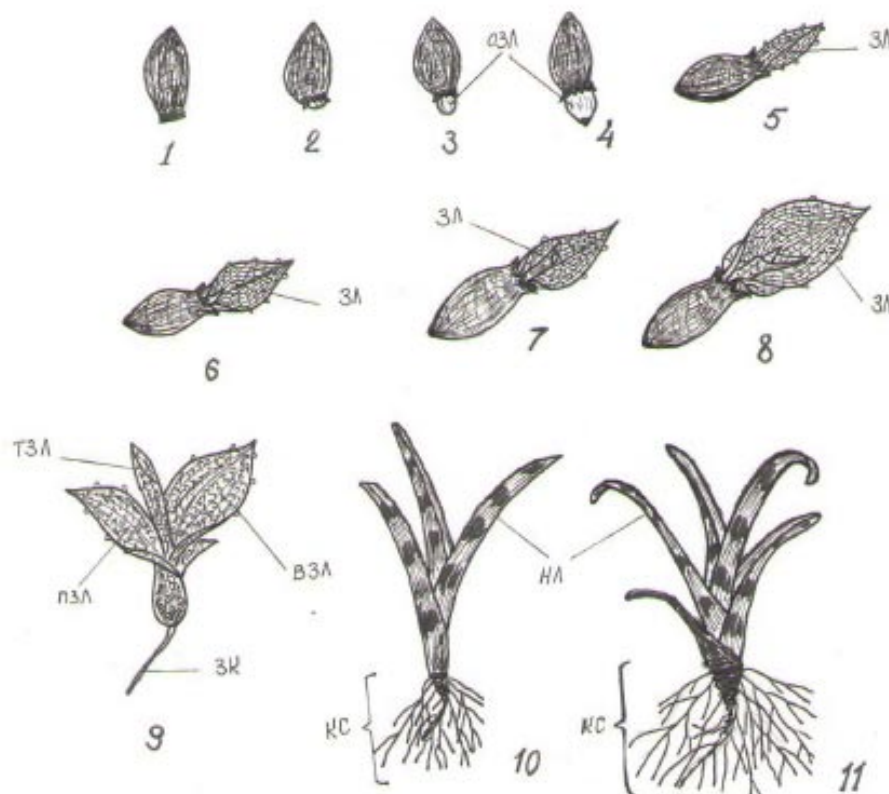


Рис. 2. Последовательные фазы развития *Billbergia magnifica* Mez. из семян.

1 - семя, 2-3-4 - начало набухания семени, 5-6-7-8 - начало образования зародышевых листочков, 9 - проросток, 10 - 3-летний сеянец, 11 - 5-летний сеянец; озл - образования зародышевых листочков, зл - зародышевый листочек, зк - зародышевый корешок, пзл, взл, тзл - первый, второй, третий зародышевый листочек, нл - дефинитивный лист, кс - дефинитивный лист.

В табл. 1 показаны биометрические показатели первых пяти листьев у 6 представителей разных родов. Растения в возрасте 4-5 месяцев имеют розетку из 12-14 листьев, а к восьмимесячному периоду розетка сокращается до семи хорошо развитых морфологически определившихся листьев.

Развитие вегетативной сферы у растений всех видов кончается с началом развития репродуктивной фазы, то есть с появления цветочной стрелки. После цветения завязываются семена, растение постепенно отмирает, и появляются боковые побеги, которые заменяют материнское растение.

Таким образом, виргинильный период развития растений в зависимости от вида длится 3-3,5 года, а полный цикл развития от семени до семени 3,5-4 года.

На рис. 2 приводим различные фазы прорастания семян и образования проростков у *Billbergia magnifica* Mez.

Биометрические показатели первых пяти листьев у некоторых видов бромелиевых

Название вида	Номер листа	Размеры листьев		Продолжительность жизни листа (дни)
		длина, см	ширина, см	
<i>Aechmea bracteata</i>	1	3,55	0,70	65-70
	2	5,59	0,98	71-75
	3	8,0	1,20	80-85
	4	8,65	1,35	86-95
	5	15,1	2,3	120-125
<i>Acanthostachys strobilaceae</i>	1	3,25	0,21	60-65
	2	5,70	0,50	65-70
	3	10,70	0,61	72-75
	4	14,3	0,90	85-90
	5	21,4	1,12	115-120
<i>Billbergia magnifica</i>	1	2,45	0,65	70-80
	2	4,45	0,70	81-85
	3	5,0	0,86	95-100
	4	11,5	1,9	125-135
	5	17,6	2,2	145-150
<i>Dyckia remotiflora</i>	1	3,15	0,72	65-71
	2	4,60	0,94	75-80
	3	4,93	1,26	81-85
	4	5,12	1,98	85-90
	5	12,4	2,2	110-115
<i>Pittcairnia xanthocalyx</i>	1	2,25	0,80	75-80
	2	3,50	0,97	80-85
	3	4,64	1,18	95-100
	4	6,95	1,27	105-110
	5	8,45	1,45	120-125
<i>Puya mirabilis</i>	1	1,4	0,1	60-65
	2	1,45	0,13	65-70
	3	3,2	0,2	70-75
	4	6,3	1,17	85-90
	5	7,5	2,18	100-105

Выводы.

Таким образом, подытоживая исследования, отметим:

- прорастание семян исследуемых видов – надземное со связником;
- система гипокотиль-семядоля (начало организации стебля-розетки) формируется 100-120 дней;
- побег с розеточным листорасположением формируется 36-42 месяца (наступление репродуктивного периода) и характеризуется как монокарпический с почками возобновления в базальной части;
- цикл развития исследованных видов от фазы прорастания семени до конечного созревания семени развившегося растения составляет 42-48 месяцев.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Гасымов Ш.Н. Итоги интродукции видов семейства Bromeliaceae Juss. Труды Центрального ботанического сада. Баку, 2007. Т. 8. С. 66-77.
2. Гасымов Ш.Н. Биология развития некоторых видов семейства бромелиевые (Bromeliaceae Juss.) // Вестник Киевского национального университета им. Тараса Шевченко. 2009. № 19-21. С. 76-78.
3. Куперман Ф.М. Морфофизиология растений. М.: Высш. шк., 1968.
4. Серебряков И.Г. Морфология вегетативных органов высших растений. М.: Советская наука, 1952.
5. Скрипчинский В.В., Дударь Ю.А., Скрипчинский Вл.В. и Шевченко Г.Т. Методика изучения и графического изображения морфогенеза монокарпического побега и ритмов сезонного развития травянистых растений// Труды Ставропольского НИИ СХ. Ставрополь, 1970. Ч. 2, вып. 10. С. 3-15.
6. Стратегия ботанических садов по охране растений. М.: Россельхозакадемия, 1994. С. 24.
7. Тропические и субтропические растения: (Фонды Главного ботанического сада АН СССР). М.: Наука, 1969. С. 95-101.
8. Черевченко Т.М., Приходько С.Н., Майко Т.К. и др. Тропические и субтропические растения закрытого грунта: Справочник. Киев: Наук. Думка, 1988.
9. Шестак В.И. Бромелиевые (биология, интродукции, агротехника). Кишинев: «Штиинца», 1989.
10. Smith L.B., Downs R.J. Flora Neotropica: Bromeliadeae (Bromeliaceae). N.Y., 1979. N 14. P. 1493-2142.

**Зейналлы К.С., Гахраманова Ф.Х.,
Джабраилзаде С.М., Алиева Ш.Т.**

**ВИДОВОЙ СОСТАВ МИКРОМИЦЕТОВ, РАСПРОСТРАНЕННЫХ
В ВОЗДУХЕ ОБЪЕКТОВ РАЗНОГО НАЗНАЧЕНИЯ
(на примере городах Баку и Шеки)***

Аннотация. В результате исследований, проведенных в 50 помещениях, находящихся в городах Баку и Шеки Азербайджанской Республики, установлено, что в воздухе исследованных объектов встречаются 56 видов микромицетов, количество спор которых варьирует в пределах 12-321 КОЕ/м³. Среди обнаруженных грибов имеются немало видов (например, *A. fumigatus*, *A. flavus*, *A. niger*, *Cl. herbarum*, *P. variotii*, *P. chrysogenum*, *St. chartarum* и др.), принадлежащих к оппортунистическим грибам, вызывающим различного рода микотические заболевания.

K. Zeynally, F. Ghahramanova, S. Chabrailzade, Sh. Aliyeva
SPECIES COMPOSITION OF MICROMYCETES DISTRIBUTED IN THE AIR OF
DIFFERENT OBJECTS WHICH VARIOUS PURPOSES
(for example, the city of Baku and Sheki)

Abstract. As a result of these studies which have been conducted in 50 places of Baku and Sheki of Azerbaijan Republic in the air of investigated objects it was found 56 species of micromycetes, and the quantity of their spores are varied in the range of 12-321 CFU/m³. There are many species among the identified fungi (for example, *A. fumigatus*, *A. flavus*, *A. niger*, *Cl. herbarum*, *P. variotii*, *P. chrysogenum*, *St. chartarum*, etc.), belonging to opportunistic fungi which cause various mycotic diseases.

Закономерности распространения сапротрофных микромицетов в антропогенных биотопах привлекают все большее внимание, в связи с многообразием форм патологии, обусловленных микроскопическими грибами, постоянно присутствующими в среде обитания человека, в том числе и в воздухе помещений [2, 4, 7]. Кроме того, существует группа заболеваний, объединяемых под общим названием «синдром больных зданий» [12], которыми страдают люди, живущие или работающие в «неблагополучных» помещениях, в первую очередь пораженных плесневыми грибами [1, 5, 8, 15].

В связи с этим целью данного исследования было изучение видового состава и численности микромицетов, обитающих в воздухе помещений различного назначения – жилых, административных, больничных. Всего было обследовано 50 помещений, 35 из которых находятся в г.Баку, а остальные – в г. Шеки. В объекты исследований входили: лаборатории и административные кабинеты различных учреждений (научно-исследовательские институты, поликлиники и больницы), жилые квартиры, расположенные на первых этажах в кирпичных и каменных домах различных (до 10, до 50 и больше 50) лет постройки, строительные площадки и др.

Отбор проб воздуха проводятся в июле-августе 2008-2010 гг. Пробы воздуха собирали методом седиментации на чашки Петри с агаризованной средой [9]. В комнате, на высоте 0,5-1 м от пола, ставили 6 чашек диаметром 90 мм: 3 – со средой Чапека ($\text{NaNO}_3 - 2\text{г/л}$, $\text{KH}_2\text{PO}_4 - 1\text{ г/л}$, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} - 0,5\text{ г/л}$, $\text{KCl} - 0,5\text{ г/л}$, $\text{FeSO}_4 - 0,01\text{ г/л}$, сахара - 20 г/л

* © Зейналлы К.С., Гахраманова Ф.Х., Джабраилзаде С.М., Алиева Ш.Т.

б агар-агар -20 г/л), 3 – с ксерофильной средой (600 мл сусла, 400 мл вода, 100 г NaCl и 20 г агар-агар). Для подавления роста бактерий, в среду Чапека добавляли 80% молочной кислоты из расчета 4 мл кислоты на 1 литр среды. Время экспозиции составляло 1 час, в период которого из комнаты удалялись люди, закрывались окна и двери.

Чашки с пробами воздуха и пыли инкубировали в течении 7 дней при температуре 26-28°C. Изоляты пересевали на косяки с сусло-агаром или ксерофильной средой. Идентификацию грибов проводили на стандартной среде Чапека с помощью определителей [3, 11, 13-14, 16].

Численность пропагул микромицетов в воздухе пересчитывали на кубический метр по формуле Омелянского [10]:

$$X=5a102103/10bt,$$

где x – количество микромицетов в 1 м^3 воздухе, a – количество колоний на чашке, b – площадь чашки (см^2), t – время экспозиции (мин), 5 – время (мин.), за которое, по расчету Омелянского, на площадь в 100 см^2 оседает столько пропагул, сколько их содержится в 10 л воздуха, 10 – объем воздуха (л), из которого происходит оседание микромицетов за 5 минут, 102 – площадь (см^2), на которую, по расчету Омелянского, за 5 мин. оседает столько пропагул, сколько их содержится в 10 л воздуха, 103 – искомый объем воздуха (л).

Все эксперименты поставлены в 4-6 повторностях, и полученные результаты статистически обработаны [6].

В воздухе исследованных объектов обнаружено 56 вида микромицетов 18 родов, без учета стерильного мицелия и неидентифицированных грибов. Обнаруженные грибы относились к трем классам: Zygomycetes - 2 (*Mucor* и *Rhizopus*) рода, 6 видов; Ascomycetes – 2 (*Candida* и *Chaetomium*) рода, 3 вида и Hyphomycetes – 14 (*Alternaria*, *Aspergillus*, *Aureobasidium*, *Cladosporium*, *Botrytis*, *Humicola*, *Fusarium*, *Paecilomyces*, *Penicillium*, *Phoma*, *Sporotrichum*, *Stachybotrys*, *Stemphylium* и *Trichoderma*.) родов, 39 видов. Количество видов, обнаруженных в одном объекте, варьировало от 2 до 8 и в среднем составляло 5.

Ядро аэромикоты исследованных помещений определяют *Aspergillus* и *Penicillium*, доминирующие как по встречаемости (70,2% и 74,4%), так и по обилию (33,2% и 35,7%), несмотря на то, что количество родов составляет 18.

Анализ видового состава выявленной микобиоты показал, что из 56 видов грибов, обнаруженных в воздухе обследованных помещений, только 8 видов являются общими для помещений всех типов в обоих городах и характеризуются наиболее высокими показателями частоты встречаемости: *Alternaria alternata* (частота встречаемости в различных помещениях находится в пределах 3,6-12,2%), *Aspergillus fumigatus* (4,6-14,2%), *A. niger* (7,5-17,8%), *Mucor mucedo* (7,9-12,3%), *Penicillium chrysogenum* (8,4-11,5%), *P. variable* (3,4-12,1%), *Cladosporium herbarum* (1,2-10,6%) и *Trichoderma lignorum* (2,3-7,6%).

В проведенных исследованиях также установлены средние значения концентрации спор грибов, в воздухе обследованных помещений, которые варьировали в пределах 35-321 КОЕ/ м^3 - в строительных площадках, 12-264 КОЕ/ м^3 - в административных помещениях, 15-138 КОЕ/ м^3 – в жилых и 12-105 КОЕ/ м^3 – в больничных помещениях.

Таким образом, в воздухе помещений различного назначения формируется достаточно своеобразная микобиота с общим доминирующим комплексом грибов, состоящим из шести родов мицелиальных грибов – *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Mucor*, *Penicillium* и *Trichoderma*. Представители класса Ascomycetes обнаружены только в воздухе административных помещений и строительных площадок.

Надо отметить, что все обнаруженные грибы, которые входят в микобиоту исследованных помещений, являются обычными обитателями почвы, а также контаминантами пищевых продуктов и биодеструкторами самых разнообразных материалов, имеющих

в окружающей среде [3]. В то же время, многие из них (например, *A. fumigatus*, *A. flavus*, *A. niger*, *Cl. herbarum*, *P. variotii*, *P. chrysogenum*, *St. chartarum* и др.) принадлежат к оппортунистическим грибам [15], которые вызывают различного рода микотические заболевания как эндогенного, так и экзогенного характера. Обитая в воздухе помещений, они служат потенциально опасным источником инфекции и могут быть использованы для прогноза заболеваний, вызванных микроскопическими грибами.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Антонов В.Б. Где порог толерантности к микотической контаминации помещений?//Успехи медицинской микологии. М.: Национальная Академия микологии, 2007. Т.9. С.32-34.
2. Антропова Л.Б., Макеева В.Л., Биланенко Е.Н., Чекунова А.Н. и др. Аэромикота жилых помещений г.Москвы// Микология и фитопатология. 2003. Т. 37. вып. 6. С.1-11.
3. Билай В.И., Курбацкая З.А. Определитель токсинообразующих микромицетов. Киев: Наукова думка, 1990.
4. Богомоллова Т.С., Васильева Н.В., Горшкова Г.И. Микобиота некоторых жилых помещений в г.Санкт-Петербурге и Ленинградской области// Проблемы медицинской микологии. 1999. №3. С.41-43.
5. Курбатова И.В. Возбудители оппортунистических грибковых инфекций в клинической практике. Автореф. канд. дисс... к.м.н. М., 2000.
6. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высш. школа, 1973.
7. Лугаускас А., Яскевичюс Б. Микологическое состояние жилых помещений Вильнюса//Микология и фитопатология. 2009. Т.43. В.3. С. 207-215.
8. Митрофанов В.С. Козлова Я.И. Плесни дома(обзор)//Проблемы медицинский микологии. 2004. Т. 6. №2. С.10-19.
9. Методы экспериментальной микологии/Под. ред. Билай В.И. Киев: Наукова думка, 1982. 500 с.
10. Храмов В.В. Влияние микологических и химических факторов окружающей среды на формирование и течение бронхиальной астмы с сенсibilизацией к плесневым грибам. Автореферат канд. дисс...к.м.н. М., 1993. 20 с.
11. Booth C. The genus *Fusarium*. Common. Mycol. Inst., Kew, 1971. 608 p.
12. Cooley J.D., Wong W.C., Jumper C.A., Straus D.C. Correlation between the prevalence of certain fungi and sick building syndrome.//Occupational and Environmental Medicine, 1998. V.55. N 9. P.579-584.
13. Ellis M.B. Dematiaceous Hyphomycetes. C.M.J.: Kew, 1971. 608 p
14. Klich M.A. Identification of common *Aspergillus* species. Utrecht: CBS, 2002. 116 p.
15. Kurup VP. Fungal allergens//Curr Allergy Asthma Rep., 2003. V.3. P.416-423.
16. <http://www.cbs.knaw.nl/databases>

**Ханышева Маяханым Али кызы,
Азизов Ибрагим Вахаб оглы**

ДЕЙСТВИЕ ЗАСОЛЕНИЯ НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИЕ И УРОЖАЙНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ГЕНОТИПОВ ТВЕРДОЙ И МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ*

Аннотация. Исследована солеустойчивость твердых и мягких сортов пшеницы, районированных в Азербайджане, с целью выявления наиболее устойчивых форм по морфофизиологическим и фотосинтетическим показателям и урожайности. В результате исследований 20 различных сортов твердой и мягкой пшеницы выявлены солето-лерантные формы, которые могут быть выращены в засоленных почвах, а также они могут быть использованы как исходный материал получения более устойчивых форм пшеницы.

M. Khanyшева, I. Azizov

IMPACT OF SALINIZATION ON PHOTOSYNTHETIC AND PRODUCTIVITY PROPERTIES OF SOFT AND HARD VARIETIES OF WHEAT GENOTYPES

Abstract. Salt tolerance in twenty advanced wheat genotypes was studied under a naturally- salinized (EC = 1,5-2%) soil conditions during the ontogenesis. The results showed that the chlorophyll concentrations and photochemical activity of chloroplasts of all the genotypes were reduced by salinity. However, genotypes Qiymatli 2/17, Nurlu – 99, Qobustan, Azamatli , Sarstovskaya -29 and Qirmizi buqda showed salinity tolerance than others.

Засоление почв является одним из существенных факторов окружающей среды, лимитирующих рост, развитие и продуктивность растений. Соли оказывают двойное действие на растение. Во-первых, они создают высокое осмотическое давление в почвенном растворе, что приводит к прочному связыванию воды. При этом затрудняется поглощение воды корнями растений, что называется осмотическим стрессом. Во-вторых, поглощенные вместе водой ионы солей оказывают угнетающее действие на метаболические процессы растений, что называется ионным стрессом [1].

Нарушение роста и развития растений при солевом и ионном стрессе является следствием некоторых ответных физиологических реакций, включая изменения в ионном балансе, минеральном питании, передвижении воды, устьичной проводимости, скорости фотосинтеза и, в конечном счете, в фиксации и утилизации углекислого газа. Снижение скорости фотосинтеза при действии солей связано со снижением проводимости устьиц [2-4], так как при этом происходит внеустьичное поглощение углекислого газа, в результате чего содержание углекислоты в межклеточном пространстве снижается [3]. Следовательно, снижается скорость темновых реакций фотосинтеза и поглощенный свет оказывает повреждающее действие на реакционные центры хлоропластов [5]. При засолении также снижается содержание хлорофилла в хлоропластах, что приводит к снижению поглощения света хлоропластами [6]. Солетолерантные растения имеют механизмы, которые позволяют им поддерживать нормальный ход фотосинтеза в присутствии высоких концентраций солей.

Целью настоящей работы являлось изучение солеустойчивости твердых и мягких сортов пшеницы, районированных в Азербайджане, выявление наиболее устой-

* © Ханышева Маяханым Али кызы, Азизов Ибрагим Вахаб оглы

чивых форм по морфо-физиологическим и фотосинтетическим показателям и урожайности для дальнейшего выращивания их слабо засоленных почвах фермерских хозяйств.

Материалы и методы

Объектом исследований служили 20 сортов твердой и мягкой пшеницы, районированных в Азербайджане. Растения выращивали в почвенных условиях в засоленных и нормальных почвах. В засоленных участках содержание солей не превышало 3%. По фазам развития растений брались пробы листьев для определения содержания зеленых пигментов. Содержание зеленых пигментов в листьях устанавливали после их экстрагирования 30% ацетоном и измерением экстинкции вытяжек на спектрофотометре СФ-26. Для расчета использовали коэффициенты Веттштейна [7]. Для выделения хлоропластов листья измельчали в среде, содержащей 0,4 М сахарозу, 0,2 М Tris-HCl (pH-7,8), 0,005 М аскорбат-Na и 0,001М ЭДТА. После процеживания через капроновую ткань гомогенат центрифугировали при 200 g для освобождения крупных частиц. Супернатант центрифугировали при 100 g в течение 10 мин. Надосадочную жидкость выбрасывали, осадок ресуспендировали в среде суспендирования.

Фотосинтетическую способность хлоропластов определяли по выделению кислорода полярографическим методом, применяя электрод Кларка [8]. Активность ФС II определяли по выделению кислорода в реакционной среде, содержащей 0,08 М сахарозу, 0,01 М NaCl, 0,01 М MgCl₂ и 0,005 М K₃[Fe(CN)₆]. Активность ФС I определяли в реакционной среде, в присутствии дихлорфенолиндофенола и метилвиологена.

Результаты и обсуждение

В результате проведенных опытов выяснилось, что засоление почвы оказывает на растение однонаправленное действие: снижается рост, укорачиваются фазы развития, снижается содержание зеленых пигментов и, в конечном счете, все это сказывается на урожайности растений. Среди испытанных сортов выявлены более чувствительные и толерантные формы. Как видно из табл. 1, генотипы отличаются по содержанию зеленых пигментов в условиях засоления. Сорта пшеницы Гырмызыгюль, Пиршахин, Вугар-80, Шираслан-23, Дагдаш оказались более чувствительными к солености по содержанию зеленых пигментов, в то время как генотипы Гийматли 2/17, Нурлу-99, Гобустан, Саратовская-29, Акинчи-84, Азаматли-95, Гырмызы бугда были относительно устойчивыми. Следует отметить, что у всех генотипов отмечено увеличение концентрации каротиноидов в условиях засоления, что еще раз подтверждает их защитную роль при стрессе. Из дендрограммы можно заметить, что в фазе колошение-цветение по содержанию зеленых пигментов генотипы составляют три сходные группы. Первую группу составляют наиболее солеустойчивые формы Гийматли 2/17, Гырмызы бугда Азаматли-95, Саратовская-29, Гобустан, а остальные более чувствительные сорта входят во вторую и третью группу. Засоление действовало также на активность первой и второй фотосистем, снижалась скорость транспорта электронов между фотосистемами [9]. В хлоропластах, выделенных из листьев генотипов первой группы, активность фотосистем снижались в меньшей степени, чем у генотипов второй и третьей группы.

Из дендрограммы каротиноидов видно, что по содержанию этих пигментов генотипы отличаются и относительно высокое их содержание отмечается у наиболее чувствительных сортов пшеницы.

При изучении действия засоления на урожайные показатели генотипов пше-

ницы также выявлены существенные различия между сортами (табл. 2). Засоление вызывало снижение урожайности у всех сортов, однако наименьшее снижение отмечалось у сортов Саратовская-29, Гырмызы бугда, Нурлу-99, Гобустан, Акинчи-84, Азаматли-95.

Результаты исследований содержания зеленых пигментов и каротиноидов, активности хлоропластов и урожайных показателей однозначно подтверждает толерантность генотипов Саратовская-29, Гырмызы бугда, Нурлу-99, Гобустан, Акинчи-84 и Азаматли-95 к условиям засоления.

Различия по толерантности к засолению между сортами и видами растений отмечены и другими авторами [10-11]. В этих работах растения по устойчивости к солевому стрессу разделены в три группы. Растения первой группы слегка толерантны к солености, растения второй группы отличаются умеренной, а растения третьей группы – высокой солеустойчивостью. В работе [11] показано, что солетолерантные растения также показывают высокую всхожесть (92%) при повышенной концентрации соли. Имеются многочисленные данные о подавлении интенсивности фотосинтеза и фотофосфорилирования под действием солей [12-13]. В исследованиях последних лет показано подавляющее действие хлористого натрия на вторую фотосистему, особенно на ее донорную часть, что подтверждается данными наших исследований.

Таблица 1

Влияние засоления почвы на содержание хлорофиллов и каротиноидов в листьях генотипов пшеницы.

№	Генотипы	Контроль	Засоление	В % от контроля	Контроль	Засоление	В % от контроля
		Xl a+b	Xl a+b		Каротиноиды	Каротиноиды	
1	Акинчи-84	4,11±0,03	2,95±0,065	72	0,99±0,013	0,69±0,025	70
2	Гарагылчыг-2	5,57±0,007	3,44±0,100	62	0,76±0,013	0,47±0,018	62
3	Вугар-80	5,02±0,051	3,00±0,066	60	0,62±0,008	0,36±0,017	58
4	Шираслан-23	6,50±0,088	4,37±0,118	67	0,88±0,020	0,52±0,024	59
5	Баракатли-95	5,92±0,078	4,03±0,093	68	0,75±0,016	0,43±0,019	57
6	Елиндже-84	5,21±0,046	3,70±0,089	71	0,73±0,014	0,42±0,020	58
7	Тартар	5,24±0,047	3,38±0,071	65	0,81±0,018	0,46±0,021	57
8	Гобустан	3,79±0,036	2,98±0,063	79	0,59±0,013	0,45±0,019	77
9	Нурлу-99	4,46±0,091	3,77±0,102	85	0,44±0,012	0,32±0,013	73
10	Гийматли2/17	4,94±0,111	3,86±0,166	78	0,37±0,011	0,26±0,013	70
11	Пиршагин	5,55±0,121	3,19±0,153	57	1,03±0,023	0,60±0,029	58
12	Гырмызы-гюль	4,90±0,076	3,01±0,099	61	0,87±0,014	0,50±0,017	57
13	Азаматли-95	5,93±0,194	4,57±0,242	77	0,67±0,024	0,51±0,028	76
14	Рузи-84	5,76±0,105	3,73±0,168	65	1,08±0,019	0,60±0,028	55
15	Талех-38	4,75±0,038	2,76±0,088	58	1,06±0,013	0,59±0,020	55
16	Саратовская-29	5,76±0,074	4,43±0,102	77	0,58±0,005	0,42±0,013	72
17	Дагдаш	5,01±0,056	2,79±0,075	56	1,01±0,006	0,58±0,014	57
18	Шарг	5,39±0,88	3,35±0,104	62	0,95±0,009	0,52±0,018	55
19	Гырмызы бугда	5,07±0,127	3,96±0,170	78	0,76±0,012	0,54±0,024	71
20	FEFWSN-4th №16	5,93±0,101	3,80±0,129	64	0,85±0,022	1,48±0,053	56

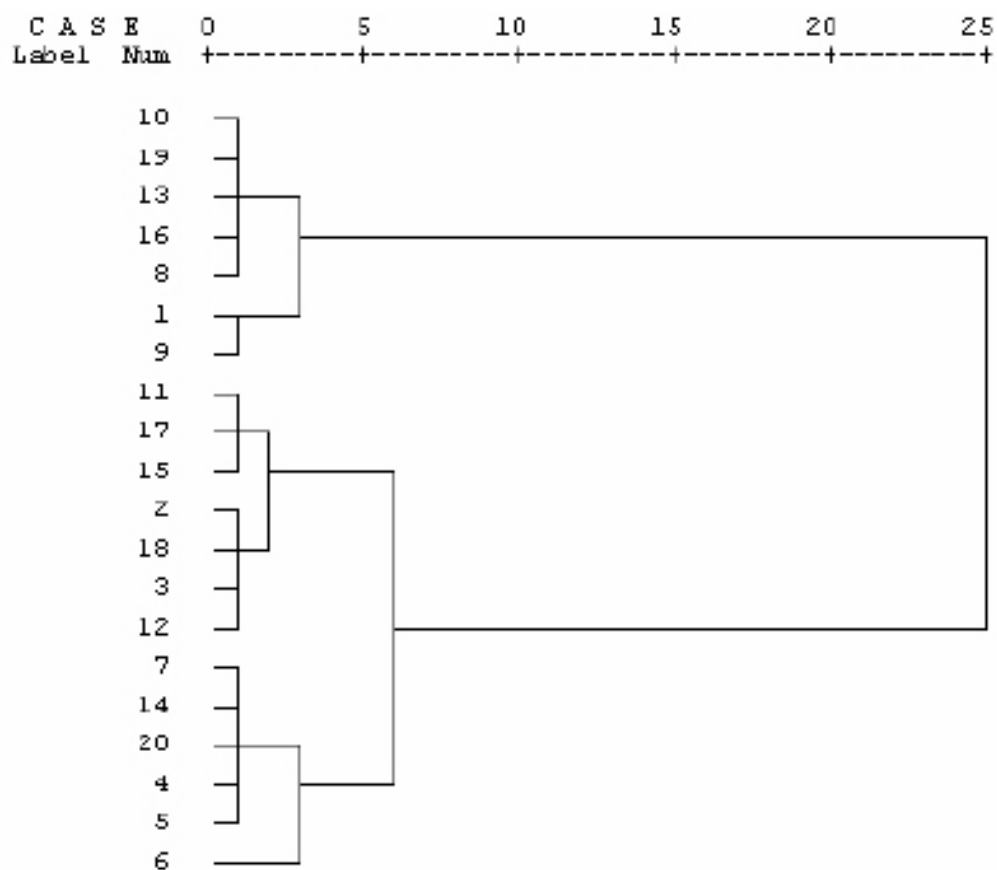


Рис.1. Дендрограмма по хлорофиллу

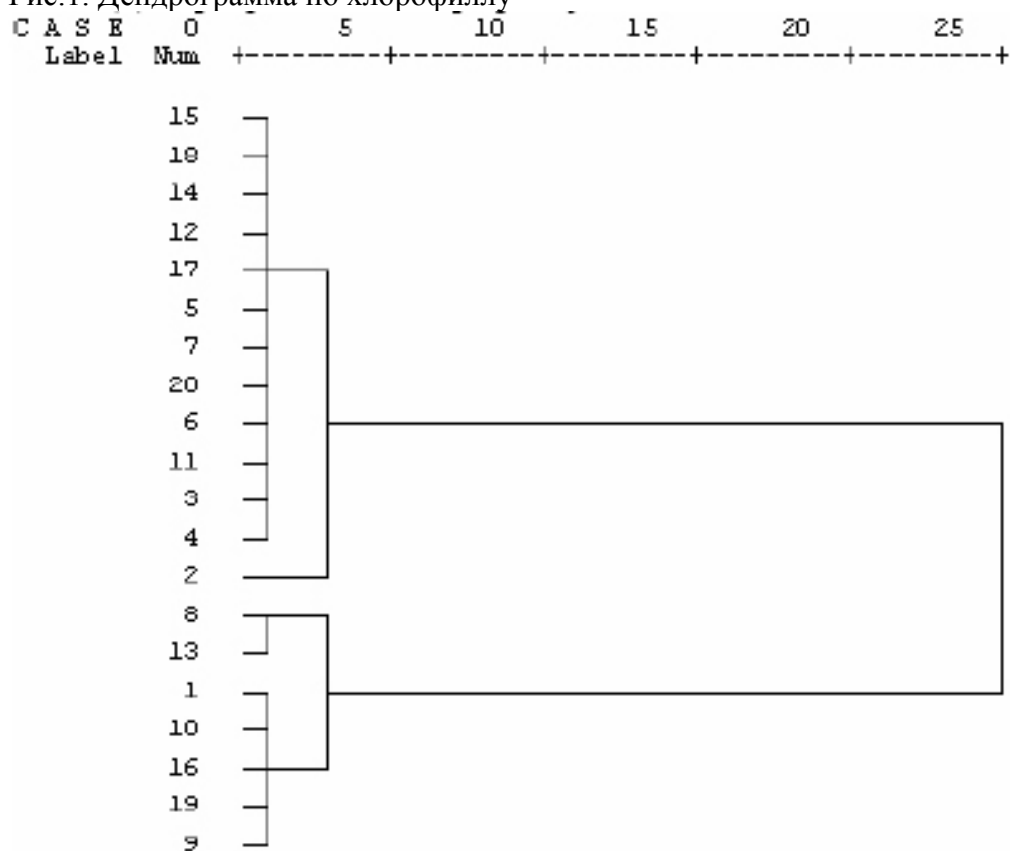


Рис.2. Дендрограмма по каротиноидам

Таблица 2

**Урожайные показатели генотипов пшеницы, выращенных
в нормальных почвенных условиях**

№	Генотипы	Варианты	Рост растений	Количество продуктивных куст	Длина колосьев	Кол-во колосков	Кол-во зерен в одном колосе	Кол-во зерен в 10 колосьях	Масса зерен в 10 колосьях	Масса 1000 зерен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Акинчи-84	I	105±1,12	4±0,32	5,2±0,12	13,2±0,13	42±1,21	262±1,22	8,5±0,16	43,2±0,92
		II	67,7±0,92	2,0±0,12	7,3±1,23	17,3±0,12	25,3±0,93	237±0,16	7,7±0,84	43,7±0,78
2	Гарагылчыг-2	I	104±0,13	3±0,66	8,4±0,18	19,1±1,12	48±0,90	235±1,26	4,8±0,11	49,3±0,94
		II	71,3±1,12	2,0±0,12	8,0±0,23	21,0±0,31	26,7±0,21	283±0,13	5,8±1,03	38,9±0,31
3	Вугар-80	I	107±1,22	3±0,21	8,6±0,19	12,0±1,09	42±0,51	239±0,91	10,2±0,32	45,2±1,23
		II	67,7±1,06	1,3±0,13	7,3±0,12	19,3±0,42	24,0±0,32	214±0,16	9,2±0,32	41,0±0,12
4	Шираслан-23	I	104±0,21	4±0,54	4,5±0,11	13,2±0,32	45±0,24	168±0,78	7,4±0,16	43,2±1,09
		II	67,0±1,03	2,0±0,16	8,0±0,16	16,3±0,22	26,7±0,18	158±0,45	7,0±0,19	41,8±0,16
5	Баракатли-95	I	107±0,19	4±0,45	7,8±0,25	21,3±0,12	46±0,23	236±0,45	10,0±0,90	45,2±1,08
		II	73,0±0,98	2,3±0,23	8,3±0,12	17,7±0,18	24,7±0,22	218±0,98	9,3±0,73	42,2±0,46
6	Елиндже-84	I	104±1,09	4±0,39	8,2±0,31	22,4±0,33	49±0,56	217±0,31	7,3±0,74	46,3±1,03
		II	67,0±0,96	2,0±0,45	7,0±0,18	15,3±0,36	23,0±0,31	202±0,36	6,8±0,46	27,0±0,49
7	Тартар	I	104±1,21	4±0,71	6,3±0,19	31,2±0,41	54±1,21	264±0,12	15,2±0,23	48,2±0,12
		II	86,0±0,12	2,0±0,31	7,3±0,45	16,7±0,26	23,7±0,21	256±0,46	14,8±0,43	40,7±0,23
8	Гобустан	I	102±0,94	5±0,22	6,4±0,24	12,4±0,58	52±0,85	348±0,16	12,7±0,15	45,1±0,11
		II	79,3±0,29	1,7±0,16	8,0±1,54	17,7±0,33	31,7±0,32	323±0,46	11,8±0,46	40,1±0,98
9	Нурлу-99	I	84±0,96	4±0,31	8,2±0,17	13,2±1,02	48±0,98	425±2,51	13,9±0,19	53,7±0,42
		II	62,0±0,16	2,3±0,23	8,3±1,06	18,0±0,89	45,7±0,45	406±1,03	13,3±0,32	42,4±0,45
10	Гийматли2/17	I	100±0,85	3±0,51	4,9±0,13	12,4±0,13	53±0,76	431±0,64	18,5±0,78	45,1±0,32
		II	56,7±0,45	2,0±0,46	6,7±0,98	20,7±0,56	38,3±0,19	398±0,63	17,1±0,16	42,5±0,70
11	Пиршагин	I	105±0,93	2±0,63	4,6±0,11	15,2±0,16	46±0,43	321±0,21	14,0±1,06	45,2±0,16
		II	61,0±0,62	1,3±0,82	9,0±0,92	21,0±0,32	35,7±0,49	310±0,54	13,5±0,84	29,4±0,14
12	Гырмазы-гюль	I	85±0,99	4±0,82	7,2±0,22	16,3±0,12	42±0,39	344±0,52	24,1±0,41	42,1±0,45
		II	70,0±0,81	2,0±0,29	7,3±0,18	16,3±0,49	35,3±0,34	333±0,86	23,4±0,16	34,1±0,44
13	Азаматли-95	I	102±0,12	5±0,30	5,1±0,18	18,1±0,36	48±0,73	340±0,23	12,4±0,22	42,4±0,84
		II	69,3±0,13	1,3±0,78	8,0±0,42	21,0±0,73	32,7±1,09	285±0,23	10,4±0,43	38,5±0,23

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
14	Рузи-84	I	115±0,34	3±0,44	2,1±0,16	15,4±0,52	49±0,16	366±0,61	11,4±0,27	49,2±0,93
		II	59,0±1,21	2,7±0,16	8,3±0,18	18,7±0,42	36,7±1,07	354±0,13	11,0±0,89	36,5±0,18
15	Талех-38	I	104±0,43	3±0,54	3,1±0,23	16,2±0,43	39±0,82	339±0,92	9,5±0,16	48,1±0,17
		II	70,3±1,31	2,0±0,19	9,7±0,16	20,0±0,61	36,3±0,26	330±0,81	9,2±0,23	40,0±0,43
16	Саратовская-29	I	129±0,64	3±0,45	6,4±0,13	13,5±0,18	48±0,41	269±0,19	10,4±0,51	45,4±0,42
		II	70,7±0,96	1,7±0,42	7,0±0,74	17,7±0,22	36,7±0,56	259±0,36	10,0±0,43	37,7±0,17
17	Дагдаш	I	101±1,03	3±0,29	5,2±0,18	14,6±0,14	36±0,23	337±0,13	9,8±0,92	39,2±0,96
		II	61,3±0,13	2,0±0,31	8,0±0,52	16,7±0,43	29,0±0,46	329±0,93	9,6±1,06	37,2±0,78
18	Шарг	I	131±1,22	4±0,21	3,2±0,26	25,4±0,38	45±0,59	306±0,21	12,9±0,83	45,4±0,45
		II	95,3±0,63	2,0±0,22	7,3±0,32	87,0±0,43	31,0±0,19	296±0,19	12,5±0,16	40,4±0,17
19	Гырмазы бугда	I	141±0,95	4±0,29	4,2±0,19	12,3±0,15	35±0,90	301±0,62	11,7±0,74	45,3±0,21
		II	81,0±1,01	2,7±0,19	7,3±0,28	18,7±0,13	28,7±0,14	281±0,15	10,9±0,44	35,2±0,46
20	FEFWSN-4th №16	I	114±0,98	3±0,42	4,6±0,13	18,2±0,19	43±0,12	258±0,52	7,6±0,89	46,3±0,33
		II	74,0±0,49	2,0±0,17	7,0±0,31	19,7±0,13	36,7±0,28	243±0,51	7,2±0,12	33,8±0,98

Таким образом, в результате исследований 20 различных сортов твердой и мягкой пшеницы нами выявлены солетолерантные формы по физиологическим и урожайным показателям, которые могут быть выращены в засоленных почвах, а также они могут быть использованы как исходный материал для получения более устойчивых форм пшеницы.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Munns, R., Termaat A. Whole-plant responses to salinity // Australian Journal of plant physiology. V. 13. 1986. P. 143-160.
2. Centritto M., Loreto F., Charlzoulukis K. The use of low (CO₂) to estimate diffusional and non-diffusional limitations of photosynthetic capacity of salt stressed olive saplings // Plant. Cell and Environment. V. 26. 2003. P. 395-402.
3. Bongi G., Loreto F. Gas-exchange properties of salt- stressed olive (*Olea europea* L.) leaves // Plant

- physiology, v. 90. 1992. P. 148-1416.
4. Brugnoli E., Bjorkman. Growth of cotton under continuous salinity stress; Influence on allocation pattern, stomatal and non-stomatal components of photosynthesis and dissipation of excess light energy // *Planta*. V. 187. 1992. P. 335-347.
 5. Belkhdza R., Morales F, Abadia A., Gomez-Aparisi J., Abadia J. Chlorophyll fluorescence as a possible tool for salinity tolerance screening in barley (*Hordeum vulgare*) // *Plant Physiol.* v. 104. 1994. P. 667-673.
 6. Evans J.B. Development constrains on photosynthesis; effects of light and nutrition / *Photosynthesis and Environment*. 1996/ P. 281-304.
 7. Годнев Т.Н. Хлорофилл, его строение и образование в растении. Минск. 1963.
 8. Гришина Г.С. Биофизические методы в физиологии растений. М.: Наука. 1971. С. 38-43.
 9. Khanishova M.A., Rasulova S.M., Azizov.I.V. Effect of salinity on chlorophyll content and aactivity of photosystems of wheat genotypes grown under saline environment / Материалы XVII международного симпозиума «Нетрадиционное растениеводство. Селекция. Охрана природы. Эниология. Экология и здоровье». Симферополь, 2008. С. 555-558.
 10. Ayers. A.D., Hayroverd H. E. A method for measuring the effect of soil salinity on seed germination with observations on several crop plants // *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* V. 13. 1948. P. 224-226.
 11. Hedref T., Bengu T. A physiological investigation on the mechanisms of salinity tolerance in some barley culture forms // *JFS*. V. 27. 2004. P. 1-16.
 12. Удовенко G.V., Семухина Л. А., Сааков В. С., Галкин В. И., Кошкин В.А., Кинченко Т. А. Действие засоления на состояние активности фотосинтетического аппарата растений // *Физиол. раст.* Т. 21. 1974. С. 623-629.
 13. Лапина Л.Р., Бикмихаметова С.А. Действие хлорида натрия и сульфата натрия на функциональную активность фотосинтетического аппарата // *Физиол. раст.* Т. 20. 1973. С. 789-805.

