

Вестник



МОСКОВСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
ОБЛАСТНОГО
УНИВЕРСИТЕТА

Серия **Е**СТЕСТВЕННЫЕ
НАУКИ



№1 / 2012

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ I. БИОЛОГИЯ

<i>Абдуллаева Н.В., Гусейнова Л.А.</i> К вопросу смешанных инфекций вирусно-бактериального характера у недоношенных детей	5
<i>Абдуллаева Н.Ф., Гюльяхмедов С.Г., Кулиев А.А.</i> Изучение влияния pH-среды на синтез бактериоцино-подобного ингибирующего вещества и динамику роста штамма <i>Lb. paracasei</i> spp. <i>Paracasei</i> BN ATS 5w	10
<i>Абдыев В.Б., Касумов Н.А.</i> Влияние фтористого натрия на окисление глюкозо-6-фосфата в растениях при засолении	14
<i>Асеф М.Р., Мурадов П.З., Садыгов А.С.</i> Коллибиоидные грибы (agaricales, tricholomataceae) Иранской части Кавказа.....	18
<i>Асланова-Мирзоева Ф.О., Ганбаров Х.Т.</i> Влияние источников азота на рост дрожжевых грибов, выделенных из спонтанных простокваш.....	22
<i>Гасеми М.Б., Атакишиева Я.Ю.</i> Биосинтез липидов у двух нефтедеградирующих грибов – <i>Cephalosporium humicola</i> and <i>Mucor clobosus</i>	26
<i>Джатдоева Д.Т.</i> Географический анализ флоры лекарственных растений Карачаево-Черкесии	33
<i>Иванов А.Л., Ковалёва О.А.</i> Систематический анализ флоры петрофитов российского Кавказа	37
<i>Кособокова С.Р.</i> Консортивный анализ некоторых свободноплавающих на поверхности воды гидрофитов водоёмов дельты Волги	44
<i>Мелик-Гусейнов В.В., Тхамокова Ф.К.</i> Идентификация фенольных соединений в подземных органах лапчатки белой, интродуцированной на Северном Кавказе.....	49
<i>Немирова Е.С., Мартынов Н.В.</i> О семенной продуктивности некоторых видов астрагалов в условиях Смоленской области.....	53
<i>Садыхова Ф.А., Гулиева Г.А., Агабекова Р.А.</i> Индикация вирусной и бактериальной биоты из сточных вод, проб почвы и ила очистных сооружений Азербайджана	58
<i>Сероглазова Н.Г., Бакташева Н.М.</i> Индикация чистоты окружающей среды по состоянию пыльцы растений, произрастающих в дельте р. Волги.....	65
<i>Реза Талаеи.</i> Определение и оценка индекса опасности оползня в области Хашджин (С.-З. Ирана).69	69

РАЗДЕЛ II. ХИМИЯ

<i>Стовбун С.В., Скоблин А.А., Занин А.М., Рыбин Ю.М., Агеев И.М., Твердислов В.А.</i> Каплеобразные объекты, окруженные мембраной, концентрирующие вещество среды и коммунитирующие посредством струн, в гомохиральных растворах	75
<i>Казакова Т.А.</i> Взаимодействие борной кислоты с полиолами	82
<i>Стовбун С.В., Занин А.М., Скоблин А.А., Булыгин Ф.В., Федоренко В.С., Ляковский В.Л.</i> Экспериментальное исследование структуры хиральных, рацемических и гомохиральных растворов трифторацетилованных аминокислот методом динамического рассеяния света.....	87
<i>Ульбаев Т.С., Базаева М.Г.</i> Природный источник пожаров на болоте.....	94

РАЗДЕЛ III. ГЕОГРАФИЯ

<i>Голубкина Н.А., Капитальчук И.П., Капитальчук М.В.</i> Селен в почвах на разных высотных уровнях рельефа Днестровско-Прутского междуречья.....	98
<i>Ларькова М.С., Хлебосолова О.А.</i> Этапы освоения бассейна реки паз во взаимосвязи с типами природопользования (от древних времен до начала XX века).....	102
НАШИ АВТОРЫ	109

CONTENTS

SECTION I. BIOLOGY

<i>N. Abdullayeva, L. Huseynova.</i> On the problem of mixed viral-bacterial infections in premature infants.....	5
<i>N. Abdullayeva, S. Gulahmadov, A. Kuliyeu.</i> Study of influence of the pH medium on synthesis of bacteriocin-like inhibitory substances and growth dynamics of strain Lb. Paracasei spp. Paracasei BN ATS 5w	10
<i>V. Abdiev, N. Kasumov.</i> Influence of fluoric sodium on glucose-6-phosphateoxidation in plants under salt stress	14
<i>M. Asef, P. Muradov, A. Sadiqov.</i> Collybioid fungi (agaricales, tricholomataceae) in Iranian parts of the Caucasus	18
<i>F. Aslanova-Mirzoeva, Kh. Ganbarov.</i> Influence of nitrogen sources on growth of yeast fungi isolated from spontaneously fermented sour-milk products.....	22
<i>M. Qasemi, Y. Atakishiyeva.</i> Biosynthesis of lipids in two oil-degrading fungi – <i>Cephalosporium humicola</i> and <i>Mucor clobosus</i>	26
<i>D. Jatdoeva.</i> Geographical analysis of flora of medicalplants of Karachay-Cherkessia	33
<i>A. Ivanov, O. Kovaleva.</i> Systematic analysis of petrophyte flora of the Russian Caucasus	37
<i>S. Kosobokova.</i> Consortive analysis of some hydrophytes free floatingon the surface of water basins of the Volga delta	44
<i>V. Melik-Gusseinov, F. Tkhamokova.</i> Identification of the phenol compounds in the roots of <i>Potentilla alba</i> L. introduced to the North Caucasus	49
<i>E. Nemirova, N. Martynov.</i> On seed productivity of some species of astragalus in Smolensk region	53
<i>F. Sadikhova, G. Guliyeva, R. Aghabeyli.</i> Indication of the viruses and bacterial flora from sewage, soil, silt of the purifying station of Azerbaijan	58
<i>N. Seroglazova, N. Baktasheva.</i> Indication of the purity of the environment by the pollen of the plants growing in the Volga delta.....	65
<i>Reza Talaei.</i> Determination and assessment of landslide hazard index in the Hashtjin area (northwestern region of Iran).....	69

SECTION II. CHEMISTRY

<i>S. Stovbun, A. Skoblin, A. Zanin, J. Rybin, I. Ageev, V. Tverdislov.</i> Drop-shaped objects surrounded by a membrane concentrating substances of the media and commuting via strings in homochiral solutions	75
<i>T. Kazakova.</i> Interaction of boric acid with polyalcohols	82
<i>S. Stovbun, A. Zanin, A. Skoblin, F. Bulygin, V. Fedorenko, V. Lyaskovskiy.</i> Experimental investigation of the structure of achiral, racemic and homochiral solutions of trifluoro-acetilated aminoalcohol by dynamic light scattering	87
<i>T. Ul'baev, M. Bazayeva.</i> Natural source of fires in the swamp.....	94

SECTION III. GEOGRAPHY

<i>N. Golubkina, I. Kapitalchuk, M. Kapitalchuk.</i> Selenium in soils at different altitudes of the terrain between the rivers Dniester and Prut	98
<i>M. Larkova, O. Khlebosolova.</i> Stages of development of the Paz river basin inconnection with types of environmental management (from ancient times until the early XX century)	102
OUR AUTHORS.....	109

РАЗДЕЛ I. БИОЛОГИЯ

УДК.579.2

Абдуллаева Н.В.*, Гусейнова Л.А.**

**Азербайджанская Республиканская противочумная станция
им. С. Имамалиева (г. Баку)*

***Бакинский государственный университет (Азербайджан)*

К ВОПРОСУ СМЕШАННЫХ ИНФЕКЦИЙ ВИРУСНО- БАКТЕРИАЛЬНОГО ХАРАКТЕРА У НЕДОНОШЕННЫХ ДЕТЕЙ

N. Abdullayeva*, L. Huseynova**

**S. Imamaliyev Republican Antiplague Station
of the Ministry of Health of Azerbaijan, Baku*

***Baku State University, Azerbaijan*

ON THE PROBLEM OF MIXED VIRAL-BACTERIAL INFECTIONS IN PREMATURE INFANTS

Аннотация. С целью выявления и изучения особенностей течения микст-инфекций и влияния их на тяжесть и течение инфекционной патологии детского контингента представлялось целесообразным проведение комплексных – вирусологических и бактериологических исследований. Анализ результатов бактериологических исследований выявил ведущую роль бактерий рода стафилококков. В ходе исследований было выявлено стабильное и длительное изменение нормальной микрофлоры на фоне ОРВИ в направлении дисбактериоза. В ходе бактериологического, вирусологического иммунологического исследования было установлено нарушение у больных детей и их матерей-родильниц. Было выявлено изменение в адаптивном звене и активация гуморального звена. Установлена важность и необходимость иммунокоррекции.

Ключевые слова: микст инфекция, вирус, бактерия, адаптивное звено, иммунокоррекция.

Abstract. To reveal and study the peculiarities of mixed infections and their effect on the severity and clinical course of infectious pathology in children, we found it reasonable to perform complex – virological and bacteriological – research. Analysis of the results of biological investigations showed that the Staphylococcus bacteria play the leading role in mixed viral-bacterial infections. The research revealed a stable and long-term change in the normal microflora balance, which leads to dysbiosis in the course of infant respiratory distress syndrome (IRDS) with staphylococcus infection. Microbiological, virological and immunological investigations made it possible to establish immune deficiency in babies and puerperae. We found changes in the adaptive immune response and activity of humoral immune system, which makes immunocorrection therapy necessary and important.

Key words: mixed infection, virus, bacteria, adaptive immune response, immunocorrection.

В настоящее время в патологии новорожденных, в том числе недоношенных детей, все большее значение приобретают ассоциации микроорганизмов как этиологический фактор. По данным многих авторов, сочетание вирусно-бактериальных инфекций, в частности пневмонии, встречается чаще и протекает значительно тяжелее, чем вирусные или бактериаль-

ные в отдельности [8]. При этом стафилококк является основным, хотя и не единственным компонентом, обуславливающим летальный исход гриппозной инфекции в период вспышки или эпидемии. Ряд исследований показал высокую распространенность среди новорожденных с осложненным течением раннего неонатального периода гриппозной (41,1%), РС-вирусной (14,4 %), парагриппозной (11,2%) инфекций [5]. С целью выявления и изучения особенностей течения микстинфекций и влияния их на тяжесть и течение инфекционной патологии детского контингента представлялось целесообразным проведение комплексных – вирусологических и бактериологических исследований материала от больных детей. Учитывая, что в основе специфики проявления той или иной патологии лежит состояние иммунного статуса организма представлялось необходимым изучение иммунных сдвигов как клеточного, так и гуморального звеньев при смешанных инфекциях. В связи с изложенным нами совместно с клиницистами НИИ педиатрии им. К. Фараджевой (отделение для недоношенных детей) была проведена комплексная работа по изучению специфики заболеваний у недоношенных детей вирусно-бактериального характера с исследованием иммунного статуса новорожденных и матерей-родильниц.

Материалы и методы исследований

Клинические наблюдения с вирусологическими и бактериологическими исследованиями проводились на 156-ти недоношенных детях, поступивших в НИИ педиатрии из различных родильных домов г. Баку на первой неделе жизни в тяжелом состоянии. Из анамнеза было выявлено, что матери этих детей во время беременности или непосредственно перед родами перенесли острые респираторные заболевания (ОРЗ). Диагноз внутриутробной респираторной вирусной инфекции ставился на основании данных анамнеза, клинических проявлений заболевания и положительных результатов лабораторных исследований. Лабораторные исследования включали серо-

логические исследования парных сывороток от больных в реакции торможения гемагглютинации [1], экспресс-диагностику гриппа и других ОРВИ методом флуоресцирующих антител (МФА – прямой метод Кунса) [1, 9], а также общепринятые бактериологические методы исследования [6].

Иммунологические исследования проводили с использованием набора моноклональных антител (ООО «Сорбент»Россия), в т. ч. определение Т-лимфоцитов (СД3+), Т-хелперов (сд4+), цитотоксических супрессоров (СД8+), В-лимфоцитов (СД19+), натуральных киллеров (NK, СД16/56) – методом иммунофлуоресценции; определение уровней иммуноглобулинов классов ЭgG , ЭgA , ЭgM – методом радиальной иммунодиффузии по Манчини [10]; ЦИК (циркулирующие иммунные комплексы) определялись методом преципитации с ПЭГ-6000 – спектрофотометрией при длине волны 450нм [2]. Вычислялся гематологический индекс Кребса (ИК) – отношением суммы процентного содержания нейтрофилов к лимфоцитам [3]. Фагоцитарную активность нейтрофилов определяли по модифицированной методике [4]. Контрольную группу составили 10 условно здоровых женщин и 10 условно здоровых новорожденных детей.

Результаты исследования

При исследовании больных детей осложнения клинической картины наслоением бактериальной флоры выявлялись, в основном, при гриппе А/Н1N1 и А/Н3N2/ в 62% случаях. При гриппе В было отмечено наименьшее число бактериальных осложнений – в 48% случаях. Бронхопневмонии, развившиеся на фоне ОРВИ у 64% детей, носили очаговый характер, у 14% – сегментарный. При гриппе А и парагриппе бронхопневмония развивалась в первые дни заболевания и с бурным течением. У больных с неблагоприятным преморбидным фоном заболевание принимало затяжной характер. Аденовирусная и гриппозная инфекции, этиологически связанные с вирусом гриппа В, осложнялись бронхопневмонией в более поздние сроки. Заболевание

принимало затяжное течение и с обструктивным синдромом.

Анализ результатов бактериологических исследований выявил ведущую роль бактерий рода стафилококков в спектре бактериального наслоения – в 48% случаях ОРВИ сочетались со стафилококковой инфекцией. Сочетание ОРВИ со стафилококковой инфекцией (особенно с *St.aureus*) в этиологии заболевания характеризовалось длительной лихорадкой, волнообразным характером клинического течения и длительным субфебрилитетом. Вместе с тем в 36% случаях одним из основных возбудителей бактериальных пневмоний являлись микроорганизмы из рода стрептококков, в частности *S.pneumonia*. Наряду с отмеченным, при бактериологическом обследовании детей выявлялся следующий спектр патогенов: *St.aureus*, *St.epidermidis*, *Str.pyogenes*, *Kl.pneumonia*, *E.coli*, *C.albicans*, *Ps.aeruginosa*, в целом составляющий 83,8% инфицированности от общего числа обследованных детей. Спектр бактериальной флоры у матерей-родильниц включал ряд возбудителей в различных сочетаниях (*St.aureus*, *St.epidermidis*, *Str.pneumonia*), в целом составляющий 92,8 % инфицированности от общего числа обследованных матерей. Микст-инфекция (бактериально-бактериальная) составила 33,8%; микст-инфекция (вирусно-бактериальная) составила 14,1% случаев. Представляет интерес возросший удельный вес условно-патогенных грамотрицательных микроорганизмов в инфекционной патологии человека. В наших исследованиях в 16% случаев было выявлено наслоение на вирусную инфекцию синегнойной палочки *Ps.aeruginosa*, обладающей, как известно, высокой природной устойчивостью к антибиотикам. Определенный научно-практический интерес представляет некоторое подтверждение возможной трансплацентарной передачи вирусной инфекции у 18 % обследованных нами больных детей, у которых в анамнезе матерей-родильниц на поздних сроках беременности регистрировались ОРВИ.

В ходе исследований было выявлено стабильное и длительное изменение нормаль-

ной микрофлоры на фоне ОРВИ в направлении дисбактериоза – в 43% случаях. Данный факт, по-видимому, является результатом изменения иммунного статуса, что, возможно, является основой для активизации бактериальной флоры. Вышеотмеченное полагало необходимость изучения иммунологических сдвигов при микст-инфекциях в организме детей и их матерей-родильниц. При исследовании иммунного статуса у матерей с микст-инфекцией выявлены структурные и функциональные изменения в различных звеньях иммунитета, отражающие недостаточность иммунного ответа на возбудитель и являющиеся лабораторными признаками вторичного иммунодефицита (табл. 1). Обнаружена гипоглобулинемия – при достоверном снижении средних значений уровня IgM ($p<0,001$), содержание IgG и IgA было снижено относительно группы здоровых статистически незначимо ($p>0,05$). При структурном изменении высокий уровень IgG и IgA отмечен у 11,8% и 5,9% больных соответственно, а в 17,6% случаев указанные показатели были сопоставимы с нормальными значениями. У всех больных отмечалось низкое содержание IgM-антител, что свидетельствует об угнетении функций нейтрализации патогенных микробов у больных с микст-инфекцией.

Среднее значение циркулирующих иммунных комплексов (ЦИК) статистически недостоверно отличались от такового в контроле ($p>0,05$). Однако в целом уровень ЦИК превышал показатель группы здоровых лиц, а в 11,8% случаев количество ЦИК сопоставимо с контрольной группой. При анализе содержания субпопуляций лимфоцитов у обследованных матерей с микст-инфекцией выявлены нарушения, выражающиеся в дисбалансе между Т-хелперами (CD4+) и цитотоксическими супрессорами (CD8+). Отмечалось снижение среднего количества общего пула Т-лимфоцитов (CD3+) и статистически незначимое повышение (CD4+) лимфоцитов, а уровень (CD8+) лимфоцитов повышался лишь у 5,9%. Итак, в среднем все показатели клеточной системы практически не отличались от показателей здоровых мате-

Таблица 1

**Параметры иммунного статуса у диады мать-новорожденный
с микст-инфекцией (M±m)**

Иммунологические параметры	Матери условно здоровые (n=10)	Матери с микст-инфекцией (n=17)	Дети условно здоровые (n=10)	Дети с микст-инфекцией (n=17)
IgG, г/л	11,8±0,8	10,3±0,5	4,0±0,25	5,1±0,37*
IgA, г/л	2,0±0,1	1,6±0,2	0,3±0,03	1,37±0,19*
IgM, г/л	1,4±0,09	0,57±0,08	0,59±0,12	0,62±0,08
ЦИК, усл. Ед	65,5±2,8	58,8±4,8	30,0±2,1	28,8±2,7
CD3 ⁺ , %	56,6±1,2	53,4±1,3	58,8±0,9	47,4±1,2*
CD4 ⁺ , %	28,3±0,9	30,3±0,9	33,5±1,3	29,3±1,1*
CD8 ⁺ , %	28,0±1,4	25,4±0,6	19,8±0,5	27,5±1,2*
CD4 ⁺ /CD8	1,02±0,02	1,18±0,02*	1,7±0,06	1,05±0,02*
CD19 ⁺ , %	15,5±0,7	25,8±0,8*	19,4±0,7	24,5±1,1*
CD16 ⁺ , %	13,8±0,9	19,2±1,3*	11,4±0,5	18,6±1,5*
Фагоцитоз, %	22,8±1,2	32,5±0,9*	27,1±1,1	23,9±0,6*
Палочкоядерные нейтрофилы, %	1,3±0,2	2,4±0,3*	2,0±0,2	6,7±1,1*
Сегментоядерные нейтрофилы, %	65,9±1,2	66,2±0,8	28,4±0,9	37,9±2,4*
Лимфоциты, %	22,8±1,2	22,9±0,6	55,2±3,2	36,3±3,0*
ИК (сегмент/лимфоцит)	3,02±0,2	2,8±0,09	0,6±0,05	1,18±0,02*

* – статистическая значимость различий относительно условно здоровых

рей, т. е. не отмечалось адекватного ответа на антигенную стимуляцию.

При структурном анализе параметров Т-звена иммунитета уровень CD4⁺ лимфоцитов был выше нормы у 64,7%, а у 5,9% обследованных матерей – снижен, что отражало отсутствие адекватного ответа цитотоксических супрессоров на активную микст-инфекцию. Этот факт подтверждается также снижением в 35,3% случаев, либо регистрацией на уровне показателя здоровых в 23,5% случаях из числа CD3⁺ клеток. Только у 41,2% женщин с микст-инфекцией наблюдали повышение уровня CD3⁺ лимфоцитов, что необходимо для адекватного иммунного ответа. Вместе с тем у подавляющего большинства женщин (70,6%) установлена гиперреактивность системы CD16⁺ – натуральных Т-киллеров, играющих ведущую роль в уничтожении поврежденных аномальных (злокачественных, мутантных, инфицированных) внутриклеточными патогенами, вирусами)

клеток. Снижение CD16⁺ клеток определялось в 17,6% случаев, а в 29,4% случаев определялся уровень, сопоставимый с группой здоровых женщин. Следует отметить также существенное повышение ($p < 0,001$) фагоцитарной функции нейтрофилов (табл.1), что свидетельствует об активности неспецифической антибактериальной защиты больных при микст-инфекции.

Анализ показателей периферической крови у матерей с микст-инфекцией (табл. 1) выявил снижение Индекса Кребса (ИК), незначительное повышение сегментоядерных и палочкоядерных нейтрофилов, что свидетельствует о ядерном сдвиге и напряжении иммунитета. В целом при исследовании иммунного статуса матерей с микст-инфекцией отмечены структурные и функциональные изменения в различных звеньях иммунитета, отражающие недостаточность иммунного ответа на возбудитель и являющиеся лабораторными

признаками вторичного иммунодефицита. Обследованием 17 новорожденных детей с микст-инфекцией, рожденных от матерей с микст-инфекцией было выявлено, что у новорожденных наряду с повышением в 3,4 раза, ($p < 0,001$) палочкоядерных и сегментоядерных (в 1,3 раза, $p < 0,001$) нейтрофилов отмечалось достоверное снижение количества лимфоцитов до $36,3 \pm 3,0\%$ (при норме $55,2 \pm 3,2\%$; $p < 0,001$), что связано со снижением резистентности организма новорожденных под влиянием микст-инфекций. Индекс Кребса (ИК) у новорожденных был выше (в 1,97 раза, $p < 0,001$) относительно условно-здоровых новорожденных. Микст-инфекция оказывала влияние и на неспецифические факторы защиты. Фагоцитарная активность нейтрофилов была снижена статистически значимо ($p < 0,05$).

В иммунограмме новорожденных снижался уровень CD3+ Т-лимфоцитов ($p < 0,001$) за счет субпопуляции Т-хелперов CD4+. Достоверно повышалась доля CD8+ цитотоксических супрессоров и снижался индекс иммунорегуляции (CD4+/CD8+) до $1,05 \pm 0,02$. Наряду с этим отмечалось повышение относительного количества CD16+ лимфоцитов в 1,6 раза ($p < 0,001$) относительно условно здоровых новорожденных. Уровень CD19+ лимфоцитов был достоверно повышен, что отражает готовность В-лимфоцитов к продукции антител и возможной антигенной стимуляции. Сывороточные концентрации иммуноглобулинов IgG, IgA, IgM, способствующие формированию иммунологической реактивности, достоверно повышались у новорожденных с микст-инфекцией. Уровень IgG повысился в 1,3 раза ($p < 0,05$), IgA – в 4,6 раза ($p < 0,01$), IgM – в 1,1 раза ($p > 0,05$). Уровень ЦИК у новорожденных в разгар пневмонии был снижен и составил $28,8 \pm 2,7$ усл. ед. Незначительная концентрация ЦИК говорит о полноценной опсонизации IgG и, соответственно, выведении иммунных комплексов из организма. Таким образом, наличие микст-инфекции у новорожденных, рожденных от матерей с микст-инфекцией, приводит к изменению

показателей клеточного адаптивного звена и к некоторой активности гуморального звена иммунитета, что должно учитываться при назначении терапии микст-инфекции, включая проведение иммунокоррекции.

Выводы:

1. У матерей с микст-инфекцией выявлены лабораторные признаки вторичного иммунодефицита.
2. У новорожденных с микст-инфекцией отмечается активность гуморальных факторов иммунологической реактивности на микст-инфекцию.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Воробьев А.А., Быков А.С., Караулов А.В. Иммунология и аллергология. М.: Практическая медицина, 2006. 288 с.
2. Гриневиц Ю.А., Алферов А.Н. Определение иммунных комплексов в крови онкологических больных // Лаб. дело. 1981. № 8. С. 493-495.
3. Дякин Е.В., Дунаевская С.С., Антюфриев Д.А. Изучение интегральных гематологических индексов у больных с механической желтухой доброкачественного генеза // Клиническая лабораторная диагностика. 2010. № 3. С. 42-44.
4. Лебедев К.А., Понякина И.Д. Иммунограмма в клинической практике. М.: Наука, 1990. 224 с.
5. Лозовская Л.С. и др. Патология матери, плода и ребенка, связанная с вирулентными энтеровирусами, передающимися вертикально // Акушерство и гинекология. 1995. № 2. С. 26-30.
6. Поздеев О. К. Медицинская микробиология. М, Изд. группа «Гэотар-Медиа», 2010. 568 с.
7. Снастина Т.И., Чистякова И.В., Белоцкий С.М. Иммунологические особенности смешанной гриппозно-стафилококковой инфекции. М., 1984. 72 с.
8. Старшов П.Д., Чепик Е.Б. Проблемы гриппа и острые респираторные заболевания // Сб. тр. ВНИИ гриппа. 1978. № 21. С. 34-38.
9. Coons A.H. The morphological aspects of virus infection of cells as revealed by fluorescent antibody. IN.: The Nature of Virus, London, 1957. P. 203-207.
10. Manchini G, Vaerman J.P, Carbonera A., Heremans J.E. A jingle adial-diffuzion methal for the immunological guantitation of protein protides of the biological fluids / Ed.N.Piiters Austerdam; L; N; Yelsevier, 1965. P. 370-379.

УДК 581.19:577.158

Абдуллаева Н.Ф., Гюльахмедов С.Г., Кулиев А.А.
Бакинский государственный университет (Азербайджан)

**ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ pH-СРЕДЫ НА СИНТЕЗ БАКТЕРИОЦИНО-
ПОДОБНОГО ИНГИБИРУЮЩЕГО ВЕЩЕСТВА И ДИНАМИКУ
РОСТА ШТАММА *LB. PARACASEI* SPP. *PARACASEI* BN ATS 5W**

N. Abdullayeva, S. Gulahmadov, A. Kuliyeu
Baku State University, Azerbaijan

**STUDY OF INFLUENCE OF THE pH MEDIUM ON SYNTHESIS
OF BACTERIOCIN-LIKE INHIBITORY SUBSTANCES AND GROWTH
DYNAMICS OF STRAIN *LB. PARACASEI* SPP. *PARACASEI* BN ATS 5W**

Аннотация. Цель данной работы состояла в изучении влияния различных значений pH-среды (pH 4,5; 5,5; 6,5) на синтез бактериоциноподобного ингибирующего вещества (БПИВ) и динамику роста штамма-продуцента *Lb. paracasei* spp. *Paracasei* BN ATS 5w. Исследуемый штамм был изолирован из традиционного сыра «Апшерон», произведённого в Азербайджане. Наиболее оптимальным значением pH для роста и накопления антибактериального агента в культуральной жидкости явилось значение pH 5.5. При pH 4.5 обнаружена задержка роста клеток изученного штамма. Слабокислое значение pH (pH 6.5) приводило к снижению антимикробной активности.

Ключевые слова: бактериоцины, лактобациллы, молочнокислые бактерии, бактериальные пептиды, ферментированные продукты.

Abstract. The aim of this work was to study the effect of different pH values (pH 4.5, 5.5, 6.5) on the synthesis of bacteriocin-like inhibitory substances (BLISs) and growth dynamics of the producer strain *Lb. paracasei* spp. *Paracasei* BN ATS 5W. The test strain was isolated from the traditional cheese "Absheron," produced in Azerbaijan. As a result, it was found that the optimal pH for the growth and accumulation of an antimicrobial agent in the culture medium is pH 5.5. Under low pH values (pH 4.5) the growth of studied strain cells became slow. Weakly acidic pH values (pH 6.5) led to a decrease in the antimicrobial activity.

Key words: bacteriocins, lactobacillus, lactic acid bacteria, bacterial peptide, fermented food.

Бактериоцины и бактериоциноподобные ингибирующие вещества (БПИВ) являются антибактериальными и в основном комплексными субстанциями белковой природы. Они различаются по спектру активности, способу действия, генетическому контролю, биохимическим свойствам [3, 8]. Для стран с развитой пищевой промышленностью наиболее актуальным является вопрос поиска безвредных и эффективных препаратов, увеличивающих сроки хранения продуктов питания, вместо традиционных химических консервантов.

Влияния pH-среды на рост и секрецию бактериоцина представляет немаловажный интерес. Известно, что молочнокислые бактерии (МКБ) в качестве конечного продукта катаболизма углеводных компонентов выделяют в среду обитания большое количество молочной кислоты, что приводит к её подкислению. Как известно, кислая среда угнетает рост и развитие большинства микроорганизмов, и патогенные не составляют в этом исключения [7]. Сильное подкисление среды обитания подавляет рост и развития самих МКБ и контролирует численность их популяций в ферментированных продуктах [1, 2]. Кислотность среды значи-

тельно влияет на антимикробную активность МКБ, связанную с высвобождением в среду бактериоцинов. По мнению исследователей, активность бактериоцинов во многом определяется степенью их адсорбции на поверхность клеток тест-культур [5].

С этой целью нам и представился большой интерес заняться изучением данной группы соединений, вследствие возможного их применения в качестве натуральных пищевых консервантов, а также для получения новых антимикробных лекарственных препаратов [5, 7, 9]. Штамм *Lb. paracasei* spp. *Paracasei* BN ATS 5w впервые изолирован нами из традиционного местного сыра «Апшерон» совместно с коллегами из лаборатории BIA-FIPL (Национальный институт агрономических исследований, Нант, Франция) [1,2,6].

Методы исследований

Антимикробную активность выявляли методом луночной диффузии в агар [4]. Для этого в мягкой агаровой (0,8%) среде, засеянной клетками тест-культуры (*Lb.bulgaricus* 340), прорезались лунки диаметром 10мм и в каждую из них вносили по 200 мкл культуральной жидкости потенциального продуцента. Инкубацию производили в течение ночи при оптимальной температуре роста тест-культуры (37°C). В качестве контроля использовали жидкую МРС-среду. Антибактериальную активность культуральной жидкости оценивали посредством анализа критического разбавления. Активность БПИВ определяли как величину, обратную наивысшему разбавлению культуральной жидкости, проявляющую зону ингибирования индикаторных штаммов более чем на 2 мм и выражали в произвольных единицах, делённых на 1 мл культуральной жидкости (ПЕ•мл⁻¹). Индивидуальную активность каждой клетки-продуцента вычисляли, разделив значение общей антимикробной активности на количество колоний образующих единиц (КОЕ), обнаруженных в 1 мл культуральной суспензии в определённых интервалах времени [4]. Для определения влияния pH на антимикробную активность

культуральную жидкость активного штамма доводили до нужных значений pH (3–12). Соответствующие значения pH поддерживали при помощи 5M NaCl. С этой целью использовали значения pH в пределах от 4.5 до 6.5.

Результаты и обсуждение

На рис. 1 отражена динамика роста и синтеза БПИВ штамма *Lb. paracasei* spp. *Paracasei* BN ATS 5w, при значении pH 4.5 (культура 1). Полученные результаты показали, что кислая среда тормозила рост изученного штамма и, соответственно, наступление его экспоненциальной фазы роста. Так, если экспоненциальная фаза штамма-продуцента при спонтанном культивировании (при неконтролируемых условиях pH) наступала уже в третьем часу и завершилась на восьмом, то при контролируемых условиях pH, при её значении 4,5, начало этой фазы наблюдалось, только на седьмом часу культивирования и длилось целые 16 часов (рис. 1). Однако изучение кривой динамики изменения активности отдельных клеток штамма показало, что этот показатель опережает наступление экспоненциальной фазы роста. Так, максимальная активность клеток обнаруживалась на десятом часу культивирования. В это время динамика

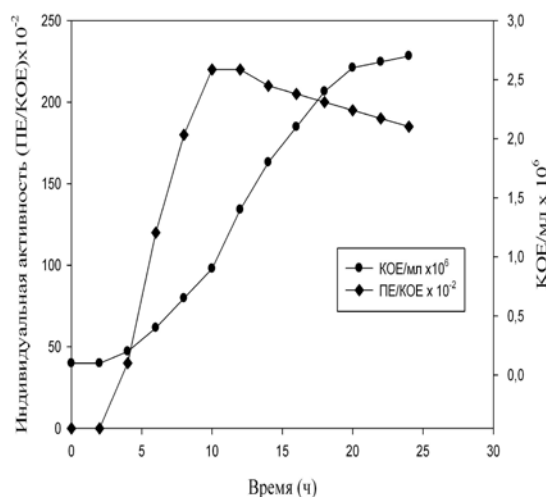


Рис. 1. Динамика роста (●) и синтеза БПИВ (■) штамма *Lb.paracasei* spp. *Paracasei* BN ATS 5w (тест-культура *Lb.bulgaricus* 340, pH 4.5)

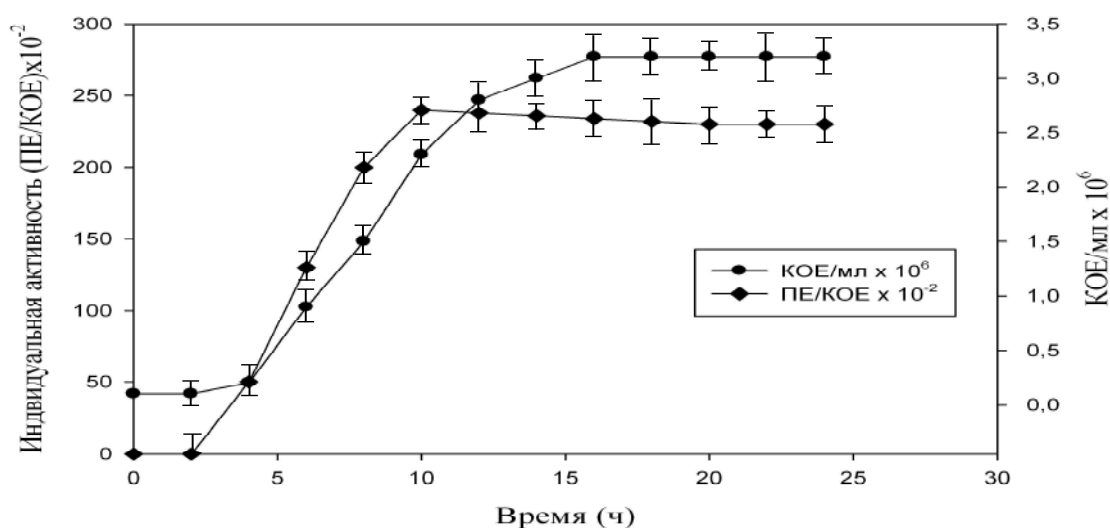


Рис. 2. Динамика роста (●) и синтеза БПИВ (■) штамма *Lb.paracasei* spp. *Paracasei* BN ATS 5w (тест-культура *Lb.bulgaricus* 340, pH 5.5)

ка роста данной культуры соответствовала половине экспоненциальной фазы, а активность клеток была равна 2,2. Далее наблюдалось постепенное уменьшение индивидуальной активности клеток, и в конце опытов она составила 1,8 единиц.

Это свидетельствует о том, что если изученное значение pH 4,5 неблагоприятно для роста самой культуры, то на накопление бактериоцина в среде данное значение оказывает положительное влияние. Такое предположение подтверждается при рассмотрении рис. 2 и 3. На рисунках отражены результаты аналогичных исследований, проведенных при значениях pH 5,5 (культура 2) и 6,5 (культура 3), соответственно. Сравнительное изучение графически выраженных данных показывает, что значение pH-среды, близкое к нейтральному особенно не отражается на динамике роста исследуемого штамма. Экспоненциальная фаза роста обеих культур начиналась спустя 4 ч. с момента начала культивирования и переходила на фазу стабилизации через 11 ч. (рис. 2). В это время количество КОЕ на каждом мл обеих суспензий достигало до $3,2 \times 10^6$. Что касается динамики изменения индивидуальной активности клеток, тут наблюдались следующие результаты. Динамика увеличения активности клеток по времени с незначительными опережениями совпало

с динамикой накопления биомассы у обеих культур. Максимальная активность отдельных клеток наблюдалась ближе к концу экспоненциальной фазы роста и достигала 2,4 и 2,0 в суспензиях, культивируемых при pH 5,5 и 6,5, соответственно. При этом антимикробная активность клеток второй культуры до конца опыта существенно не менялась.