ИЗУЧЕНИЕ ЭКСПРЕССИИ ТРАНСКРИПЦИОННОГО ФАКТОРА PITX2 В СЕТЧАТКЕ ГЛАЗА ПОЗВОНОЧНЫХ*

Аннотация. Целью настоящего исследования явилась пространственная и временная характеристика экспрессии транскрипционного фактора PITX2 и его изоформ в сетчатке глаза человека в ходе пренатального развития (9,5-24 недель) и в сетчатке постнатальных крыс (2 месяца). Для исследования экспрессии гена PITX2 был использован метод полимеразной цепной реакции (ПЦР) на матрицах кДНК, синтезированных на РНК, выделенной из препарированной сетчатки. Для локализации экспрессии исследуемых белков использовался метод иммуногистохимии. Впервые получены данные, свидетельствующие об участии PITX2 в формировании сетчатки глаза человека и крысы.

Ключевые слова: развитие глаза человека, экспрессия генов, транскрипционные факторы, PITX2, изоформы.

I. Andrejchenko, N. Firsova

EXPRESSION STUDYING TRANSCRIPTION FACTOR PITX2
IN AN EYE RETINA MAMMALS

Abstract. The purpose of the present research was the spatial and time characteristic of an expression transcription factor PITX2 and its isoforms in a retina of an eye of the person in a course developments (9,5-24 week) and in a retina rats (2 months). For research of an expression of gene PITX2 the method ПЦР on matrixes кДНК, synthesised on мРНК, allocated of the prepared retina has been used. For localisation of an expression of investigated fibers the method immunogistohimii was used. For the first time the data testifying to participation PITX2 in formation of a retina of an eye of the person and a rat is obtained.

Key words: retina, transcription factor PITX2, expression gene, isoforms.

Глаз является уникальной модельной системой для изучения функций отдельных генов в ходе развития, исследования механизмов пролиферации, дифференцировки, миграции и апоптоза клеток. Глаз позвоночных, в том числе человека, состоит из морфологически и функционально различающихся тканей, в формировании которых принимают участие различные эмбриональные источники: поверхностная эктодерма, нейро-эктодерма и мезенхима – производная нервного гребня. Формирование и специализация структур глаза обеспечиваются взаимным влиянием тканей, в которых экспрессируются регуляторные белки: транскрипционные, РНК-связывающие факторы и сигнальные белки. Для формирования глаза позвоночных необходима скоординированная работа основного каскада регуляторных генов: Pax6, Eya1, Six3, Dach1, Prox1, Pitx2 и др.

Наше внимание сосредоточено на многофункциональном транскрипционного факторе PITX2, т.к. известно, что ген PITX2 начинает экспрессироваться на самых ранних этапах развития глаза позвоночных. Нарушение структуры и/или экспрессии PITX2 приводит к целому ряду серьезных аномалий глаза, при которых наблюдаются дефекты развития роговицы и структур радужно-роговичного угла.

Целью работы явилось изучение пространственных и временных особенностей экспрессии транскрипционного фактора PITX2 и его изоформ, PITX2A и PITX2B, в ходе развития сетчатки человека и в сетчатке постнатальных крыс.

* © Андрейченко И.Н., Фирсова Н.В.

Материалы и методы

Объектом исследования является сетчатка плодов человека (9,5, 14 и 24 недели пренатального развития), а также сетчатка постнатальных крыс (2 месяца). Абортивный материал плодов человека получен из лицензированных учреждений Минздрава РФ, действующих в рамках законодательства РФ об охране здоровья граждан. Возраст плодов соответствует срокам, установленным врачом-акушером. Энуклеацию глаз проводили не позже, чем через 24 часа после операции. Постнатальные крысы предоставлены виварием Института биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН.

Полимеразную цепную реакцию проводили с помощью обратной транскриптазы SuperScript (GIBCO BRL, США), гексануклеотидов (Силекс, Москва) на матрице кДНК, синтезированных на РНК из различных тканей глаза. кДНК были отнормированны по рибосомальному белку человека с мол массой 19 кД, RPL19, и по глицеральдегид3фосфат дегидрогеназе крысы, GAPDH. ПЦР проводили на амплификаторе (Eppendorf, США) с помощью Taq-полимеразы (Силекс, Москва). При конструировании специфических праймеров для ПЦР использовали компьютерную программу DNASTar. Высокая гомология нуклеотидных последовательностей PITX2 человека и крысы позволила нам использовать одни и те же праймеры.

Условия амплификации: 94°C – 1 мин., 56°C – 1 мин., 72°C – 1 мин., 30-40 циклов. Уровень экспрессии гена оценивали по интенсивности свечения полос, полученных при электрофоретическом разделении ПЦР-продуктов в 1%-ном агарозном геле.

Ген	Структура праймеров	Размер ПЦР- фрагмента н.п.
<i>PITX2</i> <i>Human/rat</i>	Пр. 5'tgtggaccaaccttacggaa3' (экзон 5) Обр. 5'gttattgaggctgttgagac3' (экзон 6)	374/381
<i>PITX2A</i> <i>Human/rat</i>	Пр. 5'-tctcccggtagccgata -3' (экзон 1'2) Об. 5'- gcccacgctcctcattctt-3' (экзон 5)	111
<i>PITX2B</i> <i>Human/rat</i>	Пр. 5'-tctcccggtagccgata -3' (экзон 1'2) Об. 5'- tccgtgaactcgaccttt -3' (экзон 3)	140
<i>GAPDH</i> <i>rat</i>	Пр. 5' tgcagtgccagccctcgtctcatag3' (экзон 2) Об. 5' ccctttggccccacccttcag3' (экзон 6)	378
<i>RPL19</i> <i>Human</i>	Пр. 5'agggtacagccaatgcccgaa3' (экзон 4) Обр. 5'ccttgataaagctcttgatgatc3' (экзон 6)	326

Иммуногистохимическое исследование проводили по стандартной методике на криосрезах глаз. Использовали антитела: PITX2 (Sigma, США, 1:200), Antirabbit Aleksa 488 (MolecularProbs, США, 1:1000), Antirabbit Aleksa 586 (MolecularProbs, США, 1:1000), Hoechst 42333 (Leica, Германия, 1:1000). Специфичность окрашивания подтверждали в контрольных экспериментах без использования первичных антител. Для анализа иммунохимической реакции использовали флюоресцентный микроскоп Leica DM RXA2 (Германия), оснащенный набором светофильтров и фотокамерой Olympus DP70 (Германия).

Результаты исследования и обсуждение

Анализ экспрессии гена PITX2 в сетчатке развивающегося глаза человека и постнатальной крысы

Анализ экспрессии гена PITX2 в сетчатке глаза человека на последовательных стадиях развития (9,5, 14 и 24 недели) человека, а также глаза постнатальной крысы (2 ме-

сяца) проводился на кДНК библиотеках, синтезированных на мРНК из препарированных сетчаток. Полученные библиотеки были отнормированы по RPL19 человека и GAPDH крысы, соответственно (рис.1).

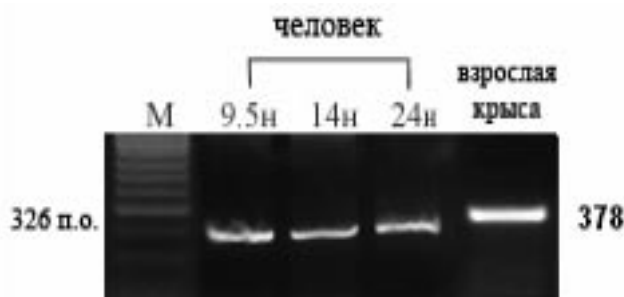


Рис.1 Нормирование кДНК-библиотек, синтезированных на мРНК из сетчаток человека и крысы, по RPL19 человека и GAPDH крысы.

На 9,5 неделе пренатального развития плода человека идет активный морфогенез глаза, в котором уже присутствуют зачатки всех основных структур. Сетчатка представлена двумя слоями нейробластов: внутренним и наружным. Во внутреннем нейробластическом слое идет дифференцировка мюллеровских и ганглиозных клеток. В пределах наружного нейробластического слоя формируются биполяры и горизонтальные клетки. Результаты ПЦР-анализа, свидетельствуют о наличии транскриптов PITX2 в сетчатке человека на этой стадии развития (рис.3).

Морфологическая характеристика глаза 14-недельного плода человека свидетельствует о еще более выраженных изменениях в гистологии тканей, по сравнению с 9,5 неделями эмбриогенеза.

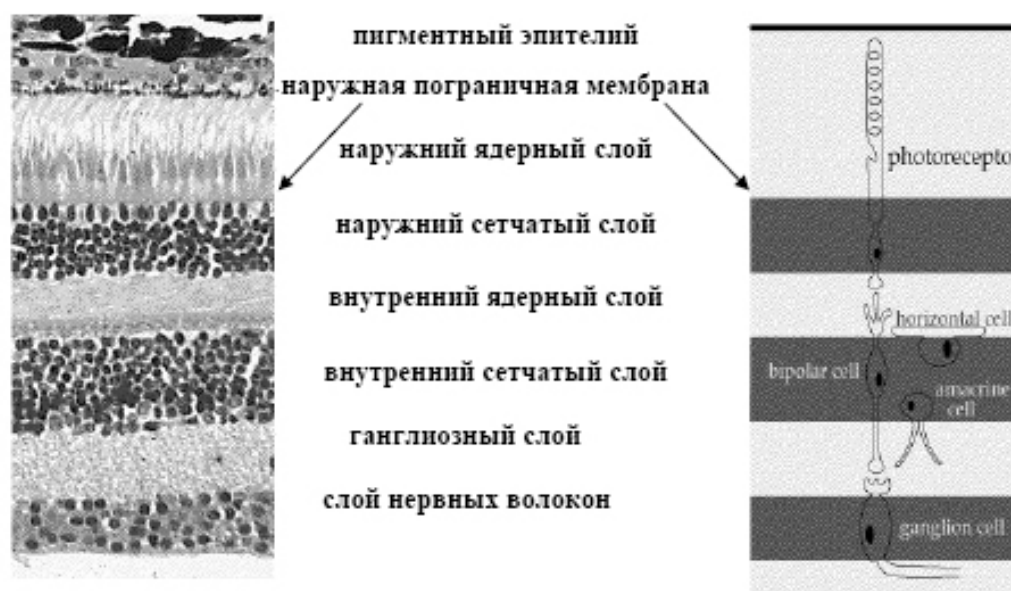


Рис 2. Структура слоев сетчатки [5,12].

В сетчатке начинают формироваться наружный и внутренний сетчатые слои. Продолжается дифференцировка ганглиозных и фоторецепторных клеток. Однако уровень экспрессии этого гена несколько снижается (рис.3), по сравнению с 9,5 неделями эмбриогенеза.

К 24 неделе пренатального развития сетчатка глаза практически сформирована. Присутствуют все ядерные и сетчатые слои (рис.2). Несмотря на то, что уровень экспрессии PITX2 снижается (рис.3), полученные результаты указывают на участие PITX2 не только в регуляции формирования сетчатки на ранних стадиях развития (9,5 недель), но и на конечных этапах дифференцировки клеток сетчатки (24 недели).

У крыс и мышей процесс дифференцировки клеток сетчатки продолжается и постнатально. Нами впервые идентифицирована экспрессия гена PITX2 в сетчатке постнатальной крысы (рис.3). Особенности морфогенеза сетчатки крысы позволяют предположить участие этого транскрипционного фактора в дифференцировке мюллеровских, фоторецепторных клеток и биполяров, поскольку дифференцировка ганглиозных и амакриновых клеток завершается во время пренатального развития.

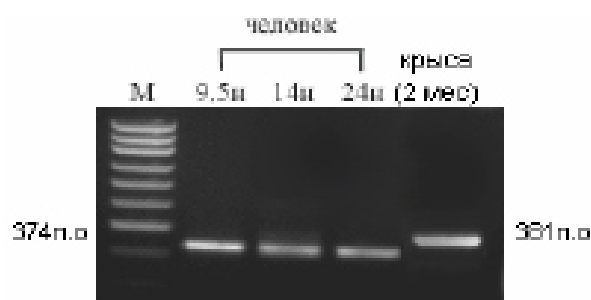


Рис. 3. Результаты ПЦР-анализа уровня экспрессии гена PITX2 в сетчатке глаза человека и крысы.

Сравнение морфогенеза глаз человека и других позвоночных, в частности крыс, позволяет выявить ряд несовпадений в темпах развития сетчатки, гистогенез которой у человека завершается в эмбриогенезе, а у крыс продолжается в постнатальный период развития. Исходя из полученных данных становится очевидно его участие в гистогенезе сетчатки как человека, так и крысы во время активного формирования этой структуры.

Локализация белка PITX2 в клетках сетчатки человека на различных стадиях развития

Для подтверждения и уточнения данных ПЦР-анализа об экспрессии PITX2 был использован метод иммуногистохимии, который позволил локализовать белковый продукт исследуемого гена в сетчатке человека на 9,5, 14 и 24 неделях пренатального развития глаза человека.

В сетчатке 9.5 недельного плода человека PITX2-позитивные клетки локализуются во внутреннем и наружном нейробластических слоях (рис.4). Совмещение изображения среза, окрашенного антителами против PITX2 (Б) и ядерным красителем Hoechst (А), демонстрирует локализацию PITX2 практически в ядрах всех клеток формирующейся сетчатки. Это также подтверждает принадлежность исследуемого гена к классу транскрипционных факторов.

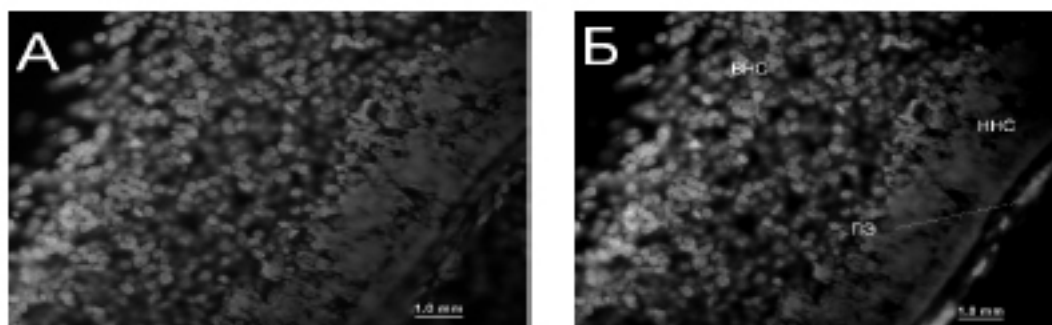


Рис.4 Локализация PITX2 в сетчатке 9,5-недельного плода человека. А – Hoechst; Б – PITX2. ВНС – внутренний нейробластический слой, ННС – наружный нейробластический слой, ПЭ – пигментный эпителий.

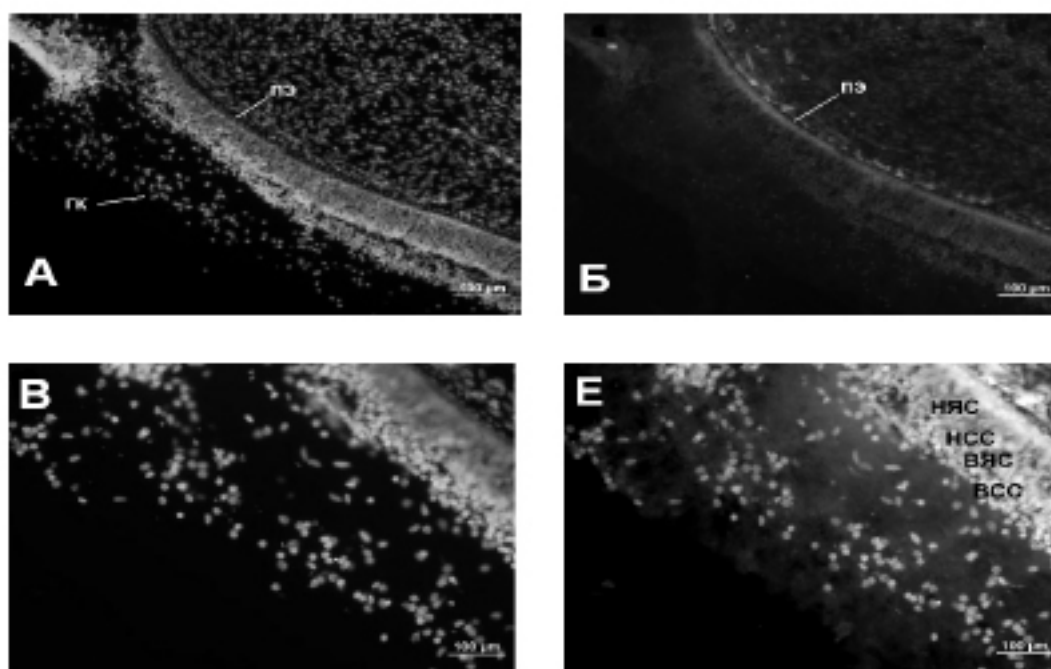


Рис.5 Локализация PITX2 в сетчатке 14-недельного плода человека. А – центральная область сетчатки (Hoechst); Б – центральная область сетчатки (PITX2); В – периферическая область сетчатки (Hoechst); Д – периферическая область сетчатки (PITX2). ГК – ганглиозные клетки, ВСС – внутренний сетчатый слой, ВЯС – внутренний ядерный слой, НСС – наружный сетчатый слой, НЯС – наружный ядерный слой, ПЭ – пигментный эпителий.

В сетчатке 14-недельного плода человека иммунохимическая реакция на антитела против PITX2 детектируется практически во всех клетках (рис.5): в ганглиозном слое, во внутреннем ядерном, включающем амакриновые, горизонтальные клетки и биполяры, и в наружном ядерном слое, включающем фоторецепторные клетки. Важно отметить наличие белка PITX2 как в области выхода зрительного нерва (рис.5Б), так и в периферической области сетчатки (рис.5Д), поскольку дифференцировка клеток сетчатки идет в направлении от центра к периферии.

Таким образом, впервые показано наличие белка PITX2, как в недифференцированных клетках сетчатки на 9,5 неделе эмбриогенеза, так и в дифференцирующихся клетках 14-недельного плода, что свидетельствует о новых, еще не известных функциях этого фактора транскрипции в гистогенезе сетчатки. Наличие белка PITX2 в сетчатке на 14 неделе согласуется с результатами ПЦР-анализа.

К 24 неделе развития завершается дифференцировка всех клеточных типов сетчатки и, по сравнению с 14 недель, наблюдается изменение локализации белка PITX2 (рис.6). На 24 неделе интенсивная иммунопозитивная реакция на окрашивание антителами против PITX2 выявлена только в ядрах ганглиозных клеток (гк) (рис.5). В других слоях сетчатки, дифференцировка которых близка к завершению, иммунохимический сигнал не детектируется.

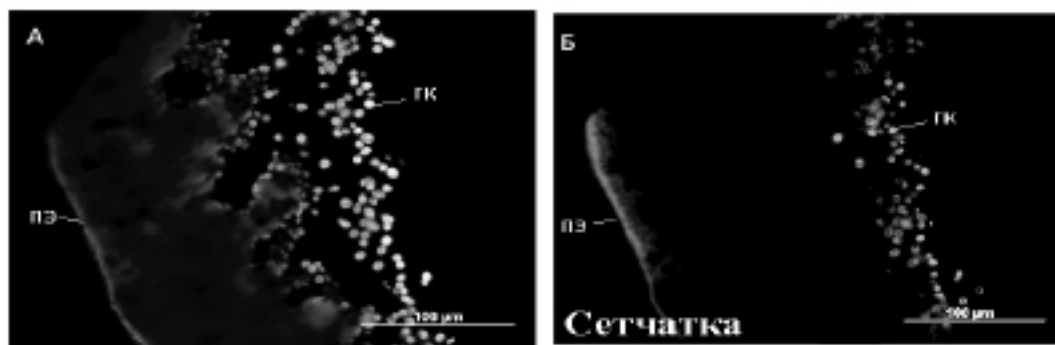


Рис.6 Локализация PITX2 в сетчатке 24-недельного плода человека. А — периферическая область сетчатки (Hoechst); Б — периферическая область сетчатки (PITX2). ГК — ганглиозные клетки, ПЭ — пигментный эпителий.

Таким образом, экспрессия PITX2 в сетчатке человека в ходе развития имеет ряд особенностей: на начальных этапах гистогенеза экспрессия PITX2 наблюдается практически во всех клетках сетчатки, а на более поздних — ограничена слоем ганглиозных клеток. Следовательно, транскрипционный фактор PITX2 является регулятором развития не только переднего сегмента глаза, как считалось ранее, но и сетчатки, что является принципиально новым фактом.

Анализ уровня экспрессии изоформ PITX2A и PITX2B в сетчатке позвоночных

Для PITX2 идентифицировано 4 изоформы (A, B, C и D), которые образуются путем альтернативного сплайсинга и/или с использованием альтернативного промотора [6, 12]. В глазу эмбрионов и новорожденных мышей выявлена экспрессия изоформ PITX2A и PITX2B [7, 12]. ПЦР-анализ со специфическими праймерами для изоформ A и B (рис.7) позволил впервые идентифицировать экспрессию изоформ A и B PITX2 в сетчатке человека на последовательных стадиях развития и в сетчатке постнатальной крысы.

Полученные данные могут свидетельствовать о сходном механизме регуляции развития сетчатки у эволюционно отдаленных групп позвоночных: человека и крысы. Вероятно нормальное развитие эмбриона, и глаза в частности, определяется точной настройкой экспрессии разных изоформ гена PITX2.

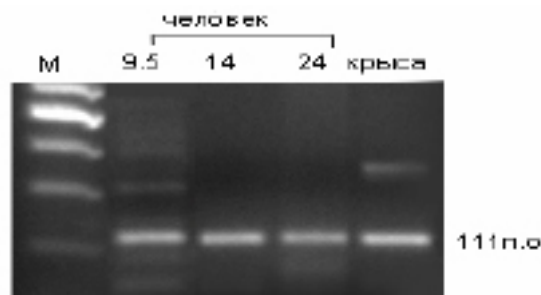


Рис.7 Результаты ПЦР-анализа уровня экспрессии изоформы PITX2A/B (111/140) в сетчатке глаза человека и крысы.

Заключение

Сравнительные исследования развития глаза человека и позвоночных животных являются необходимыми из-за ряда особенностей морфогенеза глаза человека. Проведение некоторых экспериментальных исследований (например, направленный мутагенез, нокаут генов и т.д.) возможно только с использованием моделей животных. Таким образом, интеграция знаний, полученных при исследовании различных моделей, позволяет получить наиболее целостную картину развития глаза.

Полученные нами данные свидетельствуют, что ген *Pitx2* играет важную роль в развитии сетчатки глаза. В процессе дифференцировки клеток сетчатки принимают участие изоформы *Pitx2A* и *Pitx2B*, согласованная экспрессия которых необходима для нормального формирования этой структуры. Предполагается, что изоформы *Pitx2A* и *Pitx2B* участвуют в дифференцировке мюллеровских клеток, фоторецепторов и биполяров, т.к. у крысы их дифференцировка продолжается в постнатальный период.

До настоящего времени считалось, что ген *Pitx2* является регулятором развития переднего сегмента глаза [9, 12]. В наших исследованиях выявлена экспрессия гена в сетчатке, которая относится к заднему отделу глаза, что говорит о важной роли этого гена в развитии основных структур глаза. Нами показана зависимость уровня экспрессии этого гена от степени дифференцировки клеток сетчатки. Уровень экспрессии последовательно уменьшается в процессе дифференцировки, и к 24 нед. белок локализуется только в ганглиозных клетках. Результаты, полученные на разных объектах (человек, крыса), свидетельствуют о сходстве механизмов развития сетчатки у эволюционно отдаленных групп позвоночных.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант 08-04-00462.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Генетика: Учебник для вузов / под ред. Иванова В.И. М: ИКЦ «Академкнига», 2007. 638 с.
2. Маркитантова Ю.В., Смирнова Ю.А., Панова И.Г., Сухих Г.Т., Зиновьева Р.Д., Миташов В.И. Исследование экспрессии регуляторных генов *Rax6*, *Prox1*, *Pitx2* в дифференцирующихся клетках глаза плода человека // Изв. РАН. Сер. Биол. 2006. № 4. С. 421-429.
3. Панова. И.Г., Подгорный. О.В., Вердиев. Б., Смирнова. Ю.А. Пролиферативные и дифференцировочные потенции клеток сетчатки плода человека *IN VIVO* и *IN VITRO* // Изв. РАМН. Клеточные технологии в биологии и медицине. 2005. № 2. С. 103-109.
4. Фирсова Н.В., Зиновьева Р.Д. Молекулярно-генетические аспекты развития глаза человека // Известия РАН. Сер. Биол. 2008. № 4 С. 396 -408.
5. Balashov, N.A. and Bernstein, P.S. Purification and identification of the components of the human macular carotenoid metabolism pathways. *Invest. Ophthalm. 1998. Vis. Sci.* 39. S. 38.
6. Cox C.J., Espinoza H.M., McWilliams B., Chappell K., Morton L., Hjalt T.A., Semina E.V. Differential regulation of gene expression by *PITX2* isoforms // *J. Biol. Chem.* 2002. V. 277. № 28. P. 25001-25010.
7. Gage P.J., Camper S.A. Pituitary homeobox 2, a novel member of the bicoid-related family of homeobox genes, is a potential regulator of anterior structure formation // *Hum. Mol. Genet.* 1997. V. 6. № 3. P. 457-464.
8. Hjalt T.A., Semina E.V., Amendt B.A., Murray J.C. The *Pitx2* protein in mouse development // *Dev. Dyn.* 2000. V. 218. P. 195-200.
9. Semina E.V., Reiter R., Leysens N.J., Alward W.L., Small K.W., Datson N.A., Siegel-Bartelt J., Bierke-Nelson D., Bitoun P., Zabel B.U., Carey J.C., Murray J.C. Cloning and characterization of a novel bicoid-related homeobox transcription factor gene, *RIEG*, involved in Rieger syndrome // *Nat. Genet.* 1996. V. 14. P. 392-399.

АНАЛИЗ ВИДОВОГО И ХРОМОСОМНОГО СОСТАВА МАЛЯРИЙНЫХ КОМАРОВ РЕСПУБЛИКИ АДЫГЕЯ*

Аннотация. В Республике Адыгея и на сопредельной территории Краснодарского края обнаружены 4 вида малярийных комаров: *An. messeae*, *An. maculipennis*, *An. hyrcanus*, *An. claviger*. В низинных районах Закубанской равнины преобладают *An. messeae* и *An. hyrcanus*, а в предгорьях – *An. maculipennis*. Определена плодовитость гоноактивных самок видов двойников *An. messeae* и *An. maculipennis*. В популяциях *An. messeae* выявлены хромосомные последовательности XL0, XL1, 2R0, 3R0, 3R1, 3L0, 3L1. В биотопах с повышенным содержанием кислорода наблюдается повышенная частота хромосомных вариантов с инверсиями XL0 и 3R1. В направлении с запада на восток Закубанской равнины происходит снижение частоты гомо- и гетерозигот с инверсией 3L1.

Ключевые слова: хромосомный полиморфизм, малярийные комары *Anopheles*, инверсии, малярия, генетика популяций.

M. Gordeev, A. Moskaev, V. Perevozkin

ANALYSIS OF SPECIES AND CHROMOSOMAL COMPOSITION OF MALARIA MOSQUITOES OF REPUBLIC ADYGEA

Abstract. 4 species of malaria vectors were found on the territory of Adygea and 1 locality on the neighbour Krasnodar Territory: *An. messeae*, *An. maculipennis*, *An. hyrcanus*, *An. claviger*. It has been established that *An. messeae* was predominant species on the plain part of Kuban valley. Larvae of *An. hyrcanus* and *An. maculipennis* developed with mosquitoes *An. messeae* in the same biotopes. *An. maculipennis* was the predominant species on the submountain part of the Eastern Adygea. *An. maculipennis* and *An. claviger* preferred biotopes with more cold water. Chromosomal inversion XL0, XL1, 2R0, 3R0, 3R1, 3L0, 3L1 were detected in the populations of *An. messeae*. High frequency of homo- and heterozygotes with inversions 3R1 and 3L1 was found on the plain territory of Adygea.

Key words: chromosomal polymorphism, malaria mosquitoes, *Anopheles*, inversions, malaria, population genetics.

Введение

Исследование фауны малярийных комаров *Anopheles* (Diptera, Culicidae) Республики Адыгея является важной фундаментальной и прикладной проблемой. Благоприятные климатические условия для развития малярийных комаров, высокая миграция населения и постоянный завоз инфекции из зарубежных очагов, определяют Краснодарский край и Адыгею как территорию устойчивого риска распространения малярии [6, 8]. В начале 90-х годов произошло восстановление малярии в сопредельных с Россией республиках Закавказья. Несмотря на проводимые противомаларийные мероприятия, в Грузии и Азербайджане сохраняются остаточные очаги заболевания [13]. В связи с этим необходимо возобновление исследований малярийных комаров на всех территориях, относящихся к зоне риска по малярии. Особенно перспективными являются следующие направления исследований: анализ видовых комплексов, изучение биологии переносчиков, распространения видов-сиблингов и их роли в передаче малярии [9]. Большое теоретическое значение имеет также изучение экологической специализации переносчиков и механиз-

* © Гордеев М.И., Москаев А.В., Перевозкин В.П.

мов взаимодействия видов-двойников в условиях симпатрии. Малярийные комары могут служить модельным объектом для анализа способов разделения экологических ниш совместно обитающих видов в изменяющихся условиях среды, в частности в условиях антропогенного пресса.

Целью данной работы было изучение фауны и экологии малярийных комаров Республики Адыгея. В задачи работы входило: 1) установить видовой состав и географическое распространение представителей рода *Anopheles* на территории республики Адыгея; 2) определить кариотипический состав популяций хромосомно полиморфных видов; 3) провести анализ важных экологических параметров личиночных биотопов и их влияние на пространственное распределение малярийных комаров.

Работа финансировалась по грантам Российского фонда фундаментальных исследований 08-04-01674-а, 09-04-10147-к.

Материал и методы

Материалом для работы послужили выборки имаго и личинок малярийных комаров, собранные в 2009 г. в ряде районов Республики Адыгея. Даты и места сбора личинок приведены в табл. 1. В местах выплода комаров проводили измерение экологических характеристик водоемов с помощью приборов: оксиметра ExStik DO600 и мультифункционального прибора HANNA Combo HI 98130. Для определения комаров по морфологическим признакам использовали стандартные ключи [3]. Имаго малярийных комаров были получены 07.08.09 г. в хлеву с домашним скотом в станице Тенгинская Усть-Лабинского района. От ряда гоноактивных самок были получены кладки яиц с целью анализа структуры экзохориона, определения видового состава и плодовитости малярийных комаров. Для получения кладок гоноактивных самок помещали в пенициллиновые флаконы, на $\frac{1}{4}$ заполненные водой. Всего было изучено 43 кладки.

С целью проведения цитогенетического анализа личинок IV стадии фиксировали в спирт-уксусной смеси (3:1). Из слюнных желез фиксированных личинок готовили препараты политенных хромосом по лактоацеторсеиновой методике [4]. Препараты использовали для цитодиагностики видов и изучения кариотипической структуры популяций *An. messeae*. Сравнивали рисунок дисков политенных хромосом с фотокартами хромосом исследуемых видов [10]. В кариотипах *An. messeae* регистрировали хромосомные инверсии. Всего было определены кариотипы у 366 комаров.

Результаты и обсуждение

В результате проведенных исследований обследовано 7 мест выплода малярийных комаров на территории Республики Адыгея, а также 1 местообитание *Anopheles* на сопредельной территории Краснодарского края (пос. Новомихайловка) (табл. 1). В изученных местообитаниях выявлено 4 вида переносчиков малярии: *An. messeae* Falleroni 1926, *An. maculipennis* Meigen 1818, *An. hyrcanus* Pallas 1771, *An. claviger* Meigen 1904 (рис. 1). Установлено, что на низменных территориях Закубанской равнины повсеместно доминирует *An. messeae*. Вместе с комарами этого вида развиваются личинки *An. hyrcanus* и *An. maculipennis*. В предгорьях Западного Кавказа доминирующим видом становится *An. maculipennis* (табл. 1; выборки 6-7). В ст. Даховской доля комаров этого вида достигает 100%. Родниковый малярийный комар *An. claviger* обнаружен в изолированном местообитании в пос. Новомихайловка на территории Краснодарского края. Следует отметить, что Закубанская низменность находится на краю видового ареала *An. messeae*, и на территории Адыгеи проходит южная граница распространения этого вида. Особый интерес представляет проблема взаимодействия малярийных комаров *An. messeae* и *An. maculipennis*. Экспериментальные исследования конкуренции личинок этих двух

видов показали, что при высокой плотности *An. maculipennis* превосходит *An. messeae* [7]. Отмечено разобшение первых генераций двух видов во времени. Выявлено, что *An. maculipennis* развивается позже, чем *An. messeae*. Высказано предположение, что устойчивое соотношение двух видов сохраняется в местообитаниях, где доминирующий вид не успевает вытеснить конкурента в течение сезона размножения.

Таблица 1

Географическое распространение малярийных комаров в Республике Адыгея

No	Местообитание	Дата сбора	n	Индекс доминирования			
				<i>An. messeae</i> , $f \pm s_f, \%$	<i>An. maculipennis</i> , $f \pm s_f, \%$	<i>An. claviger</i> , $f \pm s_f, \%$	<i>An. hyrcanus</i> , $f \pm s_f, \%$
1	Тахтамукайский район, с.Тахтамукай	04.08.09.	51	100	0	0	0
2	Республика Адыгея, пос. Кубаньстрой	05.08.09.	54	96.3±2.6	0	0	3.7±2.6
3	Республика Адыгея, пос. Шенджий	05.08.09.	54	94.4±3.1	3.7±2.6	0	1.9±1.9
4	Республика Адыгея, село Садовое	06.08.09.	48	93.8±3.5	0	0	6.25±3.5
5	Краснодарский край, Усть-Лабинский район, станция Тенгинская	08.08.09.	54	96.3±2.6	3.7±2.6	0	0
6	Республика Адыгея, г.Майкоп	09.08.09.	32	21.9±7.3	78.1±7.3	0	0
7	Республика Адыгея, станция Даховская	09.08.09.	30	0	100	0	0
8	Краснодарский край, пос. Новомихайловка	18.08.09.	43	0	0	100	0

Примечание: здесь и далее n – число изученных особей (личинки IV стадии)

Согласно нашим данным, личинки *An. messeae* преобладают в равнинных биотопах, несмотря на то, что они находятся на границе видового ареала. Очевидно, что особи *An. messeae* более жизнеспособны в равнинных местообитаниях, в то время как личинки *An. maculipennis* имеют конкурентное преимущество в более прохладных биотопах предгорий Западного Кавказа. В результате с запада на восток Республики Адыгея наблюдается резкое изменение индекса доминирования взаимодействующих видов. Высотная зональность позволяет конкурентным видам устойчиво сосуществовать на данной территории.

По-видимому, южная граница ареала *An. messeae* определяется не условиями развития личинок, а условиями зимовки имаго. На равнине зимние температуры слишком высоки для диапаузирующих самок *An. messeae* [1], а в горах этот вид вытесняется в период размножения конкурентом *An. maculipennis*. Кроме того, *An. messeae* не встречается в долинах Закавказья, поскольку там обитают более конкурентоспособные южные виды малярийных комаров комплекса *Anopheles maculipennis*, такие, как *An. melanoon* Hackett, 1934; *An. sacharovi* Favre, 1903 [12].

Одной из проблем данной работы было разделение видов двойников малярийных комаров *An. melanoon* и *An. maculipennis*. В отличие от *An. maculipennis*, *An. melanoon* распространен пятнами в наиболее влажных низменных равнинах Северного Кавказа, по побережью Черного моря от Туапсе до Адлера [5]. Данные два вида являются гомосеквентными, то есть обладают идентичным набором политенных хромосом в слюнных железах личинок. Однако они отличаются по характеру организации хромосом в трофоцитах яичника [11]. Кроме того, яйца двух видов отличаются по рисунку экзохориона [5]. Получение кладок от гоноктивных самок, отловленных в станице Тенгинская Усть-Лабинского района, позволило установить, что на изученной территории присутствуют только виды *An. maculipennis* и *An. messeae*. Кладок *An. melanoon* не обнаружено. Доля кладок *An. messeae* в выборке из станицы Тенгинская составила 69.8%, а доля кладок *An. maculipennis* – 30.2% (число кладок $n = 43$). Кроме того, была определена плодовитость двух совместно обитающих видов: среднее число яиц в кладке у *An. messeae* составило 197.1 ± 11.2 ($n = 30$); у *An. maculipennis* – 169.2 ± 16.7 ($n = 13$).

В задачи исследования входило определение экологических характеристик личиночных биотопов (табл. 2). Установлено, что важнейшим экологическим параметром, определяющим видовой состав комаров, служит температура воды. Анализ личиночных биотопов показал, что *An. messeae* в этом отношении является наиболее экологически пластичным видом. Личинки *An. messeae* развиваются в диапазоне температур от 19.8 до 33.3 °C. *An. hyrcanus* предпочитает хорошо прогреваемые водоемы с температурой воды от 31.0 до 33.3 °C и повышенной соленостью от 0.43 до 0.81 ‰. *An. maculipennis* и *An. claviger* преобладали в биотопах с прохладной водой (табл. 2; выборки 6-8). Очевидно, способность личинок *An. messeae* развиваться в водоемах с разнообразными температурными режимами связана с его внутривидовым хромосомным полиморфизмом, имеющим адаптивное значение.

В результате цитогенетического анализа определен уровень хромосомной изменчивости у малярийного комара *An. messeae* (табл. 3). В популяциях этого вида на территории Республики Адыгея выявлены следующие хромосомные последовательности: XL0, XL1, 2R0, 3R0, 3R1, 3L0, 3L1. Установлено, что уровень хромосомной изменчивости зависит от экологических параметров личиночных биотопов. Одним из таких параметров является содержание кислорода в воде. Биотопы №2 и №4 с высоким содержанием кислорода (от 6.02 до 7.7 O₂, mg/l) характеризуются повышенной частотой хромосомных вариантов с инверсиями XL0 и 3R1 ($\chi^2=4.3$ и 13.7; число степеней свободы $df=1$; $p<0.05$ и $p<0.001$ соответственно). Кроме того, показано, что в направлении с запада на восток Закубанской равнины наблюдается снижение частоты гомо- и гетерозигот с инверсией 3L1 ($\chi^2 = 23.6$; $df = 4$; $p<0.001$).

В целом, изучение хромосомной изменчивости у *An. messeae* показало, что на территории Республики Адыгея популяции характеризуются низким уровнем инверсионного полиморфизма (таб. 3).

Таблица 2

Экологические характеристики личиночных биотопов малярийных комаров

№	Местообитание	Дата сбора	Экологические характеристики					
			pH	t°C	μs (solt)	ppt	O ₂ (mg/l)	Плотность личинок I-IV возрастов на м ²
1	Республика Адыгея, Тахтамукайский район, с.Тахтамукай, рисовые чеки	04.08.09	6.76	27.3	0.31	0.15	2.81	2(0.4)
2	Республика Адыгея, пос. Кубаньстрой, ручей в окр. Шапсугского водхр.	05.08.09	7.63	32.5	0.43	0.22	6.02	18(1.25)
3	Республика Адыгея, пос. Шенджий, канал в пойме р. Уне-Убат	05.08.09	7.00	33.3	0.81	0.40	0.45	5.4(2.2)
4	Республика Адыгея, село Садовое, заболоченность	06.08.09	7.71	31.0	0.46	0.23	7.07	3.25(0.75)
5	Краснодарский край, Усть-Лабинский район, станица Тенгинская, карьер	08.08.09	7.68	24.7	0.35	0.18	3.86	52(4.25)
6	Республика Адыгея, г.Майкоп, пруд	09.08.09	7.19	19.8	0.16	0.08	2.43	24.6(1.4)
7	Республика Адыгея, станица Даховская, заливной луг	09.08.09	7.51	20.5	0.73	0.36	3.18	15(7)
8	Краснодарский край, пос. Новомихайловка, сточная канава	18.08.09	7.54	20.5	0.44	0.22	4.63	20.5(2)

Примечание: В скобках отмечена плотность личинок IV стадии

Таблица 3

Хромосомный состав личинок *An. messeae* в местообитаниях в Республике Адыгея

Хромосомные варианты	Частоты хромосомных вариантов, $f \pm s_f$, %				
	№1, село Тахтамукай	№2, поселок Кубаньстрой	№3, поселок Шенджий	№4, село Садовое	№5, станица Тенгинская
XL ₀	37,5±5,6	53,4±5,9	40,5±5,7	44,6±5,2	36,7±5,4
XL ₁	62,7±5,6	46,6±5,9	59,5±5,7	45,4±5,2	63,3±5,4
n ₁	75	73	74	74	79
2R ₀₀	100	100	100	100	100
3R ₀₀	94,1±3,3	73,1±6,1	84,3±5,1	77,8±6,2	96,2±2,7
3R ₀₁	5,9±3,3	28,9±6,1	13,7±4,8	22,2±6,2	3,8±2,7
3R ₁₁	0	0	2,0±2,0	0	0
3L ₀₀	62,7±6,8	63,5±6,7	86,3±4,8	86,7±5,1	92,3±3,7
3L ₀₁	31,4±6,5	36,5±6,7	13,7±4,8	13,3±5,1	5,8±3,2
3L ₁₁	5,9±3,3	0	0	0	1,9±1,9
n ₂	51	52	51	45	52

Примечание: n₁ – число изученных половых хромосом у самцов и самок (самцы имеют только одну хромосому XL); n₂ – число гомо- и гетерозигот по отдельным аутосомам у особей обоих полов.

Полностью отсутствует изменчивость хромосомного плеча 2R. Выявлены низкие частоты гомозигот 3R₁₁ и 3L₁₁. В популяциях для особей характерны кариотипы, преимущественно распространенные на юго-западе и юго-востоке видового ареала. Эти краевые популяции значительно отличаются от таковых на юге Средней Азии [2]. В Средней Азии на южной границе видового ареала отсутствуют инверсионные варианты XL₀, но встречаются с высокой частотой гомозиготы 3R₁₁ и 3L₁₁. По-видимому, высокая однородность краевых популяций на европейской и азиатской частях ареала *An. messeae* снижает адаптивные возможности вида. Однако, несмотря на низкий уровень полиморфизма, особи *An. messeae* с разными хромосомными вариантами отличались по экологическим предпочтениям (в частности, по отношению к содержанию растворенного кислорода). Очевидно, этим обусловлена более высокая экологическая пластичность *An. messeae* по сравнению с другими видами малярийных комаров.

Полученные данные по географическому распространению и экологии малярийных комаров позволяют сделать вывод о том, что главным потенциальным переносчиком малярии на Закубанской равнине является *An. messeae*, а в предгорьях Западного Кавказа на востоке Республики Адыгея - *An. maculipennis*.

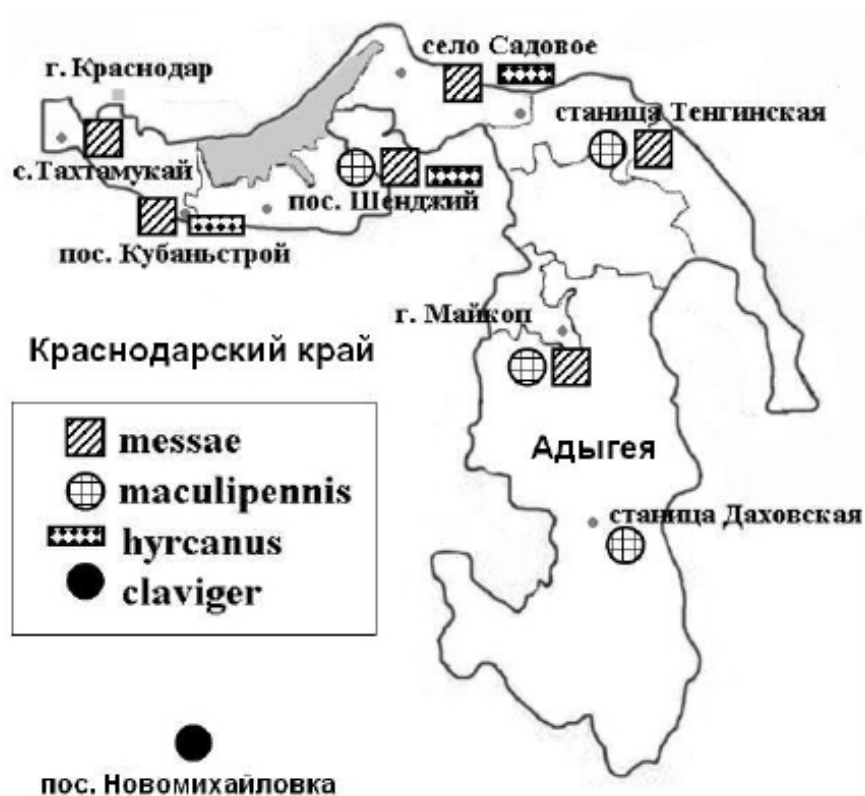


Рис. 1. Видовой состав личинок *Anopheles* в местообитаниях Республики Адыгея.

Выводы

1. В изученных местообитаниях в Республике Адыгея и на сопредельной территории Краснодарского края обнаружены 4 вида малярийных комаров: *An. messeae*, *An. maculipennis*, *An. hyrcanus*, *An. claviger*. Установлено, что в низинных районах Закубанской равнины преобладают *An. messeae* и *An. hyrcanus*, а в предгорьях – *An. maculipennis*. Малярийный комар *An. melanoon* не обнаружен.

2. Определена плодовитость гоноактивных самок видов двойников *An. messeae* и *An. maculipennis*. Среднее число яиц в кладке у *An. messeae* составило 197.1 ± 11.2 ; у *An. maculipennis* – 169.2 ± 16.7 .

3. В популяциях *An. messeae* выявлены хромосомные последовательности XL0, XL1, 2R0, 3R0, 3R1, 3L0, 3L1. Установлено, что в биотопах с повышенным содержанием кислорода наблюдается повышенная частота хромосомных вариантов с инверсиями XL0 и 3R1. Показано, что в направлении с запада на восток Закубанской равнины происходит снижение частоты гомо- и гетерозигот с инверсией 3L1.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Беклемишев В. Н. Экология малярийного комара. М.: Медгиз, 1944. 299 с.
2. Гордеев М. И., Сибатаев А. К. Цитогенетическая и фенотипическая изменчивость в центральных и периферийных популяциях малярийного комара *Anopheles messeae* Fall. (Diptera, Culicidae) // Генетика. 1996. Т. 32. № 9. С. 1199-1205.
3. Званцов А. Б., Ежов М. Н., Артемьев М. М. Переносчики малярии (Diptera, Culicidae, Anopheles) Содружества Независимых Государств (СНГ) Копенгаген: ВОЗ, 2003. 312 с.
4. Кабанова В.М., Карташова Н.Н., Стегний В.Н. Кариологическое исследование природных популяций малярийного комара в Среднем Приобье. 1. Характеристика кариотипа *Anopheles maculipennis messeae* Fall // Цитология. 1972. Т. 14. № 5. С. 630-636.

5. Маркович Н.Я., Артемьев М.М., Дарченкова Н.Н. Видовой состав и географическое распространение основных переносчиков малярии комаров комплекса *An. maculipennis* в России РЭТ. ИНФО. №3. 2001.
6. МУ 3.2.974-00 "Малярийные комары и борьба с ними на территории Российской Федерации"
7. Новиков Ю. М., Гордеев М. И., Гаденова Е. В. Экологическая дифференциация личинок *Anopheles messeae*, *A. maculipennis* и *A. beklemishevi* // Зоол. Журн. 1983. Т. 62. № 12. С. 1818-1825.
8. Приказ Департамента здравоохранения края от 19.11.2007 N 899/427 «Об усилении эпиднадзора и улучшении диагностики малярии в Краснодарском крае».
9. Региональная стратегия: От борьбы к элиминации малярии в Европейском регионе ВОЗ 2006-2015 гг. Копенгаген: Европейское региональное бюро ВОЗ, 2006. 44 с.
10. Стегний В. Н. Популяционная генетика и эволюция малярийных комаров. Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1991. 136 с.
11. Стегний В.Н. Архитектоника генома, системные мутации и эволюция. Новосибирск: Изд-во Новосибирского ун-та, 1993. 111 с.
12. Mosquitoes of the genus *Anopheles* in countries of the WHO European Region, having faced a recent resurgence of malaria: Regional research project, 2003-2007. Ed. Ejov M. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2008. 26 pp.
13. World Malaria Report 2009. Geneva, Switzerland: World Health Organization, 2009. 191 p.

ТИПЫ СООБЩЕСТВ МАКРОЗООБЕНТОСА В РОДНИКАХ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ*

Аннотация. На оригинальном материале проведена классификация сообществ родникового макрозообентоса. Показано 11 основных типов сообществ, факторами дифференциации которых являются тип субстрата, водорасход, скорость течения. Выделено две стратегии разделения топического пространства между типами сообществ в родниках: когда тип оккупирует все наличные микробиотопы и когда он сочетается с другими типами. Первая стратегия может осуществляться двумя способами: за счёт толерантности доминантных таксонов и за счёт изменения доминирующего комплекса. Некоторые типы сообществ при разных гидрологических условиях могут демонстрировать оба варианта стратегий.

Ключевые слова: родниковый макрозообентос, типы сообществ, сочетание сообществ.

A. Ivanovsky

THE TYPES OF MACROZOOBENTHOS COMMUNITIES IN SPRINGS OF PENZA REGION.

Abstract. The classification of spring macrozoobenthos communities is carried out on original data. The 11 types of communities are shown. The differentiation factors of these communities are substrate type, water flow, water velocity. The two strategies of topical space division by communities are revealed. The first is when community occupies all existing biotopes. The second is when different types of the communities combine in the single spring. The former strategy realize by two modes: by the tolerance of predominant taxa and by the alteration in the predominant complex. Some types of community can show the both strategies in different hydrological conditions.

Key words: spring macrozoobenthos, types of communities, combination of communities.

Введение

Родники давно привлекали внимание исследователей. Так, в одной из первых обстоятельных работ, посвящённых кренали, приведено деление родников по признакам геоморфологии на родниковые ручьи (реокрены), родниковые лужи (лимнокрены) и родниковые топи (гелокрены) [Thienemann, 1922]. Состав фауны этих типов родниковых местообитаний неоднократно обсуждался в литературе [Cantonati et al. 2006; Lindegaard et al. 1975; Wood et al. 2005]. В классификации родниковых местообитаний берёт свой начало подход к классификации родниковых сообществ, при котором родник рассматривается как однородное местообитание [Чертопруд 2006; Gray 2005], соответственно, одному роднику ставится в соответствие одно сообщество. Однако существует и второй подход, при котором родник рассматривается по составляющим его микробиотопам [Ilmonen, Paasivirta 2005], соответственно, один родник может населять несколько сообществ.

Наши ранние исследования показали, что не вполне верно придавать населению родника в целом статус «сообщество» [Ивановский 2008 б]. Вероятно, в этом случае пра-

* © Ивановский А.А.

вильнее использовать термин «ассамблея» в понимании П. Джиллера [Джиллер 1988]. Ранее нами была предложена оригинальная классификация ассамблей родникового макрозообентоса [Ивановский 2010].

Сообщества (в понимании И.В. Бурковского, [Бурковский, 2006]) родникового макрозообентоса гораздо реже становились объектом внимания исследователей. Поэтому целью настоящей статьи было создание на оригинальном материале классификации сообществ родникового макрозообентоса и сравнение её с другими, существующими, классификациями.

Материал и методы

Материалом для исследования послужили 110 количественных проб макрозообентоса, собранные в 42 родниках в крупнейших родниковых районах Пензенской области в 2003-2008 гг. Компактное расположение района исследования позволяет исключить из рассмотрения фактор влияния плейстоценовых оледенений на состав населения родников (этот вопрос в литературе является одним из наиболее разработанных и однозначных).

Отбор проб производился гидробиологическим сачком с ячейёй 1 мм. Сбор организмов проводился до выхода количества видов «на плато». При этом облавливали все доступные в пределах каждого родника микробиотопы, которые выделялись по типу субстрата, скорости течения, глубине, водорасходу [Ивановский 2008 а]. Разбор проб осуществлялся по общепринятым гидробиологическим методикам [Руководство... 1992].

Участие вида в структуре населения родника определяли по относительной величине интенсивности метаболизма [Кучерук 1985].

Классификацию сообществ макрозообентоса проводили методом Браун-Бланке в одном из последних описаний [Миркин и др. 2001]. При этом не учитывали таксоны, встреченные менее чем в двух пробах. Названия сообществ даны по доминирующим и/или дифференцирующим (в понимании Миркина и др., 2001) таксонам.

Так как классификация методом Браун-Бланке представляет собой субъективный метод, достоверность отличий выделенных типов сообществ была проверена нами с использованием процедуры анализа ANOSIM, осуществлённой в программе PAST 1.80. Чтобы уменьшить влияние субъективного фактора, в сомнительных случаях мы проводили деление сообществ на типы и подтипы согласно результатам этого анализа.

Результаты

Нами установлено 136 низших определяемых таксонов, ещё около 50 (в основном это единично встреченные представители Euglesidae и Orthocladiinae) остались не определёнными. Установленные таксоны принадлежат к классам Turbellaria, Oligochaeta, Hirudinea, Gastropoda, Bivalvia, Crustacea; среди насекомых выявлены 6 отрядов; отряд двукрылых представлен в наших материалах 14 семействами.

Из классификации сообществ исключены *Nemoura cinerea* и *Elodes* sp. из-за высокой встречаемости.

Следующие ниже краткие описания типов сообществ выполнены по единому плану: приводятся названия дифференцирующих и/или доминирующих таксонов (при необходимости – с указанием числовых данных), количество проб, количество родников, сезоны и распространённость типа сообщества; указывается общее число видов в пробах этого типа и характерное число видов на пробу; далее следует описание существенных характеристик биотопа.

1. *Nemurella pictetii* – *Euglesa* spp. 3 пробы из 3 родников из разных районов, в разные сезоны. Доминанты (29,0 % и 13,5 % соответственно), они же единственные дифференцирующие виды. Все остальные виды встречаются не больше чем в двух пробах.

Всего 17 видов, от 6 до 13 видов на пробу. Биотоп характеризуется глубиной 0-5 см, средней скоростью течения 0,1 м/с. Из-за малой глубины водорасход стремится к нулю. Характерный субстрат – листовый опад, детрит.

2. *Euglesa* spp. 6 проб из 5 родников в разных районах, в разные сезоны. Всего 23 вида, 4-6 видов на пробу. Единственный доминант (57,3 %), он же дифференцирующий вид. В количественном отношении пробы сильно различаются из-за доминирования в разных пробах разных видов с большой индивидуальной биомассой (*Eiseniella tetraedra*, *Lymnaea* spp.). Биотоп отличается от биотопа предыдущего типа только субстратом: ил, заиленный детрит или почва (в случае родниковых топей). Водорасход стремится к нулю; или не превышает 0,5-1 л/с (в виде исключения).

3. *Dicranota bimaculata* – *Tipula* spp. – *Prodiamesa olivacea*. 4 пробы из 2 родников, разные места, разные сезоны. Всего 29 видов, 9-12 видов на пробу. Доминанты: *Tipula* spp. (32,0 %), *Dicranota bimaculata* (20,0 %). Среди дифференцирующих видов также и *Prodiamesa olivacea* (часто вместе с *P. rufovittata*) (8,9%). Характерный биотоп – родниковые ручьи с песчаным заиленным субстратом. Средний характерный водорасход 16 л/с, глубина 10-20 см. Сообщество является одним из вариантов сообщества с доминированием *Potamophylax nigricornis*, как правило, оккупирующего все наличные микробиотопы [Ивановский 2008 б].

4. *Pseudodiamesa* gr. *branickii* – *Brillia modesta* – *Micropsectra* gr. *praesox*. 4 пробы из 4 родников, разные районы и сезоны. Всего 24 вида. Обычно 12-15 видов на пробу. Единственный доминант – *Pseudodiamesa* gr. *branickii* (43,0 %). Характерный биотоп – родниковые ручьи с меньшей глубиной и скоростью течения, чем для типа 3 (*Dicranota bimaculata* – *Tipula* spp. – *Prodiamesa olivacea*); соответственно, и с меньшим водорасходом (2-3 л/с). Субстрат тот же – заиленный песок с различными примесями. Сообщество является одним из вариантов сообщества с доминированием *Potamophylax nigricornis*, как правило, оккупирующего все наличные микробиотопы [Ивановский 2008 б].

5. *Ptychoptera* spp. – *Euglesa* spp. – *Beraea pullata* (функционально аналогичный вариант – *Pedicia rivos* – *Euglesa* spp. – *Crunoecia irrorata*). 5 проб из 4 родников; ещё 3 пробы из 3 родников близки к этому типу по списку видов. Все пробы отобраны в мае; варианты с *Beraea pullata* и *Crunoecia irrorata* – в разных районах. 7-9 видов на пробу (вариант с *C. irrorata* – 15); всего 35 видов. Единственным доминантом являются *Ptychoptera* spp. (56,0 %). Показаны также два дифференцирующих таксона – *Euglesa* spp. (3,7 %) и кренобионтные ручейники *Beraea pullata* или *Crunoecia irrorata* (1,7 %). Два этих варианта объединены в один тип сообщества из-за идентичности жизненных форм дифференцирующих видов: основу биомассы составляют роющие дышащие атмосферным воздухом личинки двукрылых; кренальную специфику придают кренобионтные ручейники, способные жить в тонкой плёнке воды; мелкие роющие пелофильные горошинки являются общей группой для обоих вариантов. Характерный для сообщества биотоп – родниковые топи или слабые ручьи, субстрат в которых представлен насыщенной водой почвой или мокрым листовым опадом. Водорасход стремится к 0; или не превышает 0,36 л/с.

6. *Asellus aquaticus* – *Telmatopelopia* sp. 4 пробы из 3 соседних родников, собранные в один сезон. 4-8 видов на пробу; всего 18 видов. Два дифференцирующих вида: доминант *Asellus aquaticus* (56,5 %) и *Telmatopelopia* sp. (2,1 %). Сообщество формируется в родниковых лужах глубиной до 20 см и неопределяемым водорасходом. В них сообщество заселяет все наличные микробиотопы (погружённые детритные, иловые субстраты, плавающие макрофиты).

7. *Rhyacophila fasciata*. 4 пробы из 4 родников, разные районы и сезоны. Всего 21 вид; 3-16 на пробу. Единственный доминант – *Rhyacophila fasciata* (41,5 %). Ещё одна дифференцирующая группа – группа мелких видов *Orthocladinae* (обилие 0,8 %), соскре-

бающих с камней налёт водорослей. Характерный биотоп – ручьи с каменистым субстратом, водорасходом более 4 л/с и скоростью не менее 0,2 м/с (средняя – 0,3 м/с).

8. *Plectrocnemia conspersa* – *Euglesa* spp. 8 проб из 8 родников. Пробы собраны в разных районах, в разные сезоны. Всего 53 вида, 5-30 видов на пробу. Два дифференцирующих таксона: *Plectrocnemia conspersa* (11,0 %) и *Euglesa* spp. (12,3 %). Существование типа связано с локальными вспышками *P. conspersa*. Характерный биотоп – родниковые ручьи, в которых исходные субстраты перекрыты грубым детритом. При этом гидрологические показатели весьма вариабельны; средний водорасход 3,6 л/с, средняя скорость течения 0,1 м/с.

9. *Potamophylax nigricornis* – *Baetis rhodani* – *Cnetha* spp. 33 пробы из 16 родников, собранные во всех исследованных родниковых районах в различные сезоны. Всего 50 видов; 2-16 видов на пробу, в среднем 8 видов. Доминанты оказываются и единственными дифференцирующими видами: *P. nigricornis* (55,0 %), *Baetis rhodani* (11,5 %), *Cnetha* spp. с встречаемостью 55,5 % (5,6 %). Сообщество формируется в родниковых ручьях с водорасходом от 0,5 до 14,0 л/с; при этом обычная скорость течения не ниже 0,1 м/с (средняя 0,2 м/с), что отличает биотопы, занятые этим типом сообщества, от других маловодных ручьёв (занятых *Nemurella pictetii* или *Euglesa* spp.). Средний водорасход 6,3 л/с. Субстраты весьма разнообразны: камни, листовой опад, детрит, макрофиты; заиливание наблюдается редко. Видимо, это отражает способность сообщества оккупировать все наличные микробиотопы в пределах заселённого ручья; при этом детерминирующим фактором оказывается не тип субстрата, а скорость течения и минимально необходимый уровень водорасхода.

В 5 пробах из 4 родников доминирующего ручейника заменяет *Chaetopteryx* sp. Смену доминантного ручейника мы связываем с местными – географическими в самом локальном масштабе – причинами.

Даже с типовыми доминантами сообщество представляет собой довольно гетерогенную картину; в нём по составу характерных доминирующих видов выделяются 4 группы. В этом типе проявляется показанная нами ранее тенденция [Ивановский 2008 а]: сообщество оккупирует все доступные субстраты в каждом роднике (за счёт разных сочетаний субдоминантов).

9а. *Potamophylax nigricornis*. Вариант сообщества, преобладающий на опаде и детрите в ручьях с водорасходом 0,5-3,5 л/с (средний 1,7 л/с), где формируется монодоминантное сообщество (77,6 %). Скорость течения 0,1-0,3 м/с.

9б. *Potamophylax nigricornis* – *Baetis rhodani*. Вариант сообщества формируется на камнях или листовом опаде с меньшим количеством детрита при водорасходе от 1 до 14 л/с. Из 12 проб этого варианта 9 приурочены к одной точке, что может свидетельствовать о формировании этого варианта под действием местных (случайных) причин.

9в. *Potamophylax nigricornis* – *Cnetha* spp. – *Baetis rhodani*. Вариант сообщества формируется в тех же условиях, что и 9б. По нашим данным, является более полным его вариантом.

9г. *Chaetopteryx* sp./*Halesus digitatus*. Формируется в некоторых урочищах (нам известен из трёх) в родниках, аналогичных 9а-9в, что мы связываем со случайной (местной) изменчивостью состава сообществ.

10. *Cnetha* spp. – *Baetis rhodani* – *Orthoclaadiinae* gen. spp. 8 проб из 5 родников в разных районах, в разные сезоны. Всего 37 видов; 2-11 вида на пробу. Доминанты и дифференцирующие виды: *Cnetha* spp. (36,3 %), *Baetis rhodani* (11,3 %), мелкие виды *Orthoclaadiinae* (4,7 %). Сообщество формируется в тех же условиях, что и 9б, 9в (на камнях или листовом опаде с небольшим количеством детрита при водорасходе от 1 до 8 л/с; средняя скорость течения 0,2 м/с). Во всех случаях сообщество с *Cnetha* spp. развивается

в родниках вместе с сообществом *Potamophylax nigricornis* – *Baetis rhodani* – *Cnetha* spp. При этом тип 10 формируется на наименее защищённых от течения участках (что связано с экологическими предпочтениями доминанта *Cnetha* spp.). Отметим, что *P. nigricornis* отсутствует только в одном роднике с *Cnetha* spp.; при этом детритный субстрат в нём оказывается занятым мошками.

11. *Stenophylax lateralis*. 7 проб из 6 родников, в разные сезоны в разных районах. Всего 36 видов; 3-17 на пробу. Дифференцирующие виды: *Stenophylax lateralis* (36,5 %) и *Nemurella pictetii* (15,2 %). Характерный для сообщества биотоп – родниковые ручьи со средним водорасходом 1,8 л/с и скоростью течения 0,1 м/с; субстрат представлен листовым опадом или детритом. Это сближает биотоп с типами 1 и 9а.

Кроме выделенных 11 основных типов сообществ, достоверность существования которых подтверждена статистически, в наших данных имеются ещё около 20 проб, которые по разным причинам не вошли в классификацию. Как правило, это монодоминантные или олигомикстные сообщества, не поддающиеся классификации. Однако среди них есть два типа, которые требуют упоминания, хотя мы и не будем обсуждать их в дальнейшем.

12. *Amphinemura* sp. 3 пробы из одного родникового ручья. Сообщество оккупировало все микробиотопы (субстраты). Мы считаем этот тип сообщества экологическим эквивалентом других типов сообществ с доминированием *Nemouridae*.

13. *Apatania auricula* – *Orthocladiinae* gen. spp. – *Pseudodiamesa* spp. – *Diamesinae* gen. spp. Единственная проба из мощного родникового ручья (водорасход до 18 л/с) с каменистым субстратом; камни покрыты заметным слоем обрастаний. По нашим данным, аналогичные по таксономическому составу сообщества формируются в похожих по гидрологии родниковых ручьях прилегающих к Восточно-Европейской равнине горных районов.

Обсуждение

Полученная картина объединения отдельных вариантов сообществ (т.е. отдельных проб) в типы довольно сложна, хотя и хорошо описывается всего тремя абиотическими факторами: типом субстрата, водорасходом и скоростью течения. Чтобы свернуть описанное разнообразие типов сообществ в менее объёмную систему, приведём соответствие выделенных нами типов традиционному делению родников и родниковых сообществ на гело-, лимно- и реокрены [Чертопруд 2006; Thienemann 1922].

I. Гелокрены. *Ptychoptera* spp. – *Euglesa* spp. – *Beraea pullata* (функционально аналогичный вариант – *Pedicia rivosa* – *Euglesa* spp. – *Crunoecia irrorata*); *Euglesa* spp. (частью). Биотопы соответствуют классическому описанию гелокренов [Thienemann 1922].

II. Лимнокрены. Многоводные – *Asellus aquaticus* – *Telmatopelopia* sp. Маловодные – *Nemurella pictetii* – *Euglesa* spp. (частью).

III. Микрореокрены:

– эвритопный – *Potamophylax nigricornis* – *Baetis rhodani* – *Cnetha* spp. Самый распространённый тип, возможно, формируется при самых высоких (около 0,2 м/с) для микрореокренов скоростях течения;

– детритофильные – *Nemurella pictetii* – *Euglesa* spp. (частью); *Plectrocnemia conspersa* – *Euglesa* spp.; *Potamophylax nigricornis* (подтип 9а); *Stenophylax lateralis*. Первые два типа различны по водорасходу. Тип *Nemurella pictetii* – *Euglesa* spp. переходит в тип *Stenophylax lateralis* с увеличением водорасхода; *Potamophylax nigricornis* живёт при небольшом водорасходе, но большей скорости течения.

– псаммофильные – *Dicranota bimaculata* – *Tipula* spp. – *Prodiamesa olivacea*; *Pseudodiamesa* gr. *branickii* – *Brillia modesta* – *Micropsectra* gr. *praesox*. Два типа различаются по водорасходу и степени заиления субстрата.

– пелофильный – *Euglesa* spp. (частью).

IV. Макрореокрены (в нашем случае – группа литофильных сообществ). *Cnetha* spp. – *Baetis rhodani* – *Orthocladinae* gen. spp.; *Rhyacophila fasciata*. Формируется на твёрдых субстратах (камни или, реже, листовой опад) при разных скоростях течения.

Таким образом, предложенного в самом крупном обобщении последних лет по экологии родникового макробентоса [Чертопруд 2006] деления сообществ на гело-, лимнокрены, макро- и микрореокрены недостаточно, чтобы разделить выделенные нами 11 основных типов сообществ.

Из других работ, авторы которых руководствовались тем же, что и мы, принципом анализа проб – по микробиотопам внутри каждого родника – целостная картина получилась только в одной. В этой работе [Ilmonen, Paasivirta 2005] авторы дали описание сообществ, заранее поделённых на типы согласно характеристикам микробиотопов. Выделенных таким образом типов сообществ оказалось пять. Им соответствовали биотопы: ручьи с минеральным субстратом, ручьи с органическим субстратом, гелокрены, моховые подушки, лужи. Факторами дифференциации выделенных сообществ были скорость течения и наличие минерального субстрата; вдоль этой оси сообщества делились на лотические и лентические. Внутри же этих групп дифференциация сообществ была обусловлена наличием мха и грубого детрита. Таким образом, авторы, фактически, привели классификацию биотопов, а не сообществ. Как мы уже показывали, априорные классификации непригодны при работе с родниковыми сообществами [Ивановский 2006]. Поэтому мы предлагаем следующее описание картины распространения отдельных типов сообществ и их сочетаний друг с другом в пределах отдельных родников.

Центральный тип *Potamophylax nigricornis* – *Baetis rhodani* – *Cnetha* spp. способен с незначительными для функционального состава сообщества изменениями заселять самые разнообразные родниковые ручьи. При этом на песчаных и иловых субстратах в них доминируют представители роющих жизненных форм, а типический комплекс видов сохраняется на позициях субдоминантов. В этом случае наблюдается сочетание сообщества в пределах одного родника с типами *Pseudodiamesa* gr. *branickii* – *Brillia modesta* – *Micropsectra* gr. *praecox*, *Dicranota bimaculata* – *Tipula* spp. – *Prodiamesa olivacea*, *Euglesa* spp.. В быстрых родниковых ручьях с каменистым субстратом первым доминантом становится *Rhyacophila fasciata*, не заселяющая другие субстраты, на которых при этом существует типический комплекс видов *Potamophylax nigricornis* – *Baetis rhodani* – *Cnetha* spp. На наименее защищённых от течения субстратах первыми доминантами становятся *Cnetha* spp. В некоторых урочищах в силу случайных причин доминанта *Potamophylax nigricornis* сменяют другие представители *Stenophylacini*: *Chaetopteryx* sp., *Halesus digitatus*.

Сообщество *Stenophylax lateralis* может выступать в качестве альтернативы сообщества с доминированием *Potamophylax nigricornis* в ручьях с меньшим водорасходом. При этом соседями этого типа на подходящих по плотности субстратах оказываются варианты сообществ с *Cnetha* spp. или *Rhyacophila fasciata*. В родниках с развитым гелокреном *Stenophylax lateralis* также сочетается с характерным для гелокренов сообществом *Ptychoptera* spp. – *Euglesa* spp. – *Beraea pullata* (функционально аналогичный вариант – *Pedicia rivosus* – *Euglesa* spp. – *Crunoecia irrorata*). Также сообщество *Ptychoptera* spp. – *Euglesa* spp. – *Beraea pullata* может формироваться вместе с типами *Nemurella pictetii* – *Euglesa* spp., *Plectrocnemia conspersa* – *Euglesa* spp., *Euglesa* spp.

Типы *Nemurella pictetii* – *Euglesa* spp., *Plectrocnemia conspersa* – *Euglesa* spp., *Euglesa* spp. имеют схожую тенденцию сочетаний с другими типами. Для всех трёх характерны два варианта предпочитаемых условий, которые мы условно называем маловодными (гелокрены, часть лимнокренов и самые слабые реокрены с водорасходом до 0,5 л/с) и многоводными (более мощные реокрены).

Последней интересной ситуацией разделения топического пространства в родниках

между типами сообществ является тип *Asellus aquaticus* – *Telmatopeleporia* sp. В каждом из трёх заселенных им родников этот тип оккупирует все наличные микробиотопы.

Таким образом, в плане разделения топического пространства между типами сообществ в родниках мы можем выделить две стратегии: когда тип оккупирует все наличные микробиотопы и когда он сочетается с другими типами более-менее независимо (типы при этом не должны иметь общих дифференцирующих видов).

Первая стратегия осуществляется двумя способами. Тип *Asellus aquaticus* – *Telmatopeleporia* sp. населяет довольно однородные в плане экологических условий родники, поэтому все варианты сочетаний факторов среды потребляются одним и тем же комплексом доминантов за счёт их собственной экологической толерантности. Тип *Potamophylax nigricornis* – *Baetis rhodani* – *Cnetha* spp. населяет более разнородные по экологическим условиям водоёмы, и обитание во всём спектре условий достигается этим типом за счёт разных сочетаний содоминантов [Ивановский 2008 а].

Вторая стратегия присуща типам, обитающим в родниках с очень контрастными условиями (ситуации, когда гелокрены переходят в реокрены). В таких случаях типы очерчены более чётко и плавные переходы между типами обычно отсутствуют. К таковым относятся *Ptychoptera* spp. – *Euglesa* spp. – *Beraea pullata* и функционально аналогичный вариант *Pedicia rivosa* – *Euglesa* spp. – *Crunoecia irrorata*.

Наконец, для оставшихся типов характерен промежуточный вариант. Типы *Nemurella pictetii* – *Euglesa* spp., *Plectrocnemia conspersa* – *Euglesa* spp., *Euglesa* spp. и *Stenophylax lateralis* могут формироваться в маловодных биотопах, при этом они более-менее чётко отграничены от других типов сообществ. При формировании в многоводных родниках они имеют тенденцию плавно переходить в центральный тип *Potamophylax nigricornis* – *Baetis rhodani* – *Cnetha* spp.

Заключение

Приведённая нами классификация сообществ родникового макрозообентоса удовлетворительно описывает наблюдаемое разнообразие сообществ в соответствии с тремя основными абиотическими факторами: типом субстрата, водорасходом, скоростью течения. Однако вопросы, связанные с существованием функционально эквивалентных, но различных в таксономическом плане типов сообществ требуют дальнейших исследований.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бурковский И.В. Морская биогеоценология. Организация сообществ и экосистем. М.: Т-во научных изданий КМК, 2006.
2. Джиллер П. Структура сообществ и экологическая ниша / Пер. с англ. М.: Мир, 1988.
3. Ивановский А.А. Структура сообщества макрозообентоса родниковых ручьёв (на примере водотоков Голицынского лесопарка) // Экология в меняющемся мире: материалы конф. молодых учёных, 24-28 апреля 2006 г. Екатеринбург: Изд-во «Академкнига», 2006. С. 80-82.
4. Ивановский А.А. Закономерности дифференциации локальных сообществ родникового макрозообентоса внутри микробиотопа // Материалы докладов XV Международной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Ломоносов». Секция «Биология». М.: Изд-во МГУ; СП «Мысль», 2008 а. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). С. 4.
5. Ивановский А.А. Типы сообществ макрозообентоса в пределах одного макрореокрена // Экосистемы малых рек: биоразнообразие, экология, охрана: лекции и материалы докладов Всеросс. школы-конференции. Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина, 18-21 ноября 2008 г. Ярославль: Изд-во ООО «Ярославский печатный двор», 2008 б. С. 151-153.
6. Ивановский А.А. Ассамблеи макрозообентоса в родниках Пензенской области // Вестник МГУ. Серия Биология. (в печати)
7. Кучерук Н.В. Сублиторальный бентос североперуанского апвеллинга // Экология фауны и флоры прибрежных зон океана. М.: ИО АН СССР, 1985. С. 14-31.

8. Миркин Б.М., Наумова Л.Г., Соломещ А.И. Современная наука о растительности. М.: Логос, 2001.
9. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / Под ред. д.б.н. В.А. Абакумова. СПб: Гидрометеоиздат, 1992.
10. Чертопруд М.В. Родниковые сообщества макробентоса Московской области // Журнал общей биологии. 2006. Т. 67. № 5. С. 376-384.
11. Cantonati M., Gerecke R., Bertuzzi E. Springs of the Alps – sensitive ecosystems to environmental change: from biodiversity assessments to long-term studies // Hydrobiologia. 2006. V. 562. P. 59-96.
12. Gray D.P. Braided river springs: distribution, benthic ecology and role in the landscape: Thesis...Master of Science in Ecology. University of Canterbury, 2005.
13. Ilmonen J., Paasivirta L. Benthic macrocrustacean and insect assemblages in relation to spring habitat characteristic: patterns in abundance and diversity // Hydrobiologia. 2005. V. 533. P. 99-113.
14. Lindegaard C., Thorup J., Bahn M. The invertebrate fauna of the moss carpet in the Danish spring Ravnkilde and its seasonal, vertical, horizontal distribution // Archiv fur hydrobiologie. 1975. V. 75. P. 109-139.
15. Thienemann A. Hydrobiologische Untersuchungen an Quellen (I-IV) // Archiv fur Hydrobiologie. 1922. V. 14. P. 151-190.
16. Wood P.J., Gunn J., Smith H., Abas-Kutty A. Flow permanence and macroinvertebrate community diversity within groundwater dominated headwater streams and springs // Hydrobiologia. т 2005. V. 545. P. 55-64.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ ТРОМБОЦИТОВ У ЛИЦ СТУДЕНЧЕСКОГО ВОЗРАСТА, ТРЕНИРУЮЩИХСЯ В ФУТБОЛЬНОЙ СЕКЦИИ*

Аннотация. У проходящих физическую подготовку в футбольной секции молодых людей в возрасте 18-22 лет, выявлена стабильность функциональной активности тромбоцитов. На протяжении данного возраста агрегация тромбоцитов у них находилась на низком уровне, не испытывая достоверных колебаний, что видимо связано с постоянством их чувствительности к экзогенным влияниям. Оптимально низкая активность тромбоцитов обуславливает малое количество в их кровотоке циркулирующих агрегатов различных размеров, что оказывает позитивное влияние на микроциркуляцию тканей в организме молодого человека тренирующегося физически в футбольной секции.

Ключевые слова: тромбоцитарная активность, молодой возраст, тренировки в футбольной секции, реологические свойства крови, микроциркуляторные особенности тромбоцитов.

I. Medvedev, A. Savchenko

FUNCTIONAL ACTIVITY PLATELETS AT THE PERSONS OF STUDENT'S AGE
TRAINING IN FOOTBALL SECTION

Abstract. At the young footballplayer's in the 18-22 years old revealed the stability of the functional activity of platelets. In this age the platelet's aggregation was low and associated with sensitivity of platelets to external factors. Low activity of platelets provides a low number of various sizes of aggregates in the bloodstream.

All this factors has a positive effect on the circulation of blood in the body of young footballplayers.

Key words: activity of platelet, young age, football section, the rheological characteristics of blood, microcirculatory characteristics of platelets.

В современной биологической науке появляется все больше сведений о тесной взаимосвязи уровня физиологического развития человека и степени активности тромбоцитарного гемостаза. Становится очевидно, что нормальное морфофункциональное состояние организма в значительной мере обуславливается реологическими свойствами крови, которые тесно связаны с уровнем активности тромбоцитов [5, 113]. При этом известно, что физическая активность способна влиять на показатели тромбоцитарных функций [4, 81].

У здоровых молодых людей, регулярно тренирующихся, не до конца выяснены активность перекисного окисления липидов (ПОЛ) в тромбоцитах, уровень их антиокислительных ферментов, степень функциональной готовности кровяных пластинок к влиянию физиологических индукторов и их сочетаний и выраженности морфологической активности тромбоцитов в сосудах. В этой связи была определена цель настоящего исследования: определить активность тромбоцитарных функций у здоровых молодых людей, не имеющих вредных привычек и регулярно тренирующихся физически, на примере секции футбола.

* © Медведев И.Н., Савченко А.П.

Материалы и методы

В группу исследования включены 134 здоровых молодых человека студенческого возраста, тренирующихся в секции футбола на момент взятия в наблюдение не менее 1 года (26 человек 18 лет, 27 человек 19 лет, 28 человек 20 лет, 25 человек 21 года и 28 человек в возрасте 22 лет). У всех обследованных проводилось определение уровня внутритромбоцитарного ПОЛ по концентрации базального уровня малонового диальдегида (МДА) в реакции восстановления тиобарбитуровой кислоты [9, 170], в модификации [3, 416] и по уровню ацилгидроперекисей (АГП) [2, 34]. Активность внутритромбоцитарных антиоксидантных ферментов устанавливали для каталазы и супероксиддисмутазы [6, 10].

Подсчитывалось количество тромбоцитов в капиллярной крови в камере Горяева. Продукты лабильзации тромбоцитарных фосфолипидов – активаторов свертывания (Ф3-тромбоцитов) оценивали по методу Е.Д. Еремина [1, 37] с вычислением индекса тромбоцитарной активности (ИТА). Длительность агрегации тромбоцитов (АТ) определялась визуальным микрометодом по: Шитикова А.С. (1999) [7, 51] с использованием в качестве индукторов АДФ ($0,5 \times 10^{-4}$ М.), коллагена (разведение 1:2 основной суспензии), тромбина (0,125 ед/мл.), ристомидина (0,8 мг/мл.) (НПО „Ренам”), адреналина (5×10^{-6} М., завод Гедеон Рихтер), а также сочетания АДФ и адреналина, АДФ и коллагена, адреналина и коллагена для моделирования реальных условий кровотока. Внутрисосудистая активность тромбоцитов (ВАТ) определялась визуально с использованием фазово-контрастного микроскопа [8, 24] по Шитиковой А.С. и соавт. (1997). Статистическая обработка полученных результатов проведена t-критерием Стьюдента.

Результаты исследования

Все включенные в группу исследования молодые люди находились под постоянным наблюдением. У них перед оценкой гемостаза оценивали основные физиологические параметры, проводили морфологический и биохимический анализы крови, показавшие, что общие функциональные и биохимические величины (температура, ЧСС, частота дыхания, общие анализы крови и мочи, биохимические исследования крови) у всех обследуемых находились в пределах физиологической нормы.

Концентрация первично образующихся продуктов ПОЛ-АГП в тромбоцитах здоровых 18-летних молодых людей, тренирующихся в футбольной секции, составляла $1,92 \pm 0,12$ Д233/109тр., достоверно не меняясь к 22 годам ($1,93 \pm 0,10$ Д233/109тр.). При этом, содержание МДА в тромбоцитах – конечного продукта ПОЛ у 18-летних футболистов составил $0,42 \pm 0,10$ нмоль/109тр., не меняясь до 22 лет жизни ($0,47 \pm 0,11$ нмоль/109тр.).

Уровень активности каталазы и СОД в кровяных пластинках, контролирующих в них активность ПОЛ, у наблюдаемых здоровых молодых людей в 18 лет были весьма высоки ($9600,0 \pm 126,2$ МЕ/109тр. и $1750,0 \pm 15,3$ МЕ/109тр., соответственно). У более старших футболистов студенческого возраста не отмечено динамики активности каталазы и СОД (в 19 лет $9750,0 \pm 234,2$ МЕ/109тр., $1720,0 \pm 18,2$ МЕ/109тр., 20 лет – $9600,0 \pm 154,1$ МЕ/109тр., $1680,0 \pm 20,3$ МЕ/109тр., 21 год – $9620,0 \pm 176,1$ МЕ/109тр., $1650,0 \pm 14,7$ МЕ/109тр., 22 года – $9670,0 \pm 146,1$ МЕ/109тр., $1680,0 \pm 18,6$ МЕ/109тр., соответственно).

Уровень ИТА в 18 лет у обследованных соответствовал $20,1 \pm 0,14\%$, оставаясь на данном уровне у более старших обследованных. Это доказывало стабильность в кровяных пластинках 18-22-летних здоровых молодых людей, регулярно тренирующихся в футбольной секции, уровня продуктов лабильзации тромбоцитарных фосфо-

липидов – активаторов свертывания крови.