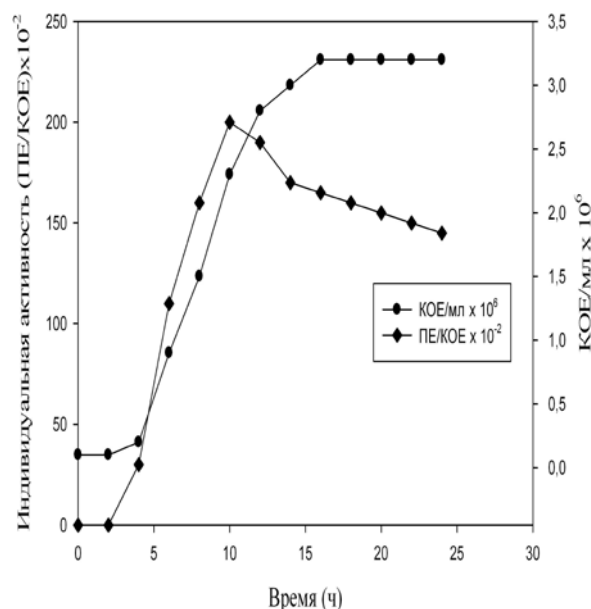


Рис. 3. Динамика роста (●) и синтеза БПИВ (■) штамма *Lb.paracasei* spp. *Paracasei* BN ATS 5w (тест-культура *Lb.bulgaricus* 340, pH 6.5)

В третьей культуре в то же время аналогичная активность снизилась на 30% и уменьшалась до значения 1,4. Наблюдаемые результаты свидетельствуют о том, что нейтральные значения pH приводят к уменьшению выхода бактериоцина в культуральную жидкость (рис. 3).

Таким образом, исходя из выше изложенного, было установлено, что оптимальным значением pH-среды для роста и накопления антибактериального агента в культуральной жидкости является значение pH 5,5. Низкое значение pH (pH 4,5) задерживало рост клеток изученного штамма, в то время как значения, близкие к нейтральным (pH 6,5), несмотря на интенсивный рост штамма-продуцента, способствовали снижению антимикробной активности.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Гюльяхмедов С.Г. Антибактериальная активность молочнокислых бактерий, выделенных их традиционных молочных продуктов Апшеронского полуострова Азербайджана // Вестник Бакинского университета. Серия естественных наук. 2005. № 1. С. 59-65.
2. Гюльяхмедов С.Г. Антимикробная активность штамма *Enterococcus faecium* AZES2-48, изолированного из сыра МОТАЛ // Труды Института Ботаники НАН Азербайджана. Баку: Элм, 2008. Т. IV. С. 167-174.
3. Кудлай Д.Г., Лиходед В.Г. Бактериоциногенез. Л.: Медицина, 1966. 244 с.
4. Abee T., Krockel L., Hill C. Bacteriocins: modes of action and potentials in food preservation and control of food poisoning // J. Food Microbiology. 1995. V. 28. P. 169-185.
5. Daeshel M. Amplications and interactions of bacteriocins from LAB in food and beverages // J. Applied and Enviromental Microbiology, 1993. P. 63-91.
6. Gulahmadov, S., Batdorj, B., Dalgalarondo, M., Chobert, J-M., Kuliev, A. and Haertle, T. Characterization of bacteriocin-like inhibitory substances (BLIS) from lactic acid bacteria isolated from traditional Azerbaijani dairy products // Europ. Food Rec. Technol. 2006. V. 224. P. 338-345.
7. Hove H., Norgaard H., and Brobech M. Review: Lactic acid bacteria and the human gastrointestinal tract // European J. of Clinical Nutrition, 1999. V. 53. № 5. P. 339-350.
8. Schillinger, U. and Holzapfel, W.H. Guidelines for manuscripts on bacteriocins of lactic acid bacteria // Int.J.Food Microbiol. 1996. V. 33. P. 3-5.
9. Soomro A., Masud T. Role of lactic acid bacteria in food preservation and human health // Pakistan Journal of Nutrition. 2002. V. 1. № 1. P. 20-24.

УДК 581.1:632.122.1

Абдыев В.Б., Касумов Н.А.

Бакинский государственный университет (Азербайджан)

ВЛИЯНИЕ ФТОРИСТОГО НАТРИЯ НА ОКИСЛЕНИЕ ГЛЮКОЗО-6-ФОСФАТА В РАСТЕНИЯХ ПРИ ЗАСОЛЕНИИ

V. Abdiev, N. Kasumov

Baku State Universities, Azerbaijan

INFLUENCE OF FLUORIC SODIUM ON GLUCOSE-6-PHOSPHATE OXIDATION IN PLANTS UNDER SALT STRESS

Аннотация. Изучено влияние специфического ингибитора гликолиза фтористого натрия на окисление глюкозо-6-фосфата в проростках пшеницы при засолении. Обнаружено, что добавление в систему глюкозо-6-фосфата снимает ингибирующее действие фтористого натрия и увеличивает поглощение кислорода. Можно предположить, что ускорение поглощения кислорода после добавления глюкозо-6-фосфата свидетельствует о переключении окислительных процессов в гексозомонофосфатном направлении.

Ключевые слова: полярграфия, онтогенез, гликолиз, глюкозо-6-фосфат, минеральное питание.

Abstract. Influence of a specific inhibitor of glycolysis fluoric sodium on glucozo-6-phosphate oxidation is studied in wheat seedlings under salt stress. It is found that addition of glucozo-6-phosphate removes the inhibitor action of fluoric sodium and increases the oxygen absorption. It is possible to assume that acceleration of the oxygen absorption after addition of glucozo-6-phosphate indicates the changeover of oxidative processes in hexosemonophosphate direction.

Key words: polarography, ontogenesis, glycolysis, glucoze-6-phosphate, mineral nutrition.

При исследовании дыхания нельзя ограничиваться только изучением газообмена. Определение интенсивности дыхания по количеству поглощенного кислорода и выделенной углекислоте является только подходом к изучению сложного комплекса процессов, протекающих при дыхании. Поэтому важно иметь представление и о всех сторонах дыхания растительного организма. В этой связи представляет интерес вопрос о влиянии солей на соотношение различных путей гликолитического и апотомического окисления дыхательного субстрата, в частности глюкозо-6-фосфата. Известно, что у высших растений окисление глюкозы может проходить несколькими путями. Одним из них является гликолиз, он служит анаэробной подготовительной стадией дыхания, заключающейся в цепи последовательных биохимических реакций, приводящих к превращению глюкозы в лактат или пировиноградную кислоту [11; 12]. Гликолиз не является единственным путем окисления углеводов, имеется еще и пентозофосфатный (фосфоглюконатный или апотомический) путь окисления глюкозы. Апотомическое окисление поставляет для клетки разнообразные промежуточные продукты, служащие исходным материалом для биологических синтезов [2; 10; 6].

Несмотря на многочисленные работы по изучению гликолиза в растениях, все же количество работ по данной тематике недостаточно, так как имеются растительные объекты, где катаболизм углеводов или вовсе не изучен или изучен очень слабо, а данные в этих работах противоречат друг другу. Известно, что у высших растений пентозофосфатный путь окисления глюкозы играет довольно существенную роль [8]. Под действием ряда факторов (ингибиторов, ядов, инфекций, влажности, засоления и др.) значение этого пути может или

возрастать, или уменьшаться. В условиях анаэробного гликолиза является единственным путем превращения глюкозы. Апомитическое окисление возможно лишь в присутствии кислорода. Оба эти процесса, т. е. гликолитический и гексозомоно-фосфатный цикл, являются антагонистами. Увеличение скорости реакций гликолитического пути приводит к снижению скорости реакций апомитии. Следует отметить, что на неокислительном этапе пентозофосфатный путь связан с гликолизом (посредством глюкозо-6-фосфата, фруктозо-6-фосфата и 3-фосфоглицеринового альдегида), то есть возможно переключение этих процессов [10]. Однако, влияние солей на терминальной фазе (на уровне енолазы) гликолиза в ранних этапах онтогенеза растений изучено недостаточно. Это явилось поводом для проведения ряда экспериментов с целью выяснения енолазной реакции окисления глюкозо-6-фосфата при действии солей.

Объект и метод исследования

Объектом исследования служили пятидневные проростки пшеницы (сорт Баракетли), выращенные в растворе Кнопа и раствора NaCl при концентрации 50-70 мМ в термостате при 25°C в аэрируемых условиях. Измерение скорости поглощения кислорода корнями проростков осуществлялось полярографической установкой с открытым электродом [3]. Катодом служат тонкие платиновые проволоки диаметром 0,5 мм, вплавленные в стеклянный капилляр. Таким образом, платиновый электрод тщательно изолируется, за исключением самых кончиков, которые на 1-2 мм оставляют открытыми. Платиновый электрод, вплавленный в стеклянный капилляр, контактирует с медной проволокой с помощью ртути. Анодом (неполяризуемым электродом) служит хлорсеребряный электрод, который при помощи KCl-мостика контактирует с жидкой средой, куда помещают растение. Кривая зависимости силы диффузного тока от подаваемого напряжения имеет плато. Для кислорода плато находится между 0,2-0,9 В. На электродах поддерживается раз-

ность потенциалов 0,65 В. Для регистрации возникающих токов использовали гальванометр чувствительностью $2 \cdot 10^{-7}$ А/дел (М-95). Рабочее пространство ячейки образовано цилиндром глубиной 2 см. Чувствительность нашей установки составляла $3 \cdot 10^{-7}$ МО₂/л. Чувствительность используемых платиновых электродов проверяли также при помощи метода Винклера, который позволяет определить абсолютное содержание кислорода в воде. Нулевую концентрацию кислорода создавали при заполнении ячейки 1%-ным водным раствором сульфита натрия. Общая блок-схема установки представлена на рис. 1.

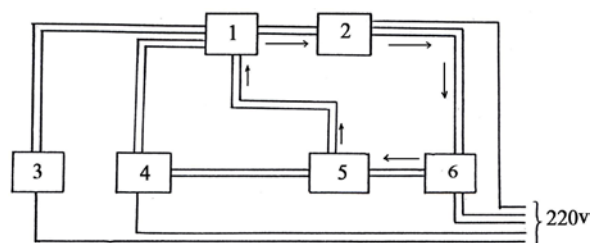


Рис. 1. Общая блок-схема полярографической установки определения поглощения кислорода растениями. 1-электрохимическая ячейка; 2-рН-метр лабораторный; 3-гальванометр зеркальный; 4-ультратермостат; 5-термостатированная кювета с объектом; 6-микронасос

В качестве ингибитора енолазной реакции гликолиза использован фтористый натрий в концентрации 10 мМ, а в качестве дыхательного субстрата – глюкозо-6-фосфат в концентрации 10^{-3} М. Исследования проводились в 8-9-кратной повторности. Цифровые материалы статистически обрабатывались [5]. Показатель точности не превышает пять процентов.

Результаты и их обсуждение

Предшествующими исследованиями было установлено, что в условиях засоления усиливается аэробный гликолиз [4]. Нами использован специфический ингибитор гликолиза фтористый натрий. Как показали опыты, после введения в систему 10^{-3} М глюкозо-6-фосфата (после установления стац-

онарного уровня скорости поглощения кислорода растениями) происходит ускорение поглощения кислорода приблизительно на 60% (рис.2). Усиление поглощения кислорода корнями растений при действии глюкозо-6-фосфата может быть связано с тем, что глюкозо-6-фосфат является одним из основных субстратов для биологического окисления и в норме способствует усилению дыхания проростков. Через 40-50 минут после действия глюкозо-6-фосфата в систему вводили NaF в концентрации 10 мМ. Как видно из рис.2, добавление фтористого натрия не способствует ускорению поглощения кислорода. Наоборот, при этом поглощение O_2 несколько снижается (~5%). Этот опыт проводился и в обратном порядке – сначала испытывали действие NaF, затем – глюкозо-6-фосфата. В этом случае NaF несколько подавляет поглощение кислорода (~13%), а добавление глюкозо-6-фосфата снимает его ингибирующее действие и усиливает поглощение кислорода на 18% относительно контроля (рис. 3). В последующих экспериментах корневые системы проростков подвергались длительному воздействию солей. С этой целью семена пшеницы замачивали в 50, 60 и 70 мМ NaCl, и корни проростков в течение 5 суток беспрепятственно находились в солевом растворе.

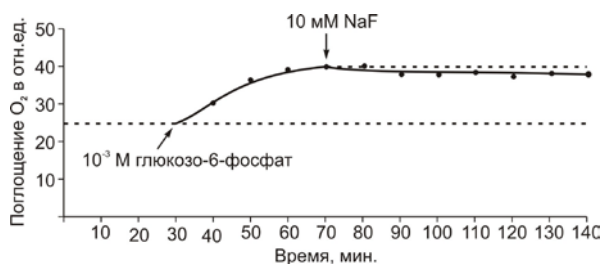


Рис. 2. Кинетическая кривая поглощения кислорода корнями проростков пшеницы при последовательном действии глюкозо-6-фосфата и фтористого натрия ($t=20^{\circ}C$)

Мы попытались проследить за изменением соотношения гликолитического и пентозо-фосфатного путей дыхания у растений, произрастающих в условиях хлористого натрия, применяя полное ингибирование одного из

них специфическим ингибитором. Доля гликолитического пути определялась через подавление его фтористым натрием на уровне фермента – енолазы. Торможение активности енолазы фторидом объясняется образованием магний-фтор-фосфатного комплекса, который соединяется с ферментом и вытесняет нормальный активатор последнего – ионы Mg^{2+} [9]. Из рис. 4 видно, что добавление в систему фтористого натрия подавляет дыхание растений (~37%).

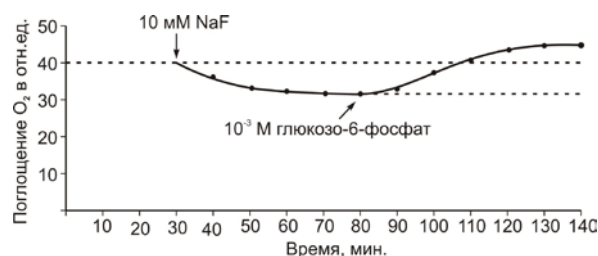


Рис. 3. Кинетическая кривая поглощения кислорода корнями проростков пшеницы при последовательном действии фтористого натрия и глюкозо-6-фосфата ($t=20^{\circ}C$)

После блокирования гликолитического пути добавление в систему глюкозо-6-фосфата снимает ингибирующее действие фтористого натрия и увеличивает поглощение кислорода приблизительно на 22% от контроля (рис. 4).

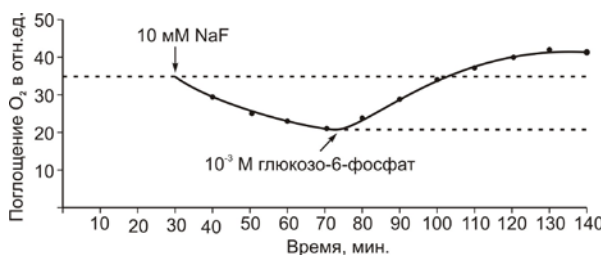


Рис. 4. Кинетика поглощения кислорода корнями проростков при длительном воздействии NaCl в концентрации 50 мМ ($t=20^{\circ}C$)

Можно предположить, что резкое ускорение (~64%) поглощения кислорода проростками, находившимися длительное время (5 дней) в солевых растворах, после добавления

глюкозо-6-фосфата свидетельствует о переключении окислительных процессов в гексозомонофосфатном направлении. При этом нетрудно заметить, что введение фтористого натрия снижает поглощение O_2 всего на 12,5% (рис. 5).

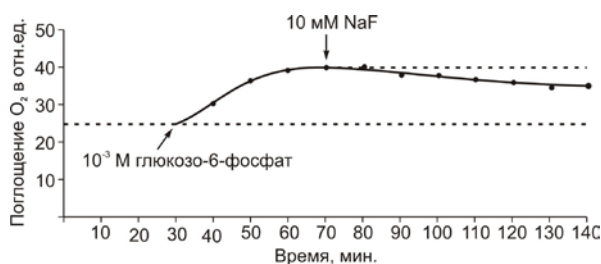


Рис. 5. Кинетика поглощения кислорода корнями проростков пшеницы при длительном воздействии NaCl в концентрации 50 мМ ($t=20^\circ\text{C}$)

Усиление гликолитического пути после действия солей способствует снижению количества исходного субстрата, т. е. глюкозо-6-фосфата в результате ускорения аэробного гликолиза. Следовательно, уменьшение количества метаболита (глюкозо-6-фосфата) переключает окислительный путь в пентозофосфатном направлении. Известно, что при концентрации метаболита, равной $K_m=10^{-3}$ М, функционирует гликолитический путь, а при концентрации метаболита $K_m=10^{-4}$ - 10^{-5} М функционирует пентозофосфатный цикл. Таким образом, окисление глюкозы по тому или иному пути зависит от содержания субстрата и регулируется на метаболитном уровне [7; 1]. Следует отметить, что при увеличении концентрации хлористого натрия (50-70 мМ) подавление поглощения кислорода корнями растений при действии фтористого натрия усиливается, что свидетельствует о наличии аддитивности в их действия (рис. 6).

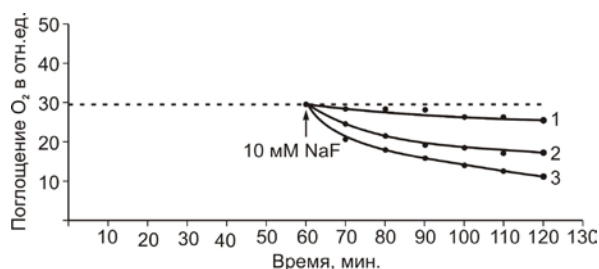


Рис. 6. Кинетическая кривая поглощения кислорода корнями проростков пшеницы в норме и при длительном воздействии NaCl в различной концентрации ($t=20^\circ\text{C}$). 1) контроль, 2) 50 мМ NaCl, 3) 70 мМ NaCl

ЛИТЕРАТУРА:

1. Гасимов Н.А. Физиология растений. Учебник. Баку: Из-во БГУ, 2008. 484 с.
2. Гончарик М.Н. Физиологическое влияние ионов хлора на растения. Минск: Наука и техника, 1968. 252 с.
3. Касумов Н.А. Физиолого-биофизические аспекты исследования механизма действия солей на растительный организм. Баку: Элм, 1983. 141 с.
4. Касумов Н.А. Координация дыхания и гликолиза в клетках растений при экстремальном засолении // Вестник Бакинского университета. 2004. № 1. С. 67-73.
5. Лакин Г.Ф. Биометрия. М: Высшая школа, 1990. 293 с.
6. Ленинджер Д. Основы биохимии. Т. 2. М.: «Физматлит», 2005. 274 с.
7. Либберт Э. Физиология растений. М.: Мир, 1976. 580 с.
8. Полевой В.В. Физиология растений. М: «Высшая школа», 1989. 464 с.
9. Рубин Б.А., Ладыгина М.Е. Физиология и биохимия дыхания растений. М.: Изд-во МГУ, 1974. 512 с.
10. Северин Е.С. Биохимия учебник / Под ред. Е.С.Северина. 2е изд-во М.: ГЭОТАР-МЕД, 2004. 784 с.
11. Givan C. Evolving concepts in plant glycolysis; two centuries of progress // Biol. Rev. 1999. V. 74. P. 277-299.
12. Schwender J, Ohlrogge J.B., Shachar-Hill Y. A flux model of glycolysis and the oxidative pentosephosphate pathway in developing *Brassica napus* embryos // J.Biol.Chem. 2003. V. 278. № 32. P. 29442-29453.

UDC 582.28

M. Asef*, P. Muradov, A. Sadiqov***

**Institute of Botany Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku*

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

COLLYBIOID FUNGI (AGARICALES, TRICHOLOMATACEAE) IN IRANIAN PARTS OF THE CAUCASUS

Асеф М.Р.*, Мурадов П.З, Садыгов А.С.***

**Институт Ботаники НАН Азербайджана (г. Баку)*

***Институт Микробиологии НАН Азербайджана (г. Баку)*

КОЛЛИБИОИДНЫЕ ГРИБЫ (AGARICALES, TRICHOLOMATACEAE) ИРАНСКОЙ ЧАСТИ КАВКАЗА

Abstract. Given the fact that the mycobiota of the Iranian part of the Caucasus (in the north and north-western part of Iran) is insufficiently studied, we present detailed information on the distribution of collybioid fungi, which belong to agaricales. It is established that the Iranian part of the Caucasus offers six species of basidiomycetes [*Collybia ocellata* (Fr.) P. Kumm., *Collybia tuberosa* (Bull.) P. Kumm., *Gymnopus confluens* (Pers.) Antonín, *Gymnopus dryophilus* (Bull.) Murrill, *Gymnopus erythropus* (Pers.) Antonín., and *Rhodocollybia prolixa* var. *distorta* (Fr.) Antonín], which belong to collybioid fungi. All the species are characterized by macroscopic (shape, color, and basidioma size) and microscopic (shape and basidiospore size) features, which differ only in quantitative terms. It is established that *C. ocellata* is a new species for micobiota inherent in Iran.

Key words: collybioid fungi, species, Iranian part of the Caucasus, macroscopic and microscopic characteristics.

Аннотация. Учитывая тот факт, что микобиота Иранской части Кавказа (в северной и северо-западной части ИР Ирана) изучена недостаточно, в представленной работе было исследовано распространение коллибиоидных грибов, которые относятся к агарикальным грибам (порядок Agaricales). В результате проведенных исследований установлено, что в Иранской части Кавказа распространены шесть видов базидиомицетов (*Collybia ocellata* (Fr.) P. Kumm., *Collybia tuberosa* (Bull.) P. Kumm., *Gymnopus confluens* (Pers.) Antonín, *Gymnopus dryophilus* (Bull.) Murrill, *Gymnopus erythropus* (Pers.) Antonín. и *Rhodocollybia prolixa* var. *distorta* (Fr.) Antonín), относящихся к коллибиоидным грибам. Обнаруженные виды были охарактеризованы по макроскопическим (форма, цвет и размеры плодового тела) и микроскопическим (формы и размеры базидиоспор) признакам, которые отличались между собой только по количественным показателям. Установлено, что вид *C. ocellata* является новым для микобиоты, присущей природе Ирана.

Ключевые слова: коллибиоидные грибы, виды, Иранская часть Кавказа, микроскопическая и макроскопическая характеристика.

Collybioid fungi are a group of small to medium sized agarics with white to cream spore print, exannulate cartilaginous stipe and incurved cap margin. Genera such as, *Collybia*, *Dendrocollybia*, *Gymnopus* and *Rhodocollybia* are mushroom genera that rested in collybioiod group [1]. Despite biological importance of Caucasus region, known about occurrence and distribution of agaric fungi in this area was scarce. Some recent studies on biodiversity and taxonomy of macrofungi in Iranian part of Caucasia have provided data on the diversity of fungi in Caucasus hot spot [2-6].

Materials and methods

Samples were collected during the 2004 to 2009 from different sites of Iranian parts of Caucasus in North and North West Iran. The description of the species is based on fresh as well as dried collections. Microscopic analysis generally involved the mounting of basidiocarp fragments in 10% potassium hydroxide (KOH) solution. Spore range was obtained by measuring about 30-40 spores. The type of spore ornamentation and identification are given after Singer [15], Largent [8], Largent, Johnson & Watling [9], Largent & Timothy [10], Pegler [12-14] and Moser [11]. Amyloidy of spores were tested using Melzer reagent. Terminology of microscopic and macroscopic features follows Kirk et al. [7]. Specimens were deposited in fungus reference collection of the ministry of Agriculture in Department of Botany, Iranian Research Institute of Plant Protection (Iran).

Results

Collybia ocellata (Fr.) P. Kumm., Führ. Pilzk. (Zwickau): 114 (1871)

Pileus 1-2 cm, convex becoming umbonate to depressed, often wavy at margin, whitish. Color whitish, crown brownish.

Stipe 40-60 x 2-5 mm, bald, whitish, base brownish. Flesh white. Lamellae free, white to pale buff.

Spores smooth; elliptical, inamyloid, 7-8.5 x 4.5-5 μ m. Spore print white.

Collybia tuberosa (Bull.) P. Kumm., Führ. Pilzk. (Zwickau): XXVIII, 119 (1857) (Syn.: *Agaricus tuberosus* Fr., Herb. Fr.: pl. 552; *Collybia sclerotipes* (Bres.) S. Ito, Mycol. Fl. Japan 2(5): 123 (1950); *Gymnopus tuberosus* (Bull.) Gray, Nat. Arr. Brit. Pl. (London) 1: 611 (1821); *Marasmius sclerotipes* Bres., Fung. trident. 1(1): 12 (1881); *Microcollybia tuberosa* (Bull.) Lennox, Mycotaxon 9(1): 196 (1979));

Pileus 1-1.5 cm, convex with a somewhat in-rolled margin when young, becoming broadly convex to flat, with a central depression, dry or moist, more or less smooth, sometimes lined on the margin, whitish.

Lamellae attached to the stipe, close or almost distant, whitish or pale pinkish.

Stipe 10-50 x 1 mm, more or less equal, dry, often minutely dusted at the apex and/or base, whitish to pinkish, becoming hollow, attached to sclerotia which are elliptical, reddish brown, and measure 3.0-12 x 2.0-5.0 mm. Context whitish, thin.

Spores 4.0-6.0 x 3.0-3.5 μ m, smooth, more or less elliptical, inamyloid. Pleurocystidia absent. Cheilocystidia present but scattered and inconspicuous, 20-35 μ m long, cylindric, with occasional lobes or projections. Pileipellis a cutis of hyphae 2.0-5.0 μ m wide, pileocystidia absent. Spore print white (Fig. 1D).

Gymnopus confluens (Pers.) Antonín, Halling & Noordel., Mycotaxon 63: 364 (1997) (Syn.: *Agaricus archyropus* Pers., Mycol. eur. (Erlanga) 3: 135 (1828); *Agaricus confluens* Pers., Observ. mycol. (Lipsiae) 1: 8 (1796); *Chamaeceras archyropus* (Pers.) Kuntze, Revis. gen. pl. (Leipzig) 3: 455 (1898); *Collybia confluens* (Pers.) P. Kumm., Führ. Pilzk. (Zwickau): 117 (1871); *Marasmius confluens* (Pers.) P. Karst., Bidr. Känn. Finl. Nat. Folk 48: 102 (1889)).

Pileus 2-6 cm, convex with incurved margin, soon flattened, thin, often wavy margin; reddish brown fading to pale buff; glabrous. Lamellae almost free, very crowded, narrow; pallid. Stipe 50-100 x 2-5 mm, often flattened; reddish beneath a dense whitish pubescence; tough; base densely hairy.

Spores ellipsoid, smooth, 6-8 x 2-4 μ m. Spore print white (Figs. 1A, 2B).

Gymnopus dryophilus (Bull.) Murrill, N. Amer. Fl. (New York) 9(5): 362 (1916) (Syn.: *Agaricus dryophilus* Bull., Herb. Fr. 10: tab. 434 (1790); *Collybia dryophila* (Bull.) P. Kumm., Führ. Pilzk. (Zwickau): 115 (1871); *Marasmius dryophilus* var. *auratus* (Quél.) Rea, Brit. basidiomyc. (Cambridge): 524 (1922); *Omphalia dryophila* (Bull.) Gray, Nat. Arr. Brit. Pl. (London) 1: 612 (1821)).

Pileus 1-7 cm, when young convex with an incurved margin, becoming broadly convex to flat; moist, smooth, dark reddish brown to brown when young, becoming tan to orangish brown. Lamellae attached to the stipe or free; whitish to pinkish, crowded.

Stipe 50-100 x 2-7 mm, equal, dry; fibrous and smooth, whitish above, light buff below, becoming darker, usually with thin, whitish rhizomorphs attached to the base. Flesh whitish and thin. Odor and taste not distinctive.

Spores: 5-6 x 2-3.5 μm ; smooth; elliptical, inamyloid. Cheilocystidia 10-55 x 2-5 μm , clavate, cylindric to irregular, often with lobes or coralloid projections. Pileipellis of branched and swollen, interwoven hyphae 2-13 μm wide. Spore Print white to creamy (Figs 1B, 2A).

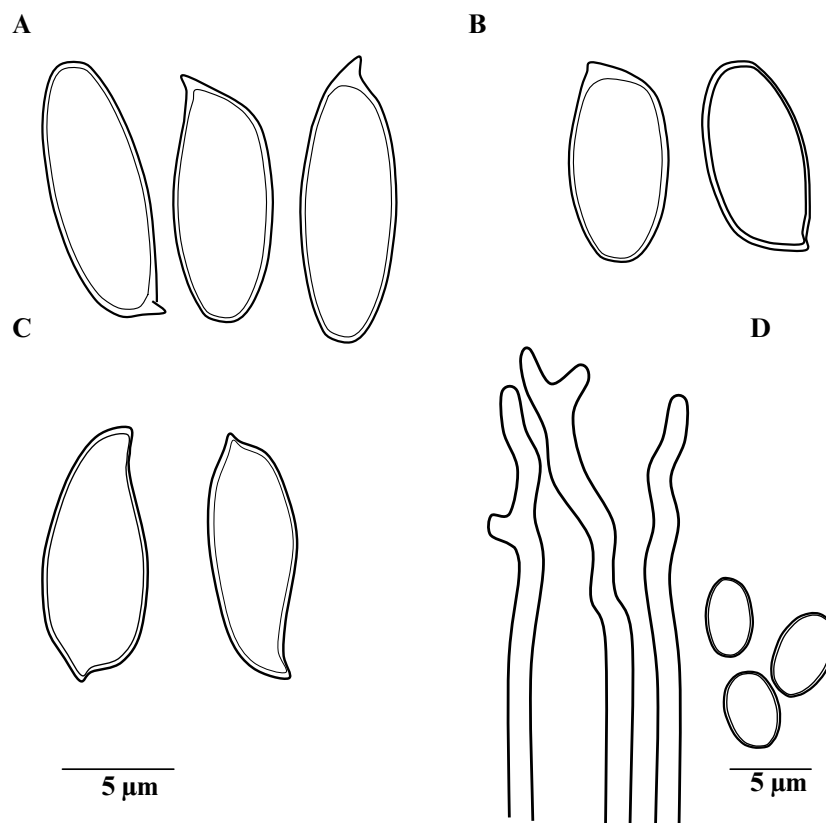


Fig. 1. Spores of A. *Gymnopus confluens* B. *G. dryophilus* C. *G. erythropus* D. Cheilocystidia and spores of *Collybia tuberosa*



Fig. 2. Basidiocarps of A. *Gymnopus dryophilus* B. *G. confluens* C. *G. erythropus*

***Gymnopus erythropus* (Pers.) Antonín, Halling & Noordel., Mycotaxon 63: 364 (1997)** (Syn.: *Agaricus erythropus* Pers., Syn. meth. fung. (Göttingen) 2: 367 (1801); *Agaricus marasmioides* Britzelm., Bot. Zbl. 73(5): 208 (1893); *Chamaeceras erythropus* (Pers.) Kuntze, Revis. gen. pl. (Leipzig) 3: 456 (1898); *Collybia badia* Bres., Atti Imp. Regia Accad. Rovereto, ser. 3 8: 129 (1902); *Collybia bresadolae* Sacc. & D. Sacc., Syll. fung. (Abellini) 17: 17 (1905); *Collybia erythropus* (Pers.) P. Kumm., Führ. Pilzk. (Zwickau): 115 (1871); *Collybia kuehneriana* Singer, Persoonia 2(1): 24 (1961)).

Pileus 1-3 cm, convex becoming flattened and often wavy at margin, pale tan when moist drying to pale buff or cream and wrinkled but remaining tan at the centre which is sometimes depressed. Stipe 40-60 x 2-5 mm, dark red becoming paler towards the apex, the base covered in dark pink woolly hairs. Flesh white in the cap, reddish-brown in the stem. Smell mushroomy or slightly rancid. Lamellae free, white to pale buff.

Spores pip-shaped, 6-8 x 3.5-4 µm. Spore print white (Figs. 1C, 2C).

***Rhodocollybia prolixa* var. *distorta* (Fr.) Antonín, Halling & Noordel., Mycotaxon 63: 365 (1997)** (Syn.: *Agaricus distortus* Fr., Epicr. syst. mycol. (Upsaliae): 84 (1838) [1836-1838]; *Collybia distorta* (Fr.) Quél., Mém. Soc. Émul. Montbéliard, Sér. 2 5: 93 (1982); *Marasmius distortus* (Fr.) P. Karst., Bidr. Känn. Finl. Nat. Folk 48: 101 (1889); *Rhodocollybia distorta* (Fr.) Singer, Annl. mycol. 41(1/3): 88 (1943)).

Pileus 3-7 cm, convex becoming flattened with a broad umbo, reddish brown. Stipe 40-55 x 4-8 mm, whitish flushed with cap colour, often grooved and twisted. Flesh pale tan. Taste and smell not distinctive.

Lamellae crowded, adnate with a slightly uneven edge, whitish becoming stained reddish brown.

Spores globose, 3-4.5 µm. Spore print white. Habitat in small tufts in coniferous woods.

REFERENCES:

1. Antonin V., Halling R.E. & Noordeloos M.E. Generic concepts within the groups of *Marasmius* and *Collybia* sensu lato. // Mycotaxon, 1997, v.63, p. 359-368.
2. Asef M.R. Agaric flora of North West forests of Iran. / Abstracts of XV congress of European Mycologists. SPb(Russia), 2007, p.112-113.
3. Asef M.R. Macrofungi flora of Arasbaran 1. *Cortinarius* subgenus *Myxaciium* // Rostaniha., 2008, v. 8(2), p. 178-185.
4. Asef M.R. Macrofungi flora of Arasbaran 2. Bolet fungi (Families Boletaceae and Suillaceae) // Rostaniha, 2008, v. 9 (2), p. 210-229.
5. Asef M.R., Muradov P.Z. and Sadiqov A. The genus *Hypholoma* in Iranian part of Caucasia. // Transaction of the Institute of Microbiology of Azerbaijan National Academy of Sciences. Baku: "Elm", 2007, v. 5, p. 267-271.
6. Asef M.R., Muradov P.Z. and Sadiqov A. Taxonomy and distribution of genus *Crepidotus* in Iranian part of Caucasia. // Transaction of the Institute of Microbiology of Azerbaijan National Academy of Sciences. Baku: "Elm", 2008, v.6, p.261-266.
7. Kirk P. M. Cannon, P.F., David, J. C., Stalpers, J. A. 2001. Ainsworth & Bisby's dictionary of the fungi. 9th ed. United Kingdom, Wallingford: CAB International
8. Largent D.L. How to identify Mushrooms to Genus I: Macroscopic Features. 3rd. Ed. Eureka, CA: Mad River Press., 1986, 166p.
9. Largent D.L., Johnson D. and Watling R. How to identify Mushrooms to Genus III: Microscopic Features. Eureka, CA: Mad River Press., 1977, 148p.
10. Largent D.L. and Timothy B. How to identify Mushrooms to Genus VI: Modern Genera. Eureka, CA: Mad River Press., 1988, 277p.
11. Moser M. Keys to Agarics and boleti (Polyporales, Boletales, Agaricales, Russulales). 4th edition, translated to English by Simon Plant. R. Phillips Publ. London, 1978, 535p.
12. Pegler D.N. A preliminary agaric flora of East Africa. Kew Bull., 1977, 615 p.
13. Pegler D.N. 1983. Agaric flora of the Lesser Antilles. Kew Bull., 1982, 668 p.
14. Pegler D.N. Agaric Flora of Sri Lanka. London: H.M.S.O., 1986, 456p.
15. Singer R. The Agaricales in modern taxonomy. Koenigstein, Germany: Koeltz Scientific Books, 1986, 320 p.

УДК 576.852.24:546.17

Асланова-Мирзоева Ф.О., Ганбаров Х.Т.
Бакинский государственный университет (Азербайджан)

ВЛИЯНИЕ ИСТОЧНИКОВ АЗОТА НА РОСТ ДРОЖЖЕВЫХ ГРИБОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ СПОНТАННЫХ ПРОСТОКВАШ

F. Aslanova-Mirzoeva, Kh. Ganbarov
Baku State University, Azerbaijan

INFLUENCE OF NITROGEN SOURCES ON GROWTH OF YEAST FUNGI ISOLATED FROM SPONTANEOUSLY FERMENTED SOUR-MILK PRODUCTS

Аннотация. Дрожжевые грибы, выделенные из спонтанных простокваш, из органических источников азота хорошо усваивали аммонийные соли $[NH_4NO_3, (NH_4)_2SO_4]$ азота. Только два вида – *Brettanomyces intermedius* и *Saccharomyces cerevisiae* могли усваивать $NaNO_3$. При росте на среде с $NH_4NO_3, (NH_4)_2SO_4$ был в 1,6-3,2 раза больше по сравнению с $NaNO_3$. Испытанные дрожжевые грибы активно потребляли аспарагин, мочевину и пептон в качестве органического источника азота. У всех штаммов грибов лучший рост наблюдался на пептоне. Грибы *Candida kefir* и *C.pseudotropicalis* аспарагин потребляли более активно, чем мочевину.

Ключевые слова: дрожжевые грибы, органические и неорганические источники азота, видовое и штаммовое различие дрожжей.

Abstract. Yeast fungi isolated from spontaneously fermented sour-milk products assimilate well ammonium nitrate NH_4NO_3 and ammonium sulfate $(NH_4)_2SO_4$. Only two kinds of yeasts, namely, *Brettanomyces intermedius* and *Saccharomyces cerevisiae*, can assimilate sodium nitrate $NaNO_3$. The biomass increase rate of yeasts *Brettanomyces intermedius* and *Saccharomyces cerevisiae* in NH_4NO_3 and $(NH_4)_2SO_4$ is 1.6–3.2 times higher than in $NaNO_3$. All species of tested yeast fungi consume well asparagin, urea and peptone, which are an organic source of nitrogen. Peptone is assimilated more actively than asparagin or urea. However, the yeast fungi *Candida kefir* and *C.pseudotropicalis* consume asparagin more actively than urea.