У 18-летних футболистов время развития АТ под влиянием индуктора коллагена составляло $34,1 \pm 0,19$ с., находясь на аналогичном уровне и у более старших обследованных. Невысокая активность АТ у здоровых 18-летних тренированных молодых людей отмечена под влиянием АДФ ($44,8 \pm 0,16$ с.) и ристомидина ($48,9 \pm 0,16$ с.). Позднее развивалась тромбиновая и адреналиновая АТ, составляя в 18 лет $58,1 \pm 0,20$ с. и $102,9 \pm 0,12$ с., соответственно, достоверно не меняясь у более старших обследованных. При сочетанном применении индукторов у тренирующихся в футбольной секции 18-летних людей АТ составляла для сочетания АДФ+адреналин – $36,2 \pm 0,11$ с., для АДФ+коллаген – $26,4 \pm 0,14$ с., для адреналин+коллаген – $29,2 \pm 0,09$ с., оставаясь на аналогичном уровне до 22-летнего возраста (табл.).

Содержание в крови у 18-летних футболистов дискоцитов составило $85,2 \pm 0,16\%$, достоверно не отличаясь от значений у обследованных более старших возрастов, включенных в группу наблюдения. Количество диско-эхиноцитов, сфероцитов, сферо-эхиноцитов и биполярных форм тромбоцитов, также оставалось стабильным в их кровотоке с 18 до 22 лет. Вследствие этого сумма активных форм тромбоцитов также не претерпела достоверных изменений, составляя в среднем у обследованных $14,9 \pm 0,14\%$. В крови находящихся под наблюдением молодых людей, тренирующихся в футбольной секции, уровни свободноциркулирующих малых и больших агрегатов тромбоцитов не имели достоверной динамики, составляя в среднем $2,7 \pm 0,15$ и $0,06 \pm 0,014$ на 100 свободно лежащих тромбоцитов, соответственно. Количество тромбоцитов, вовлеченных в процесс агрегатообразования, у обследованных также не менялось между 18 до 22 годами, составляя в среднем $5,7 \pm 0,13\%$.

Таким образом, у регулярно тренирующихся в футбольной секции молодых людей отмечается стабильно невысокая тромбоцитарная активность между 18 и 22 годами жизни, способная поддерживать на оптимальном уровне у них реологические свойства крови.

Обсуждение

Физическое развитие и функциональная активность организма человека формируются, развивается и поддерживается адекватным уровнем реологии крови, зависящим от большого числа факторов среды, в т.ч. наличия регулярных умеренных физических нагрузок. Серьезное влияние на состояние микроциркуляции оказывает активность в кровотоке кровяных пластинок, во многом зависящей от уровня в них ПОЛ.

Было установлено, что у здоровых молодых людей 18-22 лет, регулярно тренирующихся физически в секции по футболу, регистрируются стабильно невысокие показатели ПОЛ на фоне активации антиоксидантной системы тромбоцитов, что во многом обуславливает у них стабильно невысокую активности кровяных пластинок.

У регулярно тренирующихся в спортивной секции по футболу молодых людей выявлена стабильность функциональной активности тромбоцитов, вероятно, во многом связанная с постоянством уровня чувствительности их рецепторов к экзогенным влияниям (концентрации в крови индукторов агрегации и фактора Виллебранда – кофактора адгезии тромбоцитов) с одновременным постоянством числа рецепторов к ним на поверхности кровяных пластинок. Постоянство рецепторной активности на мембранах кровяных пластинок в ответ на повышение физической активности организма в целом является следствием сложных приспособительных реакций у обследованных, приводя, в конечном счете, к адаптации тромбоцитарного гемостаза к сложившимся условиям функционирования.

Проведение оценки АТ с рядом индукторов и их сочетаний у лиц студенческого возраста, тренирующихся в секции по футболу, позволила выявить способность тромбоцитов к агрегации в возрасте 18-22 лет. При этом активность АТ под действием сильных агонистов агрегации – коллагена и тромбина обуславливает постоянством активности фосфолипазы С, обеспечивающей функционирование фосфоинозитольного пути через диацилглицерол и протеинкиназу С с фосфолированием белков сократительной системы. Высвобождающийся при этом из мембран инозитолтрифосфат стимулирует адекватный уровень выхода Ca^{2+} из внутритромбоцитарных депо, обеспечивая необходимый уровень сократительной способности актомиозина. Очевидно, что в поддержании невысокой АТ большое значение имеет стабильность активности тромбоксанообразования, обуславливающего невысокую способность кровяных пластинок к агрегации.

У обследованного контингента молодежи отмечено также уменьшение реакции тромбоцитов на слабые индукторы агрегации – АДФ и адреналин. В тоже время ввиду иных механизмов реализации данной АТ можно говорить о динамике активности данных механизмов при занятиях футболом. Снижается уровень экспрессии фибриногеновых рецепторов (GP IIb-IIIa), стимулирующих фосфолипазу A2, регулирующей выход из фосфолипидов арахидоновой кислоты с усилением образования тромбоксана A2.

Одновременное применение нескольких индукторов показало их взаимопотенцирующее действие, подтвердив закономерности, выявленные при исследовании АТ с изолированными агонистами.

Постоянство уровня ВАТ у молодых людей, регулярно тренирующихся в секции футбола, указывает на сохранение в крови физиологического уровня индукторов агрегации (в первую очередь тромбина, АДФ, адреналина) при невысоком постоянном уровне чувствительности к ним тромбоцитов. При этом у здоровых футболистов 18-22 лет в кровотоке сохраняется высокое количество интактных тромбоцитов дискоидной формы, что указывает также на невыраженную активность их рецепторов. Стабильность уровня диско-эхиноцитов и других активных форм тромбоцитов, без сомнения, связано в первую очередь с постоянством пониженной экспрессией на их мембране фибриногеновых рецепторов (GP IIb – IIIa).

Заключение

В период с 18 по 22 года у тренирующихся в футбольной секции молодых людей сохраняется невысокая активность тромбоцитов, обеспечивающая пониженное содержание их активных форм в кровотоке, обеспечивая физиологический уровень числа циркулирующих агрегатов различных размеров и оптимальные реологические свойства их крови, независимо от уровня и характера средовых воздействий на организм.

Агрегационная способность тромбоцитов у здоровых молодых людей,
проходящих тренировки в футбольной секции

Параметры	Молодые люди, проходящие тренировки в футбольной секции, n=134 M±m					Среднее значение у здоровых молодых людей студенческого возраста, проходящих тренировки в футбольной секции, n=134, M±m
	18 лет, n=26	19 лет, n=27	20 лет, n=28	21 год, n=25	22 года, n=28	
АДФ, с.	44,8±0,16	46,8±0,17	46,9±0,10	46,3±0,14	45,2±0,18	46,0±0,18
Коллаген, с.	34,1±0,19	33,6±0,19	35,0±0,18	34,6±0,12	34,2±0,16	45,9±0,13
Тромбин, с.	58,1±0,20	57,0±0,25	55,2±0,15	57,0±0,16	56,4±0,05	56,7±0,14
Ристоминин, с.	48,9±0,16	49,1±0,20	49,4±0,12	48,9±0,09	49,1±0,14	49,1±0,14
H ₂ O ₂ , с.	51,0±0,17	49,1±0,21	51,0±0,10	50,6±0,13	49,6±0,21	50,2±0,19
Адреналин, с.	102,9±0,12	104,6±0,17	102,3±0,16	101,0±0,12	104,4±0,14	103,0±0,16
АДФ+адреналин, с.	36,2±0,11	37,0±0,12	36,6±0,11	36,2±0,10	37,0±0,14	36,6±0,12
АДФ+коллаген, с.	26,4±0,14	26,4±0,10	27,2±0,12	27,7±0,17	27,4±0,13	27,0±0,14
Адреналин+коллаген, с.	29,9±0,09	29,7±0,08	28,9±0,09	29,7±0,11	29,2±0,12	29,3±0,09

ЛИТЕРАТУРА:

1. Баркаган З.С. Обоснование и клиническая оценка некоторых новых методических приемов распознавания предтромботических состояний и латентных тромбозов // Лабораторные методы исследования в современной клинике внутренних болезней : мат-лы VII пленум Всероссийского научного мед. общества терапевтов и Всероссийского научного мед. общества врачей-лаборантов. М., 1974. С. 36-38.
2. Гаврилов В.Б. Спектрофотометрическое определение содержания гидроперекисей липидов в плазме крови // Лабораторное дело. 1983. № 3. С.33-36.
3. Кубатиев А.А. Перекиси липидов и тромбоз // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 1979. № 5. С. 414-417.
4. Марышева Е.Ф. Тромбоцитарный гемостаз при физической нагрузке: дисс. канд биол. наук. Челябинск, 2003.
5. Момот А.П. Патология гемостаза. СПб.: Форма Т, 2006.
6. Чевари, С. Определение антиоксидантных параметров крови и их диагностическое значение в пожилом возрасте // Лабораторное дело. 1991. № 10. С.9-13.
7. Шитикова А.С. Визуальный микрометод исследования агрегации тромбоцитов / Гемостаз. Физиологические механизмы, принципы диагностики основных форм геморрагических заболеваний / под ред. Н.Н. Петрищева, Л.П. Папаян. СПб, 1999. С.49-53.
8. Шитикова А.С. Метод определения внутрисосудистой активации тромбоцитов и его значение в клинической практике // Клиническая и лабораторная диагностика. 1997. № 2. С. 23-35.
9. Schmith J.B., Ingerman C.M., Silver M.J. Malondialdehyde formation as an indicator of prostaglandin production by human platelet / J.B. Schmith, C.M. Ingerman, M.J. Silver // J.Lab. Clin. Med. 1976. Vol. 88 (1). +P.167-172.

АКТИВНОСТЬ ТРОМБОЦИТОВ У СТУДЕНТОВ, ТРЕНИРУЮЩИХСЯ В СЕКЦИИ БОЛЬШОГО ТЕННИСА*

Аннотация. У проходящих физическую подготовку в секции большого тенниса молодых людей в возрасте 18-22 лет выявлена стабильность функциональной активности тромбоцитов. На протяжении данного возраста агрегация тромбоцитов у них находилась на низком уровне, не испытывая достоверных колебаний, что, видимо, связано с постоянством их чувствительности к экзогенным влияниям. Оптимально низкая активность тромбоцитов обуславливает малое количество в их кровотоке циркулирующих агрегатов различных размеров, что оказывает позитивное влияние на микроциркуляцию тканей в организме молодых людей, тренирующихся физически в секции большого тенниса.

Ключевые слова: тромбоцитарная активность, молодой возраст, тренировки в секции большого тенниса, реологические свойства крови, микроциркуляторные особенности тромбоцитов.

A. Savchenko

ACTIVITY PLATELETS AT THE STUDENTS TRAINING IN SECTION OF THE BIG TENNIS

Abstract. At the young of the large tennis section in the 18-22 years old revealed the stability of the functional activity of platelets. In this age the platelet's aggregation was low and associated with sensitivity of platelets to external factors. Low activity of platelets provides a low number of various sizes of aggregates in the bloodstream.

All this factors has a positive effect on the circulation of blood in the body of young of the large tennis section.

Key words: activity of platelet, young age, of the large tennis section, the rheological characteristics of blood, microcirculatory characteristics of platelets.

Не вызывает сомнения, что развитие морфофункционального состояния организма и жидкостных свойств крови тесно связано с уровнем активности тромбоцитов [5, 159]. При этом уровень физической активности организма влияет на степень активности тромбоцитарных функций [4, 163].

В тоже время у регулярно испытывающих физические нагрузки молодых людей не до конца изучены особенности активности тромбоцитов *in vitro* и *in vivo*, уровень функционирования систем, обеспечивающих их функциональную готовность. В этой связи была поставлена цель исследования: оценить активность тромбоцитарных функций у здоровых молодых людей без вредных привычек, регулярно тренирующихся физически, на примере секции большого тенниса.

Материалы и методы

Под наблюдением находились 120 здоровых молодых людей, студентов Курского института социального образования (филиал) РГСУ, непрерывно тренирующихся в секции большого тенниса с момента поступления в институт на протяжении возраста наблюдения 18-22 лет (24 человека 18 лет, 26 человек 19 лет, 22 человека 20 лет, 23 человека 21 года и 25 человек в возрасте 22 лет). У всех обследованных проводилось определение уровня внутритромбо-

* © Савченко А.П.

цитарного перекисного окисления липидов (ПОЛ) по концентрации базального уровня малонового диальдегида (МДА) в реакции восстановления тиобарбитуровой кислоты [9, 168], в модификации [3, 415] и по уровню ацилгидроперекисей (АГП) [2, 34]. Активность внутритромбоцитарных антиоксидантных ферментов устанавливали для каталазы и супероксиддисмутазы (СОД) [8, 11].

В капиллярной крови определялось количество тромбоцитов в камере Горяева. Продукты лабильзации тромбоцитарных фосфолипидов – активаторов свертывания (ФЗ –тромбоцитов) оценивали по методу Е.Д. Еремина [1, 36] с вычислением индекса тромбоцитарной активности (ИТА). Длительность агрегации тромбоцитов (АТ) определялась визуальным микрометодом по: Шитикова А.С. (1999) [7, 51] с использованием в качестве индукторов АДФ ($0,5 \times 10^{-4}$ М.), коллагена (разведение 1:2 основной суспензии), тромбина ($0,125$ ед/мл.), ристомидина ($0,8$ мг/мл.) (НПО „Ренам”), адреналина (5×10^{-6} М., завод Гедеон Рихтер), а также сочетания АДФ и адреналина, АДФ и коллагена, адреналина и коллагена для моделирования реальных условий кровотока. Внутрисосудистая активность тромбоцитов (ВАТ) определялась визуально с использованием фазово-контрастного микроскопа [6, 28] по Шитиковой А.С. и соавт.(1997). Статистическая обработка полученных результатов проведена t-критерием Стьюдента.

Результаты исследования

У находившихся под наблюдением молодых людей основные физиологические и биохимические показатели находились в пределах физиологической нормы.

Уровень первично образующихся продуктов ПОЛ-АГП в тромбоцитах здоровых 18-летних молодых людей, тренирующихся в секции большого тенниса, составляла $1,96 \pm 0,14$ Д233/109тр., достоверно не меняясь к 22 годам ($1,94 \pm 0,11$ Д233/109тр.). При этом содержание МДА в тромбоцитах – конечного продукта ПОЛ у 18-летних теннисистов составило $0,44 \pm 0,12$ нмоль/109тр., не испытывая достоверной динамики до 22 лет жизни ($0,46 \pm 0,17$ нмоль/109тр.).

Активность каталазы и СОД в кровяных пластинках у вошедших в исследование здоровых молодых людей в 18 лет составили $9610,0 \pm 118,3$ МЕ/109тр. и $1650,0 \pm 12,4$ МЕ/109тр., соответственно. У более старших занимающихся большим теннисом молодых людей студенческого возраста не отмечено достоверной динамики активности каталазы и СОД (в 19 лет $9780,0 \pm 186,1$ МЕ/109тр., $1740,0 \pm 17,3$ МЕ/109тр., 20 лет - $9720,0 \pm 190,6$ МЕ/109тр., $1750,0 \pm 12,0$ МЕ/109тр., 21 год – $9690,0 \pm 231,4$ МЕ/109тр., $1690,0 \pm 19,1$ МЕ/109тр., 22 года – $9680,0 \pm 151,4$ МЕ/109тр., $1720,0 \pm 9,6$ МЕ/109тр., соответственно).

Величина ИТА в 18 лет у обследованных составляла $20,4 \pm 0,12\%$, оставаясь на данном уровне у более старших обследованных, что указывало на стабильность в кровяных пластинках 18-22-летних здоровых молодых людей, регулярно тренирующихся в секции большого тенниса, уровня продуктов лабильзации тромбоцитарных фосфолипидов – активаторов свертывания крови.

У посещающих секцию большого тенниса 18-летних студентов АТ под влиянием коллагена развивалась за $33,4 \pm 0,16$ с., находясь на аналогичном уровне и у более старших обследованных. Низкая активность АТ у здоровых 18-летних тренированных молодых людей отмечена под влиянием АДФ ($43,6 \pm 0,25$ с.) и ристомидина ($48,2 \pm 0,15$ с.). В более поздние сроки возникала тромбиновая и адреналиновая АТ, составляя в 18 лет $57,8 \pm 0,06$ с. и $101,3 \pm 0,14$ с., соответственно, достоверно не меняясь у более старших обследованных. Исследование одновременного влияния нескольких индукторов у тренирующихся в секции большого тенниса 18-летних студентов АТ составляла для АДФ+адреналин – $36,1 \pm 0,10$ с., для АДФ+коллаген – $26,2 \pm 0,13$ с., для адреналин+коллаген – $29,1 \pm 0,08$ с., оставаясь на данном уровне до 22 летнего возраста.

Содержание в крови дискоцитов у 18-летних теннисистов составил $85,1 \pm 0,17\%$, достоверно не отличаясь от значений у обследованных более старших возрастов, находившихся под наблюдением. Уровень диско-эхиноцитов, сфероцитов, сферо-эхиноцитов и биполярных форм тромбоцитов также оставалось стабильным в их кровотоке с 18 до 22 лет (табл.). При этом сумма активных форм тромбоцитов также не претерпела достоверных изменений, составляя в среднем у обследованных $14,5 \pm 0,15\%$. В крови находящихся под наблюдением молодых людей, тренирующихся в секции большого тенниса, уровни свободноциркулирующих малых и больших агрегатов тромбоцитов не имели достоверной динамики, составляя в среднем $2,6 \pm 0,11$ и $0,05 \pm 0,010$ на 100 свободно лежащих тромбоцитов, соответственно. Количество тромбоцитов, вовлеченных в процесс агрегатообразования, у обследованных также не менялось между 18 до 22 годами, составляя в среднем $5,6 \pm 0,14\%$.

Таким образом, у регулярно тренирующихся в секции большого тенниса студентов 18-22 лет отмечается стабильно невысокая тромбоцитарная активность, способная поддерживать у них на оптимальном уровне у них реологические свойства крови.

Обсуждение

Функционирование организма человека во многом определяется широким спектром факторов среды, в т. ч. регулярными физическими нагрузками, оказывающими серьезное влияние на состояние микроциркуляции в тканях через воздействие на активность кровяных пластинок в кровяном русле [5, 129].

Было установлено, что у здоровых молодых людей 18-22 лет, регулярно тренирующихся физически в секции большого тенниса, отмечается стабильно невысокое ПОЛ на фоне высокой активности антиоксидантной системы тромбоцитов, что способствует поддержанию у них активности кровяных пластинок на стабильно невысоком уровне.

У регулярно тренирующихся студентов-теннисистов выявлена стабильно невысокая функциональная активность тромбоцитов, вероятно, во многом связанная с постоянством уровня чувствительности их рецепторов к экзогенным влияниям (концентрации в крови индукторов агрегации и фактора Виллебранда – кофактора адгезии тромбоцитов) с неизменным количеством рецепторов к ним на поверхности кровяных пластинок. Изменения рецепторного аппарата кровяных пластинок при повышенной физической нагрузке в секции большого тенниса является следствием сложных приспособительных реакций у обследованных, приводя в конечном счете к адаптации кровяных пластинок к имеющимся условиям функционирования.

Исследование АТ с рядом индукторов и их сочетаний у лиц студенческого возраста тренирующихся в секции большого тенниса позволила выявить способность тромбоцитов к агрегации в возрасте 18-22 лет. При этом активность АТ под действием сильных индукторов агрегации обеспечивалась постоянством активности фосфолипазы С, контролирующей функционирование фосфоинозитольного пути с фосфолированием белков сократительной системы, уровнем выхода Ca^{2+} из внутритромбоцитарных депо и сократительной способности актомиозина. Кроме того, у молодых теннисистов отмечено также уменьшение реакции тромбоцитов на слабые индукторы агрегации за счет ослабления экспрессии фибриногеновых рецепторов (GPIIb-IIIa), стимулирующих фосфолипазу A2, регулирующей выход из фосфолипидов арахидоновой кислоты и образование из нее тромбоксана A2. При этом сочетание нескольких индукторов показало их взаимопотенцирующее действие, подтвердив закономерности, установленные при исследовании АТ с изолированными агонистами.

Постоянство ВАТ у молодых людей, регулярно тренирующихся в секции большого тенниса, свидетельствует о содержании в кровотоке физиологического уровня индукторов агрегации при невысокой чувствительности к ним тромбоцитов. При этом у тренирующихся студентов 18-22 лет в кровотоке сохраняется высокое количество интактных дискоидной

формы тромбоцитов, подтверждая невысокую активность их рецепторов. Стабильность уровня активных форм тромбоцитов связано в первую очередь с постоянством пониженной экспрессией на их мембране фибриногеновых рецепторов (GP IIb – IIIa).

Таким образом, в период с 18 по 22 года у студентов, тренирующихся в секции большого тенниса, имеется невысокая активность тромбоцитов, обеспечивающая оптимальное содержание их активных форм в кровотоке и физиологический уровень реологических свойств крови на фоне физических нагрузок.

Выводы

1) У проходящих физическую подготовку в секции большого тенниса молодых людей в возрасте 18-22 лет выявлена стабильность функциональной активности тромбоцитов.

2) На протяжении данного возраста агрегация тромбоцитов у этих молодых людей находится на низком уровне, не испытывая достоверных колебаний, что, видимо, связано с постоянством их чувствительности к экзогенным влияниям.

3) Оптимально низкая активность тромбоцитов обуславливает малое количество в их кровотоке циркулирующих агрегатов различных размеров, что оказывает позитивное влияние на микроциркуляцию тканей в организме молодых людей тренирующихся физически в секции большого тенниса.

Таблица

Внутрисосудистая активность тромбоцитов у здоровых молодых людей, тренирующихся в секции большого тенниса

Параметры		Молодые люди студенческого возраста, тренирующиеся в секции большого тенниса, n=120, M±m					
		18 лет, n=24	19 лет, n=26	20 лет, n=22	21 год, n=23	22 года, n=25	Среднее значение у здоровых молодых людей студенческого возраста, тренирующихся в секции большого тенниса, n=120, M±m
Внутрисосудистая активность тромбоцитов	Дискоциты, %	85,1± 0,17	84,8± 0,13	85,8± 0,12	85,8± 0,10	86,2± 0,11	85,5± 0,13
	Диско-эхиноциты, %	9,8± 0,18	10,2± 0,14	9,1± 0,10	8,8± 0,16	8,5± 0,07	9,3± 0,12
	Сфероциты, %	2,5± 0,16	2,6± 0,21	2,3± 0,13	2,9± 0,14	2,6± 0,12	2,6± 0,15
	Сферо-эхиноциты, %	1,4± 0,14	1,3± 0,26	1,8± 0,18	1,4± 0,20	1,6± 0,10	1,5± 0,18
	Биполярные формы, %	1,2± 0,22	1,1± 0,18	1,0± 0,12	1,1± 0,09	1,1± 0,03	1,1± 0,10
	Сумма активных форм, %	14,9± 0,17	15,2± 0,19	14,2± 0,14	14,2± 0,13	13,8± 0,10	14,5± 0,15
	Число тромбоцитов в агрегатах, %	5,9± 0,13	5,7± 0,11	5,4± 0,21	5,5± 0,08	5,7± 0,07	5,6± 0,14
	Число малых агрегатов по 2-3 тромбоцита, на 100 свободно лежащих тромбоцитов	2,7± 0,12	2,6± 0,16	2,7± 0,13	2,5± 0,07	2,5± 0,09	2,6± 0,11
	Число средних и больших агрегатов, 4 и более тромбоцита, на 100 свободно лежащих тромбоцитов	0,06± 0,010	0,06± 0,011	0,05± 0,008	0,05± 0,009	0,04± 0,002	0,05± 0,010

Примечание: достоверности между оцениваемыми группами обследованных выявлено не было.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Баркаган З.С. Обоснование и клиническая оценка некоторых новых методических приемов распознавания предтромботических состояний и латентных тромбозов / З.С. Баркаган, Г.Ф. Еремин, А.В. Давыдов // Лабораторные методы исследования в современной клинике внутренних болезней : мат-лы VII пленум Всероссийского научного мед. общества терапевтов и Всероссийского научного мед. общества врачей-лаборантов. М., 1974. С. 36-38.
2. Гаврилов В.Б. Спектрофотометрическое определение содержания гидроперекисей липидов в плазме крови / В. Г. Гаврилов, М.И. Мишкорудная // Лабораторное дело 1983. №3. С.33-36.
3. Кубатиев А.А. Перекиси липидов и тромбоз / А.А. Кубатиев, С.В. Андреев// Бюлл. эксперим. биол. и медицины. 1979. № 5. С. 414-417.
4. Марышева Е.Ф. Тромбоцитарный гемостаз при физической нагрузке: дис. канд биол. Наук / Е.Ф. Марышева. Челябинск, 2003.
5. Момот А.П. Патология гемостаза / А.П.Момот СПб.: Форма Т, 2006.
6. Шитикова А.С. Метод определения внутрисосудистой активации тромбоцитов и его значение в клинической практике / А.С. Шитикова, Л.Р. Тарковская, В.Д. Каргин // Клинич. и лабор. диагностика. 1997. № 2. С. 23-35.
7. Шитикова А.С. Визуальный микрометод исследования агрегации тромбоцитов / А.С. Шитикова. В кн. Гемостаз. Физиологические механизмы, принципы диагностики основных форм геморрагических заболеваний / под ред. Н.Н. Петрищева, Л.П. Папаян. СПб, 1999. С.49-53.
8. Чевари, С. Определение антиоксидантных параметров крови и их диагностическое значение в пожилом возрасте / С.Чевари, Т.Андял, Я.Штрэнгер // Лабораторное дело. 1991. №10. С.9-13.
9. Schmith J.B., Ingberman C.M., Silver M.J. Malondialdehyde formation as an indicator of prostaglandin production by human platelet / J.B. Schmith, C.M. Ingberman, M.J. Silver // J.Lab. Clin. Med. 1976.Vol. 88 (1). P.167-172.

СТАРЕНИЕ КЛУБЕНЬКОВ *TRIFOLIUM PRATENSE* ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ СТРЕССОГЕННЫХ ФАКТОРОВ*

Аннотация. В ходе эксперимента изучалось стрессогенное воздействие на морфо-функциональное состояние клубеньков *Trifolium pratense*. Результатом воздействия стрессогенных факторов является изменение ультраструктуры макро- и микросимбионта.

Ключевые слова: адаптационные особенности, азотфиксирующая способность, некроз, старение клубеньков, стрессогенные факторы, ультраструктура клубеньков *Trifolium pratense*.

T. Snisarenko, I. Medvedeva

AGEING TUBERCLES OF *TRIFOLIUM PRATENSE* UNDER THE INFLUENCE OF STRESSING FACTORS

Abstract. Within the framework of the experiment we have researched the influence of stressing factors on morphofunctional status of tubercles of *Trifolium pratense*. The result of the influence of stressing factors is changing ultrastructure of macrosymbiote and microsymbiote.

Key words: specifics of adaptation, nitrogen-fixing capacity, necrosis, the process of ageing tubercles, stressing factors, ultrastructure of tubercles of *Trifolium pratense*.

Механизм процесса старения растений является одной из наиболее актуальных научных проблем, привлекающих исследователей различных специальностей [6]. Изучение данного вопроса в рамках физиологии растений требует рассмотрения соотношения старения растения и действия факторов внешней среды различной интенсивности, в частности стрессогенных.

Отдельные особенности организации морфоструктуры клубеньков *Fabaceae* были изучены целым рядом исследователей [4, 5], нами установлена взаимосвязь адаптационного ответа макро- и микросимбионта *Trifolium pratense* с их ультраструктурой [1, 2].

Объект исследования – растения *Trifolium pratense*, выращенные в открытом грунте в условиях воздействия стрессогенных факторов. Продолжительность эксперимента с 2006-2008 гг., в ходе которого были зафиксированы изменения в стадиях онтогенеза растения и ультраструктуры микросимбионта [3].

Микроскопически было выявлено: под воздействием стрессогенных факторов меристематическая зона молодого клубенька располагалась в виде кольцевого валика, прилегающего к корню (рис 1.). В процессе роста и развития клубенька это кольцо распадалось на отдельные группы митотически активных клеток.

* © Медведева И. В., Снисаренко Т.А.

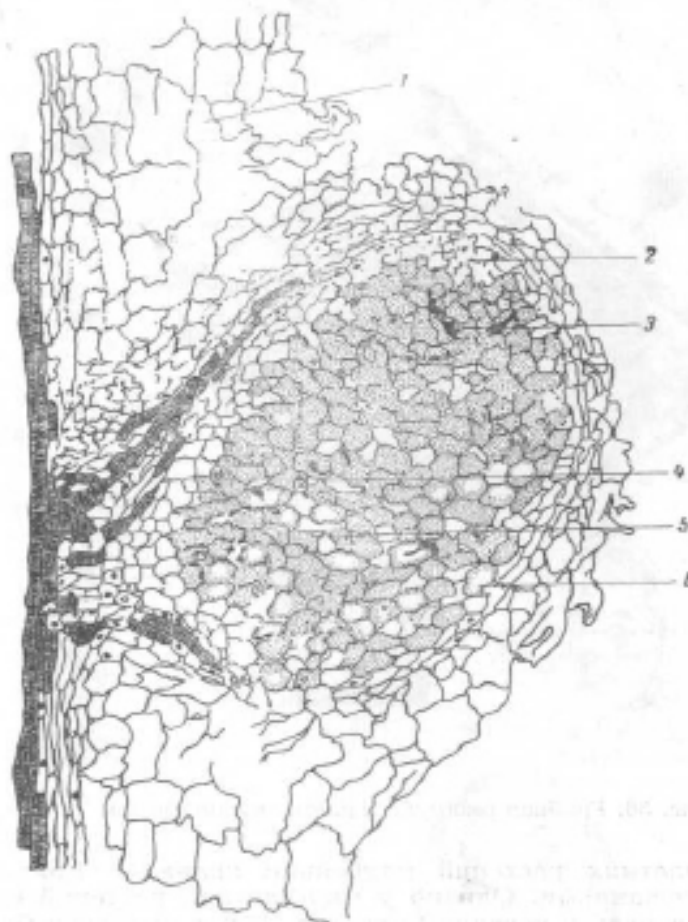
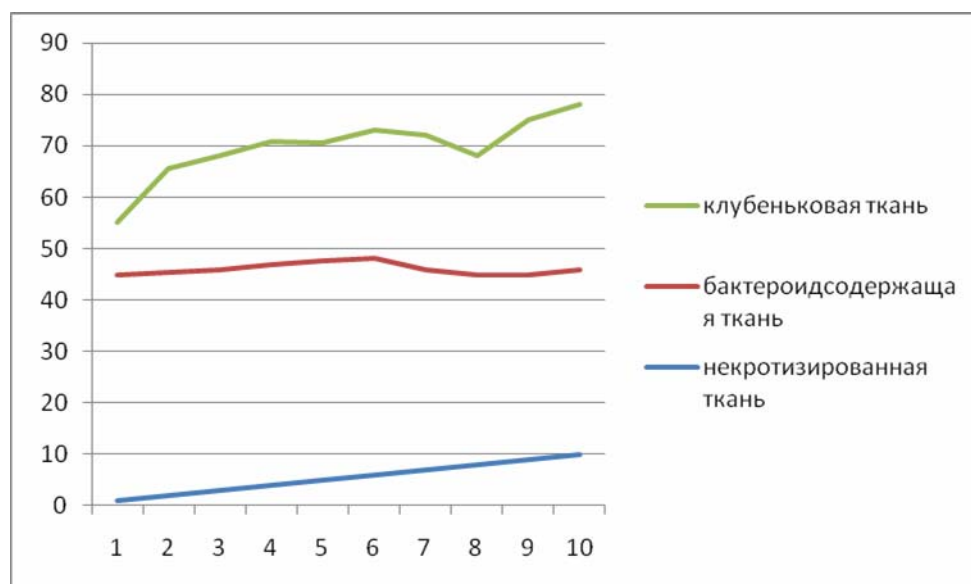


Рис.1 продольный срез 15-дневного клубенька клевера; толщина среза 5 мкм

1- клетки коры корня, разорванной развивающимся клубеньком; 2 - незараженные клетки меристемы в крайнем слое клеток клубенька; 3 - фрагмент инфекционной нити; 4 - гипертрофированное и деформированное ядро клетки растения; 5 - незараженные клетки; 6 - гипертрофированная растительная клетка с большой вакуолей. Заштрихованы сосуды корня.

Изучение процесса старения бактериоидсодержащей ткани и отмирания целых клубеньков проведено от фазы цветения до фазы образования семян. Окрашивание срезов клубеньков выявило участки некроза в бактериоидсодержащей ткани (прилож.1, б.г.). Выявлено, что к фазам роста и образования семян возрастал процент некротизированных клубеньков. Однако количество жизнеспособных клубеньков к концу вегетации было увеличено, в основном за счет их образования на придаточных корнях. Одновременное определение общего количества бактериоидсодержащей и некротизированной тканей в клубеньках показало, что соотношение бактериоидсодержащей к общему количеству клубеньковой ткани понижалось от фазы цветения до фазы образования семян с 44 до 36%, доля отмершей ткани увеличивалась за этот период с 10 до 32% , что наглядно проиллюстрировано в графике.



Соотношение бактериоидсодержащей ткани к некротизированной в процессе старения клубенька при воздействии стрессогенных факторов.

На основании приведенных данных можно сделать вывод: в клубеньках *Trifolium pratense* процесс старения бактериоидсодержащей ткани нарастал к фазам образования семян, причем некротическая зона располагалась в центральной части бактериоидсодержащей ткани, 70% клеток бактериоидсодержащей ткани в фазу образования семян еще сохраняло свою жизнеспособность.

О степени старения клеток можно судить на основании микроскопических исследований [7, 8]. У микросимбионта бактериоды, в начале процесса старения клубенька, значительных изменений ультраструктуры не имели. Однако объем перибактероидного пространства (далее ПБП) и всех симбиосом был заметно увеличен, доля цитозоля и клеточных органелл сокращалась.

Результатом воздействия стрессогенных факторов явилось множественное слияние перибактероидных мембран с образованием крупных симбиосом с большим числом бактериодов (до 20-30), одновременно наблюдали увеличение объема ПБП, бактериоды теряли запасные вещества. Значительных изменений ультраструктуры клеточных органелл не выявлено, деструктивные изменения в бактериоидах отсутствовали.

Выявление природы изменений в ультраструктуре, углубленное изучение адаптационных особенностей и участия их в процессах старения макро- и микросимбионта – многообещающая область, в рамках которой предстоит разработка новых приемов продления жизни клубенька *Trifolium pratense*, и полноценного снабжения растений симбиотически связанным азотом [6, 7].

ПРИЛОЖЕНИЕ



Ультраструктура инфицированных клеток клубеньков - а, в - “зрелая” клетка, б, г - “старая” клетка

ЛИТЕРАТУРА:

1. Андреева ИМ., Сварадж К., Четвериков А.Г., Козлова Г.И. Изменение ультраструктуры, азот-фиксирующей активности корневых клубеньков и фотосинтетического аппарата сои в условиях длительного темнового воздействия // Физиология растений. 1986. Т. 33. С. 252-263.
2. Гродзинский А.М., Гродзинский Д.М. Краткий справочник по физиологии растений. Киев: Наук. думка, 1973.

3. Медведева И.В., Снисаренко Т.А. Адаптационные особенности азотфиксирующих растений на примере *Trifolium pratense* – красного лугового клевера в симбиозе с клубеньковыми бактериями // Вестник МГОУ. 2007. № 4. С 50-56.
4. Наследов Г.А., Самосудова Н.В., Скоробовичук Н.Ф. Локализация кальция в поперечнополосатой мышце миноги в покое и в состоянии контрактуры, выявляемая антимоноатными методами//Цитология. 1991. Т. 33. С. 37-42.
5. Ринькис Г.Я. Оптимизация минерального питания растений. Рига: Зинатне, 1972.
6. Bachanan-Wollaston V. Isolation of c DNA Clones for Genes that Are Expressed during Leaf Senescence in *Brassica napus* II Plant Physiol. 1994. V. 105. P. 839-846.
7. Vance CP., Reibach P.H., Ellis W.R. Proteolytic Enzymes of Legume Nodules and Their Possible Role during Nodule Senescence // Plant Proteolytic Enzymes / Ed. Dalling M.J. Boca Raton FL. CRC Press, 1986. V. 2. P. 104-122.
8. Newcomb W. Nodule Morphogenesis and Differentiation//Int. Rev. Cytol. Suppl. 13. 1981. P. 247-298.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГОРМОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ РАСТЕНИЙ И УСЛОВИЙ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ*

Аннотация. Действие минеральных питательных солей, по крайней мере – частично, опосредовано изменениями в балансе фитогормонов. Минеральные вещества непосредственно участвуют в проявлении физиологического действия фитогормонов. Эффективность обработки фитогормонами находится в прямой зависимости от снабжения питательными веществами. Обработка фитогормонами улучшает использование питательных веществ и тем самым повышает эффективность удобрений.

Ключевые слова: фитогормоны, гормональный баланс, минеральное питание, эффективность минеральных удобрений.

D. Klimachev, V. Starikova

INTERACTION OF HORMONAL SYSTEM OF PLANTS AND CONDITIONS OF A MINERAL NUTRITION

Abstract. Action of mineral nutritious salts, at least, partially, is mediated by changes in balance of phytohormones. Mineral substances directly participate in display of physiological action of phytohormones. Efficiency of processing by phytohormones is in direct dependence on supply by nutrients. Processing by phytohormones improves use of nutrients and by that raises efficiency of fertilizers.

Key words: phytohormones, hormonal balance, mineral nutrition, efficiency of mineral fertilizers.

Возникновение многоклеточных организмов в процессе эволюции привело к созданию дистанционной регуляции физиологических процессов. К ней можно отнести в первую очередь гормональную и трофическую.

В целостном организме обе указанные системы регуляции тесно взаимодействуют [6]. Достаточно хорошо определена взаимосвязь гормональной и метаболической регуляции процессов фотосинтеза и роста [7].

По вопросу о том, в каком соотношении находится физиологическое действие фитогормонов и минеральных солей, данные отрывочны. Между тем, на важность этой проблемы обращается внимание в работах Д.А. Сабинина [13].

Как показали исследования, действие минеральных питательных солей, по крайней мере – частично, опосредовано изменениями в балансе фитогормонов. Торможение ростовых процессов и снижение продуктивности растений пшеницы, вызванные недостатком питательных веществ, происходит на фоне изменения содержания и соотношения фитогормонов.

Определение содержания фитогормонов методом иммуноферментного анализа показало, что недостаток азота и, в меньшей мере, фосфора, вызывает уменьшение содержания фитогормонов с положительным знаком действия (зеатин, ИУК). Одновременно содержание АБК увеличивается. Отношение ЦК/АБК при этом резко возрастает.

Изменение содержания фитогормонов, таких, как зеатин и ИУК, предшественниками которых являются азотсодержащие соединения, является, по-видимому, следствием изменения их биосинтеза [1, 10]. Вместе с тем биосинтез абсцизовой кислоты на опре-

* © Климачев Д.А., Старикова В.Т.

деленном этапе связан с образованием цитокининов. Общим предшественником для них является мевалоновая кислота [2]. В этой связи увеличение содержания цитокининов может приводить к уменьшению содержания абсцизовой кислоты. Нельзя не отметить, что азот необходим для образования белков рецепторов. Как известно, образование гормон-рецепторного комплекса – необходимое звено в механизме действия фитогормонов [5]. В этой связи интересно отметить, что в литературе имеются данные, согласно которым для абсцизовой кислоты и цитокининов выявлен общий рецепторный белок [11, 14].

Что касается влияния фосфора, то имеются сведения, что в биосинтезе цитокининов для дальнейшего превращения Δ^2 – изопентинильного остатка через зеатинрибозид в зеатин, необходим аденозинмонофосфат [1, 2]. Кроме того, в процессе биосинтеза ауксинов, на стадии превращения антраниловой кислоты через индол-3-глицеролфосфат в триптофан, фосфор принимает участие и в образовании ИУК. Влияние минеральных элементов на содержание ауксинов может определяться не только увеличением их синтеза, но и уменьшением процессов распада. В литературе имеются данные, что при усилении питания активность ИУК-оксидазы, фермента окисляющего ИУК, снижается [18].

Взаимосвязь между уровнем минерального питания и процессами гормональной регуляции не ограничивается только их (минеральных элементов) влиянием на баланс фитогормонов. Характер влияния обработки фитогормонами находится в прямой зависимости от снабжения питательными веществами. В общем виде это отмечалось в литературе [9]. Однако экспериментальных данных, полученных на целых растениях в онтогенезе, практически нет.

В ходе исследований показано, что влияние обработки фитогормонами на такие процессы, как соотношение гормонов, содержание пигментов, химический состав (содержание N, P, K), темпы роста и продуктивность прямо зависит от внесения в почву минеральных солей (нитрата аммония, нитрата калия, дигидрофосфата натрия).

Известно, что влияние экзогенных и эндогенных фитогормонов различно [4]. В этой связи хотелось бы подчеркнуть, что обработка фитогормонами всегда должна сопровождаться определением их эндогенного баланса. Для цитокининов это особенно важно, поскольку в растения вносится синтетический аналог фитогормона.

Вместе с тем, как известно, действие отдельных групп фитогормонов взаимосвязано. Между ними наблюдаются все типы взаимных влияний: от антагонизма до синергизма [4]. Между тем, исследований по влиянию экзогенных фитогормонов на их баланс недостаточно. Большинство работ проводилось на изолированных органах. При этом изучалось не содержание, а активность какого-либо одного гормона.

Согласно проведенным исследованиям, обработка 6-БАП заметно изменяет баланс фитогормонов. Обработанные 6-БАП растения характеризуются повышенным содержанием зеатина, ИУК и пониженным – АБК. Это проявляется на всем протяжении онтогенеза в листьях, а также в колосе и зерне. Отношение зеатин/АБК возрастает. На этом фоне наблюдается увеличение содержания в листьях пигментов (хлорофилл, каротиноиды), растворимых углеводов. Это хорошо согласуется с имеющимися литературными данными о влиянии цитокининов на биосинтез хлорофилла через усиление образования предшественника этого пигмента – протохлорофиллида [17]. Увеличение содержания сахаров может служить косвенным доказательством усиления процессов фотосинтеза. Благоприятное влияние цитокининов на различные стороны фотосинтетического процесса отмечается рядом исследователей [12, 16]. Важно отметить, что обогащенные цитокининами растения отличались повышенным содержанием минеральных питательных элементов (N, P, K), как в вегетативных органах, так и в зерне. Можно предположить, что цитокинин, подобно ауксину, оказывает влияние на мембраны.

Интегральным процессом, суммирующим все происходящие физиолого-биохими-

ческие изменения, является процесс роста. Согласно нашим исследованиям, обработка 6-БАП увеличивает рост вегетативных органов, повышает кустистость (общую и продуктивную) растений пшеницы. Зерновая продуктивность растений, обработанных 6-БАП, увеличивается за счет увеличения массы зерна с растения.

Влияние 6-БАП на все указанные физиологические процессы оказалось зависимым от уровня питания азотом и фосфором. Растения, выращенные на удвоенной дозе азота и фосфора и обработанные 6-БАП, характеризовались максимальным содержанием цитокининов, отношением ЦК/АБК, наивысшей зерновой продуктивностью.

Хотелось бы отметить, что при сравнении данных по влиянию внесения 6-БАП на продуктивность растений и содержание фитогормонов наблюдаются некоторые различия. Содержание цитокининов, в отличие от темпов роста, сильнее возросло на фоне недостатка азота.

Сопоставление полученных данных позволяет считать, что внесение азота не только влияет на гормональный баланс, повышая содержание эндогенного гормона с положительным знаком действия, но и непосредственно участвует в проявлении физиологического действия изученного фитогормона.

Как известно, действие фитогормонов полифункционально. Вместе с тем влияние каждого из них специфично. Это проявилось и в наших исследованиях.

Опрыскивание гибберелловой кислотой, в отличие от 6-БАП, повысило содержание не только цитокининов, но и абсцизовой кислоты. В настоящее время, как уже упоминалось, абсцизовую кислоту необходимо рассматривать не только как ингибитор роста [3]. Различия между влиянием цитокинина и гиббереллина проявилось и при рассмотрении как содержания пигментов, так и темпов роста. Гибберелловая кислота, в отличие от 6-БАП, уменьшает содержание хлорофилла. Основное влияние цитокинин оказывает на увеличение массы, тогда как гиббереллин – на высоту растений. Вместе с тем, так же как и для 6-БАП, наибольшее влияние гибберелловая кислота оказывает при лучшем минеральном питании. При недостатке азота влияние ГКЗ ослабевало.

Таким образом, исследования показали, что в действии минеральных веществ и фитогормонов наблюдается синергизм. Наибольший эффект на процессы роста и продуктивность растений пшеницы оказывает совместное применение фитогормонов и минеральных питательных веществ.

Под влиянием опрыскивания 6-БАП возрастает содержание в растениях азота, фосфора и калия. Увеличение поступления анионов и катионов под влиянием цитокининов показано в ряде исследований [8, 15]. Это позволяет полагать, что с помощью опрыскивания фитогормоном можно улучшить использование питательных веществ и тем самым повысить эффективность удобрений. Подтверждением этого являются данные по влиянию азота на ростовые процессы в зависимости от обработки 6-БАП.

Как известно, накопление неиспользованных питательных веществ, вносимых с удобрениями, приводит к загрязнению не только почвы, но и наземных и грунтовых вод, что в конечном итоге нарушает экологический баланс в природе. Кроме того, чрезмерное накопление минеральных солей в растениях может сделать их малопригодными к употреблению в пищу. В связи с этим важно, что фитогормоны, вовлекая минеральные соли в обмен веществ, могут способствовать их утилизации до биополимеров.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Гудвин Т., Мерсер Э. Введение в биохимию растений. М: Мир, 1986.
2. Дерфлинг К. Гормоны растений. Системный подход. М: Мир, 1985.
3. Кефели В.И. Природные ингибиторы роста // Физиология растений. 1997. Т. 44. Вып. 3. С. 471-480.

4. Кефели В.И. Природные ингибиторы роста и фитогормоны. М: Наука, 1974.
5. Кулаева О.Н. Гормональная регуляция физиологических процессов у растений на уровне РНК и белка. М: Наука, 1982.
6. Курсанов А.Л. Внутренняя организация физиологических процессов у растений // Ученый и аудитория. М: Наука, 1982. С. 145-161.
7. Макронос А.Т. Интеграция функций роста и фотосинтеза // Физиология растений. 1983. Т. 30. Вып. 5. С. 868-880.
8. Максимов Г.Б., Медведев С.С. Действие цитокининов на ионный транспорт в корнях проростков кукурузы // Сельскохозяйственная биология. 1985. № 5. С. 121-123.
9. Максимов Н.А. Ростовые вещества, природа их действия и практическое применение // Успехи современной биологии. 1946. Т. 22. Вып. 2. С. 161-180.
10. Рекославская Н.И., Юрьева О.В., Шибанова Л.А., Салеев Р.К. Образование и физиологическая роль Д-триптофана при прорастании у пшеницы // Физиология растений. 1997. Т. 44. Вып. 2. С. 227-234.
11. Романко Е.Г., Селиванкина С.Ю., Куроедов В.А. и др. Влияние абсцизовой кислоты на синтез РНК и активность РНК-полимераз в листьях ячменя // Физиология растений. 1984. Т. 31. Вып. 2. С. 294-301.
12. Ростунов А.А., Волосатых Л.Н., Потапова О.Б. Влияние условий азотного питания и 6-БАП на гормональный обмен двух сортов озимой пшеницы различной продуктивности // Регуляция роста растений. М.: МОПИ, 1990. С. 29-36.
13. Сабинин Д.А. Минеральное питание растений. М.-Л.: АН СССР, 1940.
14. Селиванкина С.Ю., Романко Е.Г. и др. Активация синтеза РНК *in vitro* под действием цитокинина и абсцизовой кислоты в присутствии цитокининсвязывающих белков // Доклады АН СССР. 1983. Т. 272. № 3. С. 761-763.
15. Сивцова А.М., Тарасенко А.А. Влияние ауксина и цитокинина на использование питательных веществ и рост растений ячменя // Ростовые процессы и их регуляция. Москва: МОПИ, 1992. С. 10-17.
16. Чернядьев И.И., Образцов А.С., Козловских А.А., Доман Н.Б. Цитокинины как регуляторы фотосинтеза, дыхания и продуктивности некоторых многолетних злаков // Прикладная биохимия и микробиология. 1987. Т. 23. № 5. С. 647-656.
17. Шалыго Н.В., Аверина Н.Г. Влияние кинетина и глутаминовой кислоты на биосинтез хлорофилла и его предшественников в этиолированных и зеленеющих проростках ячменя // Мат. межд. конф. «Регуляторы роста и развития растений». М.: МСХА, 1997. С. 128.
18. Якушкина Н.И., Пузина Т.И., Бахтенко Е.Ю. и др. Значение гормонального баланса в реакции растений картофеля на формы азотного питания // Физиология растений. 1997. Т. 44. Вып. 6. С. 926-930.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛИМОРФИЗМА *CRYPHONECTRIA PARASITICA* – ВОЗБУДИТЕЛЯ КРИФОНЕКРОЗА КАШТАНА ПОСЕВНОГО – НА СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ КАВКАЗЕ*

Аннотация. Проведен микологический анализ образцов коры каштана посевного (*Castanea sativa*) из российской части его ареала. В чистую культуру выделено 97 штаммов фитопатогенного гриба *Cryphonectria parasitica*, среди которых идентифицирован один гиповирулентный штамм, содержащий вирус CHV. Изучена вегетативная совместимость выделенных штаммов гриба. Продемонстрирована высокая степень угрозы российской популяции каштана посевного со стороны *C. parasitica*.

Ключевые слова: крифонеброз, *Cryphonectria parasitica*, вегетативная несовместимость, гиповирулентность, *Cryphonectria hypovirus* (CHV), каштан посевной.

A. Popov, A. Belov, I. Tsvetkov, A. Konichev

STUDY OF *CRYPHONECTRIA PARASITICA* POLYMORPHISM – CAUSATIVE AGENT OF CHESTNUT BLIGHT IN NORTHWESTERN CAUCASUS

Abstract. In this study, we give mycological analysis of bark samples of *Castanea sativa* from Russian part of its habitat. We isolated 97 strains of phytopathogenic fungus *Cryphonectria parasitica* in pure cultures, among them one hypovirulent strain containing CHV virus was identified. We studied vegetative compatibility of those strains and showed the threat of *Cryphonectria parasitica* impact on Russian population of chestnut.

Key words: chestnut blight, *Cryphonectria parasitica*, vegetative compatibility, hypovirulence, *Cryphonectria hypovirus* (CHV), *Castanea sativa*, sweet chestnut.

Аскомицетный гриб *Cryphonectria parasitica* (Murrill) M.E.Bart 1978 известен как возбудитель крифонеброза (рака коры) – опасного заболевания ряда древесных растений. *C. parasitica* – ранящий паразит, основными хозяевами которого являются представители рода *Castanea*, в первую очередь *Castanea dentata* (каштан зубчатый) и *Castanea sativa* (каштан посевной). Кроме каштанов, *C. parasitica* способна поражать также *Quercus* spp., *Castanopsis* spp., *Acer* spp., *Rhus typhina*, *Carya ovata*, *Ostrya carpinifolia*, *Alnus cordata* [10; 19]. Распространение патогена внутри растения-хозяина происходит очень быстро, гриб образует веерообразные желтовато-коричневые тяжи мицелия во внутренней коре и камбии, вызывая через несколько недель после инфицирования дерева образование характерных повреждений. В случае, если камбий погибает быстро, на месте инвазии образуется впалая область; образование каллуса временно ограничивает распространение гриба, при этом под пораженным участком могут образовываться новые слои коры и наблюдаться вспучивание и последующее растрескивание отмирающих наружных слоев коры. Из трещин пораженной коры выступают плодовые тела гриба в виде бугорков размером с булавочную головку, от желто-оранжевого до красно-коричневого цвета. Участки дерева выше точки инвазии погибают [10].

В 1950 году в Италии впервые были обнаружены гиповирулентные («белые») расы *C. parasitica*, морфологически отличающиеся от вирулентного типа рядом признаков, в первую очередь слабой пигментацией, которая не достигает красно-оранжевого цвета, оставаясь

* © Попов А.П., Белов А.А., Цветков И.Л., Коничев А.С.

Работа выполнена при финансовой поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы (Государственный контракт № П624 от 07.08.2009 г.).

желто-оранжевой или даже белой. Кроме того, гиповирулентные штаммы гриба характеризуются слабо развитым мицелием, более слабым уровнем бесполого и отсутствием полового спороношения. Отмечено, что они утратили способность препятствовать процессу опробковения перидермы раны, что способствует заживлению на деревьях повреждений, нанесенных грибом [10; 19].

Гиповирулентность *C. parasitica* вызывается присутствием в цитоплазме клеток гриба вируса, названного *Cryphonectria hypovirus* (CHV), геном которого представляет собой двуцепочечную молекулу РНК (дцРНК). Установлено, что CHV распространяется исключительно в виде дцРНК через цитоплазматические анастомозы и бесполое споры гриба-хозяина [9], при этом известно, что транскрипция и репликация вирусного генома и формирование гиповирулентности у *C. parasitica* происходит без интеграции гиповируса в геном гриба. Феномен гиповирулентности у *C. parasitica* вызвал большой интерес у исследователей в качестве средства борьбы с крифонекозом каштана. Серия проведенных в Европе экспериментов по инокуляции мицелием белых штаммов раневых поверхностей деревьев, зараженных вирулентным штаммом, показала, что в результате этой процедуры интенсивность развития последних резко снижается и они приобретают признаки гиповирулентности [18]. В результате методика искусственного заражения вирулентных штаммов *C. parasitica* стала рассматриваться в качестве перспективного способа борьбы с крифонекозом и нашла применение во Франции и Италии, в отличие от США, где она имела небольшой успех [10; 11; 18]. Оказалось, что передача гиповируса между штаммами гриба происходит далеко не во всех случаях, что обусловлено явлением вегетативной несовместимости: штаммы *C. parasitica* формируют гифальные анастомозы только в том случае, если принадлежат к одной группе вегетативной совместимости (ВС). В Европе выявлена 31 группа вегетативной совместимости *C. parasitica*, при этом около 60% изученных «европейских» штаммов гриба относятся к одной ВС-группе [14], в то время как на территории США обнаружено более 70 ВС-групп, ни одна из которых существенно не преобладает над остальными, что препятствует распространению гиповирулентности в популяции гриба [8; 12]. Таким образом, возможность биологического контроля крифонекоза определяется двумя основными факторами – распространенностью CHV в конкретной популяции *C. parasitica* и степенью ее гетерогенности (как основного фактора, модулирующего распространение гиповирулентности).

Целью настоящей работы являлось изучение распространенности и внутривидового полиморфизма *C. parasitica* на территории РФ (Северо-Западный Кавказ), что позволило бы оценить состояние местной популяции каштана посевного (*Castanea sativa*) в связи с крифонекозом.

Материалы и методы

Сбор биологического материала (образцов коры каштана посевного) производили в октябре 2009 г. на территории Сочинского национального парка. Выделение микроскопических грибов из собранных образцов проводили на твердой среде в чашках Петри, видовую идентификацию чистых культур осуществляли на основании культурально-морфологических признаков, а также с помощью разработанной нами ранее методики ПЦР-идентификации *C. parasitica* [5]. Выделенные штаммы *C. parasitica* использовались для проведения тестов на вегетативную совместимость, а также для получения препаратов нуклеиновых кислот для молекулярно-биологических исследований. Штаммы А2 и А9 были любезно предоставлены нам для исследований д.б.н., г.н.с. ГНУ «Адлерская опытная станция» ВИР им. Н.И. Вавилова Н.Н. Гринько.

Определение гиповирулентных штаммов *C. parasitica* осуществляли путем идентификации CHV в культуре гриба на основе специфических ПЦР-маркеров [4]. Тест на вегетативную совместимость проводили по модифицированной методике [16], в серии парных сращиваний

оценивая совместимость каждого из выделенных штаммов *S. parasitica* с гиповирулентными штаммами (73.2, A2 и A9). Для этого небольшие кусочки мицелия двух штаммов помещали на чашку Петри на расстоянии 1-2 мм друг от друга, культуры выращивали в течение семи дней при 26°C и отсутствии света, а затем в течении семи дней при комнатной температуре на свету. Несовместимость штаммов гриба определяли визуально – по образованию барража (линии из мертвых клеток в зоне контакта двух колоний с формирующимися пикнидами) или формированию зоны отталкивания (не покрытой мицелием области на границе между срастиваемыми штаммами); совместимость определялась как слияние колоний и отсутствие разграничительных линий. Кроме этого, фиксировали факт передачи гиповируса от гиповирулентного (донорского) вирулентному (реципиентному) штамму *S. parasitica* – визуально [7] и с помощью ПЦР-идентификации CHV [4] в реципиентных штаммах гриба.

Результаты и обсуждение

Обследованию с одновременным сбором образцов биологического материала были подвергнуты территории Лазаревского, Головинского, Марьинского, Макопсинского, Адлерского и Кепшинского лесничеств Сочинского национального парка. Полученные нами результаты и опубликованные данные [1] свидетельствуют, что *S. parasitica* присутствует по всему ареалу обитания каштана посевного на Северо-Западном Кавказе. В частности, в местах основного скопления каштана посевного на территории РФ (Лазаревское лесничество) нами отмечена близкая к 100%-ной пораженность деревьев крифонеброзом. *S. parasitica* также обнаружена нами практически во всех обследованных локальных популяциях каштана, единственное исключение составляла небольшая каштановая роща около Красной Поляны (СШ 43 39.866 ВД 40 10.421), где фитопатоген не был встречен.

Микологическому анализу было подвергнуто около 100 образцов, собранных нами на обследованных территориях, в чистую культуру выделено 97 штаммов *S. parasitica* (табл. 1), обнаруживших определенные различия по макроморфологическим признакам и скорости роста. Проведенный ПЦР-анализ показал, что только один из них содержит CHV, т.е. является гиповирулентным. Это соотносится с полученными ранее данными Н.Н. Гринько [1], которая, проанализировав материал из 385 географических точек Кавказа РФ, выделила только единичные гиповирулентные («alb») морфотипы патогена, предположив наличие в них CHV. Это предположение было подтверждено нами в ходе выполнения данной работы: с помощью ПЦР-анализа ряда предоставленных Н.Н. Гринько штаммов *S. parasitica* гиповирус был идентифицирован именно (и исключительно) в alb-морфотипах (штаммы A2 и A9). Заметим, что столь низкая распространенность гиповирулентности в северокавказской популяции *S. parasitica* коренным образом отличается от ситуации в Европе, для которой характерно доминирование гиповирулентных штаммов патогена, результатом чего, несмотря на большой процент пораженных крифонеброзом каштанов, является низкий уровень смертности деревьев от этого заболевания [13; 17; 19].

Проведенные нами тесты на вегетативную совместимость выделенных изолятов *S. parasitica* показали, что гиповирулентные штаммы A2 и A9 совместимы лишь с двумя вирулентными штаммами, а гиповирулентный штамм 73.2 – с пятью (табл. 1).

Изученные штаммы *Cryphonectria parasitica*

№	Место сбора (геогр. координ. / высота над уровнем моря, м)	A9, A2	73.2
1	СП43 54.528 ВД39 25.229 /183		
2.1	СП43 54.528 ВД39 25.229 /183	+п	
2.2	СП43 54.528 ВД39 25.229 /183		
3	СП43 55.172 ВД39 26.648 /422	+п	
4	СП43 55.172 ВД39 26.648 /422		
5	СП43 55.172 ВД39 26.648 /422		
7	СП43 55.080 ВД39 26.856 /439		
8	СП43 55.080 ВД39 26.856 /439		
9	СП43 55.080 ВД39 26.856 /439		
10	СП43 54.689 ВД39 27.552 /532		
11	СП43 54.689 ВД39 27.552 /532		
12	СП43 54.689 ВД39 27.552 /532		
13	СП43 54.689 ВД39 27.552 /532		
14	СП43 54.537 ВД39 27.915 /564		
15	СП43 54.537 ВД39 27.915 /564		
17	СП43 54.498 ВД39 28.206 /651		
18	СП43 54.782 ВД39 28.514 /733		
19.1	СП43 54.782 ВД39 28.514 /733		
19.2	СП43 54.782 ВД39 28.514 /733		
19.3	СП43 54.782 ВД39 28.514 /733	+п	
20	СП43 55.204 ВД39 27.864 /727		
21	СП43 55.204 ВД39 27.864 /727		
22	СП43 55.594 ВД39 27.658 /722		
23.2	СП43 56.415 ВД39 26.709 /716		
26	СП43 56.652 ВД39 26.478 /700		
28	СП43 57.179 ВД39 26.359 /554	п	
29	СП43 57.179 ВД39 26.359 /554		
30	СП43 57.737 ВД39 26.164 /362		
31	СП43 57.737 ВД39 26.164 /362	п	
32	СП43 57.317 ВД39 24.885 /182		
33	СП43 57.317 ВД39 24.885 /182		
34	СП43 57.123 ВД39 24.782 /158		
35	СП43 57.123 ВД39 24.782 /158		
36	СП43 49.030 ВД39 28.638 /32	п	
38	СП43 51.450 ВД39 31.209 /579	н/о	
39	СП43 51.450 ВД39 31.209 /579		
40	СП43 51.551 ВД39 31.346 /641		
41	СП43 51.845 ВД39 31.202 /658		
42	СП43 51.845 ВД39 31.202 /658	п	
43	СП43 51.415 ВД39 31.628 /599	+п	
44	СП43 51.404 ВД39 31.840 /625		
45	СП43 51.404 ВД39 31.840 /625		
46	СП43 51.618 ВД39 31.936 /657		
47	СП43 51.618 ВД39 31.936 /657		
48	СП43 51.718 ВД39 32.241 /594		
49	СП43 51.718 ВД39 32.241 /594	+п	
51	СП43 51.692 ВД39 32.758 /524		
53	СП43 51.744 ВД39 32.951 /491		
54	СП43 51.984 ВД39 32.760 /436		
55	СП43 51.984 ВД39 32.760 /436	п	
57	СП43 51.835 ВД39 31.994 /683		
58	СП43 52.038 ВД39 32.029 /696	+п	
60	СП43 52.038 ВД39 32.029 /696		
61	СП44 00.332 ВД39 18.850 /69		
62.1	СП44 00.332 ВД39 18.850 /69	+п	
63	СП43 59.576 ВД39 25.031 /649		
64	СП43 59.560 ВД39 25.244 /624		
65	СП43 59.560 ВД39 25.244 /624		
66	СП43 59.560 ВД39 25.244 /624	н/о	н/о
67	СП43 59.560 ВД39 25.244 /624		
71.1	СП43 57.829 ВД39 27.176 /263		
71.2	СП43 57.829 ВД39 27.176 /263		
72	СП43 57.858 ВД39 27.624 /376		
73.2	СП43 57.858 ВД39 27.624 /376		
75	СП43 57.606 ВД39 27.901 /358		
76	СП43 57.379 ВД39 27.981 /346		
77	СП43 56.958 ВД39 27.575 /173		
78	СП43 57.828 ВД39 26.821 /196		
79	СП43 57.828 ВД39 26.821 /196		
80.1	СП43 57.814 ВД39 25.926 /314		п
81	СП43 56.487 ВД39 22.934 /95		
82	СП43 55.610 ВД39 21.651 /48		
83	СП43 28.910 ВД39 58.602 /175		
84	СП43 30.406 ВД39 58.110 /341		
85	СП43 30.406 ВД39 58.110 /341		
86	СП43 30.406 ВД39 58.110 /341		
91	СП43 39.425 ВД40 09.508 /333		
93	СП43 38.136 ВД40 06.105 /289		
94	СП43 38.136 ВД40 06.105 /289		
95	СП43 38.136 ВД40 06.105 /289		
96	СП43 39.132 ВД40 04.029 /264		
97	СП43 39.312 ВД40 03.925 /290		
98	СП43 39.922 ВД40 03.270 /291		
99	СП43 39.922 ВД40 03.270 /291		
100	СП43 40.265 ВД40 02.998 /304		п

Примечание: A2, A9 и 73.2 – вегетативная совместимость с соответствующими штаммами (+ – штаммы совместимы, п – происходит передача CHV, н/о – не определено).

При этом штамм 73.2 характеризуется несовместимостью со штаммами A2 и A9, которые относятся к одной ВС-группе (совместимы между собой и обнаруживают одинаковые реакции совместимости с остальными штаммами). Случаев передачи CHV от гиповирулентных штаммов гриба вирулентным зафиксировано несколько больше, чем определено вегетативно совместимых изолятов – 9 и 5 при сращивании со штаммами 73.2 и A2, A9, соответственно (табл. 1). Подобное явление описано в литературе: установлено, что принадлежность штамма *C. parasitica* к определенной ВС-группе обусловлена семью

генами вегетативной совместимости *vic*, каждый из которых имеет по два аллеля, при этом передача CHV от штамма к штамму гриба в пределах одной ВС-группы происходит с успешностью 100%, но возможна и между гетероаллельными по генам *vic* штаммами. Вероятность передачи гиповируса определяется степенью гетероаллелизма по генам *vic* (в случае больших генетических отличий между штаммами она крайне мала) и тем, по каким из генов ВС гетероаллельны сращиваемые штаммы *S. parasitica* [7; 8].

Результаты нашей и ранее опубликованных работ [1; 2] убедительно демонстрируют высокий уровень генетической гетерогенности *S. parasitica* на Северном Кавказе, что является серьезной преградой для распространения гиповирулентности в популяции патогена и, наряду с эпизодической встречаемостью гиповирулентных рас гриба, определяет невозможность естественного биологического контроля крифонекроза. Математические модели «каштан-*S. parasitica*-CHV» («дерево-паразит-гиперпаразит») показывают, что успешность распространения CHV среди *S. parasitica* при внедрении последней в локальные популяции каштана во многом определяется начальными параметрами инвазии [15]. Согласно разработанным моделям, доминирование гиповирулентной формы паразита (ситуация, в целом характерная для Европы) возможно только в том случае, если на начальных этапах вспышки крифонекроза штаммы, пораженные CHV, преобладали над вирулентными штаммами гриба. В противном случае CHV имеет мало шансов закрепиться в популяции *S. parasitica*, и высокая агрессивность патогена приводит к деградации насаждений каштана [15]. Этот сценарий реализовался в Северной Америке, где популяция каштана зубчатого сократилась более чем на 85%, а гиповирулентные расы *S. parasitica* обнаруживаются в единичных случаях [11].

Отметим, что картина распространения крифонекроза на Кавказе с момента первого обнаружения болезни (1939 год [3], практически одновременно с остальной Европой) отличалась крайним своеобразием. В работе [3], обобщающей имевшиеся к рубежу 1970-х г. сведения, отмечалось, что, несмотря на широкое диффузное распространение крифонекроза по всему Кавказскому ареалу каштана, активные его очаги занимали сравнительно небольшие площади. При этом увеличение площади отдельных очагов и отмирание древостоя происходило крайне медленно, что в корне отличалось от стремительного пандемического распространения *S. parasitica* в Европе и тем более в США. В качестве возможных причин подобного феномена предполагались более высокая устойчивость к крифонекрозу кавказского каштана или пониженная вирулентность местной расы патогена. К сожалению, как констатируется в работе [6], в бывшем СССР и нынешней РФ исследования различных аспектов взаимодействия *S. parasitica*–каштан не получили развития (в отличие от Европы и США), вследствие чего был упущен из вида огромный пласт информации в этой области. В связи с этим на данный момент трудно определить причину столь, как кажется, внезапного «взрыва» крифонекроза на территории РФ (так, еще в 2004 г. [6] шла речь об «относительно благополучном стабильном состоянии популяции посевного каштана на Северо-Западном Кавказе в течение последних 50-60 лет») и стратегию борьбы с ним. Учитывая практическую невозможность контроля крифонекроза в данном регионе с использованием явления гиповирулентности, не исключено, что единственно возможным вариантом является интродукция азиатских видов каштана и гибридизация их с местными формами каштана посевного. Подобные работы, проводимые в США на протяжении нескольких десятилетий, дали положительные результаты – в результате селекционной работы и естественной гибридизации (в смешанных насаждениях разных видов и гибридов каштанов) были получены устойчивые к крифонекрозу гибридные формы, обладающие холодостойкостью американского каштана и показавшие свою конкурентоспособность в лесных сообществах [6].

ЛИТЕРАТУРА:

1. Гринько Н.Н. Внутривидовой полиморфизм возбудителя рака коры каштана (*Cryphonectria parasitica* (Murr.) Barr.) на Северном Кавказе // Современная микология в России. М.: Национальная академия микологии, 2008. Т.2. С.174-176.
2. Гринько Н.Н. Внутривидовое разнообразие возбудителя рака каштана съедобного на Северном Кавказе // Вестник РАСХН. 2009, №4. С.29-33.
3. Иссинский П.А. Каштановые леса Кавказа и основы ведения хозяйства в них // Сб. тр. СочНИЛОС. М.: «Лесная промышленность», 1968. Вып. 4. С. 1-240.
4. Коничев А.С., Белов А.А., Попов А.П. Молекулярно-биологическая идентификация СНV-вируса в штаммах *Cryphonectria parasitica* // Труды Института микробиологии НАН Азербайджана. 2009, Т. VII. С. 235-238.
5. Попов А.П., Цветков И.Л., Белов А.А., Коничев А.С., Иванушкина Н.Е., Кочкина Г.А., Озерская С.М. Молекулярно-генетическая идентификация фитопатогенного гриба *Cryphonectria parasitica* // Микробиология. 2010. Т. 79. № 2. С. 246-251.
6. Рекомендации по сохранению и восстановлению каштановых лесов /Чернышев М.П., Придня М.В. Сочи: ФГУ «НИИгорлесэкол», 2004. 46 с.
7. Cortesi P., McCulloch E. C., Song H., Lin H. & Milgroom M. Genetic control of horizontal virus transmission in the chestnut blight fungus, *Cryphonectria parasitica* // Genetics. 2001, Vol. 159. P.107-118.
8. Cortesi P., Milgroom M.G. Genetics of vegetative incompatibility in *Cryphonectria parasitica* // Appl. Envir. Microbiol. 1998, V. 64. P. 2988-2994.
9. Dawe A.L., Nuss D.L. Hypoviruses and chestnut blight: exploiting viruses to understand and modulate fungal pathogenesis // Annu. Rev. Genet. 2001, V. 35. P. 1-29.
10. HV 7/45 (1) *Cryphonectria parasitica* // Bulletin OEPP/Bulletin EPPO. 2005. V. 35. P. 295-298.
11. Macdonald W. L., Double M.L. Hypovirulence: use and limitations as a chestnut blight biological control // Restoration of American chestnut to forest lands – Proceedings of a Conference and Workshop. May 4-6, 2004. National Park Service, Washington, DC., 2006. P. 87-95.
12. Milgroom M.G., Cortesi P. Analysis of population structure of the chestnut blight fungus based on vegetative incompatibility genotypes // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 1999, V. 96. P.10518-10523.
13. Milgroom M.G., Cortesi P. Biological control of chestnut blight with hypovirulence: a critical analysis // Annu. Rev. Phytopathol. 2004, V. 42. P. 311-338.
14. Milgroom MG, Sotirovski K, Spica D, Davis J.E, Brewer M.T, Milev M, Cortesi P. Clonal population structure in expanding ranges of the chestnut blight fungus in southeastern Europe // Mol. Ecol. 2008, V. 17, № 20. P. 4446-4458.
15. Morozov A., Robin C., Franc A. A simple model for the dynamics of a host–parasite–hyperparasite interaction // J. Theor. Biol. 2007, V. 249. P. 246-253.
16. Robin C., Anziani C., Cortesi P. Relationship between biological control, incidence of hypovirulence, and diversity of vegetative compatibility types of *Cryphonectria parasitica* in France // Phytopathology. 2000. Vol. 90. P. 730-737.
17. Robin C., Heiniger U. Chestnut blight in Europe: diversity of *Cryphonectria parasitica*, hypovirulence and biocontrol // For. Snow Landsc. Res. 2001. V. 76. P. 361-367.
18. Turchetti T., Ferretti F., Maresi G. Natural spread of *Cryphonectria parasitica* and persistence of hypovirulence in three Italian coppiced chestnut stands // Forest Pathol. 2008, V. 38. № 4. P. 227-243.
19. Turchetti T., Maresi G. Biological control and management of chestnut diseases // Integrated management of diseases caused by fungi, phytoplasma and bacteria / A. Ciancio et K.G. Mukerji (eds.). Springer Science+Business Media B.V., 2008. P. 85-118.

НАУКИ О ЗЕМЛЕ. ЭКОЛОГИЯ

УДК 551. 587(479.24)

Агаев Т.Д.

ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ*

Аннотация. В статье рассмотрена роль теплоэнергетических объектов в загрязнении окружающей среды. Выбросы от этих источников, скапливаясь в атмосфере города, взаимодействуют между собой и с другими веществами, происходит преобразование этих выбросов в аэрозольные частицы. Как известно, изменения существующей технологии очень дорого обходятся, поэтому целесообразно для получения целевых продуктов регулировать выбросы вредных веществ в зависимости от метеорологических условий. Полученные результаты имеют практические значения и могут быть использованы при организации работ по контролю загрязнения атмосферы.

Ключевые слова: загрязнения атмосферы, тепловые электростанции, метеорологические условия.

Т. Agayev

THE WARMTH ENERGY OBJECTS AND ENVIRONMENT'S POLLUTION

Abstract. In the article, have been considered role of the warmth energy objects in the environment's pollution. Garbage's thrown from these sources gather together in the city atmosphere. Between them and from the mutual influence with another matters happens overturn to aerosol fraction of these garbage's. It is clear that changing of the existing technology is expensive. Therefore for to receive purpose product, it is necessary to regulate depending on meteorological condition of the harmful garbage's. The received results have practical values, they will be able to use in work to organize control to pollution of the atmosphere

Key words: air pollution, warmth energy objects, meteorological condition,

Введение

Как известно, с точки зрения загрязнения природы теплоэнергетические объекты входят в состав наиболее крупных промышленных объектов. Это связано с тем, что при сжигании на этих объектах большого количества органического топлива образуются токсичные вещества, которые выбрасываются в окружающую среду (табл.1). Вредные выбросы теплоэнергетических объектов загрязняют не только атмосферу, но оказывают влияние и на другие компоненты биосферы [1,2,6]. Коэффициент полезного действия энергетических установок пока невелик (составляет всего 30-40%). Поэтому большая часть топлива сжигается впустую. Полученная на ТЭС энергия, практически не используя, превращается в теплоту. Вместе с химическим загрязнением в биосферу поступает и тепловое загрязнение [5,6]. Так, отработанный пар теплоэлектростанций поступает в конденсатор и градирни, а тепло конденсата сбрасывается в водоем

* © Агаев Т.Д.

и происходит тепловое загрязнение водного объекта. В этой статье рассмотрена роль теплоэнергетических объектов в загрязнении окружающей среды.

Материалы и методы

В работе применялся метод статистического анализа и были использованы данные наблюдений аэрологических и наземных метеорологических станций, расположенных на западном побережье Каспия, а также данные о загрязнении атмосферы городов Апшеронского полуострова.

Практическая часть

В Азербайджанской республике в 2003 г. топливно-энергетические ресурсы составляли 46 млн.т. условного топлива. Из этого 27,6% было использовано для получения электротеплоэнергии. Основная часть вырабатываемой в республике электроэнергии приходится на долю тепловых электростанций (табл.2). Годовые выбросы вредных веществ теплоэлектростанций более 425 тыс.т.

Таблица 1

Выбросы в атмосферу теплоэлектростанций с мощностью 1000 МВт (т/г)

Горючий материал	Вредные вещества				
	Суммарный углерод	CO	NO	SO ₂	Частицы
Уголь	4×10^2	2×10^3	27×10^3	11×10^4	3×10^3
Нефть	47×10	2×10^2	25×10^3	37×10^3	12×10^2
Природный газ	34		2×10^4	29,4	5×10^2

Во всех функционирующих теплоэнергетических объектах республики основным видом топлива является высокосернистый мазут и природный газ. С каждым годом в республике увеличивается производство электроэнергии тепловыми электростанциями. Вместе с этим также наблюдается тенденция увеличения некоторых выбросов вредных веществ в атмосферу (табл.3).

Таблица 2

Производство электроэнергии по годам (млн. кВт часов)

Годы	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Всего в.т.ч.	23.1	17.0	18.7	19.0	18.7	21.3	21.7	22.9
ТЭС	21.5	15.5	17.0	17.5	16.6	18.7	18.6	19.3
ГЭС	1.7	1.6	1.5	1.3	2.0	2.5	2.8	3.0

Таблица 3

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу стационарных источников городов Баку и Сумгаит (тыс. т)

Город и загрязн. вещество	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Баку	306,7	358,6	326,6	333,8	306,8	110,3	331,4	417,3	464,6
Сумгаит	17,8	15,8	40,3	17,6	22,3	13,0	32,3	58,9	27,1

В промышленных объектах городов Апшерона в качестве жидкого топлива широко используется мазут (Бакинский топочный М, М-20, М-40, М-60, М-100) со средним содержанием серы примерно 0,5%, который считается малосернистым. А в качестве газообразного топлива применяют природные, промысловые (апшеронский) и технологические (заводские) газы. Апшеронское газообразное топливо содержит 80-90% метана, а количество серы в составе обычно не превышает 0,2%.

По сравнению с другими органическими топливами, в топливах на основе нефти сернистые соединения бывают в виде сложного комплекса. Со сжиганием мазута сера полностью переходит в (95-99%) и SO_3 (1-5%). Из рис.1 следует, что в 2005 году выбросы SO_2 по республике составили 25,8 тыс.т, а NO_2 – 13,8 тыс.т. В этом большая заслуга теплоэлектростанций. Так, установлено, что для теплоэлектроцентралей г. Сумгаита основными атмосферными выбросами являются SO_2 и NO_2 . При этом на ТЭЦ-1 в течение года выбросы SO_2 могут составить 65,9% а NO_2 – 34,1% из всех выбросов.

Выбросы теплоэлектроцентралей и образование сульфатных аэрозолей в атмосфере городов. Выбросы SO_2 , от теплоэлектроцентралей скапливаясь в атмосфере города, взаимодействуют между собой и с другими веществами, гидролизуются и окисляются под действием влаги и кислорода воздуха, а также под воздействием солнечной радиации происходит преобразования этих выбросов в аэрозольные частицы, новые чрезвычайно токсичные вещества.

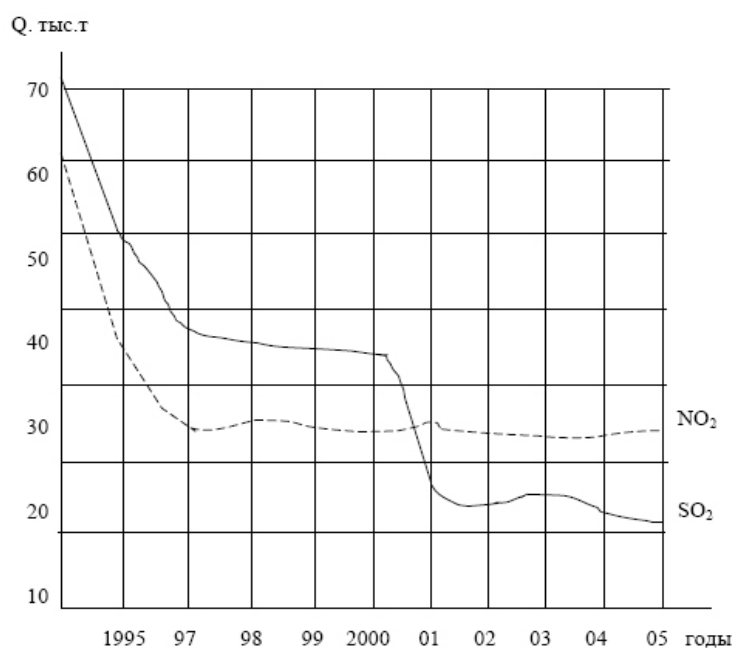


Рис. 1. Изменения концентраций NO_2 и SO_2 в отдельные годы

Примером перехода газа в жидкость служит кислотный дождь. В этом случае SO_2 в воздухе превращается в H_2SO_4 . Роль SO_2 заключается главным образом в том, что при его фотохимическом окислении образуются неорганические вещества и мелкодисперсные аэрозоли, состоящие из капелек H_2SO_4 . Присутствие в открытой атмосфере NH_3 из $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ служит ускорителем нуклеации органических аэрозолей образующих соединения [4]. Высокая интенсивность солнечной радиации (в июне около 20 ккал/см^2), минимальное количество осадков, а также присутствие в воздухе промышленных городов Апшерона окислов азота, озона, углеводородов и других примесей в теплый период года может усилить процесс окисления сернистого газа. В этих условиях время жизни SO_2 может составлять несколько часов.

Анализ данных загрязнения воздуха городов Апшерона показывает, что среднемесячные максимальные значения SO_2 и SO_4 между собой имеют следующую эмпирическую связь:

$$\bar{q}_{\text{SO}_4} = 0,084 \bar{q}_{\text{SO}_2} + 0,031$$

Максимальные значения примеси аэрозоля серной кислоты и растворимых сульфатов в городах Апшерона преимущественно наблюдаются в утренние и вечерние часы при слабом ветре в штилевую погоду.

В заключение следует отметить, что в загрязнение атмосферы весомый вклад вносят выбросы теплоэнергетических объектов. Существующая технология и состояние оборудования теплоэнергетических объектов не позволяют полного уменьшения этих выбросов. Поэтому при обычном режиме работы этих объектов величина концентраций загрязняющих веществ и аэрозолей в атмосфере в основном определяется метеорологическими факторами. Использование краткосрочных прогнозов может позволить уменьшить выбросы в сравнительно короткие периоды времени, когда наблюдаются неблагоприятные погодные условия. Полученные результаты имеют практические значения, и они могут быть использованы при организации работ по контролю загрязнения атмосферы.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Агаев Т.Д. Неблагоприятные метеорологические условия и рассеивания вредных примесей/Научн.изв. Раздел естест.наук. Сумгаит: СГУ, 2005. №2. Т 5. С.47-50.
2. Агаев Т.Д., Надиров З.А., Амирасланов К.Д. Загрязнение окружающей среды энергетическими объектами/Мат. V Межд. науч. конф. «Экол. И БЖД». Сумгаит, 2004. С.38-39
3. Безуглая Э.Ю. Метеорологический потенциал и климатические особенности загрязнения воздуха городов /Л.:Гидрометиздат, 1980. 184 с.
4. Берлянд М.Е. Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы / Л., Гидрометеиздат. 1975. 448 с.
5. Радионов А.И., Клушин В.Н., Торочешников Н.С. Техника защиты окружающей среды / М. Химия. 1989. 512 с.
6. Уорк К., Уорнер С. Загрязнение воздуха / М.:Изд-во «Мир», 1980. 539 с.

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МАКРОЗООБЕНТОСА АЗЕРБАЙЖАНСКОГО ШЕЛЬФА СРЕДНЕГО КАСПИЯ*

Аннотация. В работе рассмотрены особенности распределения макрозообентоса западного побережья Среднего Каспия. В обследованных летом 2008 г. донных биоценозах было обнаружено 49 таксонов беспозвоночных. Показано, что средняя биомасса макрозообентоса на акватории западного шельфа Среднего Каспия летом 2008 г. составляет $26,3 \pm 4,6$ г/м². При большом видовом разнообразии в формировании макрозообентоса в исследуемом районе отмечено высокое содержание ракообразных (кумовых и гаммарид).

Ключевые слова: Средний Каспий, шельф, макрозообентос.

E. Jafarova

THE QUANTITATIVE DISTRIBUTION OF MACROZOOBENTHOS IN THE AZERBAIJANI SHELF OF THE MIDDLE CASPIAN

Abstract. The peculiarities of distribution of the macrozoobenthos in the western coast of the Middle Caspian Sea are considered. 49 taxons of invertebrates were discovered in the bottom biocenoses, which were inspected in the summer of 2008. It is shown that the average biomass of the macrozoobenthos in the area of water of the western shelf of the Middle Caspian in the summer of 2008 amounts to 26.3 ± 4.6 g/m². While having large diversity of species in the forming of macrozoobenthos in the re-searched area, the high content of Crustacea (Cumacea and Gammaridae) is noted.