Key words: yeast fungi, organic and inorganic sources of nitrogen, species and strain differences of yeasts.

Дрожжевые организмы уже свыше сто лет привлекают к себе возрастающее внимание исследователей. Развитие микробиологии резко расширило и усовершенствовало области применения этих микроорганизмов. На основе их использования возникли крупные отрасли народного хозяйства [1; 3]. При производстве различных кисломолочных продуктов наряду с молочнокислыми бактериями значительную роль играют и дрожжевые грибы. Последние определяют консистенцию простокваши, придают продукту приятный вкус и запах, одновременно обогащают его витаминами [6]. Изучение культуральных, физиологических и биохимических свойств дрожжевых грибов позволяет более эффективно использовать их в различных биотехнологических процессах.

В предыдущих работах нами были выделены чистые культуры дрожжевых грибов из спонтанно заквашиваемых простокваш, используемых населением Кура-Аразинской агроклиматической области Азербайджана. Изучены морфо-культуральные и некоторые физиологические признаки этих грибов [2; 4]. Настоящая работа посвящена изучению влияния неорганических и органических источников азота на рост дрожжевых грибов, выделенных из спонтаннозаквашиваемых простокваш.

Материал и методы

В качестве объекта использовали дрожжевые культуры, выделенные из спонтанно заквашиваемых простокваш, используемых населением Кура-Аразинской агроклиматической области Азербайджана. Использовано 15 штаммов, относящихся к трем родам и 6 видам: *Brettanomyces intermedius* штаммы CA 17 и CA18; *Candida kefir* штаммы BL 2 и BL 3; *C. macedoniensis* штаммы BI 79 и MI 44; *C. pseudotropicalis* штаммы BI 78 и KD 18; KD 19 и GA 16; *C. nelliculosa* штаммы HA 45 и HA 46; *Saccharomyces cerevisiae* штаммы AQ 46; ST 72 и ST 73.

Влияние источников азота на рост дрожжей изучали в жидкой минеральной среде следующего состава (г/л): глюкоза – 10, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ -1, KH_2PO_4 -1 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ -0,5, дистиллированная вода – 1 л. В качестве неорганических источников азота использовали NaNO_3 , NH_4NO_3 и $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, а в качестве органических источников азота – аспаргин, мочевины и пептон. Источники азота добавлены в среду в количестве 0,03%, рассчитанных по азоту, а пептон – 0,3%.

Инкубацию культур проводили при 28–30°C в термостате и через 2–3 суток определяли прирост биомассы фотокolorиметрически [7]. Количество биомассы выразили в г/л. В качестве контроля использовали среду без добавления источника азота. Все опыты проведены в 4-х повторностях и статистически обработаны [5].

Результаты и обсуждение

Изучение влияния неорганических источников азота на рост дрожжевых организмов показало, что оба штамма *Brettanomyces intermedius* в качестве источника азота лучше потребляли $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, хорошо – NH_4NO_3 и слабо – NaNO_3 (табл.1). Штаммы гриба *Candida macedoniensis* в качестве источника азота лучше использовали NH_4NO_3 , хорошо потребляли $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и не усваивали NaNO_3 . Остальные штаммы грибов рода *Candida* - *C. kefir* BL 2 BL 3, *C. pseudotropicalis* BI78, KD18, KD18 и GA16 и

C. pelliculosa HA45 и HA46 практически в одинаковой степени потребляли NH_4NO_3 и $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и не усваивали NaNO_3 . Штаммы гриба *Saccharomyces cerevisiae* более активно потребляли $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, хорошо усваивали NH_4NO_3 и слабо росли на NaNO_3 . Следует отметить, что из неорганических источников азота NaNO_3 потреблялся лишь двумя видами – *Brettanomyces intermedius* и *Saccharomyces cerevisiae*, а NH_4NO_3 и $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ являлись хорошими источниками азота для всех исследуемых грибов (табл. 1.).

Наибольшее накопление биомассы на NH_4NO_3 наблюдалось у штаммов грибов *Candida macedoniensis* и *C. nelliculosa*, а наименьшее – у штаммов грибов *C. kefir* и *C. pseudotropicalis*. Так, биомасса у первых была в 1,4 – 1,8 раза больше, чем у вторых. Наилучший рост на $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ давали штаммы грибов *B. intermedius* и *C. pelliculosa*, а наименьший – *C. pseudotropicalis*. Прирост биомассы у первых был в 1,5–1,8 раза больше, чем у последнего (табл. 1).

Следовательно, штаммы *Brettanomyces intermedius* и *Saccharomyces cerevisiae* в качестве источника азота потребляли все испытанные неорганические источники азота, а штаммы грибов рода *Candida* усваивали аммонийные соли азота. Штаммовые различия в усвоении неорганических источников азота не наблюдались. Органические источники азота хорошо усваивались всеми штаммами дрожжевых грибов. Все грибы лучший рост показали на пептоне. Однако к аспарагину и мочевины грибные штаммы отнеслись по-разному (табл. 2). Штаммы грибов *B. intermedius* и *C. pelliculosa* высокий рост показали на пептоне и одинаково потребляли аспаргин и мочевины. Так, биомасса у *B. intermedius* на пептоне была в 1,3-1,4 раза, а у *C. nelliculosa* в 1,2-1,4 раза больше, чем у последних. У штаммов *C. kefir* рост на пептоне был в 1,2 и 1,4-1,5 раза больше, чем на аспаргине и мочевины, соответственно, а рост на аспаргине была в 1,2-1,3 раза больше, чем на мочевины. У штаммов *C. macedoniensis* рост на пептоне был в 1,4-1,7 и 1,1-1,2 раза больше, чем на аспаргине и мочевины, соответственно, а рост

Таблица 1

**Влияние неорганических источников азота на рост дрожжевых грибов,
выделенных из спонтанных простокваш**

Дрожжевые грибы		Биомасса в г/л (M±m)		
Виды	Штаммы	Неорганические источники азота		
		NaNO ₃	NH ₄ NO ₃	(NH ₄) ₂ SO ₄
<i>Brettanomyces intermedius</i>	SA 17	0,18 ± 0,01	0,29 ± 0,01	0,35 ± 0,01
	SA 18	0,16 ± 0,01	0,30 ± 0,02	0,38 ± 0,03
<i>Candida kefir</i>	BL 2	0,0	0,28 ± 0,01	0,27 ± 0,01
	BL 3	0,0	0,22 ± 0,02	0,24 ± 0,02
<i>Candida macedoniensis</i>	BI 79	0,0	0,35 ± 0,03	0,30 ± 0,03
	MI 44	0,0	0,32 ± 0,03	0,27 ± 0,01
<i>Candida pseudotropicalis</i>	BI 78	0,0	0,22 ± 0,02	0,24 ± 0,02
	KD 18	0,0	0,21 ± 0,01	0,22 ± 0,03
	KD 19	0,0	0,22 ± 0,01	0,23 ± 0,01
	GA 16	0,0	0,19 ± 0,02	0,21 ± 0,02
<i>Candida pelliculosa</i>	HA 45	0,0	0,36 ± 0,03	0,35 ± 0,03
	HA 46	0,0	0,32 ± 0,02	0,34 ± 0,03
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	AQ 46	0,16	0,24 ± 0,01	0,28 ± 0,02
	ST 72	0,12	0,28 ± 0,02	0,32 ± 0,03
	ST 73	0,18	0,26 ± 0,01	0,30 ± 0,01

на мочеvine был в 1,2-1,5 раза больше, чем на аспаргине. У штаммов *C. pseudotropicalis* потребление пептона было в 1,3-1,4 и 1,5-1,8 раза больше, соответственно, чем аспаргина и мочевины, а рост на аспаргине был в 1,1-1,4 раза больше, чем на мочеvine (табл. 2). Следовательно, после пептона штаммы грибов *B.intermedius* и *C.pelliculosa* в одинаковой степени потребляли аспаргин и мочеvinу, а грибы *C.macedoniensis* и *S.cerevisiae* лучше усваивали мочеvinу, чем аспаргин. На пептоне наибольший рост наблюдался у штаммов *S.cerevisiae*, а наименьший – у *C. kefir* и *C.pseudotropicalis*. Так, прирост биомассы у первых была в 1,4–1,6 раза больше, чем у вторых. На аспаргине наибольший рост давали штаммы грибов *B.intermedius* и *C.pelliculosa*, а наименьший – штаммы грибов *C.macedoniensis*, *C.pseudotropicalis* и *S.cerevisiae*. Так, у первых прирост биомассы был 1,2 – 1,5 раза больше, чем у вторых. На мочеvine наибольший рост показали штаммы грибов *B.intermedius*, *C.macedoniensis*, *C.pelliculosa* и *S.cerevisiae*, а наименьший – *C.kefir* и *C.pseudotropicalis*. У первых при-

рост биомассы на мочеvine был в 1,2-1,7 раза больше, чем у вторых (табл. 2).

Таким образом, экспериментально установлено, что исследованные дрожжевые грибы из неорганических источников азота активно потребляют аммонийные соли. Грибы *Brettanomyces intermedius* и *Saccharomyces cerevisiae* более активно потребляли (NH₄)₂SO₄, гриб *Candida macedoniensis* более активно усваивал NH₄NO₃, а грибы *C.kefir*, *C.pseudotropicalis* и *C.pelliculosa* одинаково активно потребляли аммонийные соли азота. Только виды *Brettanomyces intermedius* и *Saccharomyces cerevisiae* оказались способными усваивать NaNO₃ в качестве источника азота. Дрожжевые грибы активно усваивали все виды органического источника азота, однако наибольший рост у всех грибов наблюдался на пептоне. Грибы *Candida kefir* и *C.pseudotropicalis* аспаргин потребляли более активно, чем мочеvinу, а грибы *C. macedoniensis* и *Saccharomyces cerevisiae*, наоборот, более активно потребляли мочеvinу, чем аспаргин. Грибы *Brettanomyces intermedius* и *C.pelliculosa* в одинаковой степени потребляли оба вида источника.

Таблица 2

**Влияние органических источников азота на рост дрожжевых грибов,
выделенных из спонтанных простокваш**

<i>Дрожжевые грибы</i>		<i>Биомасса в г/л ($M \pm m$)</i>		
Виды	Штаммы	Источники азота		
		Аспаргин	Мочевина	Пептон
<i>Brettanomyces intermedius</i>	SA 17	0,36 ± 0,03	0,32 ± 0,03	0,44 ± 0,01
	SA 18	0,33 ± 0,01	0,35 ± 0,01	0,46 ± 0,04
<i>Candida kefir</i>	BL 2	0,31 ± 0,01	0,24 ± 0,02	0,37 ± 0,03
	BL 3	0,31 ± 0,01	0,26 ± 0,02	0,36 ± 0,01
<i>Candida macedoniensis</i>	BI 79	0,24 ± 0,02	0,35 ± 0,03	0,41 ± 0,03
	MI 44	0,28 ± 0,01	0,34 ± 0,02	0,38 ± 0,03
<i>Candida pseudotropicalis</i>	BI 78	0,28 ± 0,01	0,23 ± 0,01	0,36 ± 0,02
	KD 18	0,28 ± 0,02	0,21 ± 0,01	0,36 ± 0,03
	KD 19	0,29 ± 0,01	0,24 ± 0,01	0,37 ± 0,01
	GA 16	0,26 ± 0,05	0,22 ± 0,02	0,36 ± 0,02
<i>Candida pelliculosa</i>	HA 45	0,35 ± 0,02	0,37 ± 0,03	0,45 ± 0,04
	HA 46	0,36 ± 0,01	0,34 ± 0,01	0,49 ± 0,05
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	AQ 46	0,24 ± 0,01	0,33 ± 0,02	0,51 ± 0,04
	ST 72	0,28 ± 0,02	0,36 ± 0,02	0,55 ± 0,05
	ST 73	0,28 ± 0,07	0,34 ± 0,03	0,58 ± 0,04

ЛИТЕРАТУРА:

1. Аркадьева З.А., Безбородов А.М., Блохина И.Н. и др. Промышленная микробиология. М.: Высшая школа, 1989. 680 с.
2. Асланова-Мирзоева Ф.О., Ганбаров Х.Т. Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. Биологические науки. 2009. № 4. С. 18-21.
3. Ганбаров Х.Т., Тагизаде З.А., Кулиева Н.А. Биотехнология. Баку, 2005. 360 с.
4. Мирзоева Ф.О. Влияние простых сахаров на развитие молочнокислых бактерий и дрожжевых грибов, выделенных из Кур-Аразинской агроклиматической области // Труды Института микробиологии НАН Азербайджана. Баку: Элм, 2008. Т. 6. С. 227-232.
5. Плохинский Н.А. Биометрия. М.: Изд-во МГУ, 1998. 150 с.
6. Скородумова А.М. Дрожи молока и молочных продуктов и их производственные значения. М., 1969. 246 с.
7. Теппер Е.З., Шильникова В.К., Переверзева Г.И. Практикум по микробиологии. М., 2005. 256 с.

UDC 579.2

M. Qasemi, Y. Atakishiyeva

Institute of Microbiology, Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku

BIOSYNTHESIS OF LIPIDS IN TWO OIL-DEGRADING FUNGI – *CEPHALOSPORIUM HUMICOLA* AND *MUCOR CLOBOBUS*

Гасеми М.Б., Атакишиева Я.Ю.

Институт микробиологии НАН Азербайджана (г. Баку)

БИОСИНТЕЗ ЛИПИДОВ У ДВУХ НЕФТЕДЕГРАДИРУЮЩИХ ГРИБОВ – *CEPHALOSPORIUM HUMICOLA* AND *MUCOR CLOBOBUS*

Abstract. We study the effect of the carbon sources – glucose and hexadecane – on the fatty acid composition and activity of enzymes, actually or potentially involved in the biochemistry of oleaginity of two oil degrading fungi, namely, *Cephalosporium humicola* and *Mucor globosus*. The carbon sources markedly affect the fatty acid composition of the fungi in question. The lipids extracted from hexadecane grown cells contain not only saturated fats found in fungi grown on glucose substrates but also linoleic and linolenic acids. In both fungi we observe a dramatic decrease in the stearic acid content from 16,0-29,0% to 2,8-5,9% by replacing glucose by hexadecane. The synthase activity of fatty acids is found in cells growing both on glucose and hexadecane substrates. Isocitrate lyase is absent in cells growing on glucose substrates and is found when grown on hexadecane substrates. The activity of adenosine triphosphate is as follows: citrate lyase is completely inhibited by hexadecane. Carnitine acetyltransferase is detected in cells grown on glucose substrates. The activity of this enzyme increases tenfold in the case when hexadecane is the source of carbon. The high activity of pyruvate kinase on glucose decreases by 80%–90% when grown on a hydrocarbon substrate. Analysis of the results and products of linoleic and linolenic acids shows that the hydrocarbon substrate increases the biosynthesis of 18:2 and 18:3 acids, and, hence, $\Delta 12/\Delta 15$ -desaturase enzymes, which are responsible for the conversion of 18:1-to-18:2 and 18:2-to-18:3 acids. Although the specific activities of the enzymes vary between the fungi, the developmental profiles for all enzymes are virtually similar.

Key words: fungi, carbon sources, enzyme activity, fatty acids.

Аннотация. Изучено влияние источников углерода – глюкозы и гексадекана на жирно-кислотный (ЖК) состав и активность основных ферментов, реально или потенциально участвующих в биохимии олеофильности двух углеводороддеградирующих грибов – *Cephalosporium humicola* и *Mucor globosus*. Источники углерода оказали значительное влияние на ЖК-состав исследованных грибов. Липиды, экстрагированные из клеток, культивированных на гексадекане, содержали не только насыщенные ЖК, обнаруженные в глюкозных вариантах, но также имели линолевую и $\sqrt{}$ -линоленовую кислоты. В обоих грибах наблюдалось резкое уменьшение содержания стеариновой кислоты – от 16,0-29,0 % до 2,8-5,9 %, при замене глюкозы на гексадекан. Активность синтеза ЖК была обнаружена в клетках, растущих как на глюкозе, так и на гексадекане. Изоцитратлиаза отсутствовала в клетках, растущих на глюкозе, но была обнаружена при росте на гексадекане. Активность АТФ: цитрат лиазы была полностью подавлена на гексадекане. Карнитин ацетилтрансфераза была обнаружена в клетках, выращенных на глюкозе. Активность этого фермента возрастала десятикратно, в случае когда источником углерода был гексадекан. Высокая активность пируваткиназы на глюкозе уменьшалась на 80-90 % при росте на углеводородном субстрате. Анализ результатов по продукции линолевой и $\sqrt{}$ -линолевой кислот показывает, что углеводородный субстрат повышает биосинтез 18:2 и 18:3 кислот, и следовательно, ферментов $\Delta 12$ -десатуразы и $\Delta 15$ десатуразы, являющихся ответственными за преобразование 18:1 к 18:2 и 18:2 к 18:3 кислот. Несмотря на то, что специфическая активность отдельных ферментов исследуемых грибов имела некоторые различия, динамика изменения активностей практически для всех ферментов была одинакова.

Ключевые слова: грибы, источники углерода, ферментативная активность, жирные кислоты.

Filamentous fungi are metabolically versatile organisms with a very wide distribution in nature [1; 15]. The utilization of hydrocarbon substrates by filamentous fungi has received considerable attention since the observation by Miyoshi in 1895 that fungi can attack paraffins [12]. The direct incorporation of hydrocarbon substrates into the lipids of filamentous fungi has received little attention, although it has been suggested that filamentous fungi do not incorporate substrate hydrocarbons directly and without degradation to the acetate level [16]. Biosynthesis of fatty acids is achieved in the multi-enzyme complex fatty acid synthase and ends with palmitic acid (C16:0). C16:0 is then the starting material for dehydrated fatty acids and longer fatty acids which determines the central role this specific fatty acid plays in the biosynthesis of fatty acids in Eubacteria and higher organisms [7; 14]. C16:0 is present in all eukaryotes.

The catabolism of hydrophobic substrates, such as alkanes, fatty acids and triglycerides, is a quite complex metabolism which involves several metabolic pathways taking place in different subcellular compartments. An important characteristic of alkane assimilation by yeasts and fungi is the metabolic flow of carbon atoms from alkane substrates to synthesis of all cellular components via fatty acids, which is quite different to compare to such conventional substrates like carbohydrates. In the course of studies on the mineralization of various crude oils by microorganisms in oil-contaminated soils, we isolated several fungi that were capable of growth on hydrocarbons [3]. The aim of this study was to determine the relevance of inducible hydrocarbon-degrading pathways in alterations in lipid composition of two of these fungi, *Mucor globosus* 11 and *Cephalosporium humicola* EI, and to build a better understanding of lipid metabolism in order to develop methods of enhancing the production of desirable compounds.

Materials and methods

Mucor globosus 11 and *Cephalosporium humicola* EI used during present investigation were isolated from oil-contaminated soils near Baku

and maintained in the fungi collection of the Laboratory of Biochemistry and Physiology of Soil Microorganisms. The medium for fungi cultivation was composed of 2% (v/v) hexadecane or 3% glucose, 0.2% sodium nitrate, 0.1% potassium dihydrogen phosphate, 0.05% potassium chloride, 0.05% magnesium sulphate heptahydrate, and 0.001% iron (II) sulphate heptahydrate (pH 5.5). Culture flasks (500 ml) containing 200 ml of the medium were inoculated with vegetative mycelium and cultivated for 10 days at 28°C on a rotary shaker. Flasks were periodically removed from the incubator and mycelia were collected by centrifugation at 22000 rpm for 20 min minutes and washed once with distilled water. Determinations of total biomass, lipids as well as lipid methanalysis and analysis by gas chromatography have been performed as described elsewhere [9; 13]. All enzymes were assayed using previously published procedures. Isocitrate lysase (ICL) was assayed as described by Armitt et al. [2], ATP: citrate lyase (ACL), fatty acid synthase (FAS), glucose-6-phosphate dehydrogenase (G6PD), and malic enzyme (ME) as described by Wynn et al. [17], carnitine acetyltransferase (CAT) as described by Kawamoto et al. [10], and pyruvate kinase (PK) as described in Worthington Enzymes Manual [16], Acetyl-CoA carboxylase (ACC) was assayed as described by Matthews *et al.* [11]. Diacylglycerol acyltransferase (DAGAT) activity was determined using the assay described by Kamisaka et al. [8]. All experiments were carried out in triplicate at least and data are presented as mean $\pm$ S.E.M.

Results and discussion

According to the preliminary experiments, both *C. humicola* EI and *M. globosus* 11 were able to grow on the medium with hexadecane as the sole carbon source and accumulated 67.0 and 49.5% lipid in their biomass respectively (corresponding to 8.7 and 5.9 g lipid/l). Both fungi demonstrated a similar and a typical growth and lipid production profile in fermentation (Fig.1). Higher yield biomass values and lipid production were observed for *C. humicola* EI to compare to *M. globosus* 11. The lipid content of the

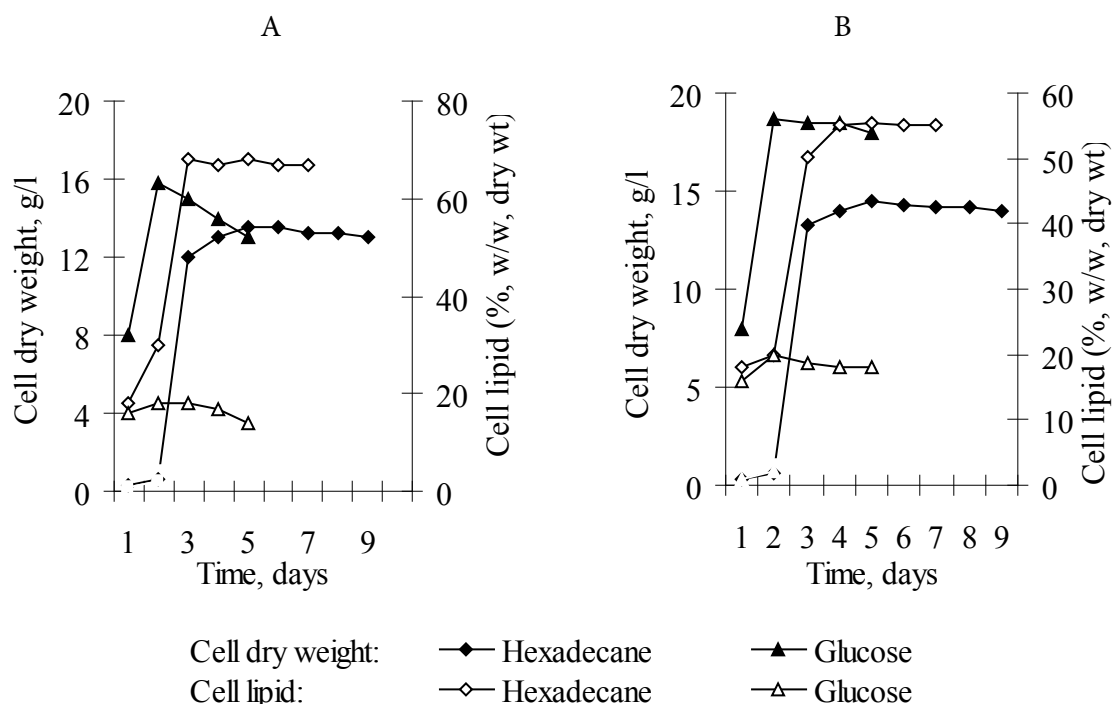


Fig 1. Growth of and lipid accumulation in *Cephalosporium humicola* (A) and *Mucor globosus* (B) grown on a medium with glucose and hexadecane

same fungi grown on glucose as the sole carbon source were 15.8 and 13.7%, respectively. From these observations it is clear that hexadecane can be employed as a carbon source for microbial lipid production.

The chromatographic analysis of microbial oil samples revealed an array of fatty acids, both saturated and unsaturated. The fatty acid profiles showing fatty acid composition expressed in the form of relative percentages of total fatty acids are presented in Table 1. Both fungi under study demonstrated great variations with respect to the level of fatty acid percentage. The results showed that the mycelium of *M. globosus* grown on glucose contained five kinds of fatty acid, including myristic, palmitic, palmitoleic, stearic and oleic acids. In *C. humicola* EI grown on glucose, 98.6% of total fatty acid was comprised as myristic, palmitic, stearic and oleic acids. The composition of

oil from *M. globosus* 11 included largely saturated fatty acids, such as myristic, palmitic, stearic acids. From *C. humicola* EI the highest percentage of saturated fatty acids found were palmitic (52.0%) and stearic (16.0%) acids. In both fungi, *M. globosus* 11 and *C. humicola* EI during the growth on glucose substrate, the unsaturated fatty acids constituted 20.0 and 28.0% of the total fatty acids. In tested fungi grown on glucose no detectable amounts of C18 polyunsaturated fatty acid were found. Carbon sources analysis showed its marked influence on the fatty acids make-up of these species. The oil samples from hexadecane grown cells not only contained all the above noted saturated fatty acids, but also had linoleic and γ -linolenic acids. In both fungi dramatic decrease in content of stearic acid from 16.0-29.0% to 2.8-5.9% was observed with change in carbon source from glucose to hexadecane.

Table 1

**Percentage fatty acid composition of *Cephalosporium humicola* EI
and *Mucor globosus* 11 grown on a medium with glucose and hexadecane**

Culture/ substrate	Fatty acid concentration (w/w) in total mycelial lipid							
	C14:0	C16:0	^Δ C16:1	C18:0	^Δ 9,C18:1	^Δ 9,12,C18:2	^Δ 6,9,12,C18:3	Other
<i>C. humicola</i> hexadecane	1.9	53.0	7.3	2.8	15.0	9.0	10.0	2.0
glucose	2.6	52.0	trace	16.0	28.0	trace	trace	1.4
<i>M. globosus</i> hexadecane	2.6	49.0	4.7	5.9	12.0	9.0	14.0	2.8
glucose	3.0	46.0	12.0	29.0	8.0	trace	12.0	2.0

A range of enzymes involved, or potentially involved, in the biochemistry of oleaginity were studied in both fungi. These enzymes included those belonging to the lipid biosynthetic pathway itself, such as ACC, FAS and DAGAT; ACL, which is implicated in the production of cytosolic acetyl-CoA for lipid synthesis in oleaginous yeasts [4; 6]; and a range of enzymes potentially involved in the generation of NADPH for fatty acid synthesis, ME, G-6-PDH. Part of our study was aimed at gaining more knowledge in areas with a focus on desaturation of fatty acids. The overall picture of the enzymatic activities in *C. humicola* EI and *M. globosus* 11 are given in the Table 2. Although the specific activities of the enzymes varied to some degree between the fungi, the developmental profiles practically for all enzymes were similar (Fig. 2).

Cytosolic acetyl-CoA is metabolized to malonyl-CoA by ACC. ACC is the first committed step in the synthesis of fatty acids providing two of its three carbons to the fatty acid synthase. The activity of fatty acid synthase was readily detected in glucose-grown cells as well as hexadecane cells, indicating active *de novo* fatty acid biosynthesis. The fatty acid synthase and polyketide synthase enzymes are remarkably similar in their function with differences apparent primarily in the detailed programming. These two enzymes constitute a metabolic branch point between primary and secondary metabolism. Fatty acids enter a second branch point between membrane lipid

biosynthesis (functional fats) and fat accumulation (storage fats) and this switch is controlled by DAGAT enzyme. ICL was absent in the extract from the cells grown on glucose but it was detected when the fungi were grown on hexadecane. This is a marker enzyme for the glyoxylate bypass of the citric acid cycle which is induced in cells grown on carbon sources that are metabolized via acetyl-CoA rather than pyruvate. This pathway serves to replenish the shortfall of C4 citric acid cycle intermediates, which occurs due to diversion of carbon from the citric acid cycle for biosynthesis. The appearance of isocitrate lyase confirms that growth on hexadecane induces the activity of the glyoxylate cycle.

Acetyl-CoA is synthesized in the mitochondria of fungi and must be transported to the cytoplasm for the use in fatty acid synthesis. Transport of acetyl-CoA to the cytoplasm is thought to be mediated by ATP: citrate lyase and/or carnitine acetyl transferase.

ATP: citrate lyase was detected in cells when glucose was the carbon source. This is a cytosolic enzyme that is involved in the generation of cytosolic acetyl-CoA from citrate after its export from the mitochondria. When the fungi were grown on hexadecane, however, no ATP:citrate lyase activity was detected. β -oxidation of fatty acids in the peroxisomes of fungi liberates acetyl-CoA, which is translocated to the mitochondria for energy generation. As a result, when the fungi were grown on a hexadecane-based carbon

Table 2

**Enzyme activities (nmol/min/mg protein) in *Cephalosporium humicola* EI
and *Mucor globosus* 11 grown on glucose and hexadecane**

Enzyme	<i>Cephalosporium humicola</i>		<i>Mucor globosus</i>	
	Glucose	Hexadecane	Glucose	Hexadecane
ME	35	18	22	11
ACL	30	-	26	-
G-6PGDH	1100	200	980	120
FAS	33	40	23	22
ACC	2.5	4.8	3.1	5.3
DAGAT	0.7	2.1	0.4	1.7
ICL	-	58	5	40
CAT	34	350	22	230
PK	820	160	600	67

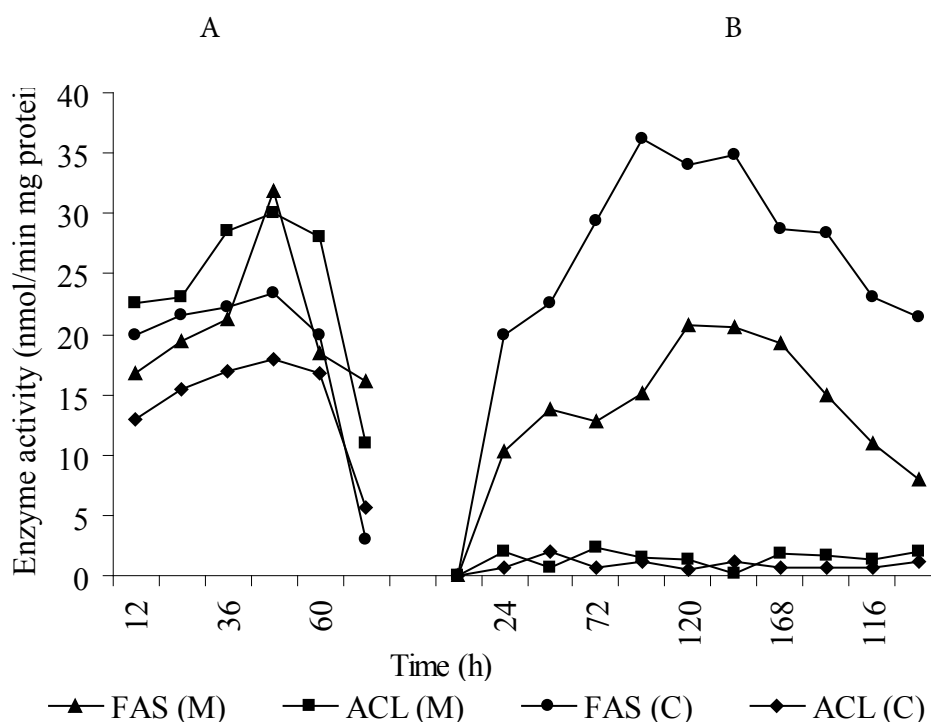


Fig 2. Activities of FAS and ACL in *Cephalosporium humicola* EI (C) and *Mucor globosus* 11 (M) during growth on glucose (A) and hexadecane (B).

source, the acetyl-CoA flux was into, not out of the mitochondria; ATP: citrate lyase activity was therefore not required in such cells and was completely repressed.

Carnitine acetyltransferase is an enzyme involved in the translocation of acetyl-CoA inside the cell. This enzyme was detected in glucose-

grown cells and its activity was increased tenfold when hexadecane was the carbon source. The increased activity of this enzyme was a result of the increased requirement for acetyl-CoA transportation between cellular compartments in cells grown on a hexadecane-based carbon source. The changes in the activities of this enzyme, as

well as of isocitrate lyase and ATP: citrate lyase, confirm, that when the cells were cultivated on sole hydrocarbon, the metabolism of the fungus underwent changes too.

Malic enzyme is believed to play a key role in provision of reduced nicotinamide adenine dinucleotide phosphate (NADPH) for both fatty acid biosynthesis and fatty acid desaturation. Therefore, it is an important factor controlling the extent of lipid accumulation not by reducing the supply of carbon but the supply of reducing (H⁺) equivalents. Proposed roles of malic enzyme in other eukaryotic microorganisms are somewhat sketchy. Although malic enzyme has been known for many years, its role may vary significantly from one organism to another. However, occurrence of malic enzyme in tested fungi is clearly implicated to be in the provision of NADPH to drive desaturation and elongation reactions leading to the formation of polyunsaturated fatty acids.

Pyruvate kinase is the last enzyme in the glycolytic pathway of sugar catabolism. It catalyzes the irreversible conversion of phosphoenolpyruvate into pyruvate by the addition of a proton and the loss of a phosphate group, which is transferred to ADP. High activity of pyruvate kinase was detected in glucose-grown cells, but was decreased by 80.0-90.0% when the fungi were grown on hexadecane. These observations surmised that the residual pyruvate kinase activity was not involved in the provision of pyruvate for biosynthesis in cells of fungi. It was hypothesized that malic enzyme activity (which increased under these conditions) was responsible for the generation of pyruvate needed for biosynthetic purposes.

Glucose-6-phosphate dehydrogenase is an enzyme of the oxidoreductase class that catalyzes the oxidation of glucose-6-phosphate to a lactone, reducing NADP⁺ to NADPH. The reaction is the first step in the pentose phosphate pathway of glucose metabolism. The lower activity of glucose-6-phosphate dehydrogenase in cells grown on hexadecane reflected the decreased carbon flux through the hexose monophosphate pathway.

At the inspection the results presented in Table 1 appear to indicate production or increased production of linoleic and γ -linolenic acid in tested

fungi with the change in carbon source from glucose to hexadecane. As well known, biosynthetic route responsible for γ -linolenic acid in the fungi is n-6 route, which involves the following consecutive reactions: oxidation of hexadecanol to palmitic acid, elongation of palmitic acid to stearic acid, selective desaturation of the latter to oleic acid catalyzed by Δ^9 stearoyl-CoA desaturase and then similarly, to linoleic acid and linolenic acid catalysed by Δ^{12} oleoyl-CoA desaturase and Δ^6 linoleyl-CoA desaturase, respectively. The comparison of composition of saturated fatty acids to that of unsaturated ones from each of the oil samples indicated that out of 20.0% of total fatty acids from *M. globosus*, and 28.0% from *C. humicola* grown on glucose were unsaturated fatty acids. These dates increased to 40 and 41.3% when substrate replaced with hexadecane. Our results suggest that biosynthesis of 18:2 and 18:3 acids, and consequently, the enzymes Δ^{12} -desaturase and Δ^{15} desaturase, which are responsible for the conversion of 18:1 to 18:2 and 18:2 to 18:3 acids, are affected by hydrocarbon.

These studies offer an inside look into exploring the possibility of further use of such microbial lipids, as at least a supplement to other edible fats and for other non-edible industrial purposes.