Key words: The Middle Caspian, macrozoobenthos.

Известно, что все виды осетровых в первые годы жизни питаются донными ракообразными и червями, а осетр и севрюга – и во взрослом состоянии [5].

Поэтому экологический мониторинг состояния колебаний численности и биомассы отдельных групп и видов бентосных организмов донных сообществ занимает ведущее место в оценке его кормовых ресурсов. Также известно, что за последние годы качественный и количественный состав макрозообентоса Среднего Каспия претерпел значительные изменения [5]. В настоящее время макрозообентос Среднего Каспия находится под воздействием двух основных экологических факторов: выедания осетровыми и другими промысловыми рыбами взрослых особей беспозвоночных и выедания пелагических личинок донных организмов мнемнопсисом. Целью настоящей работы явилось изучение современного состояния количественного и качественного распределения макрозообентоса западного побережья Среднего Каспия.

Материал и методы исследования

Летняя съемка 2008 г. проводилась на 4 разрезах Среднего Каспия, расположенных вдоль западного берега Каспийского моря, на акватории от Мухтадыра до Гилязи, где было собрано и обработано 16 проб макрозообентоса двухкратной повторности. Сбор гидробиологического материала осуществляли дночерпателем Ван-Вина площадью захвата 0,2 м². Обработка материалов проводилась общепринятыми методами [4]. Камеральная обработка продолжалась в лабораторных условиях традиционным количественно-весовым

* © Джафарова Э.Э.

методом. Количественные и весовые данные пересчитывались на 1,0 м² дна, таксономию отобранных организмов проводили по Атласу беспозвоночных Каспийского моря [1].

Результаты и их обсуждение

В обследованных летом 2008 г. донных биоценозах западного района Среднего Каспия было обнаружено 49 таксонов беспозвоночных, которые распределялись следующим образом: полихеты – 4, олигохеты, 37 - ракообразные, 6 – моллюски, насекомые – 1. Наиболее широко по шельфу были расселены черви и ракообразные. Проведенные анализы показали, что общая биомасса макрозообентоса западного побережья Среднего Каспия летом 2008 г. в среднем составила – 26,3±4,6 г/м², из которых 40% приходится на долю ракообразных, 34% – моллюсков и 26% – на долю червей. При этом доминантным видом среди ракообразных был усаногий рачок *Balanus improvisus* (35% биомассы), у червей – *Nereis diversicolor* (70% биомассы), а моллюсков – *Mytilaster lineatus* (87% биомассы). Анализ отдельных групп по глубинам показал, что с нарастанием глубины уменьшается биомасса нереиса, но повышается значение других групп червей. Из-за активного выедания рыбами ракообразных, последние чаще встречаются на глубине 50 м и глубже.

На основании полученных данных можно предположить, что сокращение численности и биомассы беспозвоночных, имеющих планктонную личиночную стадию развития, связано с появлением в Каспии гребневика *Mnemiopsis leidyi*. Последний, подрывая кормовую базу планктоноядных рыб, сокращает численность и биомассу также и бентосных организмов: моллюсков и крабов. Анализ состояния отдельных групп бентосных животных по разрезам Среднего Каспия показал различный характер их распределения. Так, на разрезе Мухтадыр были выявлены максимальные значения биомассы ракообразных, червей было в 2,5 раза меньше, а моллюски не были обнаружены вовсе (рис.1). На разрезе Куба превалировали по биомассе ракообразные, минимальные значения наблюдались у моллюсков. На разрезе Сиязань лидировала группа червей, ракообразных было ~2,5 раза меньше, при этом величины биомассы моллюсков были незначительным. В отличие от этого, на разрезе Гилязи высокие значения биомассы были у моллюсков за счет преобладания митилиистра, минимальные значения биомассы были у червей.

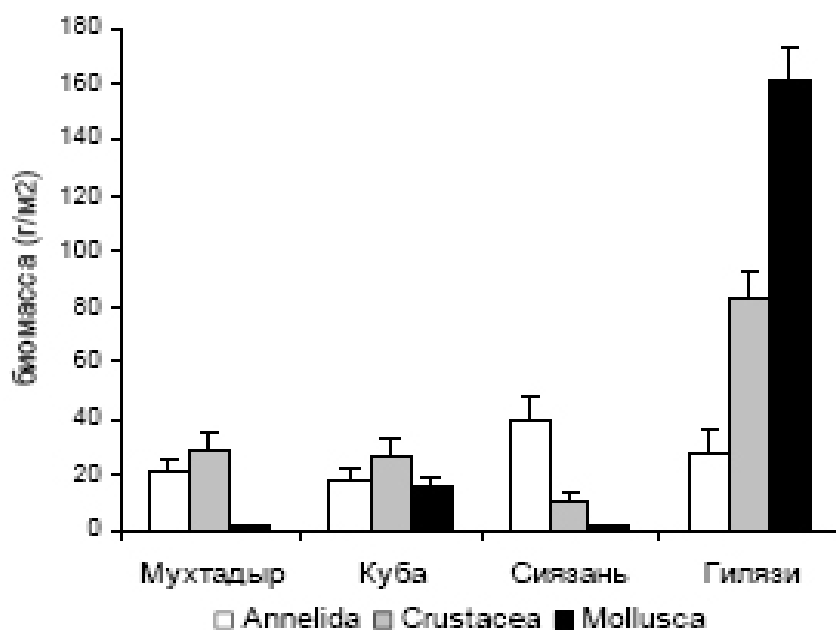


Рис.1. Особенности распределения макрозообентоса по разрезам западного побережья Среднего Каспия (лето 2008 г.).

Таким образом, проведенные исследования свидетельствуют о значительных изменениях видового состава и количественных характеристик макрозообентоса западного берега Среднего Каспия. Интересно подчеркнуть, что эти показатели оставались неизменными с 1962 г. по 1986 г. [3]. Нами было также обнаружено, что пятна высокой биомассы бентоса у западного берега Среднего Каспия, обусловленные массовым развитием абры, церастодермы и нереиса, в настоящее время отсутствуют. Также сократились и продолжают сокращаться численность и биомасса моллюсков. Не исключено, что это связано как с выеданием их рыбами [2], так и с цикличностью многолетнего развития руководящих видов макрозообентоса моря. В целом полученные данные позволяют прийти к выводу о том, что средняя биомасса макрозообентоса на акватории западного шельфа Среднего Каспия летом 2008 г. находилась в пределах $26,3 \pm 4,6$ г/м². При большом видовом разнообразии в формировании макрозообентоса в 2008 году в исследуемом районе отмечено высокое содержание ракообразных (кумовых и гаммарид).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бирштейн Я.А. Атлас беспозвоночных Каспийского моря. М.: Изд-во «Пищ.пром-ть», 1968.
2. Карпинский М.Г. Экология бентоса Среднего и Южного Каспия. М.: Изд-во ВНИРО, 2002.
3. Касымов А.Г., Багиров Р.М. Биология современного Каспия. Баку, 1983.
4. Романова Н.Н. Методические указания по изучению бентоса Южных морей СССР. М., 1983.
5. Романова Н.Н., Осадчик В.Ф. и др. Каспийское море. Фауна и биологическая продуктивность. Донные беспозвоночные. М., 1985. С. 120-166.

ДЕГРАДАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ ПРИБРЕЖНОЙ ТЕРРИТОРИИ СУБЪЕКТОВ ЮГА РОССИИ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ АБРАЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ*

Аннотация. В статье рассмотрена деградация прибрежных земель водных объектов Юга России, которая происходит вследствие абразионно-оползневых процессов, приводящих к деформациям и разрушениям прибрежных территорий. Негативные последствия от их воздействия заключаются в необратимом изъятии из сельскохозяйственного землепользования прибрежных территорий с находящимися на них сельскохозяйственными и лесными угодьями.

Ключевые слова: абразия, разрушение берегов, негативные последствия, ущерб.

V. Razumov, A. Glushko

RIVERSIDE TERRITORIES OF SOUTH-RUSSIAN SUBJECTS: THE LAND'S DEGRADATION AS A RESULT OF ABRASION PROCESSES

Abstract. In this article the degradation of riverside lands of water objects in the South of Russia as a result of landslide processes is considered. The riverside lands' degradation leads to their deformation and destruction. The negative consequences from their influence are in a irreversible withdrawal of riverside lands with agricultural and forest tracts from agricultural land tenure.

Key words: abrasion, bank's destruction, negative consequences, damage.

Опасные природные процессы вызывают отрицательные последствия в береговой зоне водных объектов и приводят к огромным материальным потерям. Наиболее часто встречающимися последствиями от опасных природных процессов на побережьях водных объектов юга Европейской части России являются: отступления коренного берега за счет абразионно-оползневой деятельности; затопление и подтопление прилегающих к устьям рек территорий; размывы берега волнами и течениями [3].

Разрушение берегов водных объектов представляет собой сложный комплекс взаимосвязанных денудационно-аккумулятивных гидролого-геологических процессов (абразионных, оползневых, карстово-суффозионных, перемещения и отложения наносов и т.д.), обусловленных воздействием водных масс на берега и приводящих к деформациям и разрушениям прибрежных территорий [2].

Опасность разрушения берегов заключается, главным образом, в необратимом изъятии из сельскохозяйственного землепользования прибрежных территорий со всеми находящимися на них сельскохозяйственными, лесными угодьями. Основной мерой опасности процесса разрушения берегов является его разрушительная сила, которую достаточно полно характеризует интенсивность процесса, выражаемая величиной линейных, площадных или объемных разрушений за единицу времени с учетом общей пораженности берега размывом. Наиболее наглядным показателем интенсивности разрушения берегов водных объектов является линейная скорость отступления береговой линии. Для морских побережий России средняя скорость отступления берегов оценивается в 1,2 м в год. Для крупных водохранилищ эта величина варьирует от примерно 5 м/год в активной стадии процесса разрушения берегов до 1,5 м/год в стадии замедляющегося разрушения [18]. Превышение этих скоростей на тех или иных участках побережий свидетельствует о воз-

* © Разумов В.В., Глушко А.Я.

возникновения опасных ситуаций, обусловленных процессами разрушения. Наиболее высокие категории опасности, как правило, соответствуют процессам разрушения берегов в результате совместного воздействия волновой абразии и оползневой деятельности.

На территории России процессы разрушения берегов распространены очень широко, что во многом обусловлено огромной протяженностью береговой линии морей и водохранилищ. Примерно 41% берегов морей и 36% берегов водохранилищ в настоящее время активно разрушаются. Всего в России в зоне опасных берегоразрушительных процессов, нередко создающих катастрофические ситуации, находятся сотни мелких поселений [19].

Протяженность береговой линии водохранилищ России составляет порядка 76 тыс. км, из которых 42 тыс. км – абразионноопасные [22]. Большие размеры водных пространств позволяют образовываться высоким (до 3-4 м) ветровым волнам, которые и ведут свою разрушительную работу. Наиболее быстро этот процесс развивается в первые три года после создания водохранилищ. На некоторых из них скорость отступления берегов в этот период достигает 60-100 м в год [18]. Общие потери земель в стране только в результате разрушения берегов водохранилищ составляют порядка 40 тыс. га, в том числе 35 тыс. га – в результате абразии берегов и 4 тыс. га – вследствие оползней [4].

На юге Европейской части России опасность разрушения берегов существует во всех субъектах РФ, имеющих морские побережья и крупные водохранилища на своей территории. Наибольшая протяженность морских берегов, подвергающихся разрушению, отмечается в Краснодарском крае, а по интенсивности разрушения выделяются отдельные участки дагестанского побережья Каспия. Особенно активные процессы разрушения берегов водохранилищ отмечаются в Волгоградской, Ростовской областях и Краснодарском крае [6].

Создание многочисленных водохранилищ на территории Южного и Северо-Кавказского федеральных округов вызвало интенсивную переработку их берегов. Наиболее опасными по переработке берегов водохранилищ относительно других субъектов являются Волгоградская область и Краснодарский край, где водохранилища занимают значительную площадь. Максимальная пораженность береговыми процессами характерна для Волгоградского водохранилища, где длина абразивных берегов составляет 1014 км (71,5% от общей протяженности), а потери земель – 5615 га [5]. Стоимость берегозащиты при этом составляет 10-20% от стоимости основных сооружений гидроузлов [16]. Процессы переработки берегов развиваются по всему периметру водохранилища и зависят в наибольшей степени от геологического строения берега, энергии волнения, уровня режима и повторяемости волн высотой свыше 0,5 м. Суммарная величина отступления берега достигает во многих населенных пунктах 60-95 м (местами 200-220 м), что причиняет немалый ущерб сельскохозяйственным угодьям, различным хозяйственным объектам и населенным пунктам [21]. В настоящее время скорость переработки берегов, которая в первые годы его существования на многих участках превышала 10 м в год, существенно снизилась. Так, на левом берегу Волгоградского водохранилища она составляет 3-5 м/год. Для большинства правобережных участков водохранилища скорость отступления абразионного уступа не превышает 0,1-0,5 м/год [14]. Во многих населенных пунктах, в связи с отсутствием достаточных федеральных средств на строительство берегоукрепительных сооружений, берегозащиту нередко осуществляют с помощью подручных материалов.

Разрушение берегов Краснодарского, Шапсугского, Варнавинского, Октябрьского водохранилищ происходит преимущественно под действием волн, вызываемых сильными ветрами. Наибольшему разрушению подвергаются высокие открытые берега, на которые воздействуют волны западного и юго-западного направлений. На Краснодарс-

ком водохранилище процессам переработки берегов подвержено до 80% линии берега. Наиболее интенсивно происходит переработка правого крутого берега, составившая за 1975-1998 гг. на верхнем участке 28 м, среднем – 33 м и нижнем – 40 м [11]. Переформирование правого берега происходит по абразионно-обвальному типу с образованием волноприбойных ниш и карнизов. Переформирование левого низкого берега происходит в основном в волноприбойной зоне, и там, где этот берег крутой и высокий, его отступление составило 10 м за 5 лет [2].

Протяженность абразионных берегов Цимлянского водохранилища, расположенного на территории Волгоградской и Ростовской областей, составляет 165 км. На северном побережье Цимлянского водохранилища переработке берегов подвержено 31% всей береговой линии. Преобладающее распространение получили абразионно-обвальные берега. Отмечается сильная (2-5 м/год) и средняя (1-2 м/год) активность проявления переработки берегов. Среднегодовая скорость переработки берега составляет 1,15 м/год [14]. На южном берегу пораженность берегов процессами переработки достигает 40%. Среднегодовая скорость переработки южного берега составляет 2,87 м/год. Наибольшая переработка берегов наблюдается в приплотинной части. Интенсивности разрушения способствует развитие лессовых пород, где разрушение происходит не только за счет размыва, но и размокания [3]. Особенно увеличиваются темпы переработки берегов при высоком положении уровня воды в водохранилище. Крайняя нестабильность уровней Цимлянского водохранилища – одна из основных причин активности береговой абразии [18].

На побережье Манычских водохранилищ значительное распространение получили разновысокие абразионные берега, протяженность которых составляет 84,6% от всей береговой линии. Активной абразии подвержены участки шириной 60-100 м, находящиеся в разрывах тростника. Среднегодовая скорость размыва северного побережья составляет 1,16 м/год, южного – 0,46 м/год [16].

Закономерности распространения и активность проявления абразии берегов водных объектов связаны с особенностями основных факторов, определяющих процесс: геологических (тектоники, стратиграфии, литологии); геоморфологических (рельефа, его морфологии); гидрологических (штормов, уровней моря) и т.д.

На юге Европейской части России процессам абразии подвержены побережья Каспийского, Черного и Азовского морей. Для побережья Азовского моря абразия является наиболее характерным современным природным процессом. 70% общей протяженности берегов Азовского моря подвержены размыву [20]. Так, в Краснодарском крае за период с 1960 по 1970 гг. в Ейском районе в результате абразии было потеряно 12,8 га. Общие потери земель сельскохозяйственного назначения Щербиновского, Ейского и Приморско-Ахтарского районов с 1971 по 1993 гг. за счет абразионных процессов составили от 260 до 280 га. При этом наибольшие потери отмечены в Ейском районе (183 га). Потери гумусового слоя за этот же период оцениваются величиной от 2,6 до 2,8 млн. куб. м [3]. Основной ущерб от воздействия наносится землям сельскохозяйственного назначения и лесозащитным полосам.

Наибольшее разрушающее воздействие на береговую линию Азовского моря оказывают стгонно-нагонные колебания, связанные со штормовой деятельностью. По данным [20], во время штормов на Азовском море с экстремальными нагонами (1961, 1965-1966, 1969-1970, 1980, 1992 гг.) скорость отступления берега достигала от 6 до 7, на некоторых участках – от 10 до 12 и даже от 15 до 16 м/год. Во время шторма 28-29 октября 1969 г. потери береговой полосы в Приморско-Ахтарске составили 4 га. Интенсивными штормами уничтожаются естественные и искусственные пляжи, что снижает рекреационный потенциал побережий. Сильному размыву подвержены и аккумулятивные формы в виде кос и пересыпей. Так, средняя скорость волнового разрушения Ясенской косы за пос-

леднее десятилетие составила 5-6 м в год и имеет тенденцию к увеличению. С 1946 г. морской край косы отступил в корневой части на 420 м, что грозит распадом этой аккумулятивной формы на отдельные острова и засолонением Бейсугского лимана [13]. Такого рода изменения уже испытали в прошлом веке косы Ейская, Долгая и Тузла.

Обрывистые берега Таганрогского залива на территории Ростовской области в результате нагонных и волновых воздействий активно разрушаются. За последние сто лет на отдельных участках берег отступил на 200-300 м, уменьшая площадь сельскохозяйственных угодий с ценными черноземными почвами, мощностью 1,0-1,2 м [7].

Вдоль северного побережья Таганрогского залива, на протяжении 47% береговой линии, развиты абразионные процессы, связанные с деятельностью моря. Абразии подвержены территории от ж/д. ст. Приморка до границы с Украиной, причем в зоне воздействия находятся земли южных окраин населенных пунктов, протянувшихся сплошной полосой от г. Таганрога до устья Миусского лимана. Средняя скорость абразии составляет 0,18 м/год, а среднемноголетняя скорость – 0,61 м/год [2].

Южное побережье Таганрогского залива подвержено абразии на протяжении 33 км, или 55% протяженности берега. Средняя скорость размыва – 0,25 м/год при среднемноголетней скорости 0,61 м/год [6].

Значительную часть восточного побережья (Ейский полуостров) занимает обширная дельта Кубани, где преобладают низменные берега. На севере и юге, в пределах Ейского и Таманского полуостровов, появляются высокие береговые обрывы. Активные процессы абразии охватывают более 65% этой части побережья Азовского моря [10]. При этом преобладают незначительно и умеренно опасные типы абразии, на которые приходится соответственно 30 и 29% побережья. В пределах Ейского полуострова абразии подвержено 58% (70 км) береговой линии. Темпы развития абразионных процессов с морской стороны составляют от 0,3 до 3,6 м/год, при среднемноголетних показателях 0,8 м/год. В береговой зоне Ейского полуострова в результате воздействия абразионно-обвальных процессов только за 2005-2007 гг. размывто 40,6 га земель с/х назначения с выходящими к береговому уступу лесозащитными полосами [14].

Наиболее интенсивны процессы абразии в районе Приморско-Ахтарска (до 6,0 м/год), что характеризует этот участок побережья как самый динамичный на Азовском море, где происходит быстрое разрушение суглинистых берегов [8; 9]. Потери сельскохозяйственных земель в этом районе оцениваются в 15,5 га в год [12].

На абразионных участках предпринимаются попытки возведения берегозащитных конструкций (у гг. Ейска, Приморско-Ахтарска, в районе ст. Должанская и п. Порт-Ильич). Состояние берегозащитных сооружений зачастую крайне неудовлетворительно, а проблема берегозащиты аварийных участков является одной из самых острых. Существующие берегозащитные сооружения в большинстве своем находятся в аварийном состоянии и морально устарели. По данным [7], общая протяженность защищенной береговой полосы Таганрогского залива на сегодняшний день составляет около 17 км, а остро нуждается в берегозащите еще около 60 км. Протяженность аварийных участков, требующих первоочередных берегозащитных мероприятий, составляет 47,2 км на северном побережье залива (Неклиновский район) и 11,8 км – на южном (Азовский район).

Керченско-Таманский берег отличается несколько меньшей интенсивностью процесса абразии. Это объясняется тем, что в береговых обрывах нередко выходят миоценовые и плиоценовые известняки, мергели, песчаники, более устойчивые к воздействию волн. На этом участке преобладают абразионно-обвальные и абразионно-оползневые берега высотой до 20-30 м (у мыса Пекла – 70 м). Общая протяженность размываемого берега достигает 30 км и более, скорость абразии – 0,5-0,7 м/год [13; 20].

Негативное развитие абразионных процессов на побережье Азовского моря ус-

губляется относительным повышением уровня моря, которое составило за последние 60 лет с некоторым приближением 20-25 см [14]. Прогнозируемый подъем уровня моря приведет к еще большему усилению темпов абразии коренного берега и активизации обвально-оползневых процессов, а также интенсивному размыву пляжей и аккумулятивных форм. Под угрозой затопления окажутся плавни и обширные низменные территории от Темрюка до Приморско-Ахтарска. Уже в настоящее время требуется защитить около 40 км береговой линии восточной части Азовского моря. Это высокий клиф в Ейском районе, участок низового размыва у пос. Ильич (1,5 км), берег в границах населенных пунктов от корневой части Глафиrowsкой косы до Молчановки (8-10 км), между косами Долгой и Камышеватской (9 км), в районе Шиловки и Ясенской переправы (17 км). В срочном спасении от деградации и распада на острова нуждается Ясенская коса и др. [20].

Задачи берегозащиты и берегоукрепления являются ключевыми для сохранения и устойчивого развития береговой полосы и прибрежных акваторий Азовского моря. Однако защита азовских берегов – весьма сложная и дорогостоящая проблема. Это объясняется широким распространением абразии и отсутствием местных источников материала, пригодного для искусственного пляжеобразования или строительства волногасящих сооружений. Для защиты азовских берегов следует применять комбинированные способы, когда пляж строится под прикрытием различных типов волногасящих и наносодерживающих сооружений. Ими могут быть каменно-набросные буны и прерывистые волноломы. Вне зон рекреации допускается создание волногасящих дамб из наброски природного камня. Для защиты прибрежных городов и поселков, ценных земельных участков, объектов промышленности, сельского хозяйства и важных коммуникаций могут применяться дамбы обвалования. Альтернативным способом защиты берегов является создание гравийно-галечных пляжей. Это позволяет в несколько раз уменьшить объем отсыпок и сделать защиту берега экономически выгодным мероприятием. Примеры успешной защиты абразионных берегов Азовского моря свободными гравийно-галечными пляжами имеются в районе Ейска, Приморско-Ахтарска и др. [12].

Береговая зона Черного моря, в пределах Южного федерального округа (Краснодарский край – от Керченского пролива до р. Псоу), обладает богатейшими природными ресурсами и поэтому является объектом интенсивной хозяйственной деятельности. В прибрежной полосе проживает значительная часть населения, размещены важные коммуникации федерального и международного значения, ведется крупное промышленное и гражданское строительство [17]. Непосредственно к морю выходят урбанизированные территории и сельхозугодья. В береговой зоне находятся крупнейшие порты юга России, а также важные объекты рекреации (в том числе и объекты Олимпийского строительства). Общая активизация абразии и размыв пляжей, обвально-оползневые процессы создают угрозу разрушения объектов промышленности и транспорта, жилых и общественных зданий, в том числе сооруженных незаконно, объектов курортного комплекса, коммуникаций и др. В связи с изменением геополитической обстановки и проведением зимней Олимпиады 2014 г. значение прибрежных районов Черного моря многократно возрастает. Это выражается в значительном росте капиталовложений в реконструкцию и строительство портового хозяйства и терминалов по перевалке нефтепродуктов и т.п. Осваиваются новые территории под строительство объектов рекреации и морского туризма. В то же время во многих текущих и долгосрочных проектах освоения и использования природных ресурсов не учитываются допустимые нагрузки на береговую зону моря, хотя Черноморское побережье на всем протяжении подвержено процессам абразии.

Активизации абразии способствует дефицит пляжного материала, наблюдаемый на всем Черноморском побережье в течение последних десятилетий из-за отбора гра-

вийно-галечного материала из береговой зоны для строительных нужд. Высокие крутые береговые уступы Черноморского побережья кое-где прерываются небольшими бухтами, в которых развиты карманные песчано-галечные пляжи. Многолетние изъятия песка и гальки для строительных целей в ряде случаев привели к деградации этих пляжей. На участке от Туапсе до Сочи средняя ширина пляжей сократилась с 1914 г. с 46 до 8 м. Более 15 км берега лишено пляжевых накоплений, а на значительном протяжении их ширина не превышает 5 метров [15]. По имеющимся данным [1], на отрезке побережья от Туапсе до Адлера только в течение 1945-1955 гг. было изъято более 10 млн куб. м гальки, что значительно ускорило истощение волногасящих пляжей и усилило размыв берега. В результате размываются ценные курортные пляжи в районе п. Лазаревское, Головинка, а некоторые участки полностью лишены пляжевых накоплений. В угрожающем состоянии находятся берегозащитные сооружения вдоль железнодорожного пути Туапсе – Сочи, проходящего непосредственно вдоль моря. Размывается аккумулятивный Адлерский выступ, с пляжей которого было вывезено более 5 млн куб. м гальки. Особенно активно процессы абразии развиты в междуречье рр. Мзымта и Псоу. Скорость отступления берега здесь составляет 0,2-0,3 м в год [14]. В настоящее время около половины протяженности берега в районе Большого Сочи защищено бунами, волноломами, волнобойными стенками, каменно-бетонными конструкциями. Однако эффективность этих берегозащитных сооружений невелика, и уже через 8-10 лет после строительства многие из них разрушаются [6].

На развитие абразионных процессов оказывает влияние штормовая деятельность, которая происходит в большей степени в холодный период (ноябрь-март), и на нее приходится 80% общегодовой энергии волн [8]. По данным [3], в среднем за год море находится в спокойном (штилевом) состоянии 92 дня; на протяжении 229 дней оно подвержено волнениям от одного до трех баллов; волнение в 4-8 баллов, вызывающее абразионное разрушение берегов, наблюдается в течение только 39 дней в году. Однако за это время происходят настолько тяжелые разрушения, что для их ликвидации требуются затраты значительных средств, привлечение технических и людских ресурсов.

Воздействию абразионных процессов подвержено примерно 58 км Черноморского побережья, при этом длина береговой линии, требующая защиты, составляет 35 км [14]. В основном побережье Черного моря представлено высокими, гористыми берегами, хотя имеются и низкие аккумулятивные морские формы: несколько кос (Чушка, Тузла, Рубанова, Суджукская и др.) и огромная по протяженности (50 км) аккумулятивная Бугазская пересыпь, отделяющая от моря несколько крупных лиманов (Соленое озеро, Цокур, Кизилташский, Бугазский, Витязевский). В настоящее время практически все косы находятся в стадии деградации вследствие развития сильного дефицита наносов в береговой зоне. Большая интенсивность процессов абразии присуща побережью мысов Тузла, Панагия и Железный Рог [6].

Прибрежная отмель побережья Каспийского моря, находящаяся в Северо-Кавказском федеральном округе, характеризуется широким распространением абразионных процессов, обусловленных подъемом уровня моря. Если в начале 80-х гг. прошлого столетия абразионные берега составляли 10% от общей длины берега, то в настоящее время их протяженность увеличилась втрое [2].

Абразионные участки в районе поселков Новый Чечень, Старый и Новый Бахтемир, Крайновка активизировались в результате подъема уровня моря. Особенно активно (3-4 м в год) процесс абразии идет южнее Суюткиной косы [10].

Наиболее абразируемые участки наблюдаются в пределах г. Махачкала, на выступе м. Турали в пределах г. Каспийска, на участке р. Ачису – р. Манас-Озень, на участке г. Избербаш – г. Каспийск, между городами Избербаш и Дербент [3]. По направлению к г.

Каспийск интенсивность абразии увеличивается, достигая максимума в пределах самого города. По данным [6], за первое десятилетие современной трансгрессии скорость абразии составила здесь 20–25 м в год, что привело к катастрофическим разрушительным последствиям. В зону волнового воздействия попала набережная с рекреационными постройками, кинотеатр, спасательная станция, под угрозой – здание ТЭЦ и жилые кварталы. Ведутся берегозащитные мероприятия путем навала глыб и шпал к основанию берегового уступа, который выработан в толще новокаспийской террасы. Вполне очевиден тот факт, что интенсивная абразия на этом участке в значительной мере спровоцирована техногенным вмешательством в береговые процессы, выразившемся в строительстве и дальнейшем удлинении молов портового комплекса, перехвативших южный поток наносов.

Самым южным участком современного размыва берега на дагестанском побережье Каспия является Самурский. Под натиском каспийских вод размывается дельтовый выступ р. Самур, активно нараставший еще сравнительно недавно. К концу 80-х гг. XX в. была смыта полоса аккумулятивной суши шириной 300 м [6].

В целом для Дагестана по интенсивности процесса абразии очень опасными являются 3% протяженности побережья, опасными – 5% и умеренно опасными – 12% [2]. Остальное приходится на участки незначительно опасные, а также на практически не затронутые абразией аккумулятивные берега, особенно распространенные на севере республики.

Для предотвращения разрушения наиболее ценных участков побережья морей и водохранилищ с высокой степенью освоения территории необходимо проведение специальных мероприятий по их инженерной защите. Наиболее эффективными признаны активные методы регулирования волновых воздействий и потока иловых вод.

Проблема снижения экономического ущерба, причиняемого абразионной переработкой берегов водных объектов, решается путем организации берегозащитных мероприятий различной степени сложности и капиталоемкости [16]. Основным методом берегоукрепления является закрепление участков берега различными материалами: каменной наброской, железобетонными плитами, тюфяками, габионами и т.п. Закрепление участков берега различными материалами является достаточно трудоемким и дорогостоящим процессом, поэтому применяется на ограниченных, наиболее ответственных участках береговой линии. В остальных зонах закрепление не выполняется, что приводит к потерям прибрежных участков земли, представляющих ценность как сельскохозяйственные и лесные угодья.

Вследствие того, что большая часть водных объектов используется, кроме всего прочего, и в целях рекреации, важен эстетический вид прилегающих ландшафтов. В этом случае наиболее приемлемо крепление берегов «биологическим» методом, основой которого является культивирование влаголюбивых растений в прибрежной зоне. Особенно эффективны в качестве волноломных и противоабразивных кустарниковые насаждения. Рекомендуемая ширина волноломных насаждений 20–40 м. Верхнюю границу насаждений рекомендуется делать на положительной отметке 0,3–0,5 м по отношению к нормальному подпорному уровню, нижнюю на отрицательной отметке 1–2,5 м. Наиболее подходящими породами деревьев для берегоукрепления являются различные виды плакучих ив.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Айбулатов Н.А. Буданов В.И., Шуйский Ю.Д. Антропогенный фактор в развитии береговой зоны морей // Водные ресурсы. 1979. № 3. С. 161–172.
2. Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Российской Фе-

- дерации: коллективная монография / Под общ. ред. С.К. Шойгу. М. : ИПЦ «Дизайн. Информация. Картография», 2005.
3. Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Южном федеральном округе Российской Федерации: коллективная монография / Под общ. ред. С.К. Шойгу. М. : ИПЦ «Дизайн. Информация. Картография», 2007.
 4. Говорушко С.М. Влияние природных процессов на человеческую деятельность. Владивосток: ДВО РАН, 1999.
 5. Говорушко С.М. Влияние хозяйственной деятельности на окружающую среду. Владивосток: Дальнаука, 1999.
 6. Дьяконова В.И., Разумова Н.В., Шагин С.И., Притворов А.П., Разумов В.В. Опасность разрушения берегов морей и водохранилищ Южного федерального округа России // Геодезия и картография. 2008. № 6. С. 45-52.
 7. Ивлиева О.В., Беспалова Л.А., Ивлиев П.П. Опасные природные процессы побережья Таганрогского залива (Ростовская область) // Материалы Международной конференции «Литодинамика донной контактной зоны океана». Москва 14-17 сентября 2009 г. М., 2009.
 8. Каплин П.А., Леонтьев О.К., Лукьянова С.А., Никифоров Л.Г. Берега. М.: Мысль, 1991.
 9. Каплин П.А., Лукьянова С.А. Береговая зона и подъем уровня океана // Эволюция берегов в условиях поднятия уровня океана. М., 1992. С. 4-21.
 10. Лукьянова С.А., Сафьянов Г.А., Соловьева Г.Д. Некоторые оценки размыва морских берегов России // Водные ресурсы. 2002. Т. 29. № 4. С. 389-394.
 11. Лурье П.М., Панов В.Д., Ткаченко Ю.Ю. Река Кубань: гидрография и режим стока. СПб.: Гидрометеиздат, 2005.
 12. Мамыкина В.А., Беспалова Л.А. Охрана, защита и рациональное использование природных ресурсов бассейнов Черного и Азовского морей. Ростов/Дон, 1988. С. 92-97.
 13. Мамыкина В.А., Хрусталеv Ю.П. Береговая зона Азовского моря. Ростов/Дон: Издательство Ростовского университета, 1980.
 14. Опасные природные процессы юга европейской части России / Под ред. В.В. Разумова, А.П. Притворова. М.: ИПЦ «Дизайн. Информация. Картография», 2008.
 15. Пешков В.М. Береговая зона моря. Краснодар: Лаконт, 2003.
 16. Природно-техногенные воздействия на земельный фонд России и страхование имущественных интересов участников земельного рынка. М.: Госкомзем РФ, 2000.
 17. Природные опасности России / Под общ. ред. В.И. Осипова, С.К. Шойгу. Т. 1: Природные опасности и общество. М.: КРУК, 2002.
 18. Природные опасности России / Под общ. ред. В.И. Осипова, С.К. Шойгу. Т. 3: Экзогенные геологические опасности. М.: КРУК, 2002. 345 с.
 19. Рагозин А.Л. Ранжирование опасных природных и техноприродных процессов по социально-экономическому ущербу от их проявления на территории России // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. 1993. Вып. 2. С. 50-61.
 20. Селиванов А.О. Береговая катастрофа на Азовском море. Миф или реальная угроза? — М.: ГЕОС, 2001.
 21. Синяков В.Н., Кузнецова С.В., Беляева Ю.Л. Геоэкологическая безопасность Волгоградской области // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2003. № 4-5. С. 18-25.
 22. Справочник по опасным природным явлениям в республиках, краях и областях Российской Федерации / Под ред. К.Ш. Хайруллина. СПб.: Гидрометеиздат, 1996.

ОБ ИСТОРИИ ВОПРОСА ПЕРСПЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ САПРОПЕЛЕВЫХ РЕСУРСОВ ШАТУРСКОГО РАЙОНА В РЕКРЕАЦИОННЫХ ЦЕЛЯХ*

Аннотация. Многие ученые из разных стран занимаются вопросами использования сапропеля в рекреационных целях. На территории Шатурского района имеется несколько месторождений этого ценного ресурса. На основе сапропелевых ресурсов Шатурского района возможно создание санаторно-курортных комплексов. В статье показана необходимость рекультивации антропогенных ландшафтов и изучения химических и физических свойств сапропеля данного района. Положительные результаты изучения помогут развитию рекреационного направления в Шатурском районе.

Ключевые слова: сапропель, Шатурский район, рекреационные ресурсы, рекультивация района, пелотерапия, санаторно-курортный комплекс.

T. Ganina.

USING RESOURCES OF SAPROPEL FOR RECREATION

Abstract. Many scientists from different countries concerned with the use of sapropel for recreational purposes. On the territory of Shatura region are situated several deposits of this valuable recourse. Resort complexes are can be made in Shatura region on the basis of sapropel's resources. The Article is showed that it necessary to recultivation the anthropogenic landscapes and to study physical and chemical properties of sapropel in this region. Positive results of the studying will help the development of recreational areas in the Shatura region.

Key words: sapropel, Shatursky region, recreational resources, revegetation region, pelopathy, resort complex.

Шатурский район Московской области является одним из самых крупных по площади (2715 км²) и, при этом, одним из самых малонаселенных (70,9 тыс. чел.). Такое соотношение вызвано неблагоприятной обстановкой в регионе: нехватка рабочих мест; негативное влияние работы Шатурской ГРЭС на окружающую среду; часто возникающие масштабные низовые пожары. При рациональном использовании природно-ресурсного потенциала региона и рекультивации нарушенных антропогенной деятельностью ландшафтов, сложившуюся социально-экономическую ситуацию можно изменить. Секрет Шатурского района заключается в чарующей красоте природы Мещерской низменности, воспетой в произведениях К.Г. Паустовского и М.М. Пришвина. Здесь еще сохранились островки соснового леса, уникальный животный и растительный мир озерно-болотных комплексов – все это нуждается в охране. Долгое время леса Шатурского района сводились, болота превращались в торфяные разработки. В настоящее время ряд территорий (Туголесский Бор, Черная Грива и др.) превращен антропогенной деятельностью в бросовые безжизненные земли. Почти ежегодно здесь возникают пожары, которые потушить практически невозможно, а причины их возникновения до сих пор остаются до конца не раскрытыми.

Есть предположение, что причиной пожаров стал непосредственно способ добычи торфа. «Верхний малоразложившийся слой пригоден для подстилки или изготовления изоляционных материалов. Благодаря снятию этого очеса, улучшаются топливные ка-

* © Ганина Т.Д., Лукьянова Т.С.

чества торфа, получаемого из оставшейся массы, и увеличивается пригодность его для коксования и брикетирования. Пограничный горизонт, благодаря сильной степени гумификации торфа, является, непроницаемым для воды. В итоге, вода скапливается над пограничным горизонтом, переводя в полужидкое состояние непосредственно налегающий на него слой малоразложившегося торфа» [2]. Возникающий на глубинах от 30 см до 1,2 м «топляк» из корней деревьев и их пней действительно образует водонепроницаемый слой, позволяющий быстро развиваться торфу.

В результате активных выработок торфа водонепроницаемый слой вместе с «торфяной жижей» приподнялся, поскольку стал легче, и занял место торфяной залежи. Сегодня на увлажненных территориях Западной Мещеры имеется нарушение «изостатического» равновесия слоев почвенного покрова. Есть вероятность того, что пограничный горизонт приподнялся, а между ним и нижележащим водонепроницаемым слоем возникли так называемые «карманы» пустот, в которых очень быстро накапливается болотный газ – метан. Этот процесс может быть одной из причин возникновения низовых пожаров в отдельных районах [5].

Установление причин пожаров и борьба с ними является важной задачей для Шатурского района, так как пожары уничтожают уникальные ландшафты данной территории. Было бы целесообразно провести продуманную рекультивацию с целью создания района с рекреационным и рекреационно-агротехническим ландшафтом, в котором могли бы переплетаться естественные ландшафты с санаторно-курортной архитектурой, с историческими памятниками и природными заповедниками, и с населением, имеющим значительное количество рабочих мест.

Дальнейшему развитию курортных комплексов в Шатурском районе будут способствовать работы по исследованию ресурсов сапропеля. Сапропель – это донные отложения пресноводных водоемов, содержащие более 15% органического вещества, представленного биохимически переработанными автохтонными остатками зоофитопланктона высших и низших водных растений, различных гидробионтов [4]. Это уникальный ресурс, который находит широкий спектр применения не только в России, но и в странах ближнего и дальнего зарубежья (Белоруссия, США, Канада, Германия, страны Балтии, Скандинавии и др.).

Первые сведения об иловых отложениях водоемов Европейской территории встречаются в работах лимнологов только с конца XIX – начала XX вв. Сведения были несвязны, так как специальных исследований сапропелевых отложений не проводилось [Лопотко 1974; Соловьев 1932; Страхов 1954; Смирнов 1965 и др.]. Впервые в 1862 г. шведский ученый Г. фон Пост ввел два термина для обозначения таких озерных отложений: «гиттия» и «дью». Немецкий ученый Р. Лаутербон на основе этих двух терминов ввел новое понятие «сапропель», под которым он понимал отложения с запахом сероводорода, образующиеся в мелководных озерах с восстановительными условиями у дна. Более широкое значение ему присвоил Г. Потонье в книге «Сапропелиты». Он использовал данный термин для обозначения всех типов озерных отложений, формирующихся за счет богатого белками планктона, претерпевающего процесс битумизации в анаэробной среде [4].

В 1934 году М.М. Соловьев и Л.А. Белоголовская объединили термины «сапропель» и «сапропелиты» в более широкое понятие «сапропелевые отложения». В русской научной литературе впервые слово «сапропель» появилось в 1915 г. в восьмом томе «Технической энциклопедии» в значении, которое ему присвоил Г. Потонье. Вопрос о применении различных терминов для обозначения иловых отложений раскрыт также в работах Н.В. Кордэ. Она предложила следующее научное обоснование понятия сапропеля: «Сапропель – это современные, тонкоструктурные коллоидные отложения континентальных водоемов, содержащие значительное количество органического вещества и оформлен-

ных остатков микроскопических водных организмов, некоторое количество неорганических компонентов биогенного происхождения и минеральных примесей приносного характера» [4, 5].

Границей между минеральными осадками озер и сапропелями принято считать 15%-ное содержание органического вещества, так как осадки с большим количеством органического вещества приобретают ряд характерных для сапропелей особенностей: студнеобразную консистенцию, темный цвет, коллоидную структуру, затвердевают, обращаясь в камень при высыхании, вследствие необратимого процесса коагуляции органических коллоидов.

В России, как указывалось выше, интерес к изучению сапропелей возник с 1915 г., когда по инициативе академиков Н.С. Курнакова, В.И. Вернадского и А.Е. Ферсмана была создана Комиссия по изучению естественных производительных сил России (КЕПС). К началу 1918 г. сложились два направления развития науки о сапропелях.

1. Первое направление – лимнологическое исследование озер с целью выявления их физико-географических характеристик.

2. Второе направление науки о сапропеле – исследование природных образований, типов, условий залегания и перспектив использования в народном хозяйстве.

В 1919 г. в составе Комиссии был образован Сапропелевый комитет, основной задачей которого являлось «систематическое научное исследование и изучение сапропелитов, их месторождений, свойств и составных частей, способов получения из них полезных веществ и технического применения». В 1920 г. Петроградский Сапропелевый комитет открыл первую в мире Опытную сапропелевую станцию в деревне Залучье Осташковского района Тверской области. С 1923 по 1932 г. выпущено шесть томов «Известий Сапропелевого комитета», зафиксировавших значительные итоги деятельности исследователей сапропеля (М.М. Соловьев, Г.Д. Рихтер, В.И. Степанова, Л.А. Белоголовая, Л.Д. Штурм, В.В. Алабышев, Г.Ю. Верещагин и многие другие). На Международном конгрессе по исследованию четвертичного периода в 1932 г. была принята специальная резолюция по сапропелям. За год до Международного конгресса, в 1931 г., в Ленинграде организуется специальная сапропелевая лаборатория. Позднее она вместе с Отделом биогеохимии АН СССР была переименована в Институт сапропеля Академии наук СССР. Результаты фундаментальных и прикладных научных исследований данного института были опубликованы уже в 1934 г. На базе Института сапропеля АН СССР был организован Московский институт горючих ископаемых. В его состав вошла лаборатория генезиса сапропеля. После Великой Отечественной войны работу по изучению генезиса донных отложений продолжила лаборатория сапропелеведения под руководством академика В.Н. Сукачева при Институте леса АН СССР. Периодически с 1949 по 1954 г. выпускались специальные труды по вопросам сапропелеведения. Особая роль в изучении генезиса сапропелей, в разработке технологий его добычи и переработки принадлежит Институту торфа АН БССР (впоследствии Институт проблем использования природных ресурсов и экологии НАН Беларуси) [4]. Задачами организаций были как комплексное изучение состава и количества органогенных иловых отложений, так и их генезис, морфологическая структура и химический состав сапропеля. Исследования Сапропелевого комитета были направлены на получение из сапропелей различных химических продуктов.

Наряду с попытками получения термохимических продуктов из сапропелей проводились опыты по их применению в качестве удобрения в сельском хозяйстве. В хозяйствах Московской, Рязанской, Калининской, Тюменской, Омской, Курганской областей, Белоруссии, Прибалтики еще в довоенные годы сапропель использовался на удобрение [1].

Сапропель также пытались использовать в качестве подкормки для скота. Впервые

сапропель на корм скоту был применен в 1934-1935 гг. на свиноферме Новосибирской области [1].

В дальнейшем, когда в сапропеле были открыты витамины группы В, С, D, каротин, стала ясна причина активизирующего действия сапропеля. Сапропель стал использоваться и в медицине.

К настоящему времени, обобщив имеющиеся литературные данные, можно выделить следующие направления использования сапропеля в хозяйстве:

- в земледелии в качестве органоминерального удобрения и при химической мелиорации почв – в виде сорбента при производстве сельскохозяйственной продукции на загрязненных тяжелыми металлами и радионуклидами почвах;
- в животноводстве, птицеводстве и рыбном хозяйстве в качестве витаминно-кормовых добавок и лечебных средств;
- в медицине в качестве лечебных грязей и электрогрязевых процедур, всевозможных аппликаций, ванн и т. п., а в косметологии – для изготовления кремов и масок;
- в строительстве в качестве связующего и наполнителя при производстве древесноволокнистых и теплоизоляционных плит, керамзита и дренажных труб;
- в геологии при буровых работах для производства буровых и тампонажных растворов;
- в химической промышленности при производстве сорбентов для очистки вод, почв и грунтов от нефтепродуктов.

Наиболее интересным для Шатурского района представляется использование сапропелевых грязей в бальнеологических целях. Лечебные грязи на основе сапропеля представляют собой вязкую массу, окрашенную, как правило, в темные цвета. Высокая вязкость грязей обеспечивает один из механизмов их лечебного действия. Из-за нее в грязевой массе почти отсутствует конвекция: тонкий слой, непосредственно примыкающий к коже, не перемешивается с более горячими слоями. Горячая грязь (лечебные грязи применяют нагретыми до температуры 37-46 °С) отдает тепло медленно, что позволяет пациенту легко адаптироваться к температуре. Вязкость и большая теплоемкость создают условия использования грязи не только в виде ванн, но и локально, нанося слоем 4-6 см на нужный участок тела. Глубокий и равномерный прогрев тканей – только один из механизмов лечебного действия сапропелевых грязей. Для лечебных грязей характерна восстановительная среда, что превращает ее в ловушку для активных форм кислорода (перекисей, гидроксил-радикала и т.д.) и других свободных радикалов, смягчая и ослабляя воспалительные процессы. Бескислородная среда также подавляет жизнедеятельность бактерий-аэробов. Перечисленные выше достоинства сапропеля, в целом, могут стать фундаментом для развития санаторно-курортных комплексов на территории Шатурского района.

В Шатурском районе есть несколько разведанных месторождений озерного сапропеля (табл. 1).

Для Шатурского района основным направлением исследований может стать изучение состава и свойств сапропеля и выявление его лечебных свойств. Разнообразие условий залегания сапропелей, широкий диапазон физического и химического состава залежей и другие факторы требуют дифференцированного подхода к выбору технологий добычи, транспорта, хранения и первичной переработки сырья.

Месторождения озерного сапропеля в Шатурском районе
(по материалам С.Н. Штина)

№	Озеро	Площадь озера, га	Глубина воды, м	Мощность, м	Запасы, тыс. м ³
1	Белое	41	1,0	5,0	820
2	Белое	30	1,2	6,0	600
3	Глубокое	58	31,5	10,0	2400
4	Долгое	50	3,0	7,5	2350
5	Свиношное	1232	1,0	2,6	32032
6	Святое	1645	1,0	2,8	46060

При получении положительных результатов исследований следует разработать наиболее эффективную схему методов добычи и переработки сапропелевых ресурсов Шатурского района для их дальнейшего использования в бальнеологических целях, так как спектр применения сапропелевых грязей для лечения довольно широк:

- заболевания костно-мышечной системы;
- заболевания нервной системы;
- болезни уха, горла, носа;
- болезни органов пищеварения;
- болезни органов дыхания;
- болезни системы кровообращения;
- болезни кожи.

Использование новых методов добычи данного ресурса позволит решить проблему отмирающих озер и найти разумное применение сапропелевой продукции в отраслях народного хозяйства. Работа по восстановлению деградирующей территории и созданию санаторно-курортных комплексов поможет развитию Шатурского района, а также будет способствовать улучшению демографической и экологической ситуации.

Лечебные грязи во многих странах мира становятся ключевым направлением в развитии зон рекреации. Рациональное использование огромного ресурсного потенциала нашей страны в целом, и Шатурского района в частности, позволит добиться в этой сфере не менее значимых результатов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бакшеев В.Н. Добыча и использование грунтов (сапропелей). Тюмень: Блиц-пресс, 1998.
2. Герасимов Д.А. Торф. Его происхождение, залегание и распространение. М.-Л.: Госнауч.-тех. гор.-ное изд-во, 1932.
3. Кирейчева Л.В. Сапропели: состав, свойства, применение. М., 1998.
4. Косов В.И. Сапропель: ресурсы, технологии, геоэкология. СПб: Наука, 2007.
5. Лукьянова Т.С., Зубов В.И., Коничев А.С., Чепалыга А.Л. Актуальные задачи геоэкологических исследований Московской области // Приложение к Вестнику МГОУ. М.: изд-во МГОУ, 2005. С. 148-154.
6. Штин С.М. Озерные сапропели и их комплексное освоение. М.: Изд-во Моск. гос. гор. ун-та, 2005.

О НОВЫХ ДАННЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЛЕСНОГО ПОКРОВА НА ЗАПАДЕ МЕЩЕРЫ*

Аннотация. Осушительные работы, добыча торфа, пожары, застройки и лесопосадки привели к значительным изменениям распределения лесного покрова на западе Мещеры. Только в центральной части района площадь естественных ландшафтов в среднем изменилась на 41-47%. Наиболее распространенными здесь являются сосновые леса. Современный расчет распределения лесов по площади и по их видовому составу позволит по-новому оценить рекреационные ресурсы ландшафтов исследуемого района.

Ключевые слова: добыча торфа, пожары, осушительные работы, хвойно-широколиственные леса, сосновые и еловые леса.

T. Lukianova, E. Shmelev

ABOUT NEW DATES OF DISTRIBUTION OF THE FOREST COVERING OF WEST MESHERA

Abstract. The draining works, the peat extractions, fires, the buildings had brought to the considerable changes of the distribution of the forest covering of West Meshera. Only central party of the region the aria of the natural landscapes had changed at 41-47%. There are the pine forests of the most spreading there. The modern computation of the distribution of the forests will allow the recreation resources of the landscapes of the investigating region in the new way.

Key words: peat extractions; fires; draining works; coniferous-deciduous forests; pine forests and fir woods.

В настоящее время ландшафты западной Мещеры претерпели существенные изменения за счет осушительной работы, добычи торфа, пожаров, застройки и лесопосадки [2]. Такие мероприятия привели к сменам видового состава лесов в целом природно-территориальных комплексов. На крайнем западе площадь ландшафтов видоизменилась на 9-17%, в центральном районе на 41-47%, в восточном на 22-36%. В результате сельскохозяйственного освоения территории (распашка) произошли массовые замены одних природно-территориальных комплексов другими. Даже незначительные перепады высот (процессы смыва-намыва отмечаются на малых площадях 1-10%) приводят к смене ландшафтов.

В массовом масштабе осушение земель Мещеры приходится на 60-80 годы XX столетия. Осушались сильно заболоченные местности зандровых, долинно-зандровых равнин. Осушенные участки приурочены не только к пахотным, но и к лесным, луговым, селитебным землям [4].

В центральном природно-территориальном комплексе района осушались земли на 20-29%, в западном на 5-9%, в восточном – на 13-19%.

Начиная с пятидесятых годов XX века наименее продуктивные поля, преимущественно с песчаными почвами, все же были возвращены в лесное хозяйство.

Резкую деградацию в ландшафтах Мещеры вызвала добыча торфа. Под торфяными карьерами находится 23% площади территории центра района. Остальные территории видоизменены меньше (1-5% площади).

* © Лукьянова Т.С., Шмелев Е.А.

Большая часть исследуемой территории испытывала долгие десятилетия интенсивные вырубки, в связи с чем лесной покров может иметь состав, отличный от первичных лесов. Преобладают произвольные вторичные леса. Много молодых средневозрастных деревьев. Наиболее сохранившимся можно считать центральный и восточный ландшафты рассматриваемого района. В связи с этим авторами представляется крайне важным сегодня проводить учет буквально каждого дерева и оценивать площади распределения лесов. По ботанико-географическому районированию изучаемая территория располагается на стыке Североевропейской таежной провинции Евразийской таежной области и Восточноевропейской провинции Европейской широколиственной лесной области. В связи с этим в растительном покрове прослеживаются черты южной тайги, хвойно-широколиственных и широколиственных лесов.

Непосредственно Мещерская низменность располагается в подзоне хвойно-широколиственных лесов. Наиболее существенное влияние на растительный покров региона оказывает палеогеографический фактор – наличие на моренной равнине мощных песчаных ледниковых отложений.

Благодаря пограничному ботанико-географическому положению региона, его флористическое разнообразие исключительно богато. Здесь достаточно весомо участие таежных видов, растений хвойно-широколиственных и широколиственных лесов, болот разных типов и даже встречаются элементы степной флоры.

По предварительным оценкам, в пределах только национального парка Шатурского района произрастает около 850 видов сосудистых растений (vascular plants) [3].

Важную роль играют элементы европейского неморального комплекса (дубравного, относящегося к мезофильным лиственным лесам). Однако общее их количество невелико.

Более всего лесных видов, затем идут луговые, болотные, поляноопушечные, водные и приречные. Список растений, нуждающихся в особой охране, включает 14 видов. Среди них сальвиния плавающая, рдест фриса, осока малоцветковая и т.д.

Одной из особенностей растительного покрова Мещеры является высокое разнообразие как самих сообществ, так и их частая смена на небольших расстояниях.

Леса составляют большую часть только территории национального парка на востоке Шатурского района. В то же время значительные площади занимают производные сообщества (14% всей территории). Резко выделяются территории, преобразованные в антропогенные. Они таят в себе постоянную угрозу низовых пожаров [5]. Первичные хвойные леса включают в себя больше всего сосну и ель [1]. В исследуемом районе наиболее распространенными являются именно эти леса. Они занимают около 59% площади, представляют собой сообщества различных местообитаний, от сухих до переувлажненных. Для сухих мест характерны сосняки-беломошники с хорошо развитыми синузиями лишайников в напочвенном слое. На опушках и полянах в таких сосняках встречаются колокольчик круглолистный, букашник горный, полынь полевая. На более благоприятных местах, на пологих склонах холмов, выровненных местах растут сосняки-зеленомошники с хорошо развитым покровом из зеленых мхов с участием в травяном покрове брусники, зимолубки зонтичной и т.д.

В сосняках с более разреженным моховым покровом замечен ландыш и купена душистая. Избыточно увлажненные места, приуроченные к междюнным понижениям и окраинам болот, занимают сосняки с покровом из кукушкина льна. Встречаются сфагновые сосняки с багульником, пушицей влагалищной.

В увлажненных мезотрофных местообитаниях формируются еловые леса с примесью сосны, в травяном покрове которых присутствует майник двулистный европейский, осока пальчатая и т.д. Крупные еловые массивы на западе Мещеры отсутствуют. Широ-

колиственные леса занимают незначительные по площади территории, всего около 100 га. Они представлены дубравами, являющимися климаксовыми сообществами. Иногда в их древостое присутствует клен платановый. Эти леса не занимают больших площадей и обычно связаны с террасами и долинами рек, склонами оврагов и т.д.

Смешанные хвойно-широколиственные леса встречаются несколько чаще, но тоже не занимают больших площадей. Мелколиственные леса почти всегда вторичны и производны. На территории запада Мещеры, которая подвергалась интенсивному хозяйственному использованию, такие леса занимают значительные площади (около 40%). Особенно распространены березняки (36%), представленные разными видами. Осиновые леса встречаются значительно реже (2%). Черноольшанники в основном приурочены к поймам и берегам ручьев. Часто образуются ольховые топи (2%).

Дальнейшее изучение распределения лесного покрова в западной части Мещеры поможет оценить процент деградации видового состава лесов, оценить современное распределение лесов на исследуемой территории, представить возможную рекультивацию территорий, в прошлом занятых сплошным лесным покровом.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бабилов Б.В. Экология сосновых лесов на осушенных болотах. СПб.: Наука, 2004. С. 48-50.
2. Герасимов Д.А. Торф. Его происхождение, залегание и распространение. М.:Л.: Гос.науч.-техн. горное изд-во, 1932. С. 25-37.
3. Гребенщиков О.С. Геоботанический словарь. М.: Изд-во «Наука». 1965. С. 129.
4. Кауфман А.М. Рекультивация площадей торфяных месторождений, выбывших из эксплуатации, и использование их в народном хозяйстве // Торфяная промышленность. 1974. №2. С. 23-25.
5. Лукьянова Т.С., Зубов В.И., Матвеев Н.П., Чепалыга А.Л. О современной характеристике природы антропогенных территорий Мещеры // Вестник МГОУ. Серия «естественные науки». 2007. №2. С. 62-67.

О ПЛАНИРОВАНИИ НАТУРНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ В РАМКАХ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ*

Аннотация. Предлагается концептуальная схема натуральных измерений электромагнитных полей (ЭМП) промышленной частоты при производстве комплексных инженерно-экологических изысканий. Такая схема предусматривает в частности сбор и анализ фондовых данных, рекогносцировочное обследование местности, выполнение предварительных оценок ЭМП, производство инструментальных измерений, выявление зон высоких уровней ЭМП, а также разработку предложений по инженерной защите окружающей природной среды и человека от воздействия ЭМП. Внедрение предлагаемого подхода позволит повысить уровень экологической безопасности объектов строительства.

Ключевые слова: электромагнитное поле, натурные измерения, инженерно-экологические изыскания.

E. Polousova

ABOUT PLANNING OF THE NATURAL MEASUREMENTS OF THE INDUSTRIAL FREQUENCY ELECTROMAGNETIC FIELDS IN THE FRAMEWORK OF ENGINEERING ECOLOGICAL SURVEYING

Abstract. A conception of the natural measurements of the industrial frequency electromagnetic fields (EMF) in the framework of Engineering Ecological Surveying is being proposing. Such a scheme provides in particular collecting and analysis of the fund data, field investigation of the territory, preliminary estimations of the EMF, carrying out of tool measurements, revealing of zones of high EMF levels, and also working out of offers on engineering protection of an environment and population against EMF influence. Introduction of the offered conception will allow to raise level of ecological safety of building objects.

Key words: electromagnetic field, natural measurements, Engineering Ecological Surveying.

Повсеместное распространение электромагнитных полей (ЭМП) связано с интенсивным использованием электромагнитной и электрической энергии. Основные источники ЭМП включают электростанции, линии электропередачи (ЛЭП), теле- и радиопередатчики, базовые станции систем мобильной телефонной связи, радиолокационные и радиорелейные станции и другие объекты. К настоящему времени мировой экологической общественностью признано, что ЭМП искусственного происхождения являются значимым экологическим фактором, характеризующимся высокой биологической активностью [1, 2].

К наиболее мощным источникам ЭМП относятся элементы передачи электрических мощностей промышленной частоты (50 Гц) [3]. Электросетевое хозяйство России включает систему высоковольтных ЛЭП общей протяженностью свыше 2,7 млн. км, многие тысячи открытых распределительных устройств и подстанций. Напряженность ЭМП вблизи этих объектов превышает естественный электромагнитный фон в тысячи и более раз.

* © Полоусова Е.П.

Для ограничения воздействия ЭМП на человека и окружающую природную среду установлены санитарные нормы максимально допустимых уровней напряженности полей и предусматривается разработка соответствующих средств инженерной защиты. В свою очередь, разработка средств инженерной защиты окружающей среды и человека от негативного воздействия ЭМП требует достоверных данных о фактических полях на территориях, в пределах которых намечается ведение хозяйственной и иной деятельности. Такие данные могут быть получены в результате численных расчетов либо с помощью специальных измерений в рамках инженерно-экологических изысканий [4, 5]. Хотя подобные измерения предусматриваются действующими строительными нормами и правилами [4], тем не менее, они зачастую игнорируются либо проводятся по сокращенной программе. Таким образом, измерения ЭМП в рамках комплексных инженерно-экологических изысканий требуют своего дальнейшего развития.

Один из путей совершенствования указанного направления в инженерно-экологических изысканиях может заключаться в разработке концептуальной схемы производства исследований ЭМП в районе предполагаемого строительства либо ведения новой хозяйственной деятельности. Такая схема предусматривает:

- сбор и анализ фондовых данных о природно-техногенных условиях района исследований и данных по объектам-аналогам;
- рекогносцировочное обследование местности с учетом рельефа, природных объектов, жилых и промышленных застроек, выявление источников ЭМП;
- выполнение предварительных расчетных оценок ЭМП;
- обоснование территории исследования и выбор системы точек измерений;
- производство инструментальных измерений ЭМП при различных погодных условиях;
- выявление зон превышения предельно допустимого уровня ЭМП;
- разработку предложений по инженерной защите природной среды и человека от воздействия ЭМП с учетом полученных данных и данных по объектам-аналогам.

Внедрение указанной схемы производства натурных измерений ЭМП позволит повысить уровень экологической безопасности объектов нового строительства либо новой намечаемой хозяйственной деятельности на территориях, потенциально подверженных воздействию ЭМП.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Протасов В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России. Учебное и справочное пособие. М.: Финансы и статистика, 1999. 671 с.
2. Electromagnetic fields and public health. Effects of EMF on the environment. World Health Organization, 2005. 4 pp.
3. Носков А.С., Савинкина М.А., Анищенко Л.Я. Воздействие ТЭС на окружающую среду и способы снижения наносимого ущерба. Новосибирск: Институт катализа СО АН СССР, 1990. 177 с.
4. СНиП 11-02-96. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. М.: Минстрой России, 1997. 44 с.
5. СП 11-102-97. Инженерно-экологические изыскания для строительства. М.: Госстрой России, 1997. 41 с.

СВЯЗИ ПТИЦ С ЛЕДНИКОВЫМИ ЛАНДШАФТАМИ ГОЛЬЦОВ ПЛАТО ПУТОРАНА (СРЕДНЯЯ СИБИРЬ)*

Аннотация. Статья содержит результаты орнитологических исследований, проведенных на плато Путорана (Средняя Сибирь). Представлены данные по численному, высотному и ландшафтному распространению птиц в ледниковых ландшафтах плато Путорана. В конце плейстоцена район был одним из центров горно-покровного оледенения Средней Сибири. Оледенение представляло собой мозаику ледников и свободных гольцов. После таяния льдов создалось экологическое пространство, состоящее из бывших ледников поверхностей, гольцов, ложбин и долин, определивших современное распределение различных видов птиц. Большинство из них гнездится на ледниковых формах рельефа. Меньшая часть предпочитает гольцы, не обработанные ледником. В ледниковых долинах в условиях более мягкого климата поселились равнинные виды: гемиаркты, гипоаркты, бореально-гипоарктические и др. виды.

Ключевые слова: плато Путорана, Средняя Сибирь, распространение, численность, гнездящийся, повсеместно, локально, ледниковые ландшафты.

A. Romanov

RELATIONSHIP BETWEEN BIRDS AND GLACIAL LANDSCAPES OF THE PUTORANA PLATEAU (CENTRAL SIBERIA)

Abstract. Abstract. Article contains results of the ornithological researches on a plateau of Putorana (Average Siberia). The data on numerical, high-rise and landscape distribution of birds in glacial landscapes of a plateau of Putorana is presented. In the end of the Pleistocene this area was a center of mountain-integumentary glaciers of Average Siberia. The freezing was represented a mosaic of glaciers and free balds. The ecological space was created after thawing of ices. This space consists of former glacial surfaces, balds, hollows and valleys, which have defined the present distribution of various kinds of birds. Most of them nest on the glacial forms of a relief. The smaller part prefers the balds, which are not processed by a glacier. Flat kinds have settled in glacial valleys in the conditions of softer climate: gemiarctic, hypoarctic, borral-hypoarctic etc. kinds.

Key words: Putorana Plateau, Central Siberia, distribution, number, nesting, wandering, vagrant, common, everywhere, locally, glacial landscapes.

Экологические связи птиц с ледниковыми геоморфологическими структурами мы исследовали в 1988-2007 гг. на плато Путорана – крайней северо-западной оконечности Средне-Сибирского плоскогорья. Район исследований представляет собой базальтовый массив с плоскими вершинами (высотой 900-1500 м н.у.м.), расположенный между 65°00' – 71°00' с.ш. и 90°00' – 100°00' в.д., в пределах подзоны северной тайги. В связи с распространением горного ландшафта здесь хорошо развита вертикальная поясность, в том числе гольцовый (горнотундровый) пояс на вершинах плато [4; 5]. Полевые работы проведены на 40 участках гольцового пояса плато Путорана на высоте 700-1400 м н.у.м. В каждом участке длина маршрута количественного учета птиц составила 15-20 км. Учеты птиц в гольцовом поясе плато Путорана проведены по методике Ю.С. Равкина [7].

Современное оледенение плато Путорана ничтожно мало, но в конце плейстоцена

* © Романов А.А.

регион был одним из центров горно-покровного оледенения, следы которого на плоских горных вершинах сохранились повсеместно. Оледенение гольцов Путорана представляло собой сплошную мозаику из множества относительно небольших ледников и свободных ото льда участков [1; 10]. Экологические условия именно такого рода предопределили в значительной мере закономерности формирования современной авифауны гольцов плато Путорана. В связи с этим правомерно полагать, что объект наших исследований – авифауна обширных и сплошных перигляциальных пространств.

Нашими исследованиями установлено, что почти 100% территориальных пар большинства видов ($n=27$; 67,5% авифауны гольцов) гнездится на ледниковых формах рельефа. Среди них: чернозобая гагара, морянка, золотистая ржанка, галстучник, сибирский пепельный улит, кулик-воробей, белохвостый песочник, полярная крачка, краснозобый конек, весничка, варакушка, полярная овсянка, лапландский подорожник и другие виды птиц (табл. 1). Всего 9 видов (22,5% авифауны гольцов) предпочитают участки гольцов не обработанные ледником. Здесь гнездится около 100% территориальных пар зимняка, тундряной куропатки, хрустана, воронка, рогатого жаворонка, американского конька, ворона, обыкновенной каменки, пуночки. Индеферентны к ледниковым ландшафтам 4 вида (10% авифауны гольцов) – азиатская бурокрылая ржанка, белая куропатка, обыкновенная кукушка, пепельная чечетка [8; 9].

Достоверность выявленных тенденций почти у всех видов подтверждены статистически (табл. 1) с применением программы С.П. Харитонов [11] `part.exe` и `part_fix.exe` «сравнение выбора долей по методу критерия Стьюдента для выборочных долей».

На плато Путорана в конце плейстоцена многочисленные ледники занимали более или менее выраженные понижения в достаточно плоской поверхности столовых гор. Наряду с этим оставались огромные пространства, свободные от ледникового покрова [1]. Они представляли собой комбинацию каменных террас, невысоких скальных обрывов и останцов, шлейфов грубообломочного материала, состоявших из каменистых россыпей (курумов) и крупноглыбовых нагромождений. В целом ледники представляли собой как бы систему островов, окруженных плоскими базальтовыми вершинами гольцов, покрытых с различной степенью сомкнутости скудной арктоальпийской и тундровой растительностью [5; 10]. К тому времени уже сформировался в ландшафтах Северо-Восточной Азии и получил широкое распространение на севере Евразии арктоальпийский комплекс видов птиц [2; 3]. Видимо, арктоальпийские виды (тундряная куропатка, хрустан, рогатый жаворонок, обыкновенная каменка, пуночка) вместе с настоящим альпийским видом – американским коньком, первыми освоили межледниковые пространства вершин плато Путорана, и в дальнейшем широко распространились в каменистых местообитаниях гольцов с фрагментарной и низкорослой горной растительностью. Позднее, когда ледники начали разрушаться и вскоре исчезли, все виды птиц гольцового комплекса полностью или почти полностью сохранили преимущественно горно-вершинный характер своего распространения. Активного их перемещения в освободившиеся ледниковые долины, расположенные на меньших высотах, не произошло. Подтверждением этому служит тот факт, что в настоящее время почти все территориальные пары этих видов мы находим в верхних или внедолинных частях гольцов без явных признаков последнего оледенения (табл. 1). Условно принимая эти виды за обитателей своеобразных горно-тундровых плакоров, можно утверждать, что они так и остались «плакорными по своей экологической сути». Некоторые из них (рогатый жаворонок, пуночка), будучи характерными обитателями наиболее высоких гольцовых участков, вообще не опускаются ниже 1000-900 м н.у.м. и все территориальные особи (100%) строго связаны с участками, лежащими выше ледниковых долин. Аналогичным образом с горно-вершинными участками связано большинство территориальных особей тундряной куропатки (80%), хрустана (70%),

Достоверность распределения птиц по различным типам геоморфологических структур гольцов Путорана (гнездовой период)

Виды	N (общее количество зарегистрированных территориальных пар)	N ₁ (количество территориальных пар зарегистрированных на ледниковых структурах)	N ₂ (количество территориальных пар зарегистрированных на структурах без признаков деятельности ледника)	P
Чернозобая гагара	7	7	0	0.003
Морянка	13	13	0	0.00004
Тундрная куропатка	75	15	60	0.00002
Золотистая ржанка	221	144	77	0.000007
Азиатская бурокрылая ржанка	6	3	3	1.0
Галстучник	19	19	0	0.00001
Хрустан	131	39	92	0.00001
Сибирский пепельный улит	21	21	0	0.00001
Турухтан	9	9	0	0.0006
Кулик-воробей	38	38	0	0.00002
Белохвостый песочник	73	73	0	0.00002
Серебристая чайка	5	5	0	0.013
Сизая чайка	3	3	0	0.071
Полярная крачка	9	9	0	0.0006
Рогатый жаворонок	169	0	169	0.00002
Американский конек	1487	223	1264	0.00006
Краснозобый конек	293	205	88	0.00002
Весничка	20	20	0	0.00001
Таловка	19	19	0	0.00001
Обыкновенная каменка	982	246	736	0.00004
Варакушка	87	87	0	0.00002
Бурый дрозд	71	71	0	0.00001
Обыкновенная чечетка	303	303	0	0.0000001
Полярная овсянка	41	41	0	0.00002
Лапландский подорожник	85	85	0	0.00001
Пуночка	104	0	104	0.00001

Примечание: за одну территориальную пару принимались также выводки с птенцами в возрасте 1-3 дней.

американского конька (85%) и обыкновенной каменки (75%). При этом ограниченное количество территориальных пар этих четырех видов (15-30%) все же проникают в долины со следами деятельности ледника, что может расцениваться как признак начальной стадии освоения этими видами ледниковых долин и продолжения расширения области своего обитания в гольцах.

В ледниковых долинах после разрушения ледников на рубеже плейстоцена и голоцена экологические условия оказались мягче, разнообразнее и в целом ближе к зональной тундре, чем к суровым горно-субарктическим условиям «гольцовых плакоров» [6].

Это позволило группе равнинных видов проникнуть и фрагментарно освоить перигляциальные участки горных вершин. В составе этой группы гемиаркты (20%), гипоаркты (20%), бореально-гипоарктические (40%) и широкораспространенные (20%) виды. В современную эпоху с ледниковыми долинами, занимающими на плато Путорана не более 25-30% площади горных вершин, связано распространение более 2/3 всего видового состава авифауны этих районов, тогда как с более обширными пространствами гольцовых водоразделов (70-75% площади горных вершин) связано не более 1/4 всех видов. Суммарные показатели обилия птиц в ледниковых долинах всегда в 2-4 раза выше, чем на водоразделах. Равнинные водные и околоводные виды заселяют неглубокие запрудные ледниковые озера, равнинно-тундровые – хорошо дренированные склоны блюдцеобразных озерных котловин, склоны и поверхности боковых и конечных морен, лугово-кустарниковые – влажные долилки речек, сток которых зарегулирован конечной мореной. На ледниковых озерах гнездятся чернозобая гагара, чирок-свистунок, морянка, большой и средний крохали, серебристая и сизая чайки, полярная крачка. На пляжах из мелкой гальки и на песчано-илистых отмелях по берегам ледниковых озер встречаются галстучник, белохвостый песочник, кулик-воробей и сибирский пепельный улит. В тундрах, покрывающих склоны и днища ледниковых долин, распространены золотистая ржанка, краснозобый конек, весничка, варакушка, полярная овсянка, лапландский подорожник. Связь равнинных вселенцев с ледниковыми формами рельефа особенно четко прослеживается при непосредственном выборе мест устройства гнезд. Белохвостый песочник, лапландский подорожник, сибирский пепельный улит связаны с каменистыми грядами конечных морен. На склонах боковых морен, имеющих вид сухих щебнистых бугров, гнездятся морянки и золотистые ржанки, а на их вершинах – полярные крачки. На конусообразных каменных буграх (камах) отмечено успешное гнездование морянки, золотистой ржанки, сизой чайки. Гнездовые местообитания краснозобого конька, веснички, варакушки и полярной овсянки в пределах ледниковых долин тесно связаны с заболоченными участками широких долинок многочисленных речек с мохово-осоковой кочкарней и зарослями низкорослого ивняка. Лапландские подорожники местами заселяют в ледниковых долинах кочкарные тундры по подножию пологих склонов сильно разрушенных боковых морен. Из равнинных птиц за пределы ледниковых долин в своем распространении очень редко выходят лишь адаптированные к условиям плакоров зональной тундры золотистая ржанка, краснозобый конек и лапландский подорожник. Во внеледниковых ландшафтах гольцов гнездится 20-35% пар этих видов, что, несомненно, отражает их более широкое участие в формировании современной авифауны гольцов в целом. Возможно, в условиях потепления климата и трансформации тундровых ландшафтов гольцов в благоприятном направлении освоение внеледниковых ландшафтов этими видами будет активно продолжаться.

Приведенные выше данные доказывают, что арктоальпийские и альпийские виды птиц, приспособившиеся к жизни в условиях каменистых и скальных местообитаний субарктических гор почти не связаны (или связаны в меньшей степени) с ледниковыми геоморфологическими структурами. Почти все равнинно-тундровые вселенцы полностью

зависят от «нефоновых» нестандартных условий горных вершин. Для них определяющее значение имеют специфические условия местообитаний, генезис которых связан с ледниками. Например, мелкие сортированные грунты являются определяющим фактором для галстучника, мелкая прибрежная мохово-осоковая поросль на заиленном субстрате – для кулика-воробья, густые мохово-разнотравные кочкарные участки – для краснозобого конька, золотистой ржанки, лапландского подорожника, куртинки невысоких кустарников – для веснички, варакушки, полярной овсянки.

В современной авифауне горных вершин четко прослеживается пространственная сегрегация сообществ птиц, формирующихся в условиях гольцовых плакоров, с одной стороны, и ледниковых долин – с другой. Лишь единичные виды, и в очень ограниченном числе, проникают за пределы основного ландшафта своего распространения.

Выявленная закономерность пространственной дифференциации двух вышеуказанных групп видов полностью согласуется с историей их формирования и различиями в стратегии освоения гольцов. Арктоальпийские и альпийские виды осваивали горные вершины во многом благодаря уже выработавшимся у них специальным адаптациям к экстремальным условиям внешней среды [2; 3]. Равнинно-тундровые вселенцы, не имея столь глубоких адаптаций, при проникновении в горы использовали традиционные для себя экологические условия, сформировавшиеся на локальных участках перигляциальных ландшафтов, связанных с деятельностью ледников. Вероятно, комплекс видов горных плакоров (альпийские и арктоальпийские виды), освоив межледниковые пространства, вошел в состав гольцовой авифауны еще в период оледенения и может считаться ее более древним элементом. Равнинно-тундровые (и некоторые другие) виды расширили видовое богатство этой авифауны значительно позднее, проникая на вершины гор по участкам бывшего расположения ледников по мере их интенсивного таяния. Учитывая выявленные закономерности, нет оснований полагать, что в период последнего оледенения в пределах ледниковых долин хотя бы где-нибудь могли сохраняться рефугиумы равнинно-тундровых видов. Их пребывание в составе современной авифауны гольцов следует признать итогом расселения в постледниковую эпоху. Имеющиеся предположения о наличии позднеплейстоценовых рефугиумов в Корякском нагорье также относятся лишь к альпийским, арктоальпийским и, возможно, морским видам, но – не к равнинно-тундровым [3].

Таким образом, геоморфологические структуры, образованные позднеплейстоценовыми ледниками, создавая экологические предпосылки обогащения гольцовой авифауны не горными видами, оказывают непосредственное влияние на ее формирование и пространственную неоднородность. Особенности экологии видов могут служить своеобразным индикатором последовательности освоения ими гольцов, а следовательно, и динамики формирования авифауны крупных горно-субарктических регионов в целом.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Голубчиков Ю.Н. География горных и полярных стран. – М.: Изд-во МГУ. 1996.
2. Кишинский А.А. Арктоальпийская авифауна и ее происхождение // Зоол. журн. Т. 53 (7). 1974. С. 1036-1051.
3. Кишинский А.А. Орнитофауна северо-востока Азии. М.: Наука. 1988.
4. Куваев В.Б. Высотное распределение растений в горах Путорана. М.: Наука. 1980.
5. Куваев В.Б. Флора субарктических гор Евразии и высотное распределение ее видов. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006.
6. Норин Б.Н., Китсинг Л.И. Стадии формирования растительных сообществ в горных тундрах плато Путорана // Бот. журн. Т. 67. № 1. 1982. С. 15-25.
7. Равкин Ю.С. К методике учета птиц лесных ландшафтов // Природа очагов клещевого энцефалита на Алтае. Новосибирск. 1967. С. 66-75.
8. Романов А.А. Анализ орнитофауны гольцового и подгольцового поясов плато Путорана // Запо-

- ведное дело. Научно-методические записки по заповедному делу: Вып. 2. М. 1997. С. 33-52.
9. Романов А.А. Экологические связи птиц с ледниковыми ландшафтами гольцов плато Путорана // Тезисы докл. IV Международной орнитологической конференции «Современные проблемы орнитологии Сибири и Центральной Азии». Улан-Удэ. 2009. С. 178-181.
10. Соломина О.Н. Горное оледенение Северной Евразии в голоцене. М: Научный мир. 1999.
11. Харитонов С.П. Компьютерная программа «Карта колонии» colonmap.exe. 1999.

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ МОБИЛЬНЫХ ПИКОВЫХ ГАЗОТУРБИННЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ В ПРОЦЕССЕ ИХ МОНТАЖА И ЭКСПЛУАТАЦИИ*

Аннотация. Рассмотрены различные виды воздействия мобильных пиковых газотурбинных электростанций на природную среду в процессе их монтажа и эксплуатации. Отмечается, что наиболее значимые воздействия относятся к загрязнению атмосферы и акустическому воздействию.

Ключевые слова: мобильная пиковая газотурбинная электростанция, природная среда, загрязнение атмосферы, акустическое воздействие

E. Cheremikina

COMPLEX ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL IMPACT PRODUCED BY MOBILE PEAK-LOAD GAS TURBINE POWER PLANTS IN THE CONSTRUCTION AND OPERATION PERIOD

Abstract. Different types of environmental impact produced by mobile peak-load gas turbine power plants in the construction and operation period have been considered. Air pollution and acoustical impact are characterized as most essential impact.

Key words: mobile peak gas-turbine power stations, natural environment, atmospheric pollution, acoustic impact.

Введение

Потребление электрической энергии в России в последние годы резко возрастает. Только за 2006-2008 г. прирост потребления в различных регионах России составил порядка 8-10 %, и в ряде региональных энергосистем, в частности, в столичной фактическое потребление уже вплотную приблизилось к пиковому. После остановки Саяно-Шушенской ГЭС значительно усложнилась ситуация в Сибири, особенно в Красноярском крае и Республике Хакасия, где расположены предприятия энергоемких производств.

С учетом указанных обстоятельств, ОАО «Мобильные ГТЭС» планирует установку мобильных пиковых газотурбинных электростанций (МПГТЭС) на наиболее перегруженных направлениях электрических сетей, которые будут работать в течение ближайших нескольких лет.

МПГТЭС уже показали свою эффективность при прохождении пиковых нагрузок в энергосистеме Московского региона. Всего на территории Москвы и Московской области в 2006-2009 гг. было размещено 5 МПГТЭС (13 энергоблоков) общей мощностью 292,5 МВт. Использование мобильных установок позволило значительно повысить надежность энергоснабжения потребителей Москвы и Московской области и сделать работу энергосистемы столичного региона значительно более устойчивой [1].

Для решения аналогичной проблемы в Восточной Сибири, где из-за аварии на Саяно-Шушенской ГЭС возник риск возникновения аварийных ситуаций, также размещены 3 МПГТЭС общей мощностью 67,5 МВт, которые планируется эксплуатировать в течение 3-4 лет. Указанные МПГТЭС установлены в г. Кызыле (Республика Тыва), г. Саяно-

* © Черемикина Е.А.

горске (Республика Хакасия) и г. Козинске (Красноярский Край).

1. Инженерные изыскания

Требования к размещению МПГТЭС предусматривают выполнение ряда условий, и в частности, наличия высоковольтных шин для подачи напряжения в электрические сети. Поэтому наиболее оптимальными площадками для установки МПГТЭС являются территории электроподстанций.

Согласно требованиям законодательства в сфере проектирования промышленных объектов в составе предпроектной документации предусматривается разработка материалов по оценке воздействия на окружающую среду (ОВОС), а в составе проекта – раздела «Охрана окружающей среды» (ООС). Цель экологического обоснования установки МПГТЭС заключается в предотвращении или смягчении воздействий МПГТЭС на окружающую среду и связанных с ними социальных, экономических и иных последствий.

На начальном этапе работ проводились инженерные изыскания в районе размещения проектируемых объектов. В соответствии с требованиями СНиП 11-02-96 [2] выполнялись следующие виды работ:

- сбор и анализ фондовых и литературных данных о состоянии природной среды;
- геодезическая съемка территории и исследование инженерно-геологических условий;
- составление краткой характеристики природных условий, состояния экономики, социо-культурной сферы;
- численные оценки воздействия МПГТЭС на компоненты природной среды.

Данные, полученные в рамках инженерных изысканий, использовались далее для разработки материалов ОВОС и ООС.

2. Воздействие проектируемого объекта на окружающую среду в период строительства

Разностороннее негативное воздействие МПГТЭС на окружающую среду происходит в процессе выполнения строительно-монтажных работ, а также во время ее эксплуатации.

На стадиях подготовки к строительству, строительства и демонтажа характерны следующие основные виды воздействий:

- загрязнение атмосферного воздуха при работе строительной техники;
- шумовое воздействие при работе строительной техники;
- воздействие на геологическую среду, почву, поверхностные и подземные воды;
- образование строительных отходов.

Атмосферный воздух. На стадии выполнения строительных работ загрязнение атмосферы происходит в течение относительно непродолжительного времени. Источником загрязнения является дорожно-транспортная техника, сварочные и окрасочные работы. Для количественной оценки загрязнения атмосферного воздуха проводились соответствующие расчеты. Результаты этих расчетов показали, что вклад строительных работ в загрязнение воздуха незначителен.

Поверхностные и подземные воды. Воздействие на поверхностные и подземные воды носит кратковременный характер. Оно оценено как незначительное и не требует уточненной количественной оценки.

Акустическое воздействие. Шумовое воздействие связано с работой автотранспорта и строительной техники. Учитывая то обстоятельство, что площадки строительства, как правило, значительно удалены от зон жилой застройки, а воздействие ограничено во времени периодом строительства, оно не является значимым.

Воздействие геологическую среду и почву.

При подготовке территории к строительству оказываются следующие негативные

воздействия на геологическую среду и почву: изменяется рельеф площадки и водосборной поверхности, нарушается плодородный слой почвы. Проектом предусматриваются адекватные меры по рациональному использованию снятого плодородного слоя. Он подлежит снятию, перемещению на специально отведенную для этих целей территорию и дальнейшему использованию для рекультивации нарушенных земель и благоустройства территории.