REFERENCES:

1. Archer D.B., Connerton I.E., MacKenzie D.A. Filamentous fungi for production of food additives and processing aids // *Adv Biochem Eng Biotechnol.*, 2008. V. 111. P. 99-147.
2. Armitt S., McCullough W., Roberts C. Analysis of acetate non-utilizing mutants in *Aspergillus nidulans* // *J Gen Microbiol.* 1976. V. 92. P. 263-282.
3. Atakishiyeva Y.Y., I.M. Imanova. Lipogenesis of microscopic fungi widespread in oil-contaminated soils // *Materials of the 1th congress of Azerbaijan society of zoologists.* Baku, 2003. P. 507-512.
4. Botham P. A., Ratledge C. A biochemical explanation for lipid accumulation in *Candida* 107 and other oleaginous microorganisms // *J Gen Microbiol.*, 1979. V. 114. P. 361-375.
5. Desai A., Pranav V. Petroleum and Hydrocarbon Microbiology // Department of Microbiology, M.S.University of Baroda, Vadodara 390 002. Issue Date: 21-May-2008. URL:<http://nsdl.niscair.res.in/handle/123456789/645>. (21.01.2012)
6. Evans C. T., Ratledge C. Possible regulatory roles of ATP: citrate lyase, malic enzyme and AMP deami-

- nase in lipid accumulation by *Rhodospiridium toruloides* CBS 14 // *Can J Microbiol.* 1985. V. 31. P. 1000-1005.
7. Jenke-Kodama H., Dittmann E. Evolution of metabolic diversity: insights from microbial polyketide synthases // *Phytochemistry.* 2009. V. 70. P. 1858-1866.
 8. Kamisaka Y., Yokochi T., Nakahara T., Suzuki O. Characterization of the diacylglycerol acyltransferase activity in the membrane fraction from a fungus // *Lipids.* 1993. V. 28. P. 583-587.
 9. Kavadia A., Komaitis M., Chevalot I., Blanchard F., Marc I. and Aggelis G. Lipid and gamma-linolenic acid accumulation in strains of *Zygomycetes* growing on glucose // *Journal of the American Oil Chemist's Society.* 2001. V. 78. P. 341-346.
 10. Kawamoto S., Ueda M., Nozaki, C., Yamamura M., Tanaka A., Fukui S. Localization of carnitine acetyltransferase in peroxisomes and in mitochondria of n-alkane grown *Candida tropicalis* // *FEBS Lett.* 1978. V. 96/ P. 37-40.
 11. Matthews J.M., Holtum J.A., Liljegren D.R., Furness B., Powles S. B. Cross-resistance to herbicides in annual ryegrass (*Lolium rigidum*). 1. Properties of the herbicide target enzymes acetyl-CoA carboxylase and acetolactate synthase // *Plant Physiol.* 1990. V. 94, P. 1180-1186.
 12. Miyoshi M. Die durchbohrung von membranen durch Pilzbad. *Jahrb. // Wiss. Bot.* 1895. V. 28. P. 269-289.
 13. Papanikolaou S., Chevalot I., Komaitis M., Aggelis G., Marc I. Kinetic profile of the cellular lipid composition in an oleaginous *Yarrowia lipolytica* capable of producing a cocoa-butter substitute from industrial fats // *Antonie Van Leeuwenhoek.* 2001. V. 80. P. 215-224.
 14. Ratledge C. Fatty acid biosynthesis in microorganisms being used for Single Cell Oil production // *Biochimie.* 2004. V. 86. P. 807-15.
 15. Taylor J.W., Turner E., Townsend J.P., Dettman J.R., Jacobson D. Eukaryotic microbes, species recognition and the geographic limits of species: examples from the kingdom Fungi // *Philos Trans R Soc Lond B. Biol Sci.* 2006. V. 361. P. 1947-1963.
 16. Worthington Enzyme Manual. Enzymes and Related Biochemicals. Pyruvate kinase. 1979. Editor: Von Worthington. Bedford, MA. Millipore Corporation: P. 179-180.
 17. Wynn J. P., Kendrick A., Ratledge C. Sesamol as an inhibitor of growth and lipid metabolism in *Mucor circinelloides* via its action on malic enzyme // *Lipids.* 1997. V. 32. P. 605-610.

УДК 34.29

Джатдоева Д.Т.

*Карачаево-Черкесский государственный университет
им. У.Д. Алиева (г. Карачаевск)*

ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФЛОРЫ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ КАРАЧАЕВО-ЧЕРКЕСИИ

D. Jatdoeva

U.D. Aliev Karachaevo-Cherkessk State University, Karachaevsk

GEOGRAPHICAL ANALYSIS OF FLORA OF MEDICAL PLANTS OF KARACHAY-CHERKESSIA

Аннотация. В статье приводятся сведения о системе геоэлементов лекарственных растений Карачаево-Черкесии, количественном и процентном соотношении их различных групп. Установлено, что в изучаемой группе растений доминируют общеголарктические и бореальные группы геоэлементов, а преобладающим геоэлементом является палеарктический, составляющий треть флоры. Потенциальные возможности флоры для получения эксклюзивного растительного сырья или лекарственных препаратов определяются наличием 4 эукавказских эндемиков, 13 кавказских и 18 субкавказских, которые могут быть использованы наряду с фармакопейными видами.

Ключевые слова: лекарственное растение, геоэлемент, эндемик, субэндемик.

Abstract. The article presents information about the system of geoelements of medical plants in Karachay-Cherkessia, about their quantitative and percentage ratio in various groups. It is found that in the studied group of plants, hol-arctic and boreal geoelements dominate, and the prevailing geoelement is palearctic, amounting to one third of the flora. Potential possibilities of the flora for obtaining exclusive vegetative raw materials or medical products are determined by presence four Eucaucasian, thirteen Caucasian and eighteen Subcaucasian endemics, which can be used along with pharmacopoeia species.

Key words: medical plant, geoelement, endemic plant, subendemic plant.

На территории Карачаево-Черкесии в диком виде произрастает 357 видов лекарственных растений, применяемых как в официальной, так и в народной медицине. Они входят в состав 263 родов и 89 семейств. Характер и региональные особенности их распространения (тип ареала), имеют важное значение при планировании заготовки лекарственного сырья. Ареалы видов, входящих в состав той или иной региональной флоры (искусственной или естественной) в большинстве случаев более обширны, чем сама территория, за исключением локальных эндемиков, если таковые имеются. К узкоареальным видам можно отнести и некоторые реликты в том случае, если ареалы этих видов также локальны. Виды исследуемой флоры занимают на земном шаре, в основном в его Северном полушарии, различные по площади ареалы. Часть видов имеют космополитное распространение и могут встречаться также и в Южном полушарии.

Целью географического анализа является выяснение иерархической структуры ареалов слагающих флору видов, установление доминирующих типов ареалов и определение хорологического характера флоры, для чего необходимо каждый вид отнести к соответствующему географическому элементу. Для хорологического анализа принята система геоэлементов, которая отражает положение его ареала в системе выделов природного, комплексного ботанико-географического районирования Земли, разработанного А.Л. Тахтаджяном [7]. В этом случае каждый элемент флоры характеризуется набором соответствующих выделов районирования, а иерархическая классификация элементов строится на соподчинении этих выделов

[10], т. е. понятие географического элемента связывается с фитохорионами различных рангов – провинциями, областями, подцарствами и царствами.

В основе географического анализа лежит выяснение доли участи того или иного геоэлемента в сложении флоры путём составления спектра географических элементов исследуемой флоры [1]. Для территории Кавказа разработана система геоэлементов, основанная на вышеизложенных принципах, автором которой является Н.Н. Портениер [4, 5]. Она отличается тем, что в состав геоэлементов включены т. н. «связующие элементы», ареалы

которых примерно одинаково расположены в двух смежных флористических областях (за исключением случаев иррадиации). Согласно этой классификации во флоре лекарственных растений Карачаево-Черкесии выделен 21 географический элемент, географический спектр которых приведён в табл. 1.

Из данных таблицы следует, что большинство элементов флоры относятся к общеголарктическому (42,0%). Второе место занимают бореальные геоэлементы, составляющие 31,4% флоры, третьи – связующие геоэлементы (9,5%). Древнесредиземноморские элементы составляют 9,2% флоры. Плюрире-

Таблица 1

Географический спектр флоры лекарственных растений Карачаево-Черкесии

№	ГЕОЭЛЕМЕНТ	Кол-во	%
ПЛЮРИРЕГИОНАЛЬНЫЕ – 18 (5,0%)			
1	Плюрирегиональный	18	5,0
ОБЩЕГОЛАРКТИЧЕСКИЕ – 150 (42,0%)			
2	Голарктический	25	7,0
3	Палеарктический	125	35,0
БОРЕАЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ – 112 (31,4%)			
4	Панбореальный	5	1,0
5	Евро-Сибирский	26	7,3
6	Евро-Кавказский	15	4,0
7	Европейский	34	9,5
8	Кавказский	17	4,8
	Эукавказский	3	0,8
	Предкавказский	1	0,3
9	Эвксинский	4	1,1
10	Понтическо-Южносибирский	8	2,2
11	Понтический	3	0,8
ДРЕВНЕСРЕДИЗЕМНОМОРСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ – 33 (9,2%)			
12	Общедревнесредиземноморский	22	6,2
13	Западнодревнесредиземноморский	6	1,7
14	Средиземноморский	2	0,6
15	Восточнодревнесредиземноморский	2	0,6
16	Ирано-Туранский	1	0,3
СВЯЗУЮЩИЕ ЭЛЕМЕНТЫ – 34 (9,5%)			
17	Субсредиземноморский	8	2,2
18	Субкавказский	18	5,0
19	Субпонтический	4	1,1
20	Субтуранский	4	1,1
АДВЕНТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ – 10 (2,8%)			
21	Адвентивный	10	2,8
	ИТОГО	357	100

гиональные и адвентивные элементы играют незначительную роль (соответственно 5,0% и 2,8%). Таким образом, по преобладающим группам геоэлементов флору лекарственных растений Карачаево-Черкесии можно характеризовать как общеголарктическо-бореально-связующую. Эти группы геоэлементов насчитывают 296 видов и составляют 82,9% флоры. Преобладающим геоэлементом является палеарктический, составляющий треть флоры (35,0%).

Особого внимания при географическом анализе заслуживают эндемичные геоэлементы. Явление эндемизма есть понятие географическое. Эндемитами какой-либо флоры являются такие виды, ареалы которых не выходят за пределы территории этой флоры. Критерием эндемичности является приуроченность всего ареала данного вида к определенной территории [8]. Эндемики являются абсолютными показателями отличия флоры от других флор. С этой точки зрения познание явления эндемизма имеет исключительно важное значение, поскольку позволяет судить не только о степени оригинальности флоры, но и о возможностях использования эндемичных видов для получения эксклюзивного растительного сырья или лекарственных препаратов. Во флоре Карачаево-Черкесии насчитывается 17 эндемиков Кавказа, распространённые по территории Большого и Малого Кавказа, среди них 4 вида с более узкими ареалами – три эукавказские и один предкавказский. Однако среди них нет ни одного лекарственного растения, используемого в официальной медицине. Эти виды являются близкими родственниками лекарственных растений, применяемых в медицине, и возможна заготовка многих из них как источников лекарственного сырья для получения лекарственных препаратов.

Эукавказские эндемики

1. *Rosa arensii* Juz. et Galushko – эукавказский эндемик, встречающийся в Тебердинско-Зеленчукском и Центрально-Эльбрусском флористических районах. Обитатель откры-

тых сухих склонов. Наряду с *Rosa canina* L. используется как источник аскорбиновой кислоты.

2. *Polygala sosnowskyi* Kem.-Nath. – эукавказский эндемик, описанный из окрестностей города Кисловодска (locus classicus). В регионе встречается в Кисловодском и Центрально-Эльбрусском флористических районах. Наряду с *Polygala sibirica* L. и *P. tenuifolia* Willd., корни *P. sosnowskyi* были включены в отечественную фармакопею 8-9 изданий как источник сапонинов, препараты которых применяются как отхаркивающее средство [6].

3. *Ptarmica ptarmicifolia* (Willd.) Galushko – эукавказский эндемик, встречающийся в Тебердино-Зеленчукском и Центрально-Эльбрусском флористических районах. Как и близкий родственник *Achillea millefolium* L. содержит алколоид ахиллин. В народной медицине применяется как средство, усиливающее деятельность желудочно-кишечного тракта и обладающее кровоостанавливающим, противовоспалительным, антисептическим, обезболивающим и ранозаживляющим действием [2].

4. *Colchicum laetum* Stev. – предкавказский эндемик, встречающийся в Лабинско-Невинномысском районе, обитатель степей. Вместе с *Colchicum speciosum* Stev. может быть использован для получения колхицина и колхамина [9].

Кавказские эндемики

В Государственной фармакопее СССР (1990) не упоминаются, за исключением *Convallaria transcaucasica*. В справочной литературе, даже в специальной сводке «Лекарственная флора Кавказа» [9], кавказские эндемики приводятся как синонимы видам с более широкими ареалами в Палеарктике. Наряду с видами официальной медицины также могут быть использованы в качестве лекарственного сырья (13 видов): *Juniperus oblonga* (препараты используются наряду с *J. communis*); *Convallaria transcaucasica* (= *C. majalis*); *Galanthus caucasicus* (= *G. woronowii*); *Ru-*

bus buschii (= *R. idaeus*); *Rosa oxyodon* (= *R. canina*); *Tilia caucasica* (= *T. cordata*); *Traunsteinera sphaerica* и *Dactylorgiza euxina* (= *Orchis militaris*); *Hylotelephium causicum* (= *H. maximum*); *Mentha caucasica* (= *M. longifolia*); *Rhododendron causicum* (= *Rh. aureum*); *Polemonium causicum* (= *P. coeruleum*); *Adenostyles macrophylla* (= *A. platyphyllus*). Из всех перечисленных наиболее перспективным является *Rosa oxyodon*, плоды которого содержат наибольшее количество витамина С, от 5000 до 6000 мг/100 г, что во много раз больше, чем в плодах *Rosa canina*, содержащим от 146 до 1476 мг/100 г. [3].

Субкавказские виды

Эти виды (18) связаны в своём происхождении с Кавказом, но ареалы их выходят за пределы Кавказской флористической провинции. Также могут быть использованы как источники лекарственного сырья, удовлетворяемых за счёт европейских видов. Это *Arum orientale*, *Colchicum speciosum*, *Dactylorhiza salina*, *D. flavescens*, *D. urvilleana*, *Fagus orientalis*, *Bistorta carnea*, *Sedum oppositifolium*, *Malus orientalis*, *Rosa boissieri*, *Laurocerasus officinalis*, *Dictamnus causicus*, *Polygala anatolica*, *Libanotis transcaucasica*, *Atropa caucasica*, *Solanum pseudopersicum*, *Lonicera caprifolium*, *Adenostyles platyphylloides*. Наиболее ценным из перечисленных являются *Colchicum speciosum*, источник колхицина и колхамина; *Atropa caucasica*, используемая наряду с *A. belladonna*, потребности которой в лекарственном сырье удовлетворяются за счёт искусственного возделывания *A. belladonna* [9]; *Adenostyles platy-*

phylloides, являющийся источником платифиллина, сарацина и сенецифиллина [9].

Таким образом, эндемичные кавказские и субкавказские виды лекарственных растений являются потенциальными источниками ценного лекарственного растительного сырья, часть из них используются наряду с фармакопейными, многие перспективны для применения в качестве официальных.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Иванов А.Л. Флора Предкавказья и её генезис. Ставрополь: Изд-во СГУ, 1998. 204 с.
2. Махлаюк В.П. Лекарственные растения в народной медицине. Саратов: Приволжское книжное издательство, 1993. 534 с.
3. Мелик-Гусейнов В.В., Добриева З.У. Род *Rosa* L. флоры Ингушетии: распространение, ресурсы, химический состав, использование. Пятигорск: Изд-во ГОУ ВПО «Пятигорская ГФА Росздрава», 2010. 126 с.
4. Портениер Н.Н. Географический анализ флоры бассейна реки Черек Безенгийский (Центральный Кавказ). II. Географические элементы // Ботанический журнал, 1993. Т. 78. № 11. С. 1-17.
5. Портениер Н.Н. Система географических элементов флоры Кавказа // Ботанический журнал. 2000. Т. 85. № 9. С. 126-134.
6. Растительные ресурсы СССР. Цветковые растения, их химический состав, использование. Т. 4. Сем-ва Rutaceae-Elaeagnaceae. Л.: Наука, 1988. 357 с.
7. Тахтаджян А.Л. Флористические области Земли. Л.: Наука, 1978. 247 с.
8. Толмачёв А.И. Введение в географию растений. Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1974. 224 с.
9. Шретер А.И., Муравьёва Д.А., Пакалн Д.А., Ефимова Ф.В. Лекарственная флора Кавказа. М.: Медицина, 1979. 368 с.
10. Юрцев Б.А., Камелин Р.В. Основные понятия и термины флористики. Пермь, 1991. 80 с.

УДК 58.581.93

Иванов А.Л., Ковалёва О.А.

Ставропольский государственный университет

СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФЛОРЫ ПЕТРОФИТОВ РОССИЙСКОГО КАВКАЗА

A. Ivanov, O. Kovaleva

Stavropol State University

SYSTEMATIC ANALYSIS OF PETROPHYTE FLORA OF THE RUSSIAN CAUCASUS

Аннотация. В статье приводятся сведения о систематической структуре флоры петрофитов Российского Кавказа, анализируются систематические спектры семейств и родов, обозначается зависимость между количеством петрофитов в таксонах ранга семейства и рода и его общим богатством в современной региональной флоре. Констатируется, что в систематическом отношении петрофильная флора изучаемой территории близка к средиземноморским флорам и характеризуется достаточно высокой степенью гетерогенности, определяемой пропорциями флоры, большим процентом участия крупнейших, крупных и средних семейств и родов, высоким процентом участия семейств, насчитывающих один вид, высоким родовым коэффициентом.

Ключевые слова: петрофит, пропорции флоры, систематический спектр, родовой коэффициент, монотипный род, олиготипное семейство.

Abstract. We present information about the regular structure of petrophyte flora of the Russian Caucasus, analyze systematic range of families and genera, and show the relationship between the number of petrophytes in taxa of the same family and genus and their total amount in modern regional flora. It is ascertained that in the systematic relationship, the petrophytic flora of the terrain under study is similar to the Mediterranean flora and characterized by a sufficiently high degree of the heterogeneity defined by proportions of flora, a large percentage of participation of the largest, large and average families and genera, a high percentage of participation of the families of one kind, a high generic factor.

Key words: petrophyte, flora proportions, systematic range, generic factor, monotype genera, oligotype family.

К группе петрофитов относятся растения, приспособленные к обитанию на различных каменистых субстратах – скалах, щебнистых осыпях, каменистых крупнообломочных россыпях, моренах, галечниках, характеризующихся почти полным отсутствием сформированных почв. Развивающиеся в таких условиях флористические комплексы имеют свои специфические отличия, в том числе и по систематическому составу. В основу систематического анализа любой флоры положено явление закономерности изменения количественных показателей в пространстве, т. е. каждая флора имеет свою количественную характеристику, обладает определённым набором видов, родов, семейств, и по этим параметрам может существенно отличаться от других флор и иметь свои специфические черты. Эта особенность проявляется и территориально, в иерархическом подразделении по флористическому принципу земной поверхности (в пределах царств, областей, провинций, районов), которым присущи свои закономерности соотношения таксономических групп [6; 7; 8; 9; 10; 4; 11; 12; 13; 14; 16].

По результатам наших исследований выявлено, что на территории Российского Кавказа в условиях скально-осыпных местообитаний произрастает 958 видов сосудистых растений, относящихся к 284 родам и 74 семействам. Вся флора этого региона (по нашим подсчётам) включает 4279 видов, исследуемая группа составляет 22,4% от всех видов флоры региона. В

это число включены все виды, обитающие на скалах, моренах, осыпях, за исключением случайных видов. Часть из них являются факультативными петрофитами, и без их учёта число облигатных петрофитов равно 776 (18,1%). Пропорции флоры петрофитов Российского Кавказа приведены в табл. 1.

Из таблицы видно, что среди петрофитов нет представителей таких отделов споровых растений, как *Lycopodiophyta* и *Equisetophyta*, малочисленны представители отделов *Ephedrophyta*, *Pinophyta*, *Polypodiophyta*. Относительно малочисленную группу составляют и однодольные растения (9,5%), большинство из которых представлено семейством *Poaceae* (65 видов), небольшая часть видов приходится на семейства *Cyperaceae* (6), *Alliaceae* (7), ещё несколько семейств (*Juncaceae*, *Asphodelaceae*, *Anthericaceae*, *Liliaceae*, *Hyacinthaceae*, *Iridaceae*) представлены 1-3 факультативными петрофитами. В исследуемой флоре подавляющее большинство видов относится к двудольным, насчитывающим 86,4% от всех видов флоры. Такой состав и пропорции близок к аналогичному составу флор Голарктики.

Крупнейших семейств с числом видов более 50 в исследуемой флоре 7 (табл. 2). Они насчитывают 516 видов и составляют 53,9% от всех видов флоры. Крупных семейств с числом видов от 20 до пятидесяти также 7, они насчитывают 208 видов и составляют 21,7% от всей флоры петрофитов. Средних семейств с числом видов от 10 до 20 всего 4, на их долю приходится 56 видов (5,9%). В целом

крупнейшие, крупные и средние семейства насчитывают 780 видов и составляют более 80% от флоры петрофитов. Поскольку речь идёт не обо всей флоре региона, а только об её части, обитающей на открытых каменных субстратах, то не совсем корректно проводить аналогии с систематической структурой флоры отдельных территорий региона. Тем не менее, если сравнить систематические спектры изучаемой группы растений и спектр флоры Западной части Центрального Кавказа (ЗЦК, [1]), то можно увидеть, что главенствующие позиции занимают все те же семейства, с той лишь разницей, что второе место занимает не семейство *Poaceae* (во флоре ЗЦК), а *Fabaceae*, тогда как *Poaceae* занимает третье место. Также в спектр ведущих семейств входят *Rosaceae*, *Caryophyllaceae*, *Brassicaceae*, *Apiaceae*, *Lamiaceae*, *Scrophulariaceae*, но несколько в другой последовательности. Нет в этом спектре семейств *Cyperaceae*, *Liliaceae*, первое представлено лишь шестью облигатными, второе – тремя факультативными петрофитами. Ещё ближе к спектру изучаемой флоры спектр петрофитов этой же территории (ЗЦК), крупнейшие и крупные семейства петрофильной флоры которой располагаются в следующей последовательности: *Asteraceae* – *Fabaceae* – *Caryophyllaceae* – *Poaceae* – *Rosaceae* – *Lamiaceae* – *Apiaceae* – *Ranunculaceae* – *Saxifragaceae* – *Campanulaceae* [15].

При сравнении с систематическим спектром флоры петрофитов других горных территорий, таких, как Русский Алтай, пре-

Таблица 1

Основные пропорции флоры петрофитов российского Кавказа

таксон	число видов	%	число родов	%	число сем-в	%	пропорции	род. коэф.
Polypodiophyta	24	2,5	12	4,2	8	10,8	1:1,5:3	2
Pinophyta	12	1,3	3	1,0	2	2,7	1:1,5:6	4
Ephedrophyta	3	0,3	1	0,3	1	1,4	1:1:3	3
Magnoliophyta	919	95,9	270	94,4	63	85,1	1:4,3:14,6	3,4
в том числе:								
Magnoliopsida	828	86,4	235	82,2	54	73,0	1:4,4:15,3	3,5
Liliopsida	91	9,5	35	12,2	9	12,2	1:3,9:10,1	2,6
ВСЕГО	958	100	286	100	74	100	1:3,9:12,9	3,3

жде всего следует отметить её бедность, она насчитывает 175 видов и всего 5 семейств с численностью видов более 10 [5], притом что располагается на территории примерно в два раза большей, чем Российский Кавказ. Ведущее положение в этих спектрах занимают семейства *Asteraceae* и *Fabaceae*, совпадают ранги ещё лишь четырёх семейств – *Caryophyllaceae*, *Lamiaceae*, *Rosaceae*, *Boraginaceae*.

Таблица 2

Спектр крупнейших, крупных и средних семейств

СЕМЕЙСТВО	КОЛ-ВО	УЧАСТИЯ
крупнейшие		
1. <i>Asteraceae</i>	131	13,7
2. <i>Fabaceae</i>	82	8,6
3. <i>Poaceae</i>	65	6,8
4. <i>Caryophyllaceae</i>	65	6,8
5. <i>Lamiaceae</i>	62	6,5
6. <i>Rosaceae</i>	58	6,1
7. <i>Brassicaceae</i>	53	5,5
Итого	516	53,9
крупные		
8. <i>Campanulaceae</i>	48	5,0
9. <i>Scrophulariaceae</i>	32	3,3
10. <i>Saxifragaceae</i>	30	3,1
11. <i>Apiaceae</i>	27	2,8
12. <i>Rubiaceae</i>	26	2,7
13. <i>Crassulaceae</i>	23	2,4
14. <i>Boraginaceae</i>	22	2,3
Итого	208	21,7
средние		
15. <i>Ranunculaceae</i>	17	
16. <i>Primulaceae</i>	15	1,6
17. <i>Dipsacaceae</i>	14	1,5
18. <i>Euphorbiaceae</i>	10	1,0
Итого	56	5,9
ВСЕГО	780	81,4

Обращает на себя внимание низкий ранг семейства *Poaceae* во флоре Русского Алтая, которое насчитывает всего 4 вида факультативных петрофитов, в то время как во флоре Российского Кавказа это семейство является крупнейшим, насчитывающим 65 видов, из которых 51 вид являются облигатными петрофитами. С другой стороны, по процентно-

му соотношению в спектре флоры петрофитов Русского Алтая на третье место выходит семейство *Brassicaceae*, хотя оно по численности видов в 3,5 раза меньше, чем на Российском Кавказе. Все эти отличия связаны, по всей видимости, с разными историческими условиями формирования петрофильных флор двух территорий, но общая закономерность прослеживается в одинаковом составе головной части спектра, представленном семействами *Asteraceae*, *Fabaceae*, *Caryophyllaceae*, *Lamiaceae*, *Rosaceae*, одинаково ранжированными в этих флорах.

Спектр крупнейших семейств по головной части соответствует закономерностям, присущим спектрам средиземноморских флор [11], в них ведущие места занимают три семейства в последовательности *Asteraceae* – *Fabaceae* – *Poaceae*, а в десятку ведущих семейств входят *Lamiaceae*, *Brassicaceae*, *Apiaceae*, *Caryophyllaceae* с разными рангами в спектрах разных территорий, реже – семейства *Rosaceae*, *Rubiaceae*, *Boraginaceae*. Другие семейства петрофильной флоры Российского Кавказа представлены меньшим количеством видов, подразделяются на мелкие и олиготипные. Мелкие семейства включают от 5 до 9 видов, таких семейств 13, они насчитывают 79 видов (8,2% от всех видов флоры). Среди них с количеством видов 9, 8 и 7 – по одному семейству (соответственно *Aspleniaceae*, *Cupressaceae* и *Alliaceae*); по 6 видов насчитывают 5 семейств: *Cyperaceae*, *Polygonaceae*, *Cistaceae*, *Gentianaceae*, *Valerianaceae*. Семейств с 5 видами также 5: *Fagaceae*, *Chenopodiaceae*, *Fumariaceae*, *Rhamnaceae*, *Hypericaceae*.

Олиготипные семейства насчитывают от 1 до 4 видов, среди них по 4 вида включают 7 семейств: *Woodsiaceae*, *Pinaceae*, *Papaveraceae*, *Geraniaceae*, *Linaceae*, *Thymelaeaceae*, *Convolvulaceae*; по 3 вида 11 семейств: *Athyriaceae*, *Dryopteridaceae*, *Ephedraceae*, *Liliaceae*, *Hyacinthaceae*, *Iridaceae*, *Grossulariaceae*, *Violaceae*, *Onagraceae*, *Limoniaceae*, *Caprifoliaceae*; по 2 вида – 13 семейств: *Sinopteridaceae*, *Asphodelaceae*, *Salicaceae*, *Corylaceae*, *Betulaceae*, *Urticaceae*, *Capparaceae*, *Rutaceae*, *Polygalaceae*, *Anacardiaceae*, *Tamaricaceae*, *Globulari-*

aceae, Plantaginaceae; по 1 виду включают 12 семейств, они не являются монотипными в широком смысле, а лишь применительно к изучаемой флоре: *Adiantaceae*, *Hypolepidaceae*, *Polypodiaceae*, *Juncaceae*, *Anthericaceae*, *Berberidaceae*, *Hydrangeaceae*, *Empetraceae*, *Celastraceae*, *Ericaceae*, *Oleaceae*, *Solanaceae*.

Обобщенные данные о процентном соотношении семейств и видов петрофильной флоры Российского Кавказа приведены в табл. 3. Из всех семейств лишь 25 представлены только облигатными петрофитами. Самыми крупными из них являются семейства *Saxifragaceae* (30 видов) и *Crassulaceae* (23 вида), 8 видов насчитывает семейство *Cypressaceae*, по 6 видов – *Polygonaceae* и *Cyperaceae*, остальные семейства являются олиготипными, представлены 1-4 видами. Из всех перечисленных 4 семейства представлены папоротниками (*Adiantaceae*, *Woodsiaceae*, *Sinopteridaceae*, *Hypolepidaceae*), одно – голосеменными (*Cypressaceae*), одно – однодольными (*Cyperaceae*), остальные относятся к классу двудольных. Эти особенности подтверждают закономерность того, что в экстремальных условиях различные группы растений проявляют разные адаптивные возможности, вследствие чего состав таких флор формируется из представителей ограниченного круга семейств и родов [9], а состав оригинальных петрофильных элементов богат скальными папоротниками (из них облигатными в ис-

следуемой флоре являются 19 видов) и толстянковыми [2].

В число ведущих родов петрофитов, включающих 10 и более видов, входит 22 рода (табл. 4). Из них крупнейших (сверхполиморфных), насчитывающих 20 и более видов – 4 (1,4%). На их долю приходится 125 видов (13,0%) (табл. 5). Более многочисленны крупные (полиморфные) рода, насчитывающие от 10 до 19 видов (18 родов, 5,7%, табл. 4, 5). На их долю приходится 229 видов (23,9%). Всего на 22 крупнейших и крупных рода приходится 354 вида, что составляет 37% от всех видов флоры. Многие виды этих родов в условиях скально-осыпных местообитаний создают флористический фон и часто господствуют на скалах и осыпях, им принадлежит выдающаяся роль в сложении растительного покрова этих местообитаний.

Соотношение петрофильных видов к общему числу видов родов флоры Российского Кавказа показывает, что виды 9 родов флоры этой территории более чем на 70% являются петрофитами, в убывающем порядке они располагаются в следующей последовательности: *Saxifraga* (96,8%), *Minuartia* (87,5%), *Psephellus* (84,6%), *Draba* (81,35%), *Thymus* (76,5%), *Jurinea* (76,0%), *Pyrethrum* (73,3%), *Sedum* (72,2%), *Scutellaria* (70,0%). Других родов, виды которых более чем на 50% являются петрофитами, ещё 4. Это *Campanula* (69,8%), *Silene* (61,5%), *Scrophularia* (58,0%), *Asperula* (52,0%), остальные

Таблица 3

Соотношение семейств и видов флоры петрофитов Российского Кавказа

СЕМЕЙСТВА (кол-во видов)	Крупнейшие более 50	Крупные 20-49	Средние 10-19	Мелкие 5-9	Олиготипные с числом видов:			
					4	3	2	1
Количество семейств	7	7	4	13	7	11	13	12
% от общего числа сем-в	9,5	9,5	5,4	17,6	9,5	14,9	17,6	16,2
Количество видов	516	208	56	79	28	33	26	12
% от общего числа видов	53,9	21,7	5,8	8,2	2,9	3,4	2,7	1,3

Таблица 4

**Спектр крупнейших (сверхполиморфных), крупных и средних родов
петрофильной флоры Российского Кавказа**

РОД	Кол-во видов		РОД	Кол-во видов
1. <i>Campanula</i>	44		23. <i>Gypsophila</i>	9
2. <i>Saxifraga</i>	30		24. <i>Onosma</i>	9
3. <i>Astragalus</i>	29		25. <i>Juniperus</i>	8
4. <i>Psephellus</i>	22		26. <i>Alchemilla</i>	8
5. <i>Jurinea</i>	19		27. <i>Anthemis</i>	8
6. <i>Rosa</i>	17		28. <i>Cotoneaster</i>	7
7. <i>Silene</i>	16		29. <i>Galium</i>	7
8. <i>Scutellaria</i>	14		30. <i>Scabiosa</i>	7
9. <i>Minuartia</i>	14		31. <i>Nepeta</i>	7
10. <i>Thymus</i>	13		32. <i>Asplenium</i>	7
11. <i>Asperula</i>	13		33. <i>Erysimum</i>	7
12. <i>Sedum</i>	13		34. <i>Veronica</i>	7
13. <i>Draba</i>	13		35. <i>Cephalaria</i>	7
14. <i>Potentilla</i>	12		36. <i>Allium</i>	7
15. <i>Festuca</i>	11		37. <i>Alopecurus</i>	6
16. <i>Ranunculus</i>	11		38. <i>Calamagrostis</i>	6
17. <i>Dianthus</i>	11		39. <i>Alyssum</i>	6
18. <i>Pyrethrum</i>	11		40. <i>Sempervivum</i>	6
19. <i>Cirsium</i>	11		41. <i>Sorbus</i>	6
20. <i>Tithymalus</i>	10		42. <i>Salvia</i>	6
21. <i>Scrophularia</i>	10		43. <i>Pedicularis</i>	6
22. <i>Primula</i>	10		44. <i>Cruciata</i>	6
ИТОГО	354(37,0%)		ИТОГО	153(16,0%)

содержат не менее 20% – от 20,4% (*Tithymalus*) до 45,5% (*Primula*). Большинство крупнейших и крупных родов относятся к крупнейшим и крупным семействам. Так, к семейству *Asteraceae* относится 5 родов, *Caryophyllaceae* – 3, *Rosaceae* – 2, *Lamiaceae* – 2, *Fabaceae* – 1, *Poaceae* – 1, *Brassicaceae* – 1, *Scrophulariaceae* – 1. Следует отметить и семейства, большинство видов которых в петрофильной флоре представлено одним родом: *Campanulaceae* (*Campanula*), *Saxifragaceae* (*Saxifraga*), *Crassulaceae* (*Sedum*).

Средних родов, насчитывающих от 9 до 6 видов, в петрофильной флоре Российского Кавказа – 22, они насчитывают 153 вида, что составляет 16% от всех петрофитов. По количеству видов они подразделяются следующим образом: родов, содержащих по 9 видов – 2, по 8 – 3, по 7–9, по 6–8. Олиготипных родов, на-

считывающих от 5 до 2 видов, в исследуемой флоре 242 (84,6%). Из них по 4 вида содержат 59 родов, по 3 вида – 72, по 2 вида – 102 рода, по одному виду – 135. Всего на долю олиготипных родов приходится почти половина видов – 451 (47,1%). Многие представители родов, содержащих по 1 виду, являются облигатными петрофитами. Споровые растения представлены 3 родами (*Adiantum*, *Ceterach*, *Notholaena*), среди голосеменных таких родов нет, из однодольных облигатными являются представители родов *Brizochloa*, *Scleropoa*, *Trachynia*, *Eremopyrum*, среди двудольных их значительно больше, это такие рода, как *Didymophysa*, *Apterigia*, *Eunomia*, *Hymenolobus*, *Murbeckiella*, *Clausia*, *Chiasmophyllum*, *Prometheum*, *Rosularia*, *Teline*, *Melilotoides*, *Acanthophaea*, *Fumana*, *Stelleropsis*, *Orlaya*, *Paracarum*, *Antonina*, *Celsia*, *Lamyra* и др.

Таблица 6

Соотношение родов и видов флоры петрофитов российского Кавказа

РОДА (кол-во видов)	Крупнейшие более 20	Крупные 10-19	Средние 6-9	Олиготипные с числом видов:				
				5	4	3	2	1
Количество родов	4	18	22	14	18	24	51	135
% от общего числа родов	1,4	6,3	7,7	4,9	6,3	8,4	17,8	47,2
Количество видов	125	229	153	70	72	72	102	135
% от общего числа видов	13,0	23,9	16,0	7,3	7,5	7,5	10,6	14,1

По-настоящему монотипными являются лишь 14 родов, среди них эукавказские эндемичные *Petrocoma*, *Charesia*, *Pseudovesicaria*, *Symphyoloma*, *Comastoma*, *Trigonocaryum*, *Pseudobetckea*, *Muchlenbergiella*, *Amphoricarpus*, *Cladochaeta*, субкавказские *Vavilovia*, *Chamaescyadium*, средиземноморский *Crithnum*, pontическо-южносибирский *Ancathia*.

Из всего вышесказанного следует, что имеется определённая зависимость между количеством петрофитов в каком-либо таксоне и его общим богатством в современной флоре Российского Кавказа (для петрофильной флоры Русского Алтая [5] такой зависимости не выявлено, где большая часть облигатных петрофитов занимает обособленное систематическое положение и относится либо к олиготипным родам, либо к олиготипным секциям). Об этом свидетельствует принадлежность большинства монотипных родов к крупнейшим и крупным семействам систематического спектра (за исключением *Comastoma* и *Pseudobetckea*). По количеству истинно монотипных родов и родов, содержащих в исследуемой флоре по 1 виду, крупнейшие, крупные и средние семейства выстраиваются в следующей последовательности: *Brassicaceae* (9), *Fabaceae* (6), *Asteraceae* (4), *Apiaceae* (4), *Crassulaceae* (4), *Caryophyllaceae* (3), *Poaceae* (2), *Lamiaceae* (2), *Boraginaceae* (2), *Rosaceae* (2), *Scrophulariaceae* (1), *Campanulaceae* (1). Семейства *Ranunculaceae*, *Saxifragaceae*, *Rubiaceae*, *Primulaceae*, *Dipsacaceae* таких ро-

дов не содержат, но также обильны во флоре, т. е. указанная зависимость прослеживается достаточно отчётливо.

Монотипность рода во флоре как в систематическом плане, так и в плане территориальном, по всей видимости, свидетельствует об интенсивно идущих видообразовательных процессах в условиях изоляции на специфических субстратах и об их разной степени интенсивности и продолжительности. Виды первых (систематически обособленных) начали формироваться значительно раньше видов вторых, почему и произошло систематическое обособление, виды территориально монотипных родов в эволюционной перспективе также могут обособиться систематически. Всё это также свидетельствует о выдающейся роли таксонов ранга семейства головной части систематического спектра в формировании флоры петрофитов исследуемой территории. Крупнейшие, крупные и средние семейства, у которых более половины родов содержат по 1 виду, выстраиваются в следующей последовательности: *Crassulaceae* (66,7), *Brassicaceae* (63,6), *Fabaceae* (57,1), *Boraginaceae* (55,6), *Apiaceae* (53,3), *Lamiaceae* (52,9), немногим меньше половины монотипных родов содержит семейство *Asteraceae* (45,9). Ещё 6 семейств содержат от 25,0% до 43,5% монотипных родов, а в 5 семействах таковые отсутствуют, но им также принадлежит заметная роль в сложении петрофильной флоры. Из них 2 семей-

тва представлены одним родом (*Saxifragaceae* и *Euphorbiaceae*), 2 – двумя родами (*Primulaceae* и *Dipsacaceae*), одно семейство – тремя родами (*Rubiaceae*).

Одним из показателей систематической структуры флоры является родовой коэффициент (количество видов, приходящихся на один род), который в исследуемой флоре равен 3,3. Он свидетельствует о своеобразии физико-географической среды, в которой формировалась флора, и всегда ниже во флорах, формировавшихся в условиях однообразного климата и рельефа, во флорах равнинных, северных и молодых, независимо от их географического положения и, естественно, выше во флорах, прошедших длительный путь развития и формирования в разнообразных физико-географических условиях [1]. В сравнении с пертофильной флорой Русского Алтая, где он равен 1,7 [5], его значение почти в 2 раза выше. Причина этому – большое количество (около 50%) в изучаемой флоре олиготипных родов, а это является следствием не только разного географического положения территорий, но и разной степени интенсивности формирования петрофитона. Во флоре петрофитов западной части Центрального Кавказа этот коэффициент равен 2,7 [15].

Таким образом, в систематическом отношении петрофильная флора Российского Кавказа близка к средиземноморским флорам и характеризуется определенной, достаточно высокой степенью гетерогенности, определяемой пропорциями флоры, большим процентом участия крупнейших, крупных и средних семейств и родов, высоким процентом участия семейств, насчитывающих один вид, высоким родовым коэффициентом.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Галушко А.И. Анализ флоры западной части Центрального Кавказа // Флора Северного Кавказа и вопросы её истории. Вып. 1. Ставрополь, 1976. С. 5-130.
2. Камелин Р.В. Материалы по истории флоры Азии (Алтайская горная страна). Барнаул: Изд-во Алтайского ун-та, 1998. 240 с.
3. Малышев Л.И. Зависимость флористического богатства от внешних условий и исторических факторов // Ботанический журн. 1969. Т. 54. № 8. С. 1137-1147.
4. Малышев Л.И. Флористические спектры Советского Союза // История флоры и растительности Евразии. Л.: Наука, 1972. С. 17-40.
5. Пяк А.И. Петрофиты Русского Алтая (состав, экология, география, особенности генезиса): Дисс. ... д-ра биол. наук. Томск, 2003. 308 с.
6. Тахтаджян А.Л. Флористические области Земли. Л.: Наука, 1978. 248 с.
7. Толмачёв А.И. О количественной характеристике флор и флористических областей // Труды Северной базы АН СССР. Вып. 8. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1941. 41 с.
8. Толмачёв А.И. Богатство флор как объект сравнительного изучения // Вестник Ленинградского ун-та. 1970а. № 9. С. 71-83.
9. Толмачёв А.И. О некоторых количественных соотношениях во флорах земного шара // Вестник Ленинградского ун-та. 1970б. № 15. С. 62-74.
10. Толмачёв А.И. Введение в географию растений. Л.: Изд-во ЛГУ, 1974. 244 с.
11. Толмачёв А.И. Методы сравнительной флористики и проблемы флорогенеза. Новосибирск: Изд-во Наука, Сибирское отделение, 1986. 196 с.
12. Шмидт В.М. Количественные показатели в сравнительной флористике // Ботанический журнал. 1974. Т. 59. № 7. С. 929-940.
13. Шмидт В.М. Зависимость количественных показателей конкретных флор европейской части СССР // Ботанический журнал. 1979. Т. 64. № 2. С. 172-183.
14. Шмидт В.М. Приближенное прогнозирование флористических показателей в зависимости от географической широты // Журнал общей биологии. 1981. Т. 62. № 3. С. 430-439.
15. Шхагапсоев С.Х. Анализ петрофитного флористического комплекса западной части Центрального Кавказа. Нальчик: Издательский центр Эль-Фа, 2003. 220 с.
16. Юрцев Б.А., Толмачев А.И., Ребристая О.В. Флористическое ограничение и разделение Арктики // Арктическая флористическая область. Л.: Наука, 1978. С. 9-104.

УДК 58.073, 574.589

Кособокова С.Р.

Астраханский государственный университет

КОНСОРТИВНЫЙ АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ СВОБОДНО ПЛАВАЮЩИХ НА ПОВЕРХНОСТИ ВОДЫ ГИДРОФИТОВ ВОДОЁМОВ ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ

S. Kosobokova

Astrakhan State University

CONSORTIVE ANALYSIS OF SOME HYDROPHYTES FREE FLOATING ON THE SURFACE OF WATER BASINS OF THE VOLGA DELTA

Аннотация. Исследован функциональный состав экотонных консорций свободно плавающих по поверхности воды гидрофитов, являющихся детерминантами группировок *Saivinia* – *Lemna* и *Salvinia* – *Spirodela*. Выделено более 50 видов мезофауны для модельного спектра. Данные группировки включают пять групп консортивных связей. Проанализирован состав систематических групп организмов и их роль в консорциях. На основе вариантов каждого типа консортивных связей построены функциональные ряды консортов трех видов детерминантов.

Ключевые слова: консорции, детерминанты, консорты, консортивные связи.

Abstract. We study the functional composition of ecotone consortia of hydrophytes freely floating on the water surface, which are the determinants of *Salvinia* groups, namely, *Lemna* and *Salvinia-Spirodela*. Fifty species of mesofauna are identified for the model spectrum. The group data include five groups of consortive links. The composition of systematic groups of organisms and their role in the consortia are analyzed. Using the variants of each type of consortive links, we construct the functional rows of consorts of determinants of three types.

Key words: consortia, determinants, consorts, consortive links.

Поверхность водоёмов дельты Волги иногда полностью, а зачастую – вдоль берега, занимают 6 видов семейства *Lemnaceae Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid. – Многокоренник обыкновенный, *Lemna minor* L. Ряска малая, *L. trisulca* L. – Р. Трехраздельная, *L. gibba* L. – Р. Горбатая, *L. turionifera* Landolt – Р. Турионообразующая, *L. minuta* Humb., Bonpl. Et Kunth – Р. Мелкая и разноспоровый папоротник *Salvinia natans*(L) All., которые относятся, согласно классификации Папченкова [3] к экогруппе – гидрофиты, свободно плавающие на поверхности воды. Находясь на границе воздушной и водной среды, они образуют экотонные группировки, создавая особую среду обитания для большого числа представителей мезофауны пресноводного водоёма. Детерминантами в таких группировках являются *Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid., *Lemna minor* L. и *Salvinia natans*(L) All.[1], именно они образуют ядро консорций *Saivinia* – *Lemna* и *Salvinia* – *Spirodela*.

Изучение фитоконсорций проводилось с июня по октябрь. Сбор материала проводился на 15 стационарных участках: бассейне р. Кутум, ер. Солянка, ер. Избной, ер. Ножовский, ер. Казачий, ер. Черепаха. Изучение связей в *Saivinia* – *Lemna* и *Salvinia* – *Spirodela* консорциях проводилось с июня по октябрь. В связи с установленным объемом работ для анализа населения консорций была выбрана мезобиота (за исключением водорослей), выявлено более 100 видов организмов, из них более 50 выделено для модельного спектра. Выделение видов основывалось на их встречаемости в пробах более чем в 50 % случаев.

Единая классификация консортивных связей отсутствует, поскольку четкое представление о них в науке еще не сформировано. В нашей работе мы использовали классификацию,

которая была предложена В. В. Негрбовым и К. Ф. Хмелевым в 1999 г. [2]. *Saivinia* – *Lemna* и *Salvinia* – *Spirodela* консорции включают 5 групп консортивных связей: топические, трофические, форические, фабрические и фензивные, которые в свою очередь подразделяются на типы. Системообразующими являются топические и трофические, остальные относятся к второстепенным.

I. Группа топических связей

1. Субстратные связи – это отношения, возникающие при прикреплении к форофиту или размещении внутри его тела неподвижных стадий онтогеза организмов. Они могут иметь два варианта – эписубстратный и эндосубстратный. Эписубстратные связи с *Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid., *Lemna minor* L. и *Salvinia natans* (L.) All. образуют взрослые стадии гидр (*Hydrozoa*). На стадии яйца (ovo) с ними связаны плоские черви (*Turbellaria*), пиявки (*Hirudinea*), моллюски (*Gastropoda*) и клещи (*Acarifomes*). Насекомые образуют связи на стадии ovo (*Diptera*, *Hemiptera*, *Lepidoptera*, *Coleoptera*, *Trichoptera*) и куколки (пура) (*Diptera*, *Coleoptera*).

2. Субстратно-стациональные связи – отношения, характерные для тех организмов, которые на подвижных стадиях своего онтогеза используют детерминанта как субстрат для обитания. Отмечены два варианта таких связей – эписубстратный и эндосубстратный. Эписубстратно-стациональные связи отмечаются у взрослых стадий подвижных гидр (*Hydrozoa*), моллюсков (*Gastropoda*), плоских червей (*Turbellaria*), пиявок (*Hirudinea*), ракообразных (*Crustacea*), а также на стадиях имаго (*Coleoptera*, *Trichoptera*, *Hemiptera*). Эндосубстратные связи устанавливаются с детерминантами насекомыми (*Lepidoptera*, *Diptera*) на стадии личинки.

3. Стациональные связи устанавливаются с детерминантом у организмов экзобионтов, они обусловлены ценотической ролью эдификатора, формирующего специфическое место обитания – стацию. В изучаемых консорциях отмечены аэростациональные связи у пауков (*Aranei*) и насекомых (*Diptera*, *Hemiptera*, *Hymenoptera*, *Odontata*). Гидростациональные

отношения отмечены у детерминантов с молодью рыб (*Osteichthyes*).

II. Группа трофических связей

В изучаемых фитоконсорциях нами отмечена биотрофия – потребление организмами живых органов или тканей детерминанта. В зависимости от расположения организмов-биотрофов относительно детерминанта, в биотрофических отношениях можно выделить три варианта: эндобиотрофию, эпibiотрофию и экзобиотрофию. Личиночные стадии насекомых (*Diptera*, *Lepidoptera*) являются эндобиотрофами. Моллюски (*Gastropoda*) и насекомые (*Coleoptera*, *Hymenoptera*, *Diptera*) связаны с исследуемыми гидрофитами эпibiотическими отношениями. Рыбы (*Osteichthyes*) и птицы (*Aves*) – экзобиотрофы.

III. Группа форических связей

1. Зоохория – перенос диаспор детерминанта животными, обнаружена у амфибий (*Amphibia*) и птиц (*Aves*), представители которых переносят прилипшие к телу листецы *Lemna minor* и *Spirodela polyrhiza*, вегетативные почки размножения *Salvinia natans* – эпихория.

2. Энтомофилия – перенос пыльцы детерминанта при помощи насекомых. Во время наших исследований цветения ряски и многокоренника не отмечено, однако можно предположить, что бегающие по поверхности листцов клещи (*Acarifomes*) и насекомые (*Insecta*) в период цветения участвуют в опылении.

IV. Группа фабрических связей

Включает один тип взаимоотношений – биофабрику. Биофабрика – использование организмами живых особей или частей детерминанта для создания сооружений. Данный тип отношений образует Рясковая огневка – *Cataklysta lemna* (L), личинка которой использует листецы Ряски малой – *Lemna minor* (L) для создания своего чехлика.

V. Группа фензивных связей

Фензивные связи – использование детерминанта в качестве убежища и защиты от врагов. Фензивными отношениями с гидрофитами связаны организмы-фитобионты.

Это различные виды насекомых (*Insecta*) и рыб (*Osteichthyes*).

Итак, в ходе функционального анализа фито-консорций гидрофитов свободно плавающих на поверхности воды водоемов Дельты Волги в 5 группах консортивных связей выделено 8 типов и 11 вариантов отношений (табл. 1).

Из проанализированных систематических групп беспозвоночных ведущее место по числу типов связей принадлежит насекомым (табл. 2).

Насекомые имеют 8 типов связей: субстратные, субстратно-стациональные, стациональные, биотрофические, сапротрофические, энтомофильные, биофабрические и фензив-

ные. Брюхоногие моллюски и паукообразные имеют по три типа связей. Первые – субстратные, субстратно-стациональные и биотрофные, вторые – стациональные, субстратно-стациональные и энтомофилию. Остальные классы беспозвоночных включают лишь 1-2 типа консортивных отношений. У рыб отмечено 4 типа связей: биотрофия, зоохория, субстратные, фензивные. У земноводных и птиц отмечено по 2 типа связей зоохория, фензивные и биотрофия, зоохория, соответственно. На основе вариантов каждого типа консортивных связей построены функциональные ряды консортов трех видов поверхностно-плавающих гидрофитов (табл. 3).

Таблица 1

**Классификация консортивных связей группировок
Saivinia – *Lemna* и *Salvinia* – *Spirodela***

Группа связей	Тип связей	Вариант связи
1. Топические	субстратные	Эписубстратные
	субстратно-стациональные	Эндосубстратно-стациональные
		Эписубстратно-стациональные
	стациональные	Гидростациональные
		Гидростациональные
2. Трофические	биотрофические	Эндобиотрофические
		Экзобиотрофические
		Эпибиотрофические
	сапротрофические	Эписапротрофный
3. Форические	зоохорические	Эпихорические
	энтомофильные	Энтомофильные
4. Фабрические	биофабрические	Биофабрические
5. Фензивные	фензивные	Фензивные

Таблица 2

Типы консортивных связей в различных систематических группах консортов

Классы	Количество модельных видов			Типы связей
	<i>Salvinia natans</i>	<i>Lemna minor</i>	<i>Spirodela polyrhiza</i>	
Coelenterata	4	0	2	Субстратные
Turbellaria	3	0	0	Субстратные
Hirudinea	2	2	2	Субстратные
	3	3	3	Субстратно-стациональные
Gastropoda	5	0	5	Субстратные
	5	5	5	Субстратно-стациональные
	5	5	5	Биотрофия

Arachnoidea	3	3	3	Субстратные
	4	3	3	Субстратно-стациональные
	7	6	7	Стациональные
	0	6	6	Энтомофилия
Crustaceae	3	3	3	Стациональные
Insecta	7	8	8	Субстратные
	13	12	13	Субстратно-стациональные
	14	10	13	Стациональные
	6	4	6	Биотрофия
	3	3	3	Сапротрофия
	0	14	14	Энтомофилия
	3	4	4	Биофабрика
	5	5	5	Фензивные
Osteichthyes	0	3	3	Биотрофия
	4	4	4	Зоохория
	4	4	4	Фензивные
	4	0	0	Субстратные
Amphibia	3	3	3	Зоохория
	2	2	2	Фензивные
Aves	0	2	2	Биотрофия
	2	2	2	Зоохория

Таблица 3

**Функциональные ряды организмов консорций
поверхностно-плавающих гидрофитов**

Функциональный ряд	Число видов		
	<i>Salvinia natans</i>	<i>Lemna minor</i>	<i>Spirodela polyrhiza</i>
1. Эписубстратный	28	13	20
2. Эписубстратно-стациональный	28	20	22
3. Эндосубстратно-стациональный	1	1	1
4. Гидростациональный	4	4	4
5. Аэростациональный	6	5	5
6. Эндобиотрофный	1	1	1
7. Эпибиотрофный	13	13	13
8. Экзобиотрофный	5	5	5
9. Эписапротрофный	6	6	6
10. Эпихорный	9	9	9
11. Энтомофильный	0	8	8
12. Биофабрический	4	4	4
13. Фензивный	13	13	13

Функциональный спектр содержит 5 топических, 3 трофических, 2 форических функциональных ряда, а также по 1 фабрическому и фензивному. Ведущими среди 5 топических рядов поверхностно-плавающих гидрофитов являются эписубстратные и эписубстрат-

но-стациональные всех трех видов, которые содержат в от 28 до 13 видов. Наименьшее число видов наблюдается в эндосубстратно-стациональных рядах. Малочисленность таких связей объясняется небольшим числом видов, обладающих адаптациями для обитания

внутри тканей растений. В 3 трофических рядах первенство принадлежит эпибиотрофным рядам, содержащим по 13 видов консортов. Минимальным числом представлены эндобиотрофные ряды, содержащие по 1 виду. Среди фотических рядов доминирует эпихорный. Биофабрический и фензивные функциональные ряды в консорциях поверхностно-плавающих гидрофитов имеют одинаковый состав консортов у всех трех видов. Полученная в результате нашего исследования информация может быть использована не только для анализа экологического состояния биогеоценоза, но и позволит судить о степени целостности биогеоценотической системы, её стабильности и устойчивости.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Кособокова С.Р. Функциональный анализ консорций поверхностно-плавающих гидрофитов водоемов г. Астрахани. / С.Р. Кособокова, В.Н. Пилипенко // Естественные науки. № 9. Астрахань, 2004. С. 64-73.
2. Негроров В.В. Консорционный анализ семейства кувшинковых Nymphaeaceae Salisb. бассейна Среднего Дона. / В.В. Негроров, К.Ф. Хмелев // Монография. Воронеж: Изд-во ВГТУ, 1999. 184 с.
3. Папченков В.Г. О классификации растений водоемов и водотоков // Гидробиотаника: методология, методы: Материалы Школы по гидробиотанике (п. Борок, 8–12 апреля 2003 г.). Рыбинск, 2003. С. 23-26.

УДК [615.322:582.711.712]:547.587.52.06:543.544.5.068.7

Мелик-Гусейнов В.В., Тхамокова Ф.К.

Пятигорская государственная фармацевтическая академия

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ПОДЗЕМНЫХ ОРГАНАХ ЛАПЧАТКИ БЕЛОЙ, ИНТРОДУЦИРОВАННОЙ НА СЕВЕРНОМ КАВКАЗЕ

V. Melik-Gusseinov, F. Tkhamokova

Pyatigorsk State Pharmaceutical Academy

IDENTIFICATION OF THE PHENOL COMPOUNDS IN THE ROOTS OF POTENTILLA ALBA L. INTRODUCED TO THE NORTH CAUCASUS

Аннотация. Начиная с 2009 г. на базе экспериментального участка ботанического сада Кабардино-Балкарского государственного университета (КБГУ) проводятся интродукционные исследования лапчатки белой. Посадочный материал для интродукции был взят из числа дикорастущих видов, произрастающих в Задонском районе Липецкой области. Изучен фенольный состав подземных органов растения, интродуцированной на Северном Кавказе. Методом высокоэффективной жидкостной хроматографии выделено 16 соединений, из них впервые – 10 фенольных соединений: группа оксикоричных кислот и их производных (хлорогеновая, кофейная, феруловая), а также эпигалокатехингаллат (ЭГКгаллат), эпикатехин, гесперидин, дигидрокумарин, лютеолин-7-гликозид, коричная и эллаговая кислоты.

Ключевые слова: лапчатка белая, интродукция, высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ), фенольные соединения.

Abstract. The introduction research of POTENTILLA ALBA L. has been carried out on the basis of the experimental area of the state-run University of Kabardino-Balkaria since 2009. The planting stock is taken from among the species growing wild in Zadonsk area of the Lipetsk region. The phenol composition of the roots of POTENTILLA ALBA L. introduced to the North Caucasus is studied. Sixteen compounds are isolated by means of high-performance liquid chromatography, ten of them being phenol compounds isolated for the first time: a group of oxycinnamic acids and their derivatives (chlorogenic, caffeic and ferulic acids) as well as epigallocatechin gallate, epicatechin, hesperidine, dihydrocoumarin, luteolin-7-glycoside, cinnamic and ellagic acids.

Key words: Potentilla alba L., introduction, high-performance liquid chromatography, phenol compounds.

Лапчатка белая *Potentilla alba* L. (Rosaceae) – ценное лекарственное растение, используемое как в народной медицине, так и в отечественной фармацевтической промышленности: для производства биологически активных добавок «Эндоном», «Эндокринол», «Лапчатка+» и др., применяющихся при заболеваниях щитовидной железы [2, 488-490; 4, 24; 5, 264-265; 6, 66-71]. Распространено растение в центральных районах Европейской части России, в Крыму, в Средней и Восточной Европе, реже встречается в Белоруссии и в Украинском Полесье [11, 395; 12, 112-114]. В тоже время, согласно литературным данным, во флоре Северного Кавказа это растение не представлено [3, 93-98].

Корни и корневища л. белой содержат углеводы (крахмал), иридоиды, сапонины, фенолкарбоновые кислоты, флавоноиды (кверцетин), дубильные вещества, а также макроэлементы (K, Ca, P, Fe) и микроэлементы (Mn, Cu, Zn, Co, Cr, Pb, Ni, Li, B); растение является накопителем Mn, Zn, Co, Fe [1, 127, 272, 295, 344, 525, 712; 7, 206]. Для расширения сырьевой базы л. белой мы поставили перед собой задачу интродуцировать её в условия Северного Кавказа с целью получения лекарственного растительного сырья и дальнейшего использования его в научной

олин-7-гликозида, геспередина, апигенина, гиперозида, дигидрокверцетина, кемпферола, витексина, изовитексина, нарингенина, байкалина, изорамнетины, галловой кислоты, кофейной кислоты, хлорогеновой кислоты, цикориевой кислоты, коричной кислоты, феруловой кислоты, эллаговой, о-кумаровой, умбеллиферона, эскулетина, кумарина, метоксикумарина, эпигалокатехингаллата (ЭГКгаллат), эпикатехина.

По 20 мкл исследуемого раствора и растворов сравнения вводили в хроматограф и

хроматографировали по выше приведенной методике. Результаты проведенных исследований приведены на рис. 1 и в табл. 1. В корнях и корневищах лапчатки белой, интродуцируемой на Северном Кавказе, идентифицировано 16 фенольных соединений, из них впервые выделены из растения группа оксикоричных кислот и их производных (хлорогеновая, кофейная, феруловая), а также эпигалокатехингаллат (ЭГКгаллат), эпикатехин, гесперидин, дигидрокумарин, лютеолин-7-гликозид, коричная и эллаговая кислоты.

Таблица 1

**Идентификация фенольных соединений лапчатки методом ВЭЖХ
(извлечение 70% спиртом этиловым)**

№	Время мин	Высота mV	Площадь mV*сек	ФО	Конц. %	Название
1	3.385	291.89	5604.48	1.000	5.69	таннин
2	3.878	275.60	6494.16	1.000	6.60	галовая к-та
3	4.156	835.78	12483.66	1.000	12.68	ЭГКгаллат
4	5.544	90.80	6127.37	1.000	6.22	хлорогеновая к
5	6.665	58.57	3356.02	1.000	3.41	кофейная к-та
6	8.393	110.35	8671.22	1.000	8.81	феруловая к-та
7	9.748	36.87	3278.53	1.000	3.33	дигидрокумарин
8	11.72	25.26	1919.71	1.000	1.95	эпикатехин
9	13.39	24.00	1051.17	1.000	1.07	
лютеолин-7-гликозид						
10	14.17	31.15	3694.70	1.000	3.75	гесперидин
11	18.59	14.16	1982.01	1.000	2.01	неидентифицир
12	23.45	110.50	14964.29	1.000	15.20	коричная к-та
13	26.86	19.02	1624.35	1.000	1.65	эллаговая к-та
14	28.90	22.03	3468.29	1.000	3.52	неидентифицир
15	35.67	62.68	12422.50	1.000	12.62	неидентифицир
16	40.16	29.39	5576.74	1.000	5.66	неидентифицир
17	54.58	2.46	619.35	1.000	0.63	неидентифицир
18	59.86	9.18	2213.38	1.000	2.25	кверцетин
19	65.67	0.94	123.12	1.000	0.13	неидентифицир
20	69.92	0.69	144.03	1.000	0.15	неидентифицир
21	80.49	8.53	2623.11	1.000	2.66	неидентифицир
21	100.6	205 9.85	98442.17	0.050	100.00	

ЛИТЕРАТУРА:

1. Биологически активные вещества растительно-го происхождения. В 3 т. / Б.Н. Головкин, Р.Н. Руденская, И.А. Трофимова, А.И. Шретер. М.: Наука, 2001. Т. 1. 350 с.; 2001. Т. 2. 764 с.; 2002. Т. 3. 216 с.
2. Дикорастущие полезные растения России / Под ред. А.Л. Буданцева, Е.Е. Лесновской. СПб.: Изд-во СПХФА, 2001. 663 с.
3. Галушко А.И. Флора Северного Кавказа. Определитель. Т. 2. Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского университета, 1980. 352 с.

4. Захария А.В. Исследование лапчатки белой, как перспективного средства для лечения заболеваний щитовидной железы: Автореф. дисс... канд. биол. наук. Львов, 1997. 24 с.
5. Мелик-Гусейнов В.В. Атлас растений. Растения в народной медицине России и сопредельных государств. Пятигорск: СНЕГ, 2011. 607 с.
6. Приходько Е.И. Лечение больных тиреотоксикозом травой пестрач белый // Врачебное дело. № 6. 1976. С. 66-71.
7. Растительные ресурсы России и сопредельных государств. СПб.: Мир и семья-95, 1996. 571 с.
8. Рупасова Ж.А., Игнатенко В.А., Василевская Т.И., Сидорович Е.А., Кузьменкова С.М. Сравнительная оценка накоплений фенольных соединений в надземных органах лапчатки в условиях Белоруссии // Бюллетень Главного ботанического сада. 2002. Вып. 183. С. 34-36.
9. Смык Г.К. Использование лапчатки белой как нового лекарственного растения, восстановление запасов её в природе и возможности культуры // Новые культуры в народном хозяйстве и медицине: В 2 ч. Ч. 1. 1976. С. 41-42.
10. Тхамокова Ф.К., Мелик-Гусейнов В.В., Шильников Д.С. К вопросу интродукции лапчатки белой на Северном Кавказе / 71 Всеукраин. науч.-практ. конф. молодых ученых и студентов с международным участием, посвящённая Дню науки «Сучасні аспекти медицини і фармації – 2011» // Тез. докл/ 12-13 мая 2011. Запоріжжя, 2011. С. 171.
11. Флора Восточной Европы. Т. 10. СПб.: Мир и семья; Изд-во СПХФА, 2001. 670 с.
12. Wolf Th. Monographie der Gattung *Potentilla*. Stuttgart: E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung (E. Nägele). 1908. 714 S.

УДК: 34.29 (470.332)

Немирова Е.С., Мартынов Н.В.

Московский государственный областной университет

О СЕМЕННОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ АСТРАГАЛОВ В УСЛОВИЯХ СМОЛЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

E. Nemirova, N. Martynov

Moscow State Regional University

ON SEED PRODUCTIVITY OF SOME SPECIES OF ASTRAGALUS IN SMOLENSK REGION

Аннотация. В статье приводятся материалы по изучению семенной продуктивности видов рода *Astragalus* L. Смоленской области. Определена потенциальная и реальная семенная продуктивности астрагалов и влияние на нее различных экологических факторов. Представлен анализ морфологических признаков семян и их количественные показатели, а также указан процент поражения растений вредителями в разных ценопопуляциях. Установлены наиболее благоприятные экологические условия способствующие повышению семенной продуктивности видов рода *Astragalus* на территории Смоленской области. Отмечена важность показателей семенной продуктивности и качества семян при проведении мероприятий, направленных на их охрану.

Ключевые слова: цветок, соцветие, плод, семя, продуктивность, ценопопуляция, луг, лес, опыление, насекомое, пчела, шмель, личинка, экологические условия.

Abstract. We present the results of studying the seed productivity of *Astragalus* L. species in the Smolensk region. We determine the potential and real seed productivity of *Astragalus* as well as the influence of various environmental factors. We present the analysis of morphological characteristics of seeds and their quantitative indicators, as well as the percentage of lesions in plants by pests in different cenopopulations. We establish the most favorable environmental conditions which lead to an increase in seed productivity of *Astragalus* species in the Smolensk region, and demonstrate the importance of indicators of seed productivity and seed quality when undertaking activities aimed at their protection.

Key words: flower, inflorescence, fruit, seed, productivity, cenopopulations, meadow, forest, pollination, insect, bee, bumblebee, larvae, environmental conditions.

Показатели семенной продуктивности являются биологической основой для разработки способов рационального использования естественных растительных ресурсов и их охраны, выявления возможностей восстановления растительного покрова на нарушенных землях, а так же определения адаптивных особенностей редких растений к факторам среды. С середины XX в. проводится активная работа ученых по оценке семенной продуктивности и качества семян многих видов рода *Astragalus* (Ищенко 1960; Панкова 1962; Сагалбеков 1987). В то же время работ по изучению семенной продуктивности видов астрагалов, произрастающих на территории Смоленской области, обнаружить не удалось.

На территории Смоленской области произрастает четыре вида рода *Astragalus*: *A. glycyphyllos* L., *A. cicer* L., *A. danicus* Retz. и *A. arenarius* L. Наиболее распространенным является *A. glycyphyllos*, остальные виды встречаются редко. Виды *A. glycyphyllos* и *A. arenarius* занесены в «Красную книгу Смоленской области» (1997). Для оценки семенной продуктивности для каждого вида были определены ценопопуляции, каждой из которых присвоено кодовое название (табл. 1).

Таблица 1

Кодовое название ценопопуляции	Местонахождение ценопопуляции
<i>A. glycyphyllos</i> L.	
«Северная»	Западнее ж/д станции Смоленск-Беларусская сортировочная, злаково-разнотравный луг. Крутой склон южной экспозиции.
«Южная»	Окрестности д. Холмы, полидоминантный луг на богатых почвах. Выверенный участок.
«Южная-Высокая»	2 км севернее от д. Холмы, луг испытывающий дефицит влаги. Вершина холма.
<i>A. cicer</i> L.	
«Угра»	1 км севернее дер. Песково, суховатый разнотравно-злаковый луг. Склон южной экспозиции.
<i>A. danicus</i> Retz.	
«Чистик»	Северный берег оз. Чистик, под пологом соснового леса с примесью березы. Южный склон озовой гряды.
<i>A. arenarius</i> L.	
«Сосновая»	1 км севернее д. Холмы, надпойменная терраса р. Сож. Сухой разреженный сосновый лес. Выверенный участок.

С учетом распространения видов по территории Смоленской области, для *A. glycyphyllos*, как наиболее распространенного вида, были определены ценопопуляции, отличающиеся экологическими условиями: температурой, увлажнением и почвенным питанием. Это позволило определить наиболее благоприятные условия произрастания, способствующие высокой семенной продуктивности данного вида. Исследование проводилось на пятидесяти средне генеративных особях каждой ценопопуляции. Сбор растительного материала проводился в период цветения и полной зрелости семян. Семенная продуктивность растений оценивалась через их репродуктивную способность. При изучении репродуктивной способности исследуемых видов определялась потенциальная и реальная семенная продуктивность. Потенциальная продуктивность – это среднее количество семян, образующихся на одной особи или одном генеративном побеге (Вайнагий, 1974). Реальная (фактическая) семенная продуктивность – это среднее количество зрелых, полноценных семян на один генеративный побег или на одну особь

(Работнов, 1950; Вайнагий, 1974; Старикова, 1963; Левина, 1965; Ходачек, 1978).

Потенциальная семенная продуктивность оценивалась по следующим показателям: количество соцветий на одном вегетативном побеге, количество цветков в одном соцветии, количество плодов на один генеративный побег, количество зрелых семян в одном плоде; кроме того, отмечалось количество погибших семян. Помимо этого анализировались морфологические признаки семян и их количественные показатели: длина, ширина, толщина, общее состояние. Счетной единицей было избрано объединенное соцветие. Под объединенным соцветием мы понимаем систему всех простых или сложных соцветий одного монокарпического побега. Использование в качестве счетной единицы объединенного соцветия позволяет независимо от морфологической структуры генеративных побегов и количества монокарпических побегов получить сопоставимые данные особей разных ценопопуляций.

Статистические данные обрабатывались при помощи программы «Primer of Biostatistics» Version 4.03 for WINDOWS. Установлен-

ные в ходе статистической обработки данные записывались общепринятым способом «среднее» $\pm$ «стандартное отклонение». По всем показателям семенной продуктивности *A. glycyphyllos* занимает лидирующее положение. У данного вида на одном вегетативном побеге в среднем формируется 9–12 соцветий, которые включают 19–24 цветка. Плоды формируются, как правило, из 17–22 цветков соцветия. Остальные цветки опадают. Количество созревших семян в плодах в среднем достигает 9–13 штук. Среди трех исследованных ценопопуляций *A. glycyphyllos* наилучшими показателями семенной продуктивности характеризуется «Южная-Высокая» (табл. 2).

Самая низкая семенная продуктивность наблюдается у *A. danicus* (ценопопуляция «Чистик»).

Проведенные исследования показали, что фактическая семенная продуктивность у всех видов не совпадает с условно-реальной. В целом данные условно-реальной семенной продуктивности не противоречат фактической семенной продуктивности. Количество генеративных побегов, количество цветков в одном соцветии и потенциальное количество семян – признаки, характеризующие особенности видов. В то же время установлено, что на формирование плодов и зрелых семян

оказывают влияние экологические условия. Количество сформировавшихся плодов у исследованных видов зависит от того, насколько часто цветки посещаются насекомыми-опылителями. Виды рода *Astragalus* имеют мотыльковые цветки, характерные для всего семейства *Fabaceae* Lindl. Цветки данного типа приспособлены к опылению пчелами и шмелями. В ходе наблюдения установлено, что *A. glycyphyllos* и *A. cicer*, произрастающие на лугах, преимущественно посещаются пчелами. *A. danicus* произрастает по освещенным участкам сосновых лесов, а его цветки, главным образом, опыляются шмелями. Места произрастания *A. arenarius* приурочены к хорошо освещенным, разреженным сосновым лесам, и его цветки опыляются как пчелами, так и шмелями.

Количество созревших семян у отдельных видов зависит от того, насколько они поражены личинками насекомых и грибами. Пораженные семена *A. glycyphyllos* обнаружены во всех трех ценопопуляциях. Наибольший процент пораженных плодов и семян зафиксирован в ценопопуляции «Южная». Здесь отмечено 46% плодов, пораженных личинками насекомых. В ценопопуляции «Южная-Высокая» зафиксировано 16%, а в ценопопуляции «Северная» – 22% плодов, пораженных

Таблица 2

Показатели семенной продуктивности видов рода *Astragalus* L.

Название ценопопуляции	Морфологические признаки				
	Кол-во соцветий на одном побеге, шт.	Кол-во цветков в одном соцветии, шт.	Кол-во плодов на один генеративный побег, шт.	Кол-во семян в одном плоде, шт.	Фактическая семенная продуктивность, штук/побег
<i>A. glycyphyllos</i> L.					
«Северная»	9 $\pm$ 2	19 $\pm$ 5	17 $\pm$ 6	13 $\pm$ 4	1198 $\pm$ 408
«Южная»	12 $\pm$ 3	21 $\pm$ 5	19 $\pm$ 4	9 $\pm$ 5	874 $\pm$ 241
«Южная-Высокая»	12 $\pm$ 3	24 $\pm$ 3	22 $\pm$ 3	12 $\pm$ 5	1641 $\pm$ 284
<i>A. cicer</i> L.					
«Угра»	4 $\pm$ 1	26 $\pm$ 8	20 $\pm$ 8	5 $\pm$ 2	179 $\pm$ 37
<i>A. danicus</i> Retz.					
«Чистик»	1 $\pm$ 1	13 $\pm$ 3	7 $\pm$ 3	2 $\pm$ 1	11 $\pm$ 4
<i>A. arenarius</i> L.					
«Сосновая»	7 $\pm$ 2	7 $\pm$ 2	5 $\pm$ 2	7 $\pm$ 2	146 $\pm$ 47

личинками насекомых. Поражения плодов и семян *A. cicer* значительно ниже и составляет 7–10%. Ценопопуляция «Южная» сформировалась на ранее обрабатываемых человеком землях, ценопопуляция «Северная» располагается в непосредственной близости от сельскохозяйственных земель. Ценопопуляция «Южная-Высокая» располагается на значительном удалении от сельскохозяйственных угодий. В местах произрастания *A. glycyphyllos* и *A. cicer*, расположенных вдоль лесных массивов или их опушках, процент поражения личинками насекомых низкий и составляет 4–6%.

Грибковым поражениям подвергаются преимущественно *A. glycyphyllos* и *A. cicer*. Количество случаев поражения *A. glycyphyllos* заметно выше, чем *A. cicer*. Наибольший

процент пораженных семян *A. glycyphyllos* грибами имеет ценопопуляция «Южная» и составляет 13,23%. Помимо плодов и семян воздействию грибов подвергаются листья и стебли *A. glycyphyllos*. Грибковые поражения имеют сезонный характер и приурочены к концу лета – началу осени, когда температура воздуха снижается, а утренние часы сопровождаются появлением обильной росы и туманов. Густой растительный покров затрудняет его аэрацию, в приземном слое создается своеобразный «парниковый» эффект, способствующий развитию грибов.

Семена всех исследуемых видов отличаются по своим морфометрическим и морфологическим признакам. Самыми мелкими являются семена *A. danicus*, а самыми крупными – семена *A. glycyphyllos* и *A. cicer* (табл. 3).

Таблица 3

Основные показатели морфологических признаков семян видов рода *Astragalus* L.

Ценопопуляция	Размеры семян		
	Длина, мм	Ширина, мм	Толщина, мм
<i>A. glycyphyllos</i> L.			
«Северная»	2,27±0,1	2,14±0,13	1,26±0,05
«Южная»	2,36±0,18	2,19±0,16	1,29±0,18
«Южная-Высокая»	2,26±0,12	2,06±0,11	1,24±0,07
<i>A. cicer</i> L.			
«Угра»	2,31±0,13	2±0,11	1,11±0,09
<i>A. danicus</i> Retz.			
«Чистик»	1,69±0,08	1,54±0,07	0,77±0,07
<i>A. arenarius</i> L.			
«Сосновая»	2,02±0,14	1,72±0,12	1,04±0,08

Проведенные исследования показали, что *A. glycyphyllos* (ценопопуляция «Южная-Высокая») имеет наиболее крупные семена и высокую семенную продуктивность. Ценопопуляция сформировалась на песчаных почвах, отличающихся засушливостью и хорошей освещенностью в летний период, что снижает процент пораженных и погибших семян. *A. cicer*, *A. danicus* и *A. arenarius* на территории Смоленской области встречаются редко и имеют низкую семенную продук-

тивность. Особенности семенной продуктивности данных видов важно учитывать при проведении мероприятий, направленных на их охрану.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Вайнагий, И.В. О методике изучения семенной продуктивности растений. Ботан. журн., 1974. Т. 59. № 6. С. 826-831.
2. Ищенко Л.Е. Биология прорастания семян астрагалов Копет-Дага и южной части пустыни Кара-Кумы // Известия академии наук Туркмен-

- ской ССР. Серия «Биологические науки». 1960. № 5. Ашхабад. С. 26-34.
3. Красная книга Смоленской области. Книга редких и находящихся под угрозой исчезновения видов животных и растений / отв. ред. Н.Д. Круглова. Смоленск: Смол. гос. пед. ин-т, 1997. 294 с.
 4. Левина Р.Е. Биология семенного размножения как научная проблема // Вопросы биологии семенного размножения. Ульяновск, 1965. С. 4-16.
 5. Немирова Е.С., Мартынов Н.В. К изучению растительности Смоленской области // Вестник МГОУ. Серия «Естественные науки». 2010а. № 2. М.: Изд-во МГОУ. С. 74-79.
 6. Немирова Е.С., Мартынов Н.В. Род *Astragalus* L. и его роль в сложении фитоценозов Смоленской области // VIII Зыряновские чтения: Материалы Всероссийской научно-практической конференции (Курган, 9–10 декабря 2010 г.). Курган: Изд-во Курганского государственного университета, 2010б. С. 226-227.
 7. Панкова И.А. Строение и всхожесть семян *Astragalus densissimus* Boriss и *Astragalus pileto-cladus* Freyn et Sint. / И.А. Панкова, А.А. Никитин // Раст. сырье. Сер. 5. Ч. 1. Вып. 10. 1962. С. 36-43.
 8. Работнов Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Тр. Бот. ин-та АН СССР. Сер.3, Вып.6. 1950. С. 7-204.
 9. Сагалбеков У.М. К оценке твердосемянности бобовых трав // Селекция и семеноводство. 1987. № 2. С. 38-40.
 10. Старикова В.В. Методика изучения семенной продуктивности растений на примере Эспарцета *Onobrychis arenaria* // Бот. журн. 1963. Т. 48. № 5. С. 696-699.
 11. Ходачек Е.А. Семенная продуктивность растений Западного Таймыра // Структура и функции биогеоценозов Таймырской тундры. Л.: Наука, 1978. С. 62-79.

УДК 579.2

Садыхова Ф.А.* , Гулиева Г.А. , Агабекова Р.А.*****

**Азербайджанский государственный институт усовершенствования
врачей им. Азиза Алиева (г. Баку)*

***Институт Микробиологии НАН Азербайджана (г. Баку)*

****Бакинский государственный университет (Азербайджан)*

ИНДИКАЦИЯ ВИРУСНОЙ И БАКТЕРИАЛЬНОЙ БИОТЫ ИЗ СТОЧНЫХ ВОД, ПРОБ ПОЧВЫ И ИЛА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ АЗЕРБАЙДЖАНА

F. Sadikova*, G. Guliyeva**, R. Aghabeyli***

**A. Aliev Azerbaijan State Advanced Training Institute for Doctors, Baku*

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

****Baku State University, Azerbaijan*

INDICATION OF THE VIRUSES AND BACTERIAL FLORAE FROM SEWAGE, SOIL, SILT OF THE PURIFYING STATION OF AZERBAIJAN

Аннотация. В статье представлены данные по вирусологическому и бактериологическому исследованию сточных вод, проб ила и почвы с осадочных площадок очистных сооружений г. Баку и ряда районов Азербайджана. Выявлен широкий спектр энтеровирусов: полиовирусы 1, 2, 3 типов (вакцинного варианта), энтеровирусы из группы ECHO и Coxsackie A,B и ряд нетипируемых вирусов. Результаты бактериологических исследований выявили спектр аэробной бактериальной флоры: E-coli, Str.faecalis, Staph-aureus, V.cholerae наряду с анаэробной флорой – Clostridium perfringens серовара А.

Ключевые слова: вирус, бактерии, сточные воды, ил, почва.

Abstract. The paper presents data on the viruses and bacterial florae in sewage, soil and silt of the purifying stations in Baku and some regions of Azerbaijan. The viruses and bacterial florae include: type 1, 2, 3 vaccine-derived polioviruses, enteroviruses of the group of Coxsackie and ECHO and bacterial florae-aerobe and anaerobe pathogens. The results of bacterial investigation show the spectrum of aerobe and anaerobe pathogens: E-coli, Str.faecalis, Staph-aureus, V.cholerae together with anaerobe florae – Clostridium perfringens serovar A.

Key words: virus, bacteriae, sewage, silt, soil.

Вирусологическими и бактериологическими исследованиями сточных вод выявлена регулярная индикация вирусной и бактериальной флоры из отмеченных вод [7, 44-47; 17, 56-58; 18, 3-262; 24, 1020-1029; 25, 261, 267]. Ввиду использования сточных вод на сельскохозяйственных полях, огородах для полива сельскохозяйственных культур и иловых отложений в качестве удобрений, возникает необходимость санитарно-бактериологического и вирусологического контроля используемых вод и осадков в виде иловых отложений [20, 26-28]. Важность санитарно-бактериологического и вирусологического обследования сточных вод и используемых удобрений (ила) обусловлена тем, что орошаемые сточными водами земли выступают как возможные факторы в распространении заболеваний, вызываемых энтеровирусами и бактериальной флорой [22, 116-119]. Подтверждением вышесказанного являются вирусологические и бактериологические находки ряда авторов по выявленному ими факту инфицированности почв, поливаемых сточными водами.

Григорьева Л.В. с соавторами [4, 108-109] в Киеве, возле реки Лыбедь и Паранья, в течение июля-августа провели санитарно-бактериологическое и вирусологическое исследование проб

почвы на различных, загрязнённых сточными водами, земельных участках. При этом в 3-х случаях были выделены вирусы из группы Коксаки и ЕСНО. Во всех положительных на энтеровирусы пробах почвы были найдены бактериофаги. Факт постоянного обнаружения энтеровирусов в сочетании с бактериофагами авторы расценивают как возможность по обнаружению бактериофагов судить о наличии энтеровирусов. Позже теми же авторами были проведены комплексные санитарно-бактериологические и вирусологические исследования почвы Бортнических очистных сооружений в пригородной зоне Киева на 9-ти участках, занятых под различными сельскохозяйственными культурами. Поля орошались смесью хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод Киева, разбавляемых речной водой. Из 60-ти проб почвы было выделено 9 штаммов вирусов Коксаки A_4 и A_{13} ; ЕСНО₉ и ₁₁ [5, 44-47]. Говоря о почве, о ее значении для здоровья человека, следует подчеркнуть ее гигиеническую роль как универсальной природной мембраны, регулирующей взаимодействие между биосферой, гидросферой и атмосферой Земли, не располагающей таким важным механизмом самоочищения, характерным для других сред, как разбавление загрязнений [21, 11-14].

Актуальность проблемы загрязнения почв применяемыми удобрениями обусловлена необходимостью поиска путей их обеззараживания. По использованию иловых отложений в качестве удобрений следует отметить, что исследованиями вышеуказанных авторов 46-ти проб ила были выделены энтеровирусы в 3-х случаях [6, 122-149]. Изучение устойчивости выделенного вируса Коксаки B_5 в иле показало длительность выживания его в сыром иле до 20 дней и до 30 дней в иле, подвергнутом термофильному брожению (при инфицирующей дозе 500 ТЦД₅₀). В результате адсорбции вирусы не теряют своей активности и возможно их поступление во внешнюю среду вследствие десорбции десорбентами почвы [1, 129-131] или в процессе обработки используемых земель. Поэтому почвы, загрязнённые в итоге энтеровирусами, пред-

ставляют собой вероятный источник инфицирования овощных культур, выращиваемых на них. В подтверждение к отмеченному ряд авторов указывают, что кишечные заболевания могут возникнуть и в результате употребления в пищу инфицированных овощей, выращиваемых на орошаемых речной водой площадях, что утверждается исследованиями [2, 105-110; 26, 612-622]. Таким образом, длительная выживаемость энтеровирусов на овощах и фруктах, а иногда и внутри них даёт основание считать инфицированную культуру дополнительным источником распространения энтеровирусных инфекций.

Представляется особо актуальным вирусологический и бактериологический контроль за сточными водами и их осадками (ил), наряду с исследованием используемых почв. Следует учесть, что сброс сточных вод (хозяйственно-бытовые, сельскохозяйственные, промышленные) формирует непосредственную эпидемиологическую опасность в районе их выпуска, обусловленную бактериальным фоном и большим количеством легкоокисляемых органических соединений, которые являются энергетической базой для дополнительного развития микроорганизмов [3, 34-37; 13, 37-39]. Эвтрофикация природных водных систем создает ряд серьезных санитарно-гигиенических проблем в зонах питьевого и рекреационного водопользования, способствует дополнительному образованию органических веществ, создает питательную базу для развития патогенной флоры и вирусов, основу для образования галогенсодержащих соединений в питьевой воде, формирует реальную и потенциальную опасность для здоровья населения [8, 5-8]. Нашей целевой установкой было проведение комплексных -вирусологических и бактериологических исследований сточных вод и их осадков г. Баку, г. Сумгаита и 8-ми районов Азербайджана, а также почвы с очистных станций г. Баку – «Зых» и «Говсаны».

Материалы и методы

В период 2008-2010 гг. исследовано 496 проб сточных вод, собранных с очистных

станций «Зых», «Говсаны» гг. Баку и Сумгаита, а также в 8-ми районах Азербайджана: Газах, Акстафа, Сабирабад, Саатлы, Имишлы, Джалилабад, Ленкорань, Астара. В 2011 г. были проведены исследования 50 проб почвы и 25 проб ила с очистной станции «Говсаны». При проведении вирусологических исследований по индикации и типированию выделенных вирусов нами были применены общепринятые в вирусологии методы исследования с использованием перевиваемой культуры тканей HeLa, Hep₂, RD [16, 3-87]. При индикации энтеровирусов из сточных вод был применён метод Риордана – метод концентрирования энтеровирусов из вод [27, 513-521]. Бактериологические исследования проведены общепринятыми в бактериологии методами с применением соответствующих селективных сред [15, 331]. Индикация и типирование анаэробной инфекции проведены, руководствуясь соответствующими методическими указаниями [12, 5].

Подготовка к исследованию почвы и ила [19, 406-412]. Образцы почвы и ила освобождают от крупных включений, тщательно перемешивают и из него для разведения отбирают навеску не менее 30 гр. Первое разведение навески почвы в 30 гр. готовят в сосуде (ёмкостью 500 мл.) с 270 мл стерильной водопроводной воды. После встряхивания в шюттель-аппарате (при отсутствии последнего допускается ручное встряхивание) в течение 10 минут, затем из полученной почвенной суспензии без отстаивания готовят последующие разведения. Из первоначально приготовленной взвеси (1:10) берут стерильной пипеткой 1 мл и переносят в пробирку с 9 мл стерильной водопроводной воды. Таким образом готовят несколько разведений: для чистых почв до 3-4 (1: 1000; 1:10000), для загрязнённых до 4-6 (1:10000, 1:1000000).

Определение общего числа бактерий. Из каждой пробы почвы и ила должно быть использовано для посева не менее двух различных разведений в зависимости от степени предполагаемого загрязнения исследуемой почвы. Перед посевом каждое разведение в пробирках тщательно перемешивают сте-

рильный пипеткой, после чего из него отбирают 1 мл суспензии и переносят на дно стерильной чашки Петри под слегка приподнятую крышку. Из каждого разведения должен быть сделан одновременно посев минимум в 2 чашки. После посева в каждую чашку вливают 15 мл предварительно расплавленного и остуженного до 45⁰с питательного агара. Расплавленный агар в чашках Петри хорошо перемешивают с имеющейся в них взвесью почвы, осторожно наклоняя чашку во все стороны для равномерного распределения питательной среды по дну чашки Петри; последнюю ставят на горизонтальную поверхность до застывания агара. На крышке чашки отмечают номер пробы и разведения. После застывания агара чашки с посевом в перевернутом виде (крышкой вниз) помещают на 48 часов в термостат при 28⁰С-30⁰С. Если выращивание производят при более низкой температуре, например при 22⁰С, то срок инкубации должен быть увеличен до 72 часов. После инкубации посевов подсчитывают количество выросших колоний. Для подсчета бактерий необходимо брать такие разведения, при которых на чашках вырастет от 50 до 150 колоний. Если на чашках выросло больше 150 колоний и нет других разведений, допускается подсчёт колоний на ¼ чашки с расчетом на всю её площадь. Из суммы колоний, выросших на 2-х чашках, выводят среднеарифметическое число и затем пересчитывают число колоний на 1 г почвы [19, 406-412].

Определение спор сульфитредуцирующих клостридий. Метод [12, 5] основан на выращивании посевов в железо-сульфитном агаре в условиях, приближенных к анаэробным, и подсчете числа черных колоний. Определение спор сульфитредуцирующих бактерий проводят методом фильтрации в пробирках. Перед посевом железо-сульфитный агар в пробирках расплавляют на водяной бане.

Результаты исследования

В результате проведенных вирусологических исследований по индикации энтеровирусов из сточных вод очистных сооружений г.

Баку, г. Сумгаита и 8-ми районов Азербайджана была установлена обсеменённость сточных вод широким спектром энтеровирусов, включающих вирусы полиомиелита 1, 2, 3 типов вакцинного варианта, вирусы из группы ЕСНО серотипов 1, 2, 4, 6, 7, 11, 20, 30, 33 с выделением 28-ми штаммов, вирусы из группы Коксаки A₇ – 1 штамм, B₁₋₆ – 4 штамма. Наряду с вышеуказанными энтеровирусами выделены нетипируемые вирусы (50 штаммов). В период с 2008 по 2010 г. было исследовано 496 проб сточных вод с выделением 83-х штаммов вирусов (табл. 1). Следует отметить, что спектр выделенных из сточных вод энтеровирусов является отражением спектра энтеровирусов, циркулирующих среди населения обследуемых регионов. Метод Риордана – метод концентрирования энтеровирусов из сточных вод, применённый нами, является новым эффективным и презентативным методом, применяемым в настоящем при изучении эпидемиологической ситуации при возникновении энтеровирусных заболеваний и при текущем эпиднадзоре.

Наряду с вирусологическими исследованиями отмеченные воды были изучены относительно бактериальной обсеменённости. В период 2009-2010 гг. было собрано и исследовано 330 проб сточных вод. Спектр выделенных бактерий включал: E.coli, Str.faecalis, S.flexneri, Salm.typhimurium, V.cholerae, Staph.aureus, Y.enterocolitika, Pseudomonas aeruginosa. Наряду с аэробной бактериальной флорой были выделены анаэробы – Clostridium perfringens. Исследованием 50 проб почвы и 25 проб ила с осадочных площадок очистной станции «Говсаны» были выделены бактерии кишечной группы, Str. faecalis, Clostridium perfringens, Cl.sporogenes – из проб ила и E.coli, Citrobacter freundii, Enterobacter aerogenes, Proteus vulgaris, Str. faecalis, Clostridium perfringens из проб почвы (табл. 2). К вышеуказанному следует отметить выделение условно патогенной флоры и при этом необходимо учесть, что роль условно-патогенных микроорганизмов в инфекционной патологии человека постоянно возрастает.

Таблица 1

Результаты вирусологического исследования проб сточных вод по Азербайджану за период 2008-2010 гг.

Период наблюдения	Кол-во исследованных проб сточных вод	Результат вирусологических исследований
2008	122	Cox A ₇ -1 ECHO ₄ -9 Polio ₃ -2 NTEV -5 ECHO ₆ -1 Polio ₂ -1 ECHO ₃₃ -1 Cox B ₁₋₆ -3 ECHO ₁₁ -2 Polio + EV -1 Polio +EV -2 ECHO ₂₀ -2
2009	234	ECHO 7-2 NTEV -3 Polio 3-2 ECHO 1-1 ECHO 11-5 Polio 3- 2 Polio 3 + EV -1 Cox B 1-6 -1 ECHO 30-1 Polio2+ NTEV 2 ECHO 20-1 Polio2-4 Polio 1-1 Polio 2+ECHO11-1 Polio 2+ NTEV -2 Polio 2 + NTEV -1
2010	140	ECHO ₇ -2 Polio +EV -1 NTEV -8 ECHO ₄ -2 Polio +EV -1 Polio ₂ -2 Polio ₃ -1 EV -20

Примечание: NTEV – нетипируемые энтеровирусы, EV - энтеровирусы

Одной из причин эпидемического неблагополучия, связанного с этой группой микроорганизмов, является их высокая экологическая пластичность, позволяющая

Таблица 2

**Результаты бактериологического исследования проб сточных вод, почвы
и ила за период 2009-2011 гг. с очистных сооружений г. Баку**

Период наблюдения	Объект исследования	Место сбора проб сточных вод	Количество исследованных проб сточных вод	Спектр выделенных бактерий	
2009	Зыхская очистная станция	До механич. очистки	72	E.coli, Str.faecalis, S.flexneri, Sal.typhimurium	
		После механич. очистки		E.coli, Str.faecalis, S.flexneri, Sal.typhimurium V.cholerae	
		После хлориро- вания		V.cholerae Sal.typhimurium	
	Говсаны, очистная станция	До механич. очистки	96	Clostridium perfringens, Staph.aureus, E.coli, Str.faecalis	
		После механич. очистки		V.cholerae E.coli	
		После биологи- ческой очистки		V.cholerae, E.coli, S.flexneri	
		После хлориро- вания		V.cholerae, Clostridium perfringens	
	2010	Зыхская очистная станция	До механич. очистки	70	Общие колиформы, Str. faecalis,Pseudomonas aeruginosa
После механич. очистки			Общие колиформы, Str. faecalis, Pseudomonas aeruginosa, S. flexneri		
После хлориро- вания			S. flexneri		
Говсаны, очистная станция		До механич. очистки	92	E.coli, S.flexneri, S.typhimurium Str.faecalis, Y.enterocolitica Clostridium perfringens	
		После механич. очистки		S.flexneri, E.coli Str.faecalis,Clostridium perfringens	
		После биологи- ческой очистки		V.cholerae,E.coli Clostridium perfringens	
		После хлориро- вания		V.cholerae, Clostridium perfringens	
Итого		330 проб сточных вод			
2011	Говсаны очистная станция	50 проб почвы	E.coli, Citrobacter freundii, Enterobacter aerogenes, Proteus vulgaris, Str.faecalis, Cl.perfringens	25 проб ила	Бактерии кишечной группы Str. faecalis, Clostridium perfringens, Cl. sporogenes

адаптироваться к различным условиям внешней среды, что обуславливает их широкое распространение в почве, поверхностных водоемах, живых организмах [11, 15-19]. Обнаружение *Cl.perfringens* наряду с рядом аэробов в почве и иле с осадочных площадок очистной станции пос. Говсаны следует учесть при выборе оптимальных условий обеззараживания сточных вод и иловых отложений с учетом того, что обсемененные сточные воды выпускаются в море и частично используются для орошения оливковых рощ, что способствует, в некоторой степени, рассеиванию энтеровирусов и бактериальной флоры во внешней среде. Говоря о важности проблемы очистки сточных вод, спускаемых в море, реки, следует отметить имеющиеся данные о персистенции бактериальной и вирусной флоры в организме рыб, обитающих в загрязняемых водных пространствах [10, 713-720; 14,23-25; 18, 3-262]. Естественно, отмеченный факт имеет определенный негативный эффект с медицинской точки зрения, вызывая у людей заболевания вирусно-бактериальной природы, связанные с водным и пищевым фактором. Установлено, что метаболизм микроорганизмов меняется, но они не утрачивают свою патогенность, попадая вновь в привычную для них среду теплокровных [9, 5-9]. К тому же использование морской воды на судах, а также при некоторых производственных процессах на ряде заводов города является дополнительным фактором инфицирования населения.

Итак, учитывая вышеизложенное и отмечая имеющиеся в литературе данные об обнаружении энтеровирусов даже после обработки хлорированием при дозе, достаточной для инактивации бактериальных микроорганизмов *E.coli* [23, 119-127; 25, 261-261], следует говорить об актуальности проблемы изыскания и применения еще более эффективных мер по обеззараживанию сточных вод и иловых отложений, используемых в качестве удобрений, не только в отношении энтеровирусов, но и относительно анаэробных микроорганизмов.

Выводы

1. Вирусологическим исследованием сточных вод был выделен и идентифицирован широкий спектр энтеровирусов: полиовирусы 1, 2, 3 типов (вакцинного варианта), вирусы из группы ЕСНО, Коксаки, А, В. Наряду с отмеченным выделен ряд нетипируемых энтеровирусов, которые требуют дальнейшей идентификации, что согласуется с перспективными задачами ВОЗ.

2. Впервые в условиях очистных станций г. Баку проведены бактериологические исследования почвы и ила с осадочных площадок, с выделением широкого спектра аэробной бактериальной флоры: *E. coli*; *Str. faecalis*, *Staph. aureus*, *V. Cholerae* и анаэробной – *Clostridium perfringens* серовара А из пробы ила.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бычковская О.В., Иванова О.Е., Бабина Н.С., Киселева Л.В. Стабильность признаков rct40, S.d. аттенуированных штаммов вируса полиомиелита при длительном хранении их в воде, почве и молоке / Вопр. этиопатогенеза и эпидемиологии вирусных инфекций. Свердловск, 1965. Т. 1. С. 129-131.
2. Вакараш Н.А., Тиховская Т.М. Водной фактор в передаче кишечных бактериальных инфекций / Санитарная бактериология и вирусология водоемов. М.: Медицина, 1975. 192 с.
3. Воробьева Л.В., Лутай Г.Ф., Кузнецова И.А. и др. Региональные особенности гигиенической оценки биологического загрязнения поверхностных вод // Гигиена и санитария. 2011. № 1. С. 34-37.
4. Григорьева Л.В., Старовойтова Г.В. О частоте обнаружения в водоемах и сточной воде некоторых кишечных вирусов и бактерий // Гигиена и санитария. 1965. № 7. С. 108-109.
5. Григорьева Л.В., Корчак Г.И., Бондаренко В.И., Бей Т.В. Санитарно-вирусологическая и бактериологическая характеристика сточных вод, илов и почвы пригородной зоны Киева // Гигиена и санитария. 1963. № 9. С. 44-47.
6. Григорьева Л.В. и др. Характеристика основных санитарно-бактериологических тестов и критериев их пригодности при изучении водоемов / Санитарная бактериология и вирусология водоемов. М.: Медицина, 1975. 192 с.
7. Иванова О.Е., Еремеева Т.П., Байбекова О.Ю. и др. Исследование сточных вод в доме ребенка

- как подход к надзору за циркуляцией полиовирусов // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. 2003. № 1. С. 12-16.
8. Красовский Г.Н., Егорова Н.А., Быков И.И. Классификация опасности среды веществ, загрязняющих воду // Гигиена и санитария. 2006. № 2. С. 5-8.
9. Литвин В.Ю., Пушкарева В.И. Возможный механизм формирования эпидемических вариантов возбудителей сапронозов в почве или воде // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. 1994. № 5. С. 5-9.
10. Львов Д.К., Жданов В.М., Сазонов А.А. и др. Сравнение вирусов гриппа, выделенных от человека и китов // Бюлл ВОЗ. 1978. Т. 56. № 6. 713-720.
11. Маркова Ю.А., Беловежец Л.А., Баров И.Ю., Савимов Е.Д. Возможности адаптации условно-патогенных энтеробактерий к различным температурам // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. 2009. № 2. С. 15-19.
12. Методы микробиологического контроля питьевой воды. Методические указания. Государственная система санитарно-эпидемиологического нормирования Республики Казахстан. МУК № 10.05.045.03. Астана, 2003. 32 с.
13. Обухова О.В. Влияние солей тяжелых металлов на рост и факторы патогенности условно-патогенных бактерий // Гигиена и санитария. 2011. № 1. С. 37-39
14. Обухова О.В., Ларцева Л.В., Лисицкая И.А. Санитарно-микробиологическая оценка гидроэкосистемы дельты Волги при антропогенном загрязнении // Санитария и гигиена. 2009. № 1. С. 23-25.
15. Поздеев О.К. Медицинская микробиология / Под ред. Покровский В.И. // М.: «ГЭОТАР»-Медиа, 2002. 768 с.
16. Руководство по лабораторной диагностике вирусных и риккетсиозных болезней / Под ред. Здродовского П.Ф. и Соколова М.И. М.: Медицина, 1965. 590 с.
17. Савилов Е.Д., Ангалова Е.В. Микробиологический мониторинг водных экосистем // Гигиена и санитария. 2010. № 5. С. 56-58.
18. Садыхова Ф.Э. Экология вирусов гриппа на территории Азербайджанской ССР: Дис.... д-ра мед. наук. М., 1988. 295 с.
19. Справочник по микробиологическим и вирусологическим методом исследования / Под редакцией М.О. Биргера. М.: Медицина, 1982. 464 с.
20. Тен, Хак Мун, Ганин Г. Н., Кириенко О.А. Влияние условий компостирования осадков сточных вод на рост кишечных палочек // Гигиена и санитария. 2010. № 2. С. 26-28.
21. Щербо А.П. Об инновациях в эколого-гигиенической защите почв (к проблеме гигиенической концепции охраны почвенного покрова) // Гигиена и санитария. 2011. № 1. С. 11-14.
22. Ярошенко В.А., Чернина Ч.П. Сточные воды и земледельческие факторы распространения заболеваний, вызываемых энтеровирусами / Вопросы гигиены села. Киев: Гос. мед. гиз. УССР, 1962. 159 с.
23. Clarke N., Kabler P. The inactivation of purified Coxsackie virus in water by chlorine // Amer.j.hyd. 1954. V. 59. № 1. P. 119-127.
24. Lee S.H., Lee R., Lee K.W. The simultaneous detection of both enteroviruses and adenoviruses in environmental water samples including tap water with an integrated cell culture- multiplex-nested PCR procedure // J. Appl. Microbiol. 2005. V. 98. № 5. P. 1020-1029.
25. Mc. Lean D.M., Brown I.R., Nixon M.C. Microbiological and chemical investigations of outdoor public swimming pools // Canad. J. Publ. Health. 1961. V. 52. № 261-267.
26. Murphy W.H., Eyear O.R. et. al. Absorption and translocation of viruses by plants. I Survival of mouse encephalomyelitis and poliomyelitis viruses in soil and plant root environment // Virology, 1958. V. 63. № 3. 612-622.
27. Riordan J. Ыsolation of enteroviruses from sewage before and after vaccine administration // J. biol. a. med. 1962. V. 34. № 2. P. 513-521.

УДК 58.01/.07

Сероглазова Н.Г., Бакташева Н.М.
Астраханский государственный университет

ИНДИКАЦИЯ ЧИСТОТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПО СОСТОЯНИЮ ПЫЛЬЦЫ РАСТЕНИЙ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В ДЕЛЬТЕ р. ВОЛГИ

N. Seroglazova, N. Baktasheva
Astrakhan State University

INDICATION OF THE PURITY OF THE ENVIRONMENT BY THE POLLEN OF THE PLANTS GROWING IN THE VOLGA DELTA

Аннотация. В данной работе исследовано влияние загрязнения, а также влияние некоторых природных факторов на особенности реакции пыльцы видов ранневесеннего цветения (представители сем. *Brassicaceae*), раннелетнего-летнего цветения (*Tilia cordata* Mill.) и осеннего цветения (представители сем. *Chenopodiaceae*), произрастающих в дельте Волги. Наблюдения за сроками цветения растений, за метеорологическими прогнозами, анализ состава пыльцы, пойманной аэропалинологическими ловушками, позволяют составлять календари пыления растений, характерных для данной территории. Результаты способствуют прогнозированию сроков массового пыления и предупреждению вспышки аллергических реакций жителей города и области, а также сопредельных регионов.

Ключевые слова: качество пыльцы, индикатор, сроки пыления, метеорологические показатели, аллергия, стерильность, палиноиндикация.

Abstract. We study the effects of pollution as well as the influence of some environmental factors on the response characteristics of the pollen of early spring flowering plants (representatives of the *Brassicaceae* family), early summer flowering plants (*Tilia cordata* Mill.) and autumn flowering plants (representatives of the *Chenopodiaceae* family) growing in the Volga delta. Observations of the plant flowering times, meteorological forecasts, analysis of the pollen caught by aeropalinological traps make it possible to produce calendars of pollination of plants typical of this area. The results help to predict the timing of pollination and prevent mass outbreaks of allergic reactions of area residents and residents of neighboring regions.

Key words: quality of pollen, indicator, pollination period, meteorological indices, allergy, sterility, palinoidication.

В настоящее время загрязнение атмосферы Астраханской области и, особенно, областного центра, остается высоким, о чем указывается в Докладе об экологической обстановке [3, 59]. Главными источниками загрязнения атмосферы являются промышленные, транспортные выбросы и бытовые отходы. Значительная часть выбросов в атмосферу области приходится на Аксарайское газоконденсатное предприятие («Астраханьгазпром»). В последние годы наблюдается снижение выбросов промышленными предприятиями в атмосферу загрязняющих веществ. Это связано со спадом производства в г. Астрахань и некоторым улучшением работы предприятия «Астраханьгазпром». Но наблюдается увеличение количества загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу от автотранспорта. Также источником загрязнения воды и почв являются такие предприятия, как ОАО «Астраханский целлюлозно-картонный комбинат», Астраханский кожевенный завод. На территории названных предприятий-банкротов находятся запасы химических реагентов, хранящиеся недолжным образом и загрязняющие окружающую среду. Несомненно, к числу загрязнителей среды можно отнести множество автомоек, появившихся в последние годы.

Загрязнение окружающей среды негативно воздействует как на растения, так и на животных, а также и на человека. Но растения значительно раньше, чем животные реагируют на

изменения в окружающей среде [6, 159]. Они отвечают реакциями, которые проявляются в различных морфологических, морфометрических, фенотипических проявлениях изменчивости признаков вегетативных и генеративных органов. В связи с этим в последнее время уделяется большое внимание изучению влияния загрязнения на вегетативные органы растений [8; 12; 13]. Ряд авторов посвящает работы исследованию реакции репродуктивных органов растений на разнообразные загрязнения. Соответственно, пыльца может использоваться как индикатор качества окружающей среды [9]. Необходимо только установить растение, пыльца которого будет являться индикатором. В работах показано, что характер изменения пыльцевого зерна и появление терат является показателем загрязнения окружающей среды. Процент содержания таких зерен зависит от экологической обстановки обследуемой территории [2; 4; 5; 6; 7]. О.Ф. Дзюба [6, 160-161] для Северо-Западного региона Европейской части России выявила, что хорошими палиноиндикаторами являются 18 видов высших растений. И установила, что у всех этих видов под действием промышленных выбросов образуется большое количество тератоморфных и стерильных пыльцевых зерен (до 100%), изменяются размеры и форма пыльцевых зерен; количество, очертания и тип апертур, их размеры и расположение относительно друг друга; количество слоев и толщина спородермы. При улучшении экологических условий в Санкт-Петербурге и Ленинградской области теми же растениями продуцируется значительно меньшее количество патологически развитой пыльцы.

Нами выбраны виды, которые отмечаются в составе дикорастущей (подорожник большой (*Plantago major* L.), вяз гладкий (*Ulmus laevis* Pall.), вяз мелколистный (*Ulmus minor* Mill.), марь белая (*Chenopodium album* L.), ежа сборная (*Dactylis glomerata* L.) и культурной флоры дельты Волги (сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), клен татарский (*Acer tataricum* L.), клен платановидный (*Acer platanoides* L.), лещина обыкновенная, орешник (*Corylus avellana* L.), дуб черешчатый (*Quer-*

cus robur L.), липа сердцевидная (*Tilia cordata* Mill.)). Необходимо было выявить особенности реакции пыльцы видов ранневесеннего цветения (представители сем. *Brassicaceae*), раннелетнего-летнего цветения (*Tilia cordata* Mill.) и осеннего цветения (представители сем. *Chenopodiaceae*) на факторы окружающей среды. Следует отметить, что крестоцветные и маревые входят в десятку «ведущих» семейств флористического спектра дельты Волги [11, 119]. В исследованиях, проведенных ранее [10, 7; 14, 316], указано, что для маревых характерны многопоровые пыльцевые зерна сфероидальной формы. Но, несмотря на внешнее однообразие пыльцевых зерен, по нашему мнению, все же наблюдается морфологическое разнообразие структуры, размеров, видны довольно четкие различия между пыльцевыми зернами различных родов и видов данного семейства. В целом морфологические признаки пыльцевых зерен маревых обладают достаточной стабильностью, что позволяет сразу их идентифицировать. Несомненно, что на сроки пыления и аллергичность больше всего влияют: влажность воздуха, температурный режим и сила ветра. По нашим наблюдениям, в осенние месяцы обострение поллинозов у населения обусловлено всем комплексом указанных факторов.

Нами установлено, что метеорологические условия влияют на количество пыльцы растений из семейства маревые. В течение летнего времени у многих растений этого семейства наблюдался период вынужденного покоя, связанный с высокими положительными температурами. Так в 2010-2011 гг. они достигали +40,9°C (12.07.2010) и +40,8°C (30.07.2011). В летний период 2010 г. дней со средней суточной температурой выше +35°C было намного больше, чем 2011 г. Так, среднемесячная температура за август 2011 г. отклоняется от нормы всего на +0,9°C., за август 2010 г. – на +4°C. Из-за жаркого лета 2010 г. произошел сдвиг сроков вегетации и пыления у многих растений. Но температурный режим осени 2010 г. позволил растениям вегетировать и цвести вплоть до середины декабря. Среднемесячная температура ноября 2010 г. состав-

вила +8,8°C, а ноября 2011 – только +1,2°C. Нормой является +2,7°C. Так, в период с 29 по 30 ноября 2010 г. нами в черте г. Астрахань были найдены цветущие растения следующих видов: *Chenopodium album* L., а также *Aster tripolium* L. (*Asteraceae*), *Polygonum aviculare* L. (*Polygonaceae*). Данные виды растений, как и многие другие, в 2011 г. прекратили вегетировать лишь в конце первой декады ноября, когда начала отмечаться температура ниже нуля градусов. В ловушках в составе аэропалинологического спектра осенью 2010 г. нами обнаружены и определены пыльцевые зерна представителей семейства *Chenopodiaceae* и полыней (*Asteraceae*), вызывающие сильную аллергию у населения города и области. Также в ходе исследования нами установлено наличие терат у *Suaeda altissima* (L.) Pall. (*Chenopodiaceae*), что может быть связано с произрастанием этого растения в пригородном районе г. Астрахань на Бэровском бугре, где проявляются экстремальные почвенные и температурные условия.

Следует также отметить, что в южных районах России названные растения продуцируют пыльцу достаточно долго – с конца июня до начала ноября. Высокие положительные температуры, минимальное количество осадков в конце осени и начале зимы приводят к тому, что в воздухе возрастает концентрация пыльцы чрезвычайно аллергенных растений рода *Chenopodium*, рода *Artemisia* L. и рода *Atriplex* L., что способствует сдвигу и удлинению осеннего периода проявления аллергии. Последние 5 лет на сайте <http://www.kestine.ru> работает уникальный проект – **пыльцевой мониторинг** – организованный совме-

стно Российской ассоциацией аллергологов и Клинических иммунологов (РААКИ), МГУ и фармацевтической компанией Никомед. Астрахань также участвует в этом проекте, но контроль осуществляется за незначительной группой аллергенных растений: береза, ива, сосна и грибы (альтернания и кладоспориум). Но береза и сосна произрастают в рекреационных посадках и встречаются не так часто, как в других регионах. Поэтому необходимо составлять прогноз и информировать население, основываясь на изучении сроков пыления зональных растений, произрастающих в черте города и его окрестностях. Наиболее длительным, по нашим наблюдениям, является третий период обострения поллиноза в дельте Волги. Он длится с августа по октябрь (иногда продолжается до середины ноября) и связан с цветением растений из семейства сложноцветных и маревых (табл. 1).

Морфологические особенности некоторых представителей сем. *Brassicaceae*, произрастающих в дельте Волги, нами изучены ранее [1]. Пыльца данного семейства более или менее однородная. Имеет сплюсненно-сфероидальную, продолговатую форму; двуслойную экзину с мелко-средне-крупноресничатой скульптурой. Из сем. Крестоцветных хорошим палиноиндикатором, по нашим наблюдениям, является пастушья сумка. Проведенный нами анализ показал снижение качества пыльцы у *Capsela bursa-pastoris* (L.) Medik., произрастающих в экологически неблагоприятных районах города. Под воздействием промышленных загрязнений у *Capsela bursa-pastoris* (L.) Medik. возрастает количество стерильной пыльцы [15,284]. Метеорологичес-

Таблица 1

Календарь пыления некоторых аллергенных растений

Виды	Сроки осеннего пыления		
	2009	2010	2011
<i>Atriplex</i> L.	Конец июля - начало ноября	Середина июля - ноябрь	Конец июня - конец октября
<i>Chenopodium</i>	Июль – конец октября	Август – конец ноября	Июль – конец октября
<i>Artemisia</i> L.	Сентябрь - октябрь	Сентябрь – начало ноября	Сентябрь – октябрь

кие условия сезона влияют на сроки цветения и на продуктивность пыльцы и ее содержание в воздухе, что особенно хорошо в наших условиях заметно у липы. В аридном климате Астраханской области *Tilia cordata* Mill., в зависимости от погодных условий, начинает цвести в I – II декадах июня. В условиях загрязнения атмосферы растения продуцируют до 100 % тератоморфных пыльцевых зерен.

В наших исследованиях было установлено, что в черте города среди пыльцевых зерен *Tilia cordata* Mill. много диссимметричной, а в некоторых районах наблюдается до 70%-90% тератоморфной пыльцы. Такое высокое число тератоморфной пыльцы характерно для лип, произрастающих в парке, расположенном близ Аксарайского газоконденсатного месторождения. Здесь тератоморфизм проявляется в изменчивости количества апертур и проявлении диссимметрии. Наблюдаются двух-, четырех-, пятиапертурные, реже шести- и безапертурные пыльцевые зерна.

В целом пыльца вышеуказанных растений может служить для палиноиндикации состояния окружающей среды в Астраханской области. Дальнейшие исследования позволят также расширить спектр индикаторных растений, по срокам цветения, массовости пыления которых можно будет информировать жителей об обострении поллиноза (аллергии на спорополленины пыльцы).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бакташева Н.М., Сероглазова Н.Г., Струков В.М. Морфология пыльцы весенне- и раннелетнецветущих представителей семейства *Brassicaceae* // Экология биосистем: проблемы изучения, индикации и прогнозирования: материалы II Междунар. конференции, Астрахань, 25-30 августа 2009 г. Астрахань: Изд. Дом «Астраханский университет», 2009. С. 328-332.
2. Бессонова В.Н. Состояние пыльцы как показатель загрязнения среды тяжелыми металлами // Экология. Екатеринбург, 1993. № 3. С. 45-50.
3. Доклад об экологической обстановке на территории Астраханской области в 2010 году. Астрахань, 2011. 81 с.
4. Глазунова К.П. Пыльца как индикатор негативных факторов окружающей среды: эмбриологический аспект // Пыльца как индикатор состояния окружающей среды и палеоэкологические реконструкции: материалы I Междунар. семинара. СПб.: ВНИГРИ, 2001. С. 61-64.
5. Дзюба О.Ф. Палиноиндикация состояния окружающей среды и индикация глобальных экологических процессов в историческом прошлом земли // Палинология в России. М., 1995. С. 104-112.
6. Дзюба, О.Ф. Палиноиндикация качества окружающей среды. СПб: Недра, 2006. 198 с.
7. Елькина Н.А. Состав и динамика пыльцевого спектра воздушной среды г. Петрозаводска: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб., 2009. 23 с.
8. Марченко Н.В. Пространственно-временная оценка генотоксического воздействия загрязнения вод природных и искусственных водоёмов Нижней Волги: Дис. ... канд. биол. наук: Астрахань, 2007. 206 с.
9. Мейер-Меликян Н.Р., Полевова С.В., Северова Е.Э., Теклева М.В. Развитие спородермы в норме и в неблагоприятных условиях (на примере пыльцевых зерен *Cichorium intybus* L. и *Tanacetum vulgare* L.) // Пыльца как индикатор состояния окружающей среды и палеоэкологические реконструкции. Материалы I Междунар. семинара. СПб.: ВНИГРИ, 2001. С. 125-128.
10. Монозон М.Х. Определитель пыльцы видов семейства маревых: пособие по спорово-пыльцевому анализу. М.: Наука, 1973. 96с.
11. Пилипенко В. Н. Современная флора дельты Волги/ Пилипенко В. Н., Сальников А.Л., Первалов С.Н. Астрахань: Изд-во АГУ, 2002. 154 с.
12. Савченко О. А. Оценка воздействия на окружающую среду Чинаревского нефтегазоконденсатного месторождения Казахстана: Дис. ... канд. биол. наук. Саратов, 2008. 253 с.
13. Селина Е. Е. Оценка влияния техногенного загрязнения на состояние растений в долинах малых рек: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Саратов, 2010. 18 с.
14. Сероглазова Н.Г., Струков В.М., Бакташева Н.М. Морфологические признаки пыльцевых зерен некоторых представителей семейства *Chenopodiaceae* // Экология и жизнь: Сборник статей XIX Международной научно-практической конференции. Пенза: Приволжский Дом знаний. 2010. С. 315-319.
15. Сероглазова Н.Г., Бакташева Н.М., Булатова С.Н. Индикация чистоты окружающей среды Астраханской области по состоянию пыльцы сорных растений сем. *Brassicaceae* // Сорные растения в изменяющемся мире: актуальные вопросы изучения разнообразия, происхождения, эволюции: Материалы I Международной научной конференции. Санкт-Петербург, 6-8 декабря 2011 г. СПб.: ВИР, 2011. С. 281-285.

УДК 624.1311.554.3

Reza Talaei

Baku State University, Azerbaijan

DETERMINATION AND ASSESSMENT OF LANDSLIDE HAZARD INDEX IN THE HASHTJIN AREA (NORTHWESTERN REGION OF IRAN)

Реза Талаеи

Бакинский государственный университет, Азербайджан

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ОЦЕНКА ИНДЕКСА ОПАСНОСТИ ОПОЛЗНЯ В ОБЛАСТИ ХАШДЖИН (С.-З. ИРАНА)

Abstract. We present a technique for hazard index assessment that is used to prepare the landslide prediction map of the Hashtjin area (northwestern region of Iran) at a 1:50000 scale. The proposed technique makes it possible to determine the degree of landslide hazard and assess the landslide risks. It is established that landslides occur most often on slopes composed of alternating waterproof and water-bearing rocks. The displacement of large masses of soils or rocks on a slope is most often caused by wetting the soils by rain water. As the soils are filled with water and become heavy and more mobile, they slide over the slopes. Although the action of gravity is the primary driving force for a landslide to occur, there are other contributing factors affecting the original slope stability, namely, an increase in the steepness of the slope due to washing away the soil; the weakening of strength of rocks due to weathering, precipitations and groundwater; the influence of seismic shocks; construction and economic activity. The volume of landslide damage depends on the reason which gave rise to the landslide; in some cases it can affect large areas. Landslide hazard analysis makes it possible to establish the location of potential inclined slopes and to estimate the volume of the landslide, its frequency and distance traveled. To assess the landslide hazards, necessary data are processed by a GIS. A GIS offers a superior method for landslide analysis as it allows one to generate landslide maps and maps of likely occurrences of future landslides.

Key words: landslide, landslide hazard index, hazard assessment, GIS, Iran.

Аннотация. В работе представлена процедура оценки индекса опасности, которая была использована для составления карты опасности оползня в области Хашд-жин (С.-З. Ирана) в масштабе 1: 50000. Установлено, что наиболее часто оползни возникают на склонах, сложенных чередующимися водоупорными и водоносными породами. Смещение крупных масс земли или породы по склону вызывается в большинстве случаев смачиванием дождевой водой грунта. Объем ущерба от оползня зависит от причины его породившей, в некоторых случаях его последствия могут распространиться на большие территории. Анализ опасностей от оползня позволила установить местоположение потенциальных наклонных склонов и оценить объем оползня, частоту и расстояния перемещения. Для оценки опасности в ГИС были введены необходимые данные.

Ключевые слова: оползень, индекс опасности оползня, оценка опасности, ГИС, Иран.

Landslide hazard maps are an essential tool for assessing landslide risk and contributing to public safety worldwide [4]. To determine landslide hazard in Hashtjin area (NW-Iran), an assessment is needed of landslide intensity (or magnitude [6]), its frequency and likely runout distance [2]. Numerous efforts have been devoted in the last four decades to develop landslide hazard maps [9]. The goal

of this paper is to present a simple procedure for assessing landslide hazard index and consequent mapping of Hashtjin area.

Materials and methods

The methodology involves the following steps:

1- Compilation of a multitemporal landslide inventory map, description and classification of landslides was mainly based on the system of Varnes [10].

2- Entry of landslide location data and slope process interpretation into a GIS

3- Determination of landslide intensity and runout distance. The landslide intensity (I_L) has been defined as a function of the landslide volume (V_L) and of the landslide expected velocity (s_L), that is, $I_L = f(V_L, s_L)$. Frequency of landslides in Hashtjin area has been classified as three classes. High frequency corresponds to recurrence intervals of less than 40 years, moderate frequency between 40 to 300 years, and low frequency when landslide events may occur with recurrence periods higher than 300 years [3]. The following equation can be used to describe the relationship between landslide volume and runout length [7]:

$$L_{\max} = 15.6 V^{0.39} \quad (1)$$

where $L_{\max}$ is runout distance and V is the volume of the landslide.

4- Definition and assessment of landslide hazard index

Results

Hashtjin area, which occupies an area of 1645.84 km², is located in the northwest of Iran. Landslides are classified according to the types of movements (Fig. 1).

The mapped landslides cover an area of 156.75 km², which is 9.52% of the study area (Table 1).

Landslide intensity

The results of table 2 have been showed in expected landslide intensity map on the base of landslide magnitude classification. For the evaluation of danger in the landslide zones, the intensity of events is also introduced in a two-entry matrix.

To this end, a simple ranking of intensity, expressed by the velocity of the process, was adopted, as shown in Table 3. Large landslide, the creep cases excepted, are considered of having, at least, moderate hazard because intensity is always high [1].

Hazard index

Following the aforementioned procedure, assessment of intensity (or magnitude) and frequency for all landslide types has been carried out at each landslides and landslide zones. From each landslide source the downslope affected area has been estimated. According to Corominas et al. (2003) [1], as a result all cells have been classified according to the hazard matrix (Table 4).

At the final, the hazard index is represented in the map, which is shown in Figure 2. This map shows the hazard at the Hashtjin area for different types of failures.

Discussion

The proposed method ascertains landslide hazard in the areas of evolution of the existing landslides, and for the various types of failures. Landslide hazard classes have been estimated by combining the value of landslide frequency and intensity, in four classes, based on the estimated landslide volume and the expected landslide velocity. The index expresses landslide hazard, keeping distinct the tow components of the hazard. It is worth noticing that values of the landslide hazard index do not provide an absolute rank of hazard level. The proposed method complies with the existing and widely accepted definitions of landslide hazard [5, 6 and 10] and can be used to convert of landslide susceptibility map to hazard map [8].

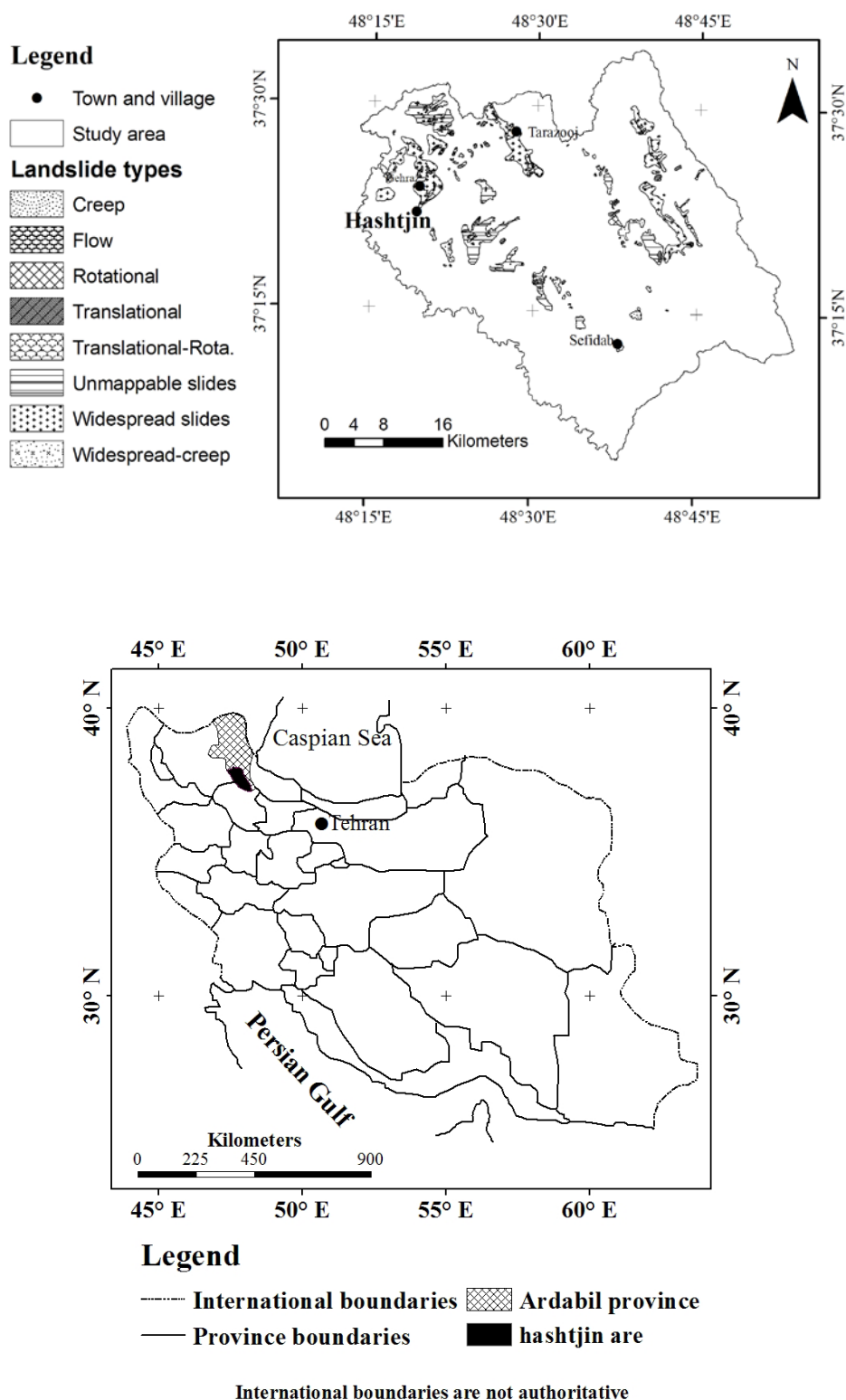


Fig 1. The position of the region of study and landslides map

Tab. 1

Frequency distribution and area of landslides with reference to their types

Type			Frequency	Percent	Cumulative Percent	Area (km ²)
Landslide	Flow		19	10.9	14.9	2.23
	Sliding	Rotational	19	10.9	25.7	3.64
		Translational	74	42.3	68.0	9.27
		Translational- Rotational	25	14.3	82.3	5.75
Landslide zone	Creep		7	4.0	4.0	4.04
	Unmappable slides		12	6.9	89.1	54.79
	Widespread slides		16	9.1	98.3	71.12
	Widespread-creep		3	1.7	100.0	5.88
Total			175	100.0	-	156.75

Tab. 2

Single landslides intensity, in four classes, based on the estimated landslide volume and the expected landslide velocity

Estimated volume (m ³)	Description	Expected landslide velocity			
		Very rapid to rapid-moving flow	Rapid translational or translational-rotational slides	Slow translational or translational-rotational slides	Slow rotational slides
>5000 <50000	Small		Slight (1)		
> 50000 <250000	Medium	Medium (2)	Medium (2)	Slight (1)	Slight (1)
>250000 <1000000	Medium-large	High (3)	High (3)	Medium (2)	Medium (2)
>1000000 <5000000	Very large	Very high (4)	High (3)	High (3)	Medium (2)
>5000000	Extremely large	Very high (4)	Very high (4)	Very high(4)	High (3)

Tab. 3

Ranking of the intensity of landslide zones

Type of mass movement zones	Expected landslide velocity			
	Very slow	Slow	Rapid	Very rapid
Unmappable zones		Medium (2)	High (3)	Very high (4)
Widespread zones		Medium (2)	High (3)	Very high (4)
Creep zones	Slight (1)	Slight (1)		
Widespread and Creep zones		Medium (2)		

Tab. 4

Index of hazard based on frequency and intensity of the landslide events

Intensity	Frequency (return period –years)		
	Low >300	Moderate 300-40	High <40
Very high (4)	Medium	High	High
High (3)	Low	Medium	Medium
Medium (2)	Very low	Low	Low
Slight (1)	Very low	Very low	Very low

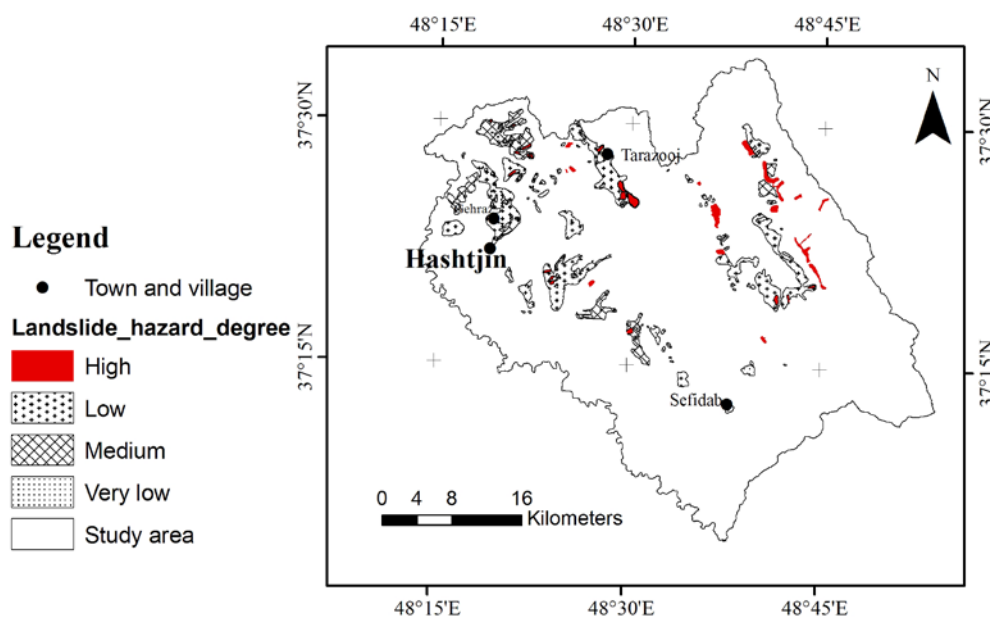


Fig. 2. Maps of the index of landslide hazard zones, for old and recent sliding, flow and landslide zones (High H.= 17.14 (km²); Medium H.= 40.54 (km²); Low H.=94.40 (km²) and Very low H. = 4.66 (km²))

REFERENCES:

1. Corominas, J., R. Copons, J., Manuel, A. Vilaplana, J. Altimir and J., Amigó. 2003. Integrated Landslide Susceptibility Analysis and Hazard Assessment in the Principality of Andorra, *Natural Hazards*, 30: 421-435.
2. David N. P., Gareth J. H. and Andrew H. 2005. Towards the Development of a Landslide Risk Assessment for Rural Roads in Nepal, In: In: Glade, T. M., Anderson, M. J., Crozier (eds)) *Landslide hazard and risk*. John Wiley & Sons Ltd, England, 597-619 pp.
3. Fell, R., J., Corominas, C., Bonnard, L., Cascini, E., Leroi, W. Z., Savage . 2008. Guidelines for landslide susceptibility, hazard and risk zoning for land use planning, *Engineering Geology*, 102, (3-4): 85-98.
4. Glade T., Anderson M.G., Crozier M.J. (Eds.), 2005. *Landslide Hazard and Risk*. Wiley, New York. 824 p.
5. Guzzetti F., Cardinali M., Reichenbach P. and Carrara A., 1999a, Comparing landslide maps: a case study in the upper Tiber River Basin, central Italy, *Environmental Management*, 25(3), 247-363.
6. Guzzetti F., Carrara A., Cardinali M. and Reichenbach P., 1999b, Landslide hazard evaluation: an aid to a sustainable development, *Geomorphology*, 31, 181-216.
7. Legros F., 2002, The mobility of long-runout landslides, *Engineering Geology*, 63, 301-331.
8. Reichenbach, P., M., Galli, M., Cardinali, F., Guzzetti, F., Ardizzone. 2005. *Geomorphological Mapping to Assess Landslide Risk: Concepts, Methods and*

- Applications in the Umbria Region of Central Italy. In: Glade, T. M., Anderson, M. J., Crozier (eds)) Landslide hazard and risk. John Wiley & Sons Ltd, England, 429-468 pp.
9. Sharma, M and R. Kumar. 2008. GIS-based landslide hazard zonation: a case study from the Parwanoo area, Lesser and Outer Himalaya, H.P., India. Bull. Eng. Geol. Environ., 67: 129-137.
10. Varnes D.J. and IAEG Commission on Landslides and other Mass Movements, 1984, Landslide Hazard Zonation: A Review of Principles and Practice (Paris: UNESCO Press), 63 pp.

РАЗДЕЛ II. ХИМИЯ

УДК 535.71

**Стовбун С.В.* , Скоблин А.А.* , Занин А.М.* ,
Рыбин Ю.М.** , Агеев И.М.** , Твердислов В.А.****

**Институт химической физики им. Н.Н. Семенова РАН (г. Москва),*

***Московский авиационный институт*

(Государственный технический университет) (г. Москва),

****Физический факультет Московского государственного
университета им. М.В. Ломоносова (г. Москва)*

КАПЛЕОБРАЗНЫЕ ОБЪЕКТЫ, ОКРУЖЕННЫЕ МЕМБРАНОЙ, КОНЦЕНТРИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВО СРЕДЫ И КОММУТИРУЮЩИЕ ПОСРЕДСТВОМ СТРУН, В ГОМОХИРАЛЬНЫХ РАСТВОРАХ

S. Stovbun, A. Skoblin, A. Zanin, J. Rybin*, I. Ageev*, V. Tverdislov**

N.N. Semenov Institute of Chemical Physics Russian Academy of Sciences, Moscow

**Moscow Aviation Institute (State University of Aerospace Technologies)*

***Department of Physics, M.V. Lomonosov Moscow State University*

DROP-SHAPED OBJECTS SURROUNDED BY A MEMBRANE CONCENTRATING SUBSTANCES OF THE MEDIA AND COMMUTING VIA STRINGS IN HOMOCHIRAL SOLUTIONS

Аннотация. При исследовании неравновесных процессов в гомохиральных растворах, обнаружены спонтанно сформировавшиеся, стабильные, нередко окруженные сложной по структуре мембраной капли. Они обогащены частично структурированным растворенным веществом. К каплям тяготеют выявленные ранее, также спонтанно формирующиеся в растворе, анизометрические структурные образования – струны. В ряде случаев струны реализуют геометрическую коммутацию между каплями. Таким образом, выявлено не только топологическое, но и метрическое подобие, а также частичное функциональное подобие между простыми физико-химическими объектами – каплями и классическими биологическими объектами – клетками. Возможно, это указывает на определенную степень общности механизмов их формирования.

Ключевые слова: гомохиральность, биологическая клетка, капля, мембрана, струна.

Abstract. In studying nonequilibrium processes in homochiral solutions, we found drops that are spontaneously formed, stable, and often surrounded by a complex membrane. The drops are enriched by a dissolved substance. They tend to attract strings, which were previously identified as spontaneously formed anisometric structural formations in a solution. In some cases, the strings implement geometric switching between the droplets. Thus, we revealed not only topological but also metric similarity, as well as partial functional similarity between simple physical and chemical objects (drops) and classical biological objects (cells), which may point to a certain degree of generality of their formation mechanisms.

Key words: homochirality, biological cell, drop, membrane, string.

Феномен контактного взаимодействия между клетками посредством микротрубочек, или цитонел, был описан в [8] и впоследствии обнаружен для многих типов клеток (рис. 1). Были также исследованы спонтанно формирующиеся в ряде гомохиральных растворов (в частности, в низкоконцентрированных растворах трифторацетилованных аминоспиртов (ТФААС) в органических растворителях) струны [1, 3, 5] – обладающие заметной механической жесткостью анизотрические объекты, которые могут рассматриваться как физико-химические модели цитонел [4].

В настоящей работе исследовался гомохиральный раствор ТФААС 1 (структурная формула и полное название приведены на рис. 2). ТФААС 1 был синтезирован в Лаборатории стереохимии ИХФ РАН, зав. лаб. проф. Р.Г. Костяновский, методика получения и свойств

ТФААС приведены в [7]. В качестве растворителя использовалась смесь 90% гептана (производства фирмы Химмед, чистотой 99,9%) и 10 % воды (соотношение указано в объемных долях и дополнительно проконтролировано с помощью микрокалориметрии растворителя). Раствор ТФААС 1 в указанном растворителе концентрации 1 мг / мл помещался в замкнутые плоские капилляры, что исключало испарение растворителя. В образцах создавались неравновесные условия, инициирующие кинетические процессы. Для этого они нагревались в водяной бане до 70° С, затем охлаждались до комнатной температуры (20° С) и исследовались с помощью: а) компьютеризированного оптического стенда на основе микроскопа BX51 «OLYMPUS» (Research system microscope), изготовитель – OLYMPUS CORPORATION (Япония) (рис. 4, 5); б) оптического микроскопа МИКМЕД-6 (рис. 3, 6).

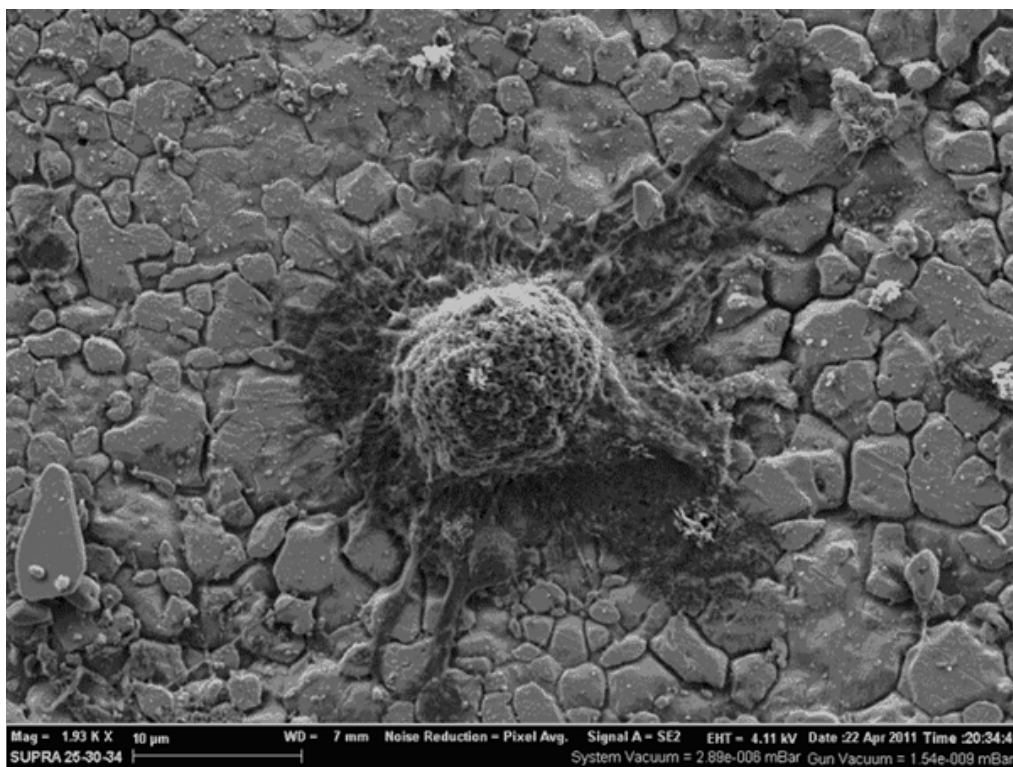


Рис. 1. Электронная сканирующая микроскопия. Размер масштабного штриха 10 мкм.

Клетка хелакарциномы шейки матки у женщины. Изображение любезно предоставлено авторам настоящей работы д.б.н. Е.Е. Брагиной (НИИ физико-химической биологии им. А.Н. Белозерского МГУ).

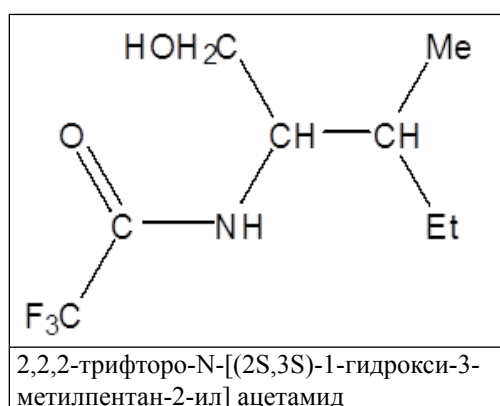


Рис. 2. Структурная формула, полное название и хиральность ТФААС 1.

Как видно из рис. 3-6, в результате неравновесного процесса в гептаново-водяной смеси: а) образовалась эмульсия; б) сформировались струны. Из рис. 3 видно, что объем капель, составляющих дисперсную фазу эмульсии, существенно меньше объема окружающей среды. Отсюда следует, что эмульсия является инвертной, то есть в каплях (дисперсной фазе) сосредоточилась вода, а окружающая капли дисперсионная среда представляет собой гептан. Характерный размер капель составляет от нескольких микрон до

нескольких сотен микрон (рис. 3-6). Дисперсия размеров капель может составлять порядки в пределах одного образца (рис. 3-5). Капли представлены значительным многообразием форм (рис. 3-6).

В ряде случаев капли окружены мембраной (рис. 4, 5). Мембрана многих капель имеет сложное строение и состоит не обязательно из одного, но и из двух (рис. 4, 5), а местами – из трех (рис. 4) оптически плотных слоев, разделенных оптически менее плотной средой. Можно высказать предположение, что основой оптически плотных слоев мембраны являются тонкие (мономолекулярные, бимолекулярные и т. д.) слои ТФААС, концентрирующиеся на границе раздела фаз. Капли тяготеют к сферической форме (рис. 3-6) и деформируются, если стеснены друг другом или внешней поверхностью (рис. 3-5). Это, по-видимому, указывает на поверхностную энергию как на основной механизм образования их формы, что в целом характерно для эмульсий.

Как было указано выше, в исследованных эмульсиях спонтанно формируются струны (рис. 3-6). Из всей совокупности предыдущих экспериментов хорошо известно, что струны

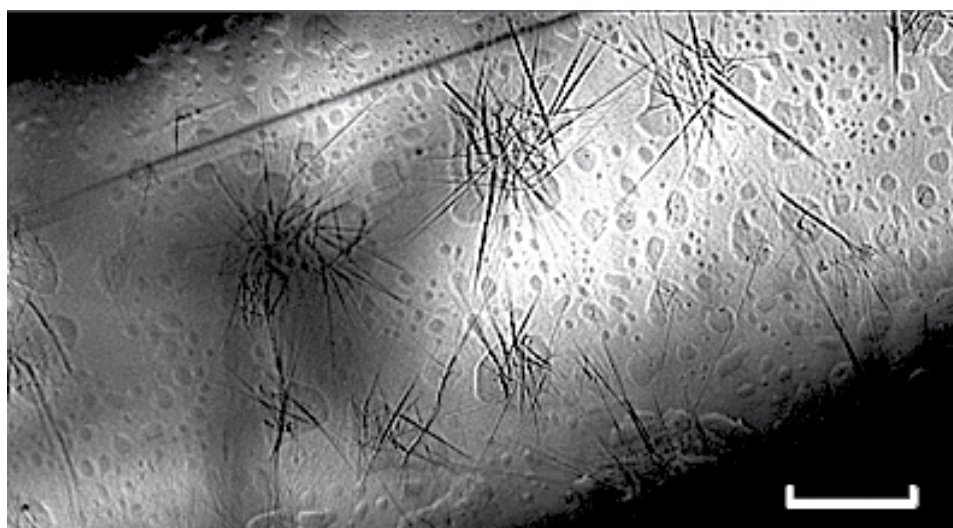


Рис. 3. Съемка на оптическом микроскопе МИКМЕД-6. Размер масштабного штриха 100 мкм. Образование инвертной эмульсии. Формирование струн в окрестности наиболее крупных капель и скоплений капель.

состоят из кристаллически упорядоченных молекул ТФААС [1 – 3, 5]. Из рис. 3, 6 видно, что струны формируются преимущественно внутри и в окрестности капель, в особенности крупных капель или их скоплений. Таким образом, внутри и в окрестности крупных капель возникает инверсная по отношению к окружающей дисперсной среде концентрация ТФААС в виде струн и других агрегатных форм (см. ниже). При этом интересным представляется следующий факт. Нами установлено, что в чистой воде струны не образуются, так как помещенные в нее кристаллики ТФААС практически не растворяются и остаются в исходной форме. В то же время, как видно из приведенных микрофотографий, в инвертной эмульсии струны эффективно образуются именно в окрестности водяных капель. Геометрия струны на рис. 4 свидетельствует, что струна начала формироваться в гептане

(где расположена ее более толстая часть). При этом острый конец струны находится внутри водной фазы на расстоянии 15–20 мкм от границы раздела. На рис. 5 струна пронизывает две водяные капли и входит в третью. Между каплями струна окружена соединяющим капли каналом. Полная длина отрезка струны в воде составляет не менее 110 мкм. Таким образом, экспериментально наблюдаемые масштабы длин струн в воде хорошо согласуются с соответствующими параметрами при коммутации биологических клеток [8].

Струны могут также соединять капли, находящиеся на расстоянии в десятки и сотни микрон друг от друга, обеспечивая их геометрическую коммутацию (рис. 6). Из рис. 4, 5 видно, что вода эффективно смачивает поверхность струны. При этом образованная на границе раздела фаз мембрана (в том числе и сложного строения) не испытывает разрыва.

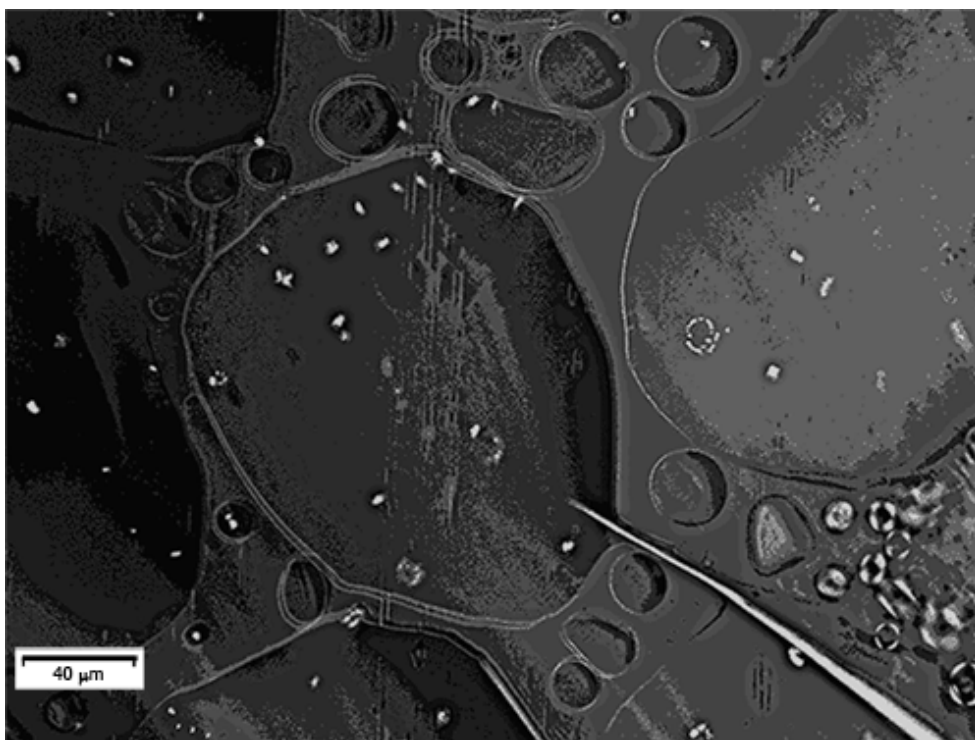


Рис. 4. Съемка на компьютеризированном оптическом стенде. Размер масштабного штриха 40 мкм. Скопление разномасштабных капель. Большая капля крупным планом. Одно-, двух- и трехслойные мембраны, окружающие капли. Проросшая в каплю струна, окруженная каналом. Микроскопические капли, находящиеся внутри крупных капель и окруженные неоднородной оболочкой.

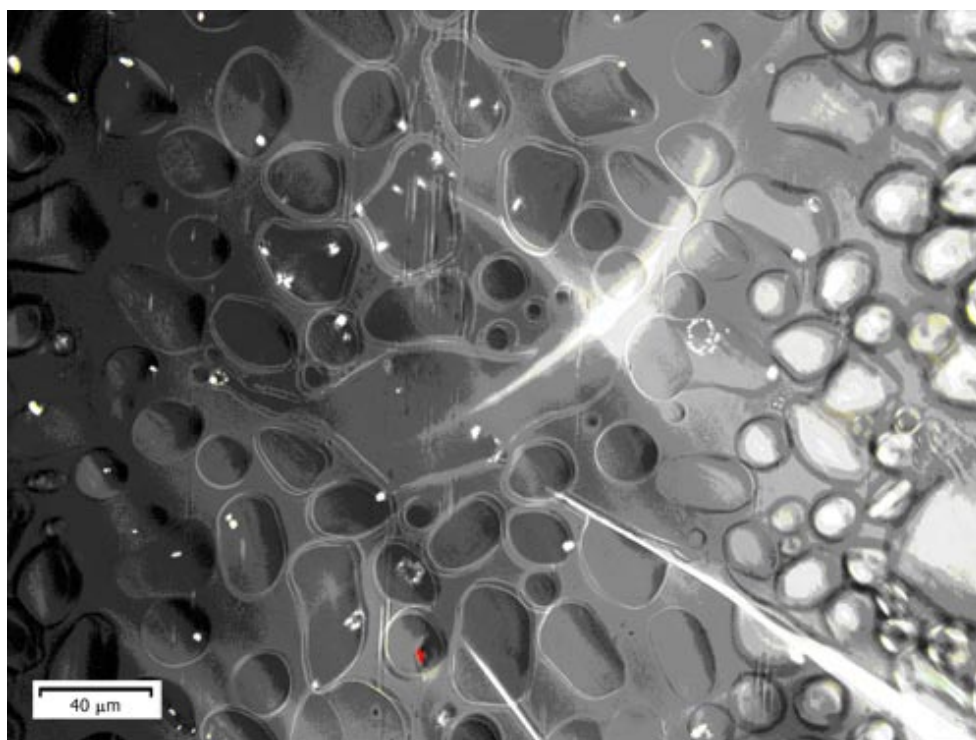


Рис. 5. Съемка на компьютеризированном оптическом стенде. Размер масштабного штриха 40 мкм. Большое скопление разномасштабных капель. Одно- и двухслойные мембраны, окружающие капли. Струна, проросшая сквозь несколько капель и окруженная каналом. Микроскопические капли, находящиеся внутри крупных капель и окруженные неоднородной оболочкой.

На рис. 4, 5 видны многочисленные микроскопические объекты с характерными размерами от одного до нескольких микрон, изображения которых имеют вид ярких точек или неравномерных по светимости ярких, несколько деформированных колец. Их оптическая плотность соответствует оптической плотности струн, поэтому естественно предположить, что они представляют собой сконцентрировавшиеся кристаллики ТФААС. Все эти объекты сосредоточены внутри водяных капель. Можно предположить, что формирование этих объектов связано с микроскопическими капельками гептана, находящимися внутри относительно крупных капель воды. При этом растворимость кристалликов ТФААС, сконцентрированных на границе этих микроскопических капелек и идентифицированных как яркие точки, лимитирована величиной предельной растворимости ТФААС в гептане.

Таким образом, в двухфазном низкоконцентрированном гомохиральном растворе, в результате неравновесных процессов, формируются устойчивые каплеобразные объекты, которые как топологически (выделенный объем; мембрана, нередко – двух- и трехслойная), так и метрически (округлая форма; размер в десятки микрометров плюс минус порядок) подобны основным биологическим объектам – клеткам, включая геометрические аналоги коммутации клеток (струны) и внутриклеточных органелл (находящиеся внутри крупных водяных капель микроскопические гептановые капельки, окруженные мембраной из кристалликов ТФААС). Имеется также частичное функциональное подобие между обнаруженными каплеобразными объектами и биологическими клетками, состоящее в том, что оба класса объектов концентрируют вещества, растворенные во внешней среде, поддерживая их инверсную концентрацию



Рис. 6. Съемка на оптическом микроскопе МИКМЕД-6. Размер масштабного штриха 100 мкм.
Интенсивный, хаотически направленный рост струн внутри и в окрестности капель.
Коммутация капель посредством струн.

во внутренней среде капель и клеток соответственно.

Выявленные многочисленные аналогии, по-видимому, свидетельствуют о том, что в условиях неравновесности простые физические процессы (переноса, конденсации и др.) даже при низкой концентрации хиральной составляющей обеспечивают определенную степень общности физико-химических механизмов формирования отдельных биоло-

гических клеток и коммутирующих между собой комплексов биологических клеток, с одной стороны, и обнаруженных уединенных каплеобразных объектов и групп каплеобразных объектов, соединенных струнами, с другой стороны. Данный вывод согласуется с современными представлениями о формировании протоклеток в открытых неравновесных системах [6].

ЛИТЕРАТУРА:

1. Стовбун С.В., Занин А.М., Скоблин А.А., Михайлов А.И., Костяновский Р.Г., Гришин М.В., Шуб Б.Р. Макроскопическая хиральность струн // Хим. Физ. 2011. Т. 30. № 12. С. 1-5.
2. Стовбун С.В., Занин А.М., Скоблин А.А., Шашкин Д.П., Михайлов А.И., Гришин М.В., Шуб Б.Р. Компактизация межмолекулярных связей в макроскопической хиральной фазе струн. Хим. Физ. 2012. Принято к печати [Электронный ресурс]. URL: <http://stringresearchesgroup.org/>, статья 10. (дата обращения 21.01.2012).
3. Стовбун С.В., Михайлов А.И., Занин А.М., Костяновский Р.Г. Хиральность при самоорганизации струн в жидкой фазе и принципы экономии в природе // Вестник МГОУ. Серия «Естественные науки». 2011. № 3. С. 92-97.
4. Стовбун С.В., Скоблин А.А. Физико-химическое моделирование процессов межклеточной коммутации // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2011. Т. 152. С. 502-505.
5. Стовбун С.В. Формирование конденсированной фазы (струн) в слабых растворах хиральных веществ // Хим. Физ. 2011. Т. 30. № 8. С. 3-10.
6. Твердислов В.А., Яковенко Л.В., Жаворонков А.А. Хиральность как проблема биохимической физики // Российский химический журнал. 2007. Т. LI. № 1. С. 13-22.
7. Kostyanovsky R.G., Lenev D.F., Krutius O.N., Stankevich A. A. Chirality-directed organogel formation // Mendeleev Commun. 2005. V. 15. Is. 4. P. 140-141.
8. Rustom A, Saffrich R, Markovic I, Walther P, Gerdes HH. Nanotubular highways for intercellular organelle transport. // Science. 2004. Feb. 13; 303 (5660):1007-1010.

УДК 546.6

Казакова Т.А.

Московский государственный областной университет

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ БОРНОЙ КИСЛОТЫ С ПОЛИОЛАМИ

T. Kazakova

Moscow State Regional University

INTERACTION OF BORIC ACID WITH POLYALCOHOLS

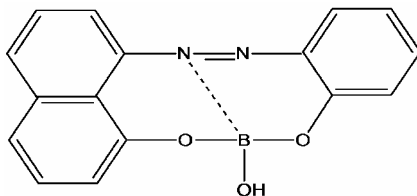
Аннотация. Обзор посвящен вопросу о взаимодействии борной кислоты с полиолами. Показаны условия образования комплексных соединений борной кислоты с полиолами. Рассмотрены равновесия, имеющие место в растворах этих смесей. Приведены константы ионизации и соотношение компонентов. Сделан вывод, что о существовании бора в водных растворах концентрации 10^{-4} – 10^{-5} моль/дм³ сведений недостаточно, а поскольку именно такие концентрации используются в химическом анализе, необходимо дальнейшее их изучение.

Ключевые слова: полиолы, борная кислота, комплексные соединения.

Abstract. The review is devoted to the problem of interaction of boric acid with polyalcohols. We demonstrate the conditions for formation of complex compounds of boric acid with polyalcohols. We consider the equilibrium that occurs in solutions of these mixtures and present the ionization constants and the ratio of the components. It is concluded that the existence of boron with the concentration of 10^{-4} – 10^{-5} mol/dm³ in aqueous media is not sufficiently studied. Because it is these concentrations that are used in chemical analysis, their further study is necessary.

Key words: polyalcohols, boric acid, complex, chemical analysis, solutions.

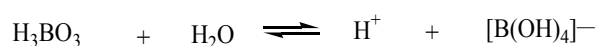
Традиционные спектрофотометрические методики определения борной кислоты основаны на изменении окраски раствора при комплексообразовании ортоборной кислоты с органическими красителями или на реакциях образования ионных ассоциатов комплексных ионов BF_4^- с основными красителями или комплексными катионами. Последние методы, по сути, являются экстракционно-фотометрическими и мало удобны [22]. Для определения борной кислоты органическими красителями требуется создание особых условий (например, цветные реакции в среде с высоким содержанием серной кислоты – хинализарин, или в условиях абсолютного спирта – куркумин). Процесс образования комплексов бора с азореагентами протекает медленно. Бор в составе этих комплексов непосредственно связан с α -атомом азота. Например, бор, вступая в реакцию с бериллоном III, обнаруживает координационное число 4 и образует разнолигандный комплекс, в котором реагент выступает как трехдентатный лиганд [22].



Способность борной кислоты образовывать с кислородсодержащими лигандами комплексные соединения давно известна. Установлено, что в этом случае образуется комплексная кислота, отличающаяся значительно большей силой (становится возможным ее алкалиметри-

ческое титрование) [9]. При взаимодействии борной кислоты с полиолами [11], бор переходит в тетракоординированное состояние, это даёт возможность предположить повышение его реакционной способности, например, в фотометрических реакциях. Известно, что при взаимодействии H_3BO_3 с маннитом или другими полиолами образуются комплексы, характеризующиеся значительным увеличением электропроводности (ЭП) раствора, его кислотности и изменением удельного вращения. Другие многоатомные спирты при взаимодействии с борной кислотой также обнаруживают повышение ЭП. Величина его зависит от пространственного расположения гидрокси-групп. Это особенно ярко проявляется в случае циклических диолов. Введение в раствор H_3BO_3 цис-циклопентандиола-1,2 и его производных приводит к значительному повышению ЭП, тогда как соответствующие транс-изомеры к изменению ЭП раствора не приводят [9].

Увеличение электропроводности раствора H_3BO_3 в присутствии полиолов можно объяснить только образованием в смеси борполиолов или тетрагидроксидборат-анионов. Известно, что в растворе H_3BO_3 имеет место равновесие между три- и тетра-координированными атомами бора:

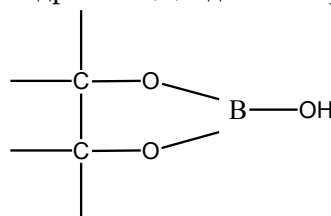


которое в общем случае сильно смещено влево. Так, в спирановых комплексах с полиолами атом бора тетра-координирован (например, К-соль дипирокатехинборной кислоты). Эти комплексные соединения могут образовываться только при условии, что две рядом стоящие гидрокси-группы находятся друг от друга на расстоянии, позволяющем четырём ковалентным связям атома бора с наименьшим напряжением образовывать между собой углы близкими к 109° [5]. Вычислено, что это расстояние должно быть не менее 0,242 нм. Наличие угла $109^\circ 28'$ в группировке $B(OH)_4^-$ и её тетраэдрическая структура подтверждены рентгенографическими исследованиями структуры соединений бора [5]. Это позволило

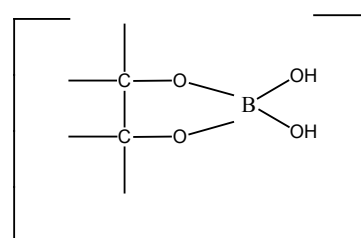
объяснить, почему циклополиолы практически не изменяют электропроводность раствора H_3BO_3 , где соседние гидрокси-группы находятся в транс-положении [3]. В цис- α -циклопентандиоле и его замещенных расположении гидрокси-групп благоприятно для образования боратных комплексов, поскольку гидрокси-группы расположены по одну сторону плоскости углеродного кольца [9].

С помощью методов спектроскопии ЯМР [1, 6, 15], потенциометрии [12, 14, 21], ИК-спектроскопии [7], флуоресценции [16], кристаллооптического анализа, термического разложения [2], показано, что при взаимодействии H_3BO_3 с полиолами образуются следующие соединения:

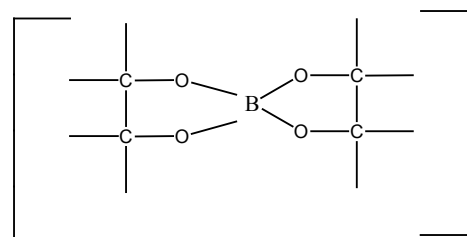
2-гидрокси-1,3,2-диоксоболидин



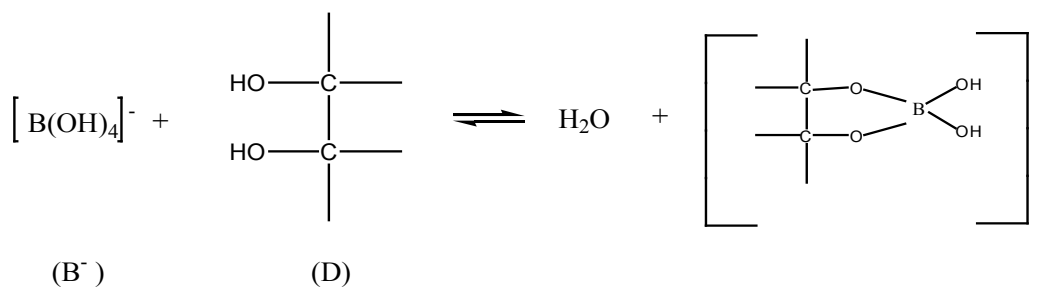
2,2-диокси-1,3,2-диоксоболидин



1,4,6,9-оксо[4,4]боран

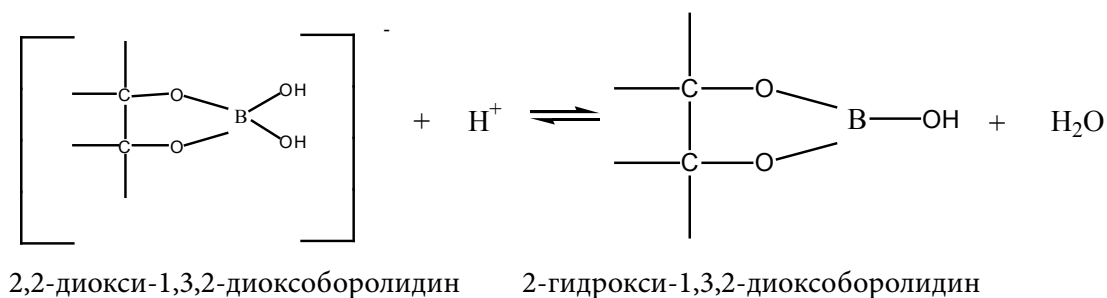
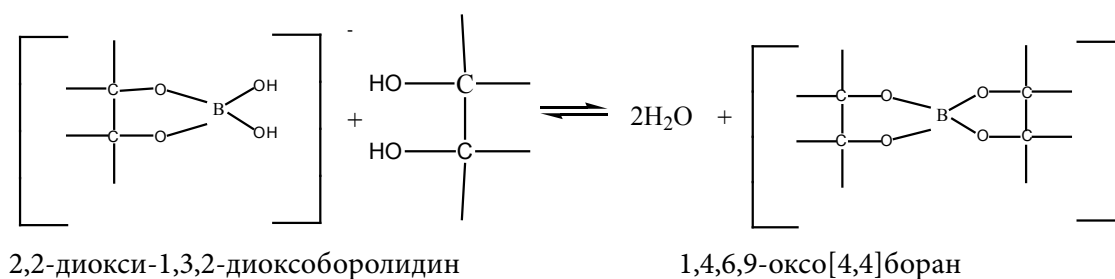


В растворах смесей полиолов и борной кислоты или боратов могут иметь место следующие равновесия:



2,2-диокси-1,3,2-диоксоборолидин

И далее:



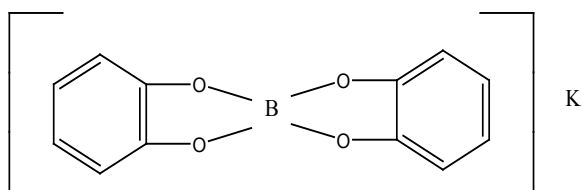
В [11] по отклонению от аддитивности удельной электропроводности раствора и угла вращения плоскости поляризации света определены константы ионизации комплексов (табл. 1).

Таблица 1

Величины констант ионизации комплексных кислот, образуемых H_3BO_3 с полиолами

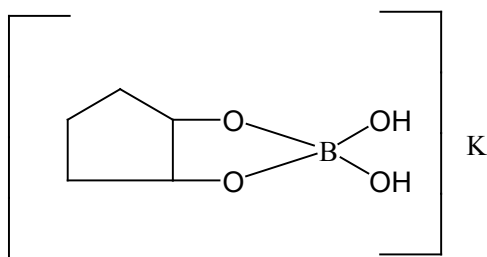
Полиол	Величина $K_{\text{ион}}$ комплексной кислоты
Этиленгликоль	$5,7 \cdot 10^{-9}$
Глицерин	$1,04 \cdot 10^{-7}$
d-маннит	$4,47 \cdot 10^{-6}$
d-сорбит	$1,54 \cdot 10^{-5}$

В этой же работе были оценены соотношения компонентов бор : полиол, используя величину отклонения аддитивности удельной электропроводности (суммарные концентрации составляли 0,5 и 0,25 М), соотношение компонентов полиол : H_3BO_3 составило 2:1, (d-сорбит, d-маннит, ксилит) и 1:1 и 2:1 (дульцит). Основным доказательством существования показанных выше соединений является синтез дидиолборатов [8, 13, 19, 20], например К-соли дипирокатехинборной кислоты [3].



К-соль дипирокатехинборной кислоты

Также является доказательством выделение из водных растворов в сильнощелочной среде солей 2,2-диокси-1,3,2-диоксоболидина [10], например, К-соль цис-циклопентандиолборной кислоты [18]:



К-соль цис-циклопентандиолборной кислоты

Как видно из приведённой выше литературы, взаимодействие H_3BO_3 с полиолами неоднократно изучалось. Тем не менее, полученные результаты не дают полной картины взаимодействия H_3BO_3 с полиолами в растворе. О величинах констант ионизации борполиольных соединений имеются лишь отрывочные сведения. К тому же, определение этих констант, как и соотношения H_3BO_3 : полиол, выполнялось при достаточно высоких концентрациях H_3BO_3 . В то же время в [4] показано, что в растворах борной кислоты при концентрациях ее $> 0,025$ М образуются полиборные кислоты. Это обстоятельство необходимо учитывать, но им, как правило, пренебрегают.

Результаты приведенных выше исследований выделенных твердых соединений также не могут являться доказательством наличия комплексов в водном растворе. Известно, что в твердых соединениях как и в растворах

щелочных сред, реализуются только тетраэдрические структуры бора. В разбавленных же водных средах ($< 0,1$ М) бор трёхкоординирован [17]. Поэтому спектры ЯМР, полученные в работах [1, 6, 15], также не могут служить прямым доказательством структуры борполиольных комплексов с их концентрациями в водных растворах ниже 0,1М. О существовании бора в водных растворах концентрации $10^{-4} - 10^{-5}$ М сведений недостаточно и необходимо дальнейшее их изучение, поскольку, возможно, именно такие концентрации необходимы для перевода бора в тетракоординированное состояние и повышение его реакционной способности, например, в фотометрических реакциях.

ЛИТЕРАТУРА.

1. Алекперов Э.Р. Комплексообразование бора с ароматическими оксиамидами // 5 Всес. совещ. по химии невод. растворов неорганич. комплексов. Труды конференции. Ростов. 1985. 93 с.
2. Берниязова Д.Г., Калачёва В.Г., Шварц Е.М., Витол И.М., Скориков С.Н., Леонов И.Д. Бис(манделато)бораты металлов // ЖНХ. Т. 32. 1987. 1543-1546 с.
3. Кисельгоф Г.В., Архангельский Л.К., Бочкова Н.А., Лаврова Н.К., Королькова С.В., Скороходов С.С., Степанов В.В. Взаимодействие борной кислоты с гидроксилсодержащими соединениями // Ион. обмен и ионометрия. Т. 5. 1986. 80-89 с.
4. Коттон Ф., Уилкинсон Дж. Современная неорганическая химия. 2 часть. М.: Изд. Мир, 1969. 496 с.
5. Кузнецов В.В. Синтез, конформационный анализ и химические превращения циклических борных эфиров диолов и аминокспиртов: Дисс. ... док. хим. наук. Уфа. 2002. 325 с.
6. Кукушкина М.Л., Цуркан А.И., Шапетько Н.Н., Аринич Л.В. Электронное строение и аминирование борных комплексов аминами и оксиантрахинонов // Химия и технол. орган. красителей и промежуточных продуктов / Труды конференции. Ленинград, 1985. 10-11 с.
7. Кьеу Хак Туан. Электронные спектры поглощения и устойчивость борсодержащих органических комплексов в растворах // Вестник Белорус. ун-та. сер. 1. № 1. 1985. 12-15 с.
8. Федина А.В., Ямпольский Л.М., Федина Г.П. Образование малопрочных эфиров борной кислоты с производными триоксифлуорана в водной

- щелочной среде / Курск. гос. пед. ин-т. Курск, 1986. 21 с. – Деп. в ОНИИТЭхим 06.03.86. № 348-хп.
9. Шварц Е.М. Взаимодействие борной кислоты со спиртами и оксикислотами. Рига: Зинатне, 1990. 197 с.
10. Шварц Е.М., Витола И.М., Грундштейн В.В. 0-Метилолятофенолятодигидроборат стронция // Изв. АН ЛатвССР. Сер. хим. № 5. 1986. 534-536 с.
11. Шварц Е.М., Игнаш Р.Т., Белоусова Р.Г. Взаимодействие полиолов с борной кислотой и моноборатом натрия // ЖОХ. Т. 75. 2005. 1768-1774 с.
12. Шварц Е.М., Камарс А.Э. Изучение комплексообразования в системах борная кислота – гидроксид натрия – вода методом спектроскопии ЯМР // ЖОХ. Т. 67. 1997. 735-738 с.
13. Шварц Е.М., Сагуленко В.С., Калачёва В.Г. Комплексные соединения борной кислоты с пирокатехином и его производными / Ин-т химии нефти и природ. Солей АН КазССР. Гурьев, 1986. 34 с. – Деп. в ВИНТИ 13.01.86. №278 – В.
14. Aruga R. Borate-polyol complexes in aqueous solution. Determination of enthalpies by thermometric titrimetry. // Talanta. Vol. 32. № 6. 1985. 517-519 p.
15. Bell C.F., Beauchamp R.D., Short E.L. Borate complexation with pentitols a study by $^{11}\text{B-NMR}$. spectroscopy and MNDO semi-empirical LCAO-MO calculations // Carbohydr. Res. Vol. 185. № 1. 1989. 39-50 p.
16. Ilge H.D., Fabler D., Hartmann H. Zum Absorptions-, Fluoreszenz und Isomerisierungsverhalten styrylsubstituierter 1,3-Diceto-borate // Vol. 24. № 8. 1984. 292-293 S.
17. Ishibara K., Nagasava A., Imemoto K., Ito H., Saito K. Inorg // Chem. Vol. 33. № 17. 1994. 3811-3816 p.
18. Paul A. Sienkiewicz, David C. Roberts. Chemical affinity systems – 1: pH dependence of boronic acid – diol affinity in aqueous solution. // Journal of inorganic and Nuclear Chemistry. Vol. 42. 1980. 1559-1575 p.
19. Singh Yash Pal, Rai A.K. Synthesis and structural elucidation of some new heterocyclic β -diketone derivatives of boron // Polyhedron. Vol. 3. № 8. 1984. 929-937 p.
20. Singh Yash Pal, Rai A.K. Synthesis, reactions and characterization of some new β -ketoester borooacetates // Proc. Indian Acad. Sci. Vol. 93. № 2. 1984. 177-182 p.
21. Verchere J. F. Mesure pH-metrique de la constante de stabilite d'un complexe borate-mannitol // Bull. Union Phys. Vol. 80. № 684. 1986. 871-879 p.
22. Zaijun L., Zhu Z., Jan T. // Anal. Chim. Acta. Vol. 402. № 4. 1999. 253-256 p.

УДК 535.71

Стовбун С.В.^{*}, Занин А.М.^{*}, Скоблин А.А.^{*}, Булыгин Ф.В.^{},
Федоренко В.С.^{**}, Лясковский В.Л.^{**}**

^{}Институт химической физики им. Н.Н. Семенова
Российской академии наук (г. Москва);*

*^{**}Федеральное государственное унитарное предприятие
Всероссийский научно-исследовательский институт
оптико-физических измерений (г. Москва)*

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ АХИРАЛЬНЫХ, РАЦЕМИЧЕСКИХ И ГОМОХИРАЛЬНЫХ РАСТВОРОВ ТРИФТОРАЦЕТИЛИРОВАННЫХ АМИНОСПИРТОВ МЕТОДОМ ДИНАМИЧЕСКОГО РАССЕЯНИЯ СВЕТА

S. Stovbun^{*}, A. Zanin^{*}, A. Skoblin^{*}, F. Bulygin^{}, V. Fedorenko^{**}, V. Lyaskovskiy^{**}**

^{}N.N. Semenov Institute of Chemical Physics, Russian Academy of Sciences, Moscow*

*^{**}Federal State Unitary Enterprise 'All-Russian Scientific-Research Institute
of Optical and Physical Measurements, Moscow*

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE STRUCTURE OF ACHIRAL, RACEMIC AND HOMOCHIRAL SOLUTIONS OF TRIFLUORO-ACETILATED AMINOALCOHOL BY DYNAMIC LIGHT SCATTERING

Аннотация. Ахиральные, рацемические и гомохиральные растворы трифторацетилованных аминокспиртов были исследованы методом динамического рассеяния света. Была выявлена сложная структура изучавшихся растворов, включающая объекты размером $10^2 - 10^3$ нм (по всей видимости, изометрические гранулы) для всех типов растворов, а для гомохиральных растворов – также линейные молекулярные ассоциаты ($10^0 - 10^2$ нм) и крупные, по-видимому, анизометрические объекты – струны ($10^3 - 10^4$ нм и более). Результаты хорошо согласуются с исследованиями с помощью оптической и атомно-силовой микроскопии.

Ключевые слова: хиральность, рацемат, гидродинамический радиус, динамическое рассеяние света, ассоциат, струна.

Abstract. Achiral, racemic and homochiral solutions of trifluoro-acetylated aminoalcohols are studied by dynamic light scattering. A complex structure of the studied solutions, including objects as small as 102 – 103 nm for all types of solutions (apparently, isometric granules) is revealed; for the homochiral solutions – linear molecular associates (100 – 102 nm) and large, apparently, anisometric objects – strings (103 – 104 nm, and more) are observed. The results are in good agreement with investigations performed with the help of optical and atomic force microscopy.

Key words: chirality, racemate, hydrodynamic radius, dynamic light scattering, associate, string.

Физико-химическое моделирование одномерных структурных элементов, характерных для биологических систем [8], выявило исключительную роль хиральности как фундаментального структурообразующего фактора на супрамолекулярном уровне организации вещества. В настоящей работе уникальность фактора хиральности подтверждена путем прямого сравнительного исследования структуры ряда ахиральных, гомохиральных и рацемических растворов. Именно, ранее при исследовании растворов трифторацетилованных аминокспиртов (ТФААС) в органических растворителях было установлено, что во многих низкоконтентрированных ($10^{-3} - 10^{-2}$ М) гомохиральных растворах происходит спонтанное образование дис-

кретных анизометрических [отношение длины к диаметру $L/d \sim (10^2-10^5)$] структурных объектов с наблюдаемой механической жесткостью – струн [4, 7-9]. Тривиальным следствием формирования в растворах развитой системы струн является отверждение гомохиральных растворов при концентрациях на один – два порядка ниже перколяционного порога, являющегося границей формирования гелей с изометрической твердой фазой [1]. Для описанной выше отвержденной фазы предложено название «анизометрический гель» [3]. Отметим предельную неустойчивость механических и оптических свойств исследованных гомохиральных растворов, связанную, по-видимому, с медленными, занимающими от минут вплоть до нескольких суток, процессами образования, разрушения и седиментации струн, крайне чувствительными к внешним термическим, химическим (изменение концентрации) и механическим (перемещение и встряхивание образцов, перемешивание раствора) воздействиям [6].

В растворах ахиральных ТФААС струны не формируются. Отверждение существенно ниже перколяционного порога в них не наблю-

дается. При испарении растворителя ТФААС выпадает из таких растворов в виде изометрических гранул. В рацемических растворах образование струн и отверждение при низкой концентрации подавлены и носят неустойчивый характер. В свете перечисленных фактов актуальным является наблюдение молекулярных и супрамолекулярных структурных элементов в гомохиральных растворах, а также сравнительное изучение структуры рацемических растворов и ахиральных растворов близких по типу соединений. В настоящей работе гидродинамический радиус включений, присутствующих в различных ахиральных, гомохиральных и рацемических растворах ТФААС определялся методом динамического рассеяния света (ДРС). ТФААС были синтезированы в Лаборатории стереохимии, зав. лаб. проф. Р.Г. Костяновский, методика получения и свойства ТФААС приведены в [10]. Использовался растворитель – циклогексан (ЦГ) производства фирмы Химмед, чистотой 99,9%. Структурные формулы исследованных ТФААС приведены на рис. 1.

Исследовались: водный раствор ахирального ТФААС 1, рацемический раствор ТФА-

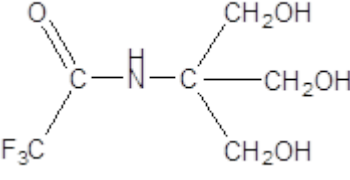
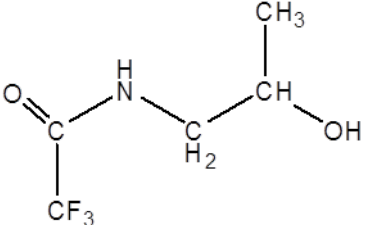
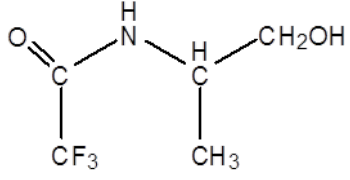
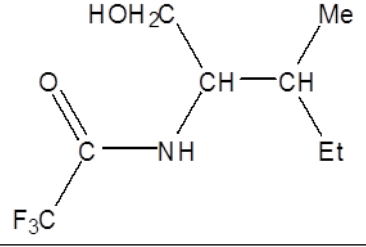
	
ТФААС 1 (ахиральный)	ТФААС 2 (содержит 1 хиральную группу)
	
ТФААС 3 (содержит одну хиральную группу)	ТФААС 4 (содержит две хиральные группы)

Рис. 1. Структурные формулы ТФААС, для растворов которых проводились ДРС измерения.

АС 2 в ЦГ, а также гомохиральные растворы ТФААС 3 (содержащего один хиральный атом углерода) и ТФААС 4 (содержащего два хиральных атома углерода) в ЦГ. Подчеркнем, что синтез гидрогелатора со столь малой молекулярной массой, как ТФААС 1, сам по себе является значительным техническим достижением. Поэтому мы включили в настоящую работу исследование соответствующего водного раствора. Сравнительное исследование растворов ТФААС в воде и ЦГ представляется правомерным, поскольку предыдущие исследования подтвердили качественное сходство растворов конкретных ТФААС в различных типах растворителей [4, 7-9]. Исследование производилось при следующих концентрациях растворов (в мг / мл):

- ТФААС 1: 0.0156; 0.0625; 0.25; 1.0;
- ТФААС 2: 0.00625; 0.025; 0.1;
- ТФААС 3: 0.00625; 0.025; 0.1; 0.4.
- ТФААС 4: 0.00625; 0.025; 0.1; 0.4;

Измерения проводились на анализаторе размеров частиц Zetasizer ZS Nano, изготовленным фирмой Malvern. Длина волны зондирующего излучения составила 633 нм. Измерения проходили при температуре 20°С, относительной влажности 50 – 55 % и атмосферном давлении 745 мм рт. ст. Схема проведения экспериментов была следующей. Вначале изготавливались образцы растворов указанных выше концентраций. Вязкость образцов растворов соответствовала вязкости растворителя. Визуально коллоидные частицы в растворах не наблюдались. Без тер-

мической обработки образцов на них производилось первое (предварительное) ДРС измерение. Далее, для растворения возможно присутствующих в растворах элементов коллоидной структуры, все исследуемые образцы нагревались в водяной бане до 70°С. Затем производилось ДРС измерение горячих (70°С) образцов ТФААС 1, для дальнейшего сравнительного изучения структуры соответствующего раствора при различных температурах. Для остальных (также нагретых до 70°С) образцов соответствующее измерение не проводилось, так как работать с ЦГ при 70°С на используемом оборудовании не представлялось возможным из-за его активного испарения. Далее все исследуемые образцы охлаждались до 20°С путем погружения в воду. После этого для каждого образца проводилось три ДРС измерения: непосредственно после охлаждения; через 0.5 часа после охлаждения; через 2 часа после охлаждения, для наблюдения за динамикой изменения их супрамолекулярной структуры.

Типичные ДРС сигнатуры, полученные в результате измерений, приведены на рис. 2-6. Сигнатуры, отвечающие всем измерениям, имеются на сайте по адресу <http://stringresearchesgroup.org/>. Ниже дается описание полученных результатов. При каждом измерении на ДРС сигнатуре наблюдается от 1 до 3 максимумов различной ширины, отвечающих размерам наиболее часто встречающихся частиц. Значения и ширины максимумов, а также общая форма графиков сильно

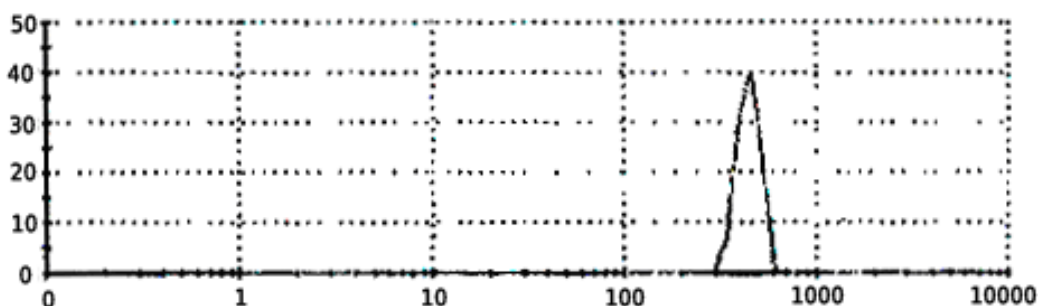


Рис. 2. Типичная ДРС сигнатура водного раствора ахирального ТФААС 1.
Горизонтальная шкала – логарифмическая, размер рассеивающих свет частиц в нанометрах.
Вертикальная шкала – счетная доля частиц данного размера в процентах.

и немонотонно зависят от всех исследованных параметров, то есть от концентрации, времени и температуры. В отдельные моменты некоторые максимумы исчезают или уширяются и сливаются, но затем общая картина восстанавливается. В совокупности это указывает на крайнюю неустойчивость структуры исследуемых растворов по отношению к внешним воздействиям.

Для водного раствора ахирального ТФААС 1, практически во всех проведенных экспериментах, график распределения частиц по размерам имеет единственный, четко выраженный максимум в районе сотен нанометров на нулевом фоне (рис. 2), то есть включения в таком растворе представлены, по-видимому, одним типом частиц. Размер частиц сильно меняется от опыта к опыту, от 130 нм до 640 нм при 20° С.

Судя по всему