Воздействие при обращении с отходами строительства. Для минимизации воздействия на окружающую среду при обращении с отходами определены перечень и количество образующихся отходов, поведена классификация отходов по Федеральному классификационному каталогу отходов (ФККО). Количество временно хранящихся отходов определено с учетом требований технической и пожарной безопасности, а также сроков вывоза отходов с территорий площадок. С учетом непродолжительного воздействия на окружающую среду установлено, что общее количество образующихся отходов незначительно.

3. Воздействие проектируемого объекта на окружающую среду в период эксплуатации

МППТЭС представляет собой высокотехнологичный комплекс с параметрами, недостижимыми при использовании традиционных способов выработки электроэнергии путем сжигания органического топлива.

Как результат совершенства конструктивных и технических решений, заложенных при создании энергоблоков, а также реализации специальных экологических мероприятий, МППТЭС удовлетворяет самым строгим экологическим и санитарным нормам. Концентрация вредных веществ в продуктах сгорания используемого топлива (авиационного керосина) ниже, чем в продуктах сгорания других видов топлива. Для эффективного подавления выбросов оксидов азота в атмосферу МППТЭС в ряде случаев оборудованы установками впрыска химически очищенной воды в камеры сгорания газовых турбин. При этом уровень концентрации оксидов азота на выходе турбины FT8-3 не превышает величины 25,5 мг/м³. Станции оснащены современными системами контроля параметров, в том числе параметров окружающей среды, эффективной автоматической системой пожарной безопасности.

Оценка воздействия ГТЭС на атмосферный воздух. Основным источником выбросов загрязняющих веществ от МППТЭС является устройство выхлопа. Воздух загрязняется также выбросами паров керосина при пополнении топливных резервуаров. Для оценки загрязнения атмосферного воздуха были выполнены расчеты рассеивания выбросов всех загрязняющих веществ по методике ОНД-86 [3]. Анализ проведенных расчетов полей концентраций загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу при работе газотурбинных установок, показывает, что на каждой площадке, где размещены МППТЭС, максимальные приземные концентрации не превышают ПДК, устанавливаемых для зон жилой застройки.

Воздействие на подземные и поверхностные воды. В период эксплуатации МППТЭС образуются следующие виды сточных вод:

- нефтесодержащие стоки;
- стоки с повышенным солесодержанием (при использовании технологии впрыска воды в камеру сгорания газотурбинных установок);
- ливневые стоки.

Нефтесодержащие стоки образуются при аварийных проливах топлива, а также от промывки топливных резервуаров. Стоки собираются в дренажный резервуар и вывозятся специализированными организациями на утилизацию. Для водоподготовки предусмотрена обессоливающая установка, работающая по принципу обратного осмоса. Рас-

сол от модуля обессоливания отводится в дренажный бак и периодически вывозится на утилизацию. Для предотвращения загрязнения поверхностных и подземных вод, а также почв от загрязненных стоков ливневых вод проектом предусматривается организация рельефа территории площадки в стороны, противоположные от естественных водных объектов. Сток направляется в дренажные каналы, заполненные щебнем для фильтрации и отстоя.

Акустическое воздействие. Несмотря на то обстоятельство, что энергетическое оборудование является источником повышенного шума, газотурбинная установка смонтирована в шумопоглощающем укрытии и оборудована системой шумогашения с глушителями шума всасывания и выхлопа. Анализ результатов расчетов, выполненных по методике [4], показал, что акустическое воздействие для условий размещения площадок МПГТЭС не превышает допустимого уровня звукового давления, регламентируемого санитарными нормами.

Обращение с отходами производства и потребления. Определен перечень и количество образующихся отходов, поведена классификация отходов по ФККО. Количество временно хранящихся отходов определено с учетом требований технической и пожарной безопасности, а также сроков вывоза отходов. При соблюдении установленных правил сбора, временного хранения и условий транспортировки отходов они не окажут значимого воздействия на окружающую среду.

5. Соответствие принятых природоохранных мероприятий требованиям природоохранного законодательства. Все предпроектные и проектные материалы по построенным МПГТЭС прошли соответствующую экспертизу в порядке, установленном законодательством Российской Федерации, и отвечают требованиям промышленной и энергетической безопасности, строительным нормам и правилам и государственным стандартам. Согласно санитарно-эпидемиологическим заключениям, выданным на каждый проект Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, реализованные проекты отвечают государственным санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам.

Анализ всего комплекса воздействий, оказываемых МПГТЭС на природную среду, показал, что наиболее значимые из них – загрязнение атмосферного воздуха и акустическое воздействие. При вводе установок в эксплуатацию на каждой площадке проводились замеры уровней шума и концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на границе площадок при работе МПГТЭС. По результатам измерений шума были проведены последующие расчеты уровней шума на территории жилых застроек, позволившие установить, что уровень шума возле жилых домов находится в нормативных пределах. Результаты измерений концентраций загрязняющих веществ в атмосфере при работе МПГТЭС показали отсутствие превышения этих концентраций над соответствующими ПДК.

В рамках работ по обоснованию экологичности размещения МПГТЭС разработаны проекты «Предельнодопустимых выбросов» и «Нормативов образования и лимитов размещения отходов». Кроме того, выполнены расчеты платы за негативное воздействие на окружающую природную среду по каждому объекту. На основании этих расчетов проводятся платежи за негативное воздействие в бюджеты территориальных органов Ростехнадзора.

Натурные измерения на площадках МПГТЭС, эксплуатируемых в разных регионах России, неоднократно подтвердили, что расчетные концентрации загрязняющих веществ и уровни шумового воздействия соответствуют заявленным.

Заключение

1. К настоящему времени реализовано 9 проектов строительства мобильных пиковых газотурбинных электростанций, по которым построено и эксплуатируется 18 энергоблоков в различных регионах России.

2. При разработке предпроектных и проектных материалов по этим объектам выполнено экологическое обоснование намечаемого строительства.

3. Установлено, что наиболее значимые воздействия относятся к загрязнению атмосферы и акустическому воздействию.

4. Результаты натурных измерений подтвердили, что предусмотренные проектами природоохранные мероприятия позволили минимизировать степень комплексного воздействия МПГТЭС на окружающую природную среду.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Брюхань А.Ф., Черемикина Е.А. Экологическая оценка проекта размещения мобильных пиковых газотурбинных электростанций в Московском регионе // Вестник МГОУ. Сер. «Естественные науки». 2007. № 2. С. 109-114.
2. СНиП 11-02-96. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. М.: Минстрой России, 1997. 44 с.
3. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86. М.: Госкомгидромет, 1987. 93 с.
4. СНиП 23-03-2003. Защита от шума. СПб: ДЕАН, 2004. 74 с.

ХИМИЯ

УДК 2788/574.3

Бичелдей Т.К.

**ДИНАМИКА БИОХИМИЧЕСКОЙ ДЕСТРУКЦИИ
ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА
НА ПОЛИГОНАХ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ***

Аннотация. В статье приводится исследование биохимических процессов метаногенеза на двух полигонах твердых бытовых отходов, расположенных в Республике Татарстан и в Мытищинском районе Московской области. Выявлены закономерности протекания различных стадий биохимического разложения органической части отходов, способствующих образованию и выходу биогаза. Результаты проведенных исследований могут быть использованы для реализации проектов утилизации биогаза на рассматриваемых полигонах твердых бытовых отходов.

Ключевые слова: биогаз, метан, углекислый газ, метаногенез, твердые бытовые отходы, полигон ТБО, загрязнение атмосферы.

T. Bicheldey

THE DYNAMICS OF BIOCHEMICAL DESTRUCTION OF ORGANIC SUBSTANCE
AT THE SOLID WASTE LANDFILLS

Abstract. The paper is devoted to the investigation of biochemical processes of the methanogenesis in two municipal landfill sites, situated in the Republic of Tatarstan and in Mytishchi region of Moscow region. The dynamics of various phases of biochemical destruction of the organic compound in solid wastes contributing to generation and emission of biogas were found out. The results of carried out investigations can be used for the development of biogas utilization projects at the studied landfills.

Key words: biogas, methane, carbon dioxide, methanogenesis, solid waste, landfill, atmospheric pollution.

В настоящее время в России производство и накопление твердых бытовых отходов (ТБО) опережает возможности их переработки и захоронения на полигонах. По оценкам специалистов [4], ежегодно в нашей стране образуется 150 млн. м³ бытовых отходов, при этом площади отчуждаемых под полигоны и свалки земель составляют более 40 тыс. га. Помимо того, что под размещение отходов выделяются значительные территории, полигоны ТБО являются источником длительного негативного воздействия на окружающую среду, в частности на атмосферу в результате образования биогаза, содержащего парниковые газы и токсичные вещества. Это объясняется тем, что органические вещества, составляющие до 78 % твердых бытовых отходов [1], являются идеальной средой для протекания интенсивных биохимических процессов. В анаэробных условиях разви-

* © Бичелдей Т.К.

ваются метаногенные бактерии (*Methanobacterium*, *Methanobrevibacter*, *Methanosphaera*, *Methanothermus* и др.) [5], в процессе жизнедеятельности которых образуется биогаз.

Улавливание и утилизация биогаза с последующим его использованием для получения тепловой и электрической энергии [8, 9] является перспективным способом улучшения экологической обстановки на полигонах ТБО. Для создания эффективной системы сбора и утилизации биогаза необходимо провести предварительную оценку газового потенциала на объектах захоронения отходов и исследовать биохимические процессы его образования. Оценка биогазового потенциала позволит определить участки полигонов, наиболее перспективных для использования методики сбора и утилизации биогаза.

В качестве объектов исследования были выбраны два российских полигона ТБО, краткая информация о которых представлена на рис. 1.

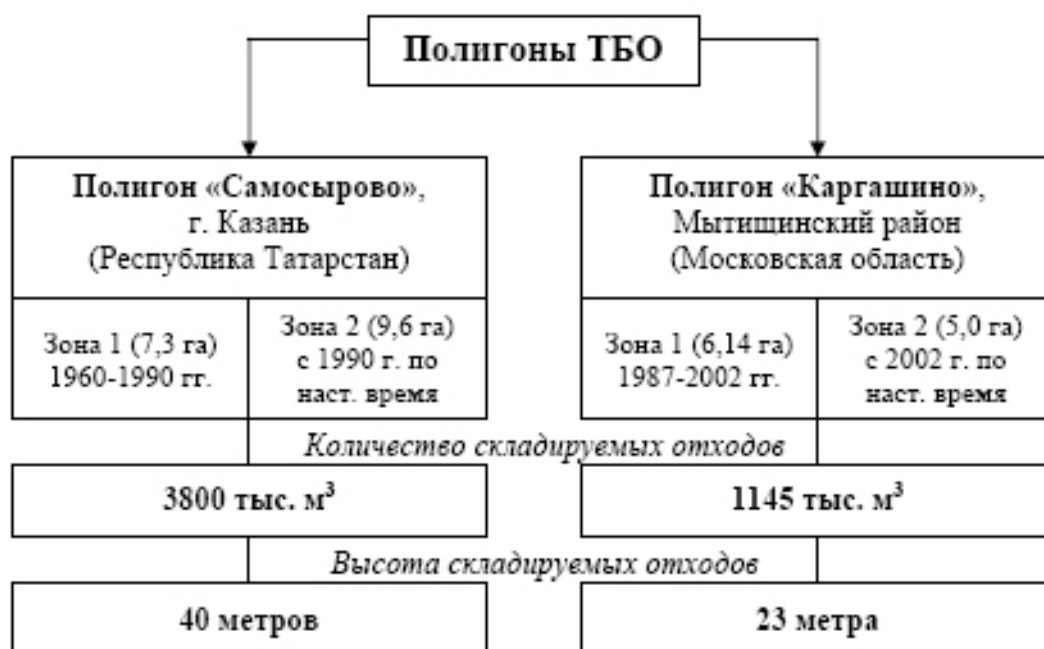


Рис. 1. Исследуемые полигоны твердых бытовых отходов

Полигон «Самосырово» является единственным официальным полигоном, обслуживающим г. Казань и оказывающим при этом значительную антропогенную нагрузку на окружающую среду. На полигоне «Каргашино» уже предпринималась попытка утилизации биогаза с получением электрической энергии.

Полевые замеры полигона «Самосырово» проводились весной, а «Каргашино» – осенью 2008 г. Газопродуктивность полигонов определялась на глубине 0,6-0,8 метра с помощью газоанализаторов (GA-94.A). Были измерены концентрации (C , г/м³) и скорости эмиссии компонентов биогаза (F , м³/час·м²). Скорость эмиссии выражает степень интенсивности поступления газа из свалочного грунта в измерительную камеру прибора объемом 0,07 м³ и площадью основания 0,2 м² до момента достижения равновесия газового потока (5-7 минут).

С целью определения влажности и органической составляющей отбирались по три пробы свалочного грунта объемом 100 см³ с глубины 1,5 м. Для выявления органического вещества, способного к биодеструкции, исследовался морфологический состав бытовых отходов. С этой целью отбирались четыре образца по 10 кг с каждого полигона, которые затем делились на органические (бумага, картон, пищевые отходы, дерево, текстиль, кости, кожа) и неорганические (черный, цветной металл, пластмасса, стекло, резина, камни,

штукатурка, отсев) фракции. Измерение концентрации компонентов и скорости эмиссии биогаза проводилось по квадратной сетке, а расстояние между точками отбора проб определялось в зависимости от площади объектов и поверхности складироваемых участков. На полигоне «Самосырово» было выбрано 25 точек (11 – в первой зоне и 14 – во второй) с шагом 60 м, на полигоне «Каргашино» – 65 точек (32 – на первом участке и 33 – на втором) с шагом 50 м.

Полевые исследования позволили выявить разный компонентный состав биогаза на полигонах: CH_4 , CO_2 , N_2 , CO , H_2 («Самосырово») и CH_4 , CO_2 , O_2 («Каргашино»). Для сравнительной характеристики концентраций газов на двух полигонах были выбраны метан и оксид углерода (IV).

С помощью пакета программы Surfer v. 9.8-2009 [7] построены кон-турные карты рассеяния полей концентраций метана и углекислого газа в приповерхностном слое отходов. Уровневые поверхности полигонов в трехмерном пространстве были выполнены по данным абсолютных отметок рельефа – 647 и 225 точек для полигонов «Самосырово» и «Каргашино», соответственно.

На рисунках 2 и 3 представлены изолинии полей концентрации газов и рельефы полигонов. Минимальные и максимальные отметки высот составили: на полигоне «Самосырово» – 195 м и 201 м, на полигоне «Каргашино» – 159 м и 172 м. Из рисунков видно, что концентрации метана и углекислого газа на периферийных и центральных участках полигонов распределены неравномерно.

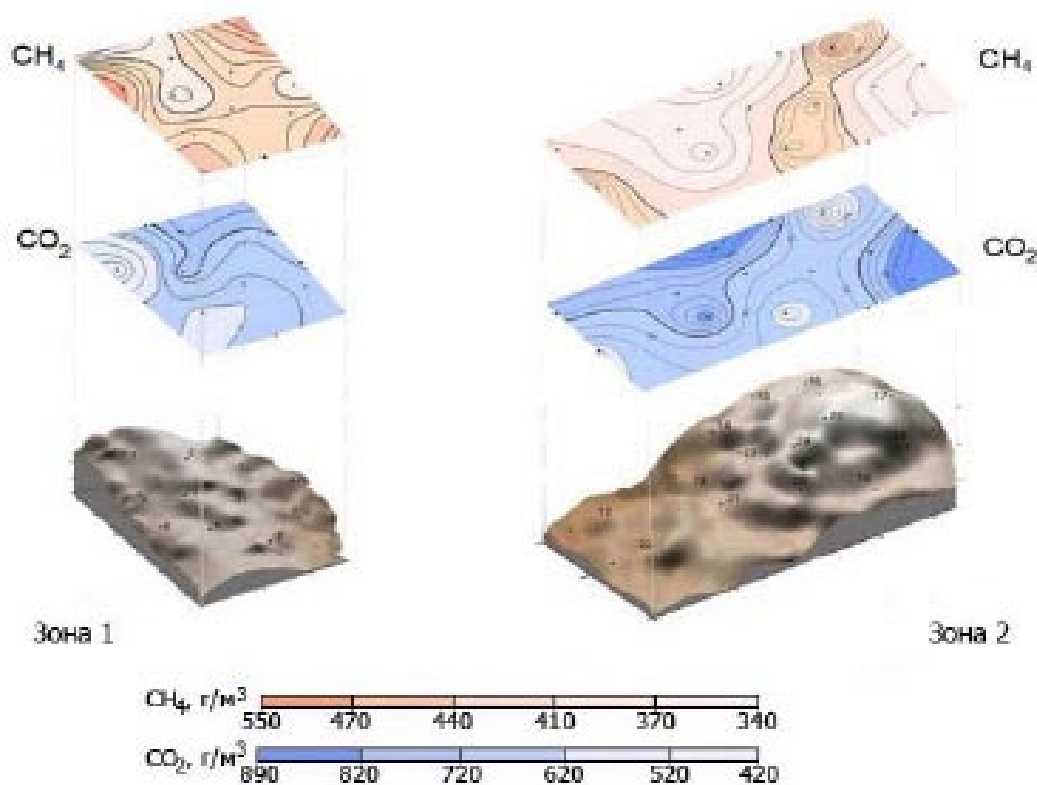


Рис. 2. Распределение компонентов биогаза на полигоне «Самосырово» (г. Казань)

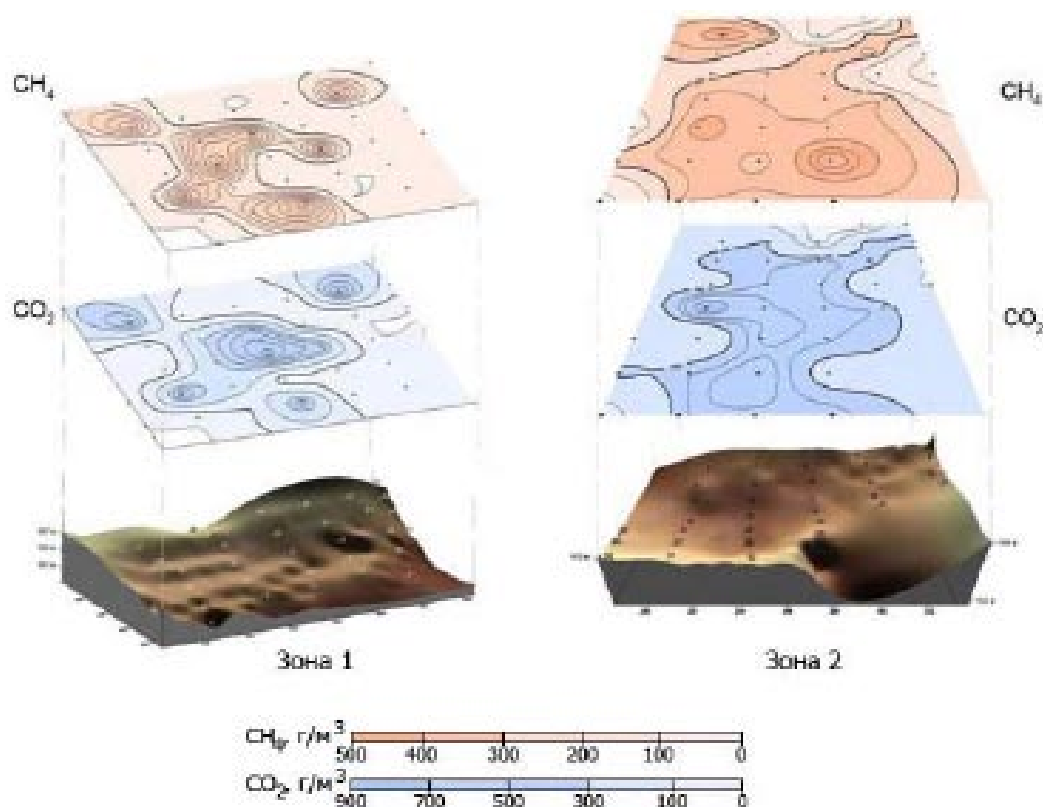


Рис. 3. Распределение компонентов биогаза на полигоне «Каргашино» (Мытищинский район)

Если на «Самосырово» (рис. 2) разгрузка метана наблюдается преимущественно на периферийных участках, то на полигоне «Каргашино» (рис. 3) интенсивный поток метана и углекислого газа наблюдается и на центральных, и на периферийных участках. Выявленная зональность свидетельствует о формировании на полигонах точечных очагов газовой разгрузки.

Статистический анализ характеристик газовых полей [2, 3] позволил дать первичную оценку процессов газообразования, протекающих в исследуемых полигонах, и установить газогеохимическую зональность свалочных тел.

На полигоне «Самосырово» отмечены высокие средние содержания CH_4 в первой зоне (433 г/м^3) по сравнению со второй (396 г/м^3). Средняя скорость эмиссии биогаза второй зоны ($0,084 \text{ м}^3/\text{час} \cdot \text{м}^2$) значительно выше первой ($0,001 \text{ м}^3/\text{час} \cdot \text{м}^2$). Кроме того, более высокое содержание CO_2 во второй зоне (752 г/м^3) по сравнению с первой (664 г/м^3) говорит о протекании анаэробных процессов в свалочной толще с постепенным переходом биохимических реакций в метановую фазу. На полигоне «Каргашино» разгрузка газового потока происходит в тех местах, где отсутствует качественное рекультивационное покрытие. Концентрации газов ($\text{CH}_4=335 \text{ г/м}^3$, $\text{CO}_2=726 \text{ г/м}^3$) и скорость эмиссии биогаза ($0,032 \text{ м}^3/\text{час} \cdot \text{м}^2$) во второй зоне выше, чем в первой ($\text{CH}_4=129 \text{ г/м}^3$, $\text{CO}_2=280 \text{ г/м}^3$; $0,012 \text{ м}^3/\text{час} \cdot \text{м}^2$).

Проведенный анализ распределения потоков газа позволил сделать следующие выводы.

1. Выделение метана происходит как в центральной части, так и на склонах, причем особенно интенсивно в тех местах, где отсутствует качественное рекультивационное покрытие.

2. На полигоне «Самосырово» максимальные концентрации метана отмечены как

на высоких (200 м), так и на низких (195 м) отметках, тогда как на полигоне «Каргашино» – только на низких (158-164 м).

3. Доля органической составляющей в твердых бытовых отходах на полигоне «Самосырово» составляет 71,4%, а на полигоне «Каргашино» – 72,7%, что ниже среднестатистических данных (79%) по полигонам ТБО умеренной климатической зоны России [6].

4. Особенно высокие значения скорости эмиссии метана и его концентрации на полигонах «Самосырово» и «Каргашино» наблюдаются в эксплуатируемых зонах.

Результаты проведенных исследований показывают, что при грамотном использовании полигонов ТБО в качестве возобновимых ресурсов биогаза антропогенного происхождения, параллельно решается проблема борьбы с загрязнением атмосферного воздуха от этих полигонов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Колосов А. Управление отходами // Коммунальный комплекс России. 2008. № 6 (48). С. 88-90.
2. Латушкина Е.Н. Основные положения математико-статистической методики оценки абиотической составляющей экосистемы по показателям содержания химических элементов (веществ) // Научные труды МПГУ. Серия: естественные науки. М.: Прометей, 2002. С. 147-150.
3. Латушкина Е.Н. Кластерный анализ как метод геоэкологических исследований // Научные труды МПГУ. Серия: естественные науки. М.: Прометей, 2003. С. 451-454.
4. Мирный А.Н., Абрамов Н.Ф., Никогосов Х.Н. и др. Санитарная очистка и уборка населенных мест. Справочник. М.: Изд-во АКХ им. К.Д. Памфилова, 2005. С. 83.
5. Саловарова В.П., Козлов Ю.П. Эколого-биотехнологические основы конверсии растительных субстратов. М.: Изд-во РУДН, 2001. 331 с.
6. Систер В.Г., Мирный А.Н. Современные технологии обезвреживания и утилизации твердых бытовых отходов. М.: Академия коммунального хозяйства, 2003. С. 9.
7. Golden Software Surfer 9.8.669 для Windows 98, XP. Серийный номер: CO 80401-1866 USA.
8. Jaramillo P., Matthews H.S. Landfill-Gas-to-Energy projects: Analysis of Net Private and Social Benefits // Environmental Science and Technology. Vol. 10. № 40. 2005. P. 8.1-8.9.
9. Landfill Methane Outreach Program, U.S. Environmental Protection Agency, Government Printing Office: Washington, DC, 1994. 36 p.

НАШИ АВТОРЫ

Агаев Тахир Довлет оглы – кандидат географических наук, доцент, заведующий кафедрой общей географии Сумгаитского Государственного Университета, тел. 99450 + 4125889

Агаева Нигар Агагусейн гызы – кандидат биологических наук, доцент кафедры микробиологии и иммунологии Азербайджанского Медицинского Университета, e-mail: azmbi@mail.ru

Азизов ибрагим вагаб оглы – доктор биологических наук, заведующий лабораторией Института ботаники Национальной академии наук Азербайджана (НАНА), член-корреспондент НАНА, e-mail: i.azizov@rambler.ru

Алиева Шафа Теюб кызы – диссертант Национального аэрокосмического агентства Министерства оборонной промышленности, e-mail: nasa@mdi.gov.az

Аллахвердиев Мирза Алекпер оглу – профессор кафедры органической химии Бакинского государственного университета, e-mail: mirze_a@mail.ru

Андреев Ярослав Алексеевич – кандидат биологических наук, младший научный сотрудник Института биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова, e-mail: ay@land.ru

Андрейченко Ирина Николаевна – аспирант кафедры биологии и экологии иноземных позвоночных Московского государственного областного университета, e-mail: Nikolavna.88@mail.ru

Бабаев Меджнун Шихбаба оглы – доктор биологических наук, профессор, проректор Бакинского государственного университета по заочной части и по второму образованию, e-mail: maynun_shikbaba@mail.ru

Базаев Николай Александрович – аспирант кафедры биомедицинских систем Московского государственного института электронной техники (технического университета), e-mail: simple210@yandex.ru

Бахшалиева Натаван Зохраб гызы – старший лаборант и диссертант кафедры генетики и дарвинизма Бакинского государственного университета, e-mail: natavanscience@mail.ru

Белов Анатолий Алексеевич – аспирант кафедры ботаники и основ сельского хозяйства, научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории экологической биохимии Московского государственного областного университета, e-mail: prion@list.ru

Бичелдей Тайраа Каадыр-ооловна – магистр экологии и природопользования экологического факультета кафедры управления эколого-экономическими системами Российского университета дружбы народов (г. Москва), e-mail: tayraa@list.ru

Ганина Тамара Дмитриевна – аспирант кафедры геологии и геоэкологии Московского государственного областного университета, e-mail: tamaraganina@rambler.ru

Гасимова Габиба Сулейман кызы – доктор биологических наук, профессор, консультант кафедры микробиологии Бакинского Государственного Университета, e-mail: azmbi@mail.ru

Гасымов Шакир Наби оглы – кандидат биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник Центрального ботанического сада Национальной академии наук Азербайджана, e-mail: gshakir@mail.ru

Гахраманова Фарида Хосров кызы – кандидат биологических наук, ученый секретарь Института микробиологии национальной академии наук Азербайджана, e-mail: feridegh@mail.ru

Глушко Анатолий Яковлевич – кандидат экономических наук, доцент кафедры эко-

номики и управления Невинномысского государственного гуманитарно-технического института, e-mail: AGlyshko@yandex.ru

Гордеев Михаил Иванович – доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой биологии и экологии животных Московского государственного областного университета, e-mail: gordeev_mikhail@mail.ru

Джабраилзаде Сабия Меликмамед кызы – кандидат биологических наук, старший преподаватель биологического факультета Азербайджанского государственного педагогического университета, e-mail: azmbi@mail.ru

Джафарова Эльнара Эльдар кызы – младший научный сотрудник Азербайджанского научно-исследовательского Института рыбного хозяйства при Министерстве экологии и природных ресурсов, e-mail: elqid@mail.ru

Дубцов Александр Владимирович – кандидат физико-математических наук, научный сотрудник лаборатории молекулярной акустики Московского государственного университета приборостроения и информатики, e-mail: alexdubtsov@mail.ru

Зейналлы Конул Сабир кызы – аспирант биологического факультета Бакинского Государственного Университета, e-mail: azmbi@mail.ru

Ивановский Александр Александрович – аспирант, кафедры гидробиологии, Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, e-mail: al_ivanovsky@mail.ru

Карабачинский Александр Леонидович – старший преподаватель кафедры биомедицинских медицинских приборов и компьютерных технологий Московского государственного университета приборостроения и информатики, e-mail: infavorem@mail.ru

Касумова Светлана Юсиф кызы – кандидат биологических наук, заведующая лабораторией Института микробиологии Национальной академии наук Азербайджана, e-mail: azmbi@mail.ru

Козлов Сергей Александрович – кандидат химических наук, старший научный сотрудник лаборатории нейрорецепторов и нейрорегуляторов Института биоорганической химии им. М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова Российской академии наук, e-mail: serg@ibch.ru

Коничев Александр Сергеевич – доктор биологических наук, профессор, директор Естественно-экологического института Московского государственного областного университета, e-mail: konichev@mail.ru

Коростелёв Александр Иванович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Брянского филиала Московского психолого-социального института, e-mail: semja@online.debryansk.ru

Лукьянова Татьяна Семеновна – доктор географических наук, профессор кафедры геологии и геоэкологии Московского государственного областного университета, e-mail www.shour_249@pochta.ru

Медведев Илья Николаевич – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой адаптивной физической культуры и спорта Института социального образования Курского филиала Российского государственного социального университета, e-mail: zsyu@046.ru

Медведева Ирина Валентиновна – соискатель кафедры ботаники Московского государственного областного университета, e-mail: snisarenko_t@rambler.ru

Москаев Антон Вячеславович – аспирант кафедры биологии и экологии животных Московского государственного областного университета, e-mail: anton-moskaev@yandex.ru

Мурадов Панах Зулфигар оглы – доктор биологических наук, член-корреспондент Национальной академии наук Азербайджана, заместитель директора Института микробиологии Национальной академии наук Азербайджана, e-mail: mpanah@mail.ru

Осмаков Дмитрий Игоревич – аспирант лаборатории нейрорецепторов и нейро-

регуляторов Института биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова Российской академии наук, e-mail: odi.87@mail.ru

Перевозкин Валерий Петрович – кандидат биологических наук, доцент Томского государственного педагогического университета, e-mail: pvptomsk@rambler.ru

Полоусова Евгения Петровна – учебный мастер Московского автомеханического института Московского государственного технического университета, e-mail: esomami@mail.ru

Попов Алексей Петрович – кандидат биологических наук, заведующий научно-исследовательской лабораторией экологической биохимии Московского государственного областного университета, e-mail: alexpopoff@rambler.ru

Разумов Виктор Владимирович – доктор географических наук, профессор кафедры теории и методики физического воспитания и безопасности жизнедеятельности Невинномысского государственного гуманитарно-технического института, e-mail: AGlyshko@yandex.ru

Рзаева Ирада Али кызы – ведущий сотрудник Института химии присадок им. ак. А.Кулиева Национальной академии наук Азербайджана, тел.: +994125627919

Романов Алексей Анатольевич – кандидат биологических наук, заместитель директора по науке Государственный природного заповедника «Путоранский», г.Норильск, e-mail: putorana05@mail.ru

Савченко Александр Петрович – кандидат педагогических наук, доцент кафедры истории, теории и методики социальной работы Института социального образования Курского филиала Российского государственного социального университета, e-mail: zsyu@046.ru

Семеренко Денис Алексеевич – аспирант лаборатории молекулярной акустики Московского государственного университета приборостроения и информатики, e-mail: infavorem@mail.ru

Снисаренко Татьяна Александровна – доктор, профессор кафедры ботаники Московского государственного областного университета snisarenko_t@rambler.ru

Степанов Геннадий Владимирович – начальник сектора Государственного научно-исследовательского института химии и технологии элементоорганических соединений, e-mail: gstepanov@mail.ru

Фарзалиев Вагиф Меджид оглу – доктор химических наук, профессор, академик, директор Института химии присадок им. ак. А. Кулиева Национальной академии наук Азербайджана, e-mail: aki@lan.ab.az

Фирсова Наталья Викторовна – кандидат биологических наук, научный сотрудник Института биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН, e-mail: Nikolavna.88@mail.ru

Ханышева Маяханым Али кызы – аспирант Института ботаники Национальной академии наук Азербайджана (НАНА), e-mail: i.azizov@rambler.ru

Цветков Илья Леонидович – доктор биологических наук, старший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории экологической биохимии Московского государственного областного университета, e-mail: i_tsvetkoff@mail.ru

Черемкина Елена Аркадьевна – начальник отдела экологии ОАО «Инженерный центр ЕЭС» – Филиал «Институт Теплоэлектропроект», e-mail: elena-cheremikina@yandex.ru

Шмелев Евгений Александрович – аспирант 4 года обучения, учитель географии школы № 2 г. Шатура Московской области, e-mail: www.shour_249@pochta.ru

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О «ВЕСТНИКЕ МГОУ»

Научный журнал «Вестник Московского государственного областного университета» основан в 1998 году.

Многосерийное издание университета «Вестник МГОУ» включено в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук в соответствии с решением Президиума ВАК России 06.07.2007г. (см. Список на сайте ВАК, редакция 2010 г.).

В настоящее время публикуется 10 серий «Вестника МГОУ», все – в рекомендательном списке ВАК (см.: [прикрепленный файл](#) на сайте www.mgou.ru).

Для публикации статей в сериях «Вестник МГОУ» необходимо по электронному адресу vest_mgou@mail.ru прислать текст статьи (в формате Microsoft Word, шрифт Times New Roman, кегль 14, поля 2,5 см со всех сторон, интервал полуторный) вместе со следующей информацией:

а) авторская анкета (отдельный файл):

- ❖ фамилия, имя, отчество (полностью);
- ❖ ученые степень и звание, должность и место работы/учебы или соискательства (полное название в именительном падеже, а не аббревиатура);
- ❖ адрес (с указанием почтового индекса);
- ❖ номера контактных телефонов;
- ❖ адрес электронной почты, личный или служебный (обязателен с 25.06.09);
- ❖ желаемый месяц публикации.

б) фамилия, имя на английском языке;

в) название статьи на русском и английском языках;

б) аннотация на русском и английском языках (желательно не менее 500 знаков с пробелами). На английском под заголовком **Abstract**;

в) ключевые слова на русском и английском языках (примерно 5-7 слов) под заголовком **Key words**;

г) список использованной литературы под заголовком **ЛИТЕРАТУРА**, оформленный по ГОСТу с указанием авторов всех использованных работ, в т. ч. художественных произведений; при ссылке на их работы и цитировании указываются фамилия авторов (или составителей), год издания, страницы.

Образец оформления статьи

УДК 361.1:8

Иванов И.И.

ВОСТОК И ВОСТОЧНЫЕ РЕАЛИИ В ТВОРЧЕСТВЕ С. МОЭМА И ИХ ОТРАЖЕНИЕ В
РУССКИХ ПЕРЕВОДАХ

Аннотация.....

Ключевые слова:.....

Текст статьи

ЛИТЕРАТУРА:

.....

I. Ivanov

THE EAST AND EASTERN REALITIES IN W.S. MAUGHAM'S WORKS AND THEIR REFLECTION
IN RUSSIAN TRANSLATIONS

Abstract.....

Key words:.....

Внутритекстовые примечания (библиографические ссылки) приводятся в квадратных скобках. Например: [Александров А.Ф. 1993, 15] или [1, 15]. В первом случае в скобках приводятся фамилии и инициалы авторов использованных работ и год издания, во втором случае делается ссылка на порядковый номер использованной работы в приставленном списке литературы. После запятой приводится номер страницы (страниц). Если ссылка включает несколько использованных работ, то внутри квадратных скобок они разделяются точкой с запятой. Затекустовые развернутые примечания и ссылки на архивы, коллекции, частные собрания помещают после основного текста статьи и перед списком литературы.

Обращаем особое внимание на *точность библиографического оформления* статей. Обращаем также внимание на *выверенность статей* в компьютерных наборах и *полное соответствие* файла в электронном и бумажном варианте!

Форматирование текста:

- **запрещены** переносы в словах
- **допускается** выделение слов полужирным шрифтом, подчеркивания и использования маркированных и нумерованных (первого уровня) списков;
- наличие рисунков, формул и таблиц допускается только в тех случаях, если описать процесс в текстовой форме невозможно. В этом случае каждый объект не должен превышать указанные размеры страницы, а шрифт в нем – не менее 12 пунктов. Возможно использование только вертикальных таблиц и рисунков. Запрещены рисунки, имеющие залитые цветом области, все объекты должны быть черно-белыми без оттенков. Все формулы должны быть созданы с использованием компонента Microsoft Equation или в виде четких картинок.

Требования к отзывам и рецензиям

К предлагаемым для публикации в «Вестнике МГОУ» статьям прилагается отзыв научного руководителя (консультанта) и рекомендация кафедры, где выполнена работа. Отзыв заверяется в организации, в которой работает рецензент. Кроме того, издательство проводит еще и независимое рецензирование.

В рецензии (отзыве) обязательно раскрывается и конкретизируется исследовательская новизна, научная логика и фундированность наблюдений, оценок, выводов; отмечается научная и практическая значимость статьи. Замечания и предложения рецензента при общей положительной оценке статьи и рекомендации к печати не являются препятствием для ее публикации после доработки.

Редакционная коллегия оставляет за собой право на редактирование статей. Статьи, не соответствующие указанным требованиям, решением редакционной коллегии серии не публикуются. Авторы получают рецензии с мотивированным отказом в публикации. Автор несет ответственность за точность воспроизведения имен, цитат, формул, цифр. Просим авторов тщательно сверять приводимые данные.

Все статьи проходят проверку в системе «Антиплагиат».

Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается. Статьи аспирантов МГОУ печатаются в первую очередь, статьи аспирантов других вузов – по мере возможности, определяемой в каждом конкретном случае ответственным редактором. Оплата статей сторонних авторов (не аспирантов) после принятия статьи ответственным редактором предметной серии должна покрыть расходы на ее публикацию.

После принятия статьи к публикации все авторы оформляют подписку на журнал в любом почтовом отделении через каталог Агентства «Роспечать».

Подписные индексы на серии «Вестника МГОУ» в каталоге «Газеты и журналы», 2010, Агентство «Роспечать».

Серии: «История и политические науки» - 36765; «Экономика» - 36752; «Юриспруденция» - 36756; «Философские науки» - 36759; «Естественные науки» - 36763; «Русская филология» - 36761; «Лингвистика» - 36757; «Физика-математика» - 36766; «Психологические науки» - 36764; «Педагогика» - 36758.

В «Вестнике МГОУ» публикуются статьи не только работников МГОУ, но и других научных и образовательных учреждений России и зарубежных стран. **Журнал готов предоставить место на своих страницах и для Ваших материалов!!!**

Ответственный редактор серии «Естественные науки» – доктор биологических наук, профессор Снисаренко Татьяна Александровна

По финансовым и организационным вопросам публикации статей обращаться в Объединенную редакцию “Вестника МГОУ”: vest_mgou@mail.ru, тел. (499) 261-43-41, (495) 723-56-31 (Ефремова Елена Сергеевна, Потапова Ирина Александровна)

Наш адрес: г. Москва, ул. Радио, д.10 а, комн.98

График работы: с 10 до 17 часов, в пятницу - до 16 часов, перерыв с 13 до 14 часов.

Начальник отдела по изданию «Вестника МГОУ» профессор Волобуев Олег Владимирович.

Более подробную информацию можно получить на сайте **www.mgou.ru**

ВЕСТНИК
Московского государственного
областного университета

Серия
«Естественные науки»

№ 3

Подписано в печать: 05.08.2010.

Формат бумаги 60х86 /₈. Бумага офсетная.
Гарнитура «Times New Roman». Уч.-изд. л. 7,5.
Усл. п. л. 9,25. Тираж 115 экз. Заказ № 288

Издательство МГОУ
105005, г. Москва, ул. Радио, д. 10а.

Bulletin
of Moscow State Regional University

SERIES
«NATURAL SCIENCES»

№ 3

Moscow
MSRU Press
2010

Bulletin of Moscow State Regional University

The journal was founded in 1998

Editorial council:

Pasechnik V.V., Chairman, Rector, Doctor of Pedagogics, Professor
Dembitsky S.G., Deputy Chairman, Doctor of Economics, Professor
Konichev A.S., Doctor of Chemistry, Professor
Lekant P.A., Doctor of Philology, Professor
Makeev S.V., Doctor of Philosophy, Associate Professor
Pus'ko V.S., Doctor of Philosophy, Professor
Traytak S.D., Candidate of Physics and Mathematics, Associate Professor

Editorial Board. Series «Natural Sciences»:

Snisarenko T.A., Doctor of Biology, Professor (editor-in-chief)
Matveev N.P., Candidate of Geography, Professor (deputy editor)
Vasilyev N.V., Doctor of Chemistry, Professor
Areshidze D.A., Candidate of Biology (executive secretary)
Muradov Panah Zulfigar ogly – Doctor of Biology, corresponding member HAH of Azerbaijan,
the deputy director of Institute of Microbiology HAH of Azerbaijan
Hans Bigert, Honourable Doctor of MSRU (Germany)

Bulletin of Moscow State Regional University. Series «NATURAL SCIENCES ». – № 3.
– M.: MSRU Press, 2010. – 154 p.

The bulletin of Moscow State Regional University (all its series) is the reviewed and subscribed edition designed for the publication of lecturer staff's scientific articles, and also candidates for a doctor's degree, post-graduate students and applicants for a scientific degree. On MSRU web-site the information on the status of all series «Bulletin of Moscow State Regional University» and requirements to the publications for authors are periodically updated with making necessary changes.

In the Series «Natural Sciences», №3, 2010 articles on physics, chemistry, ecology, biology, geocology and geography, representing both scientific, and applied interest, are published. The edition is reviewed by VINITI (ВИНИТИ).

© MSRU, 2010

© MSRU Press, 2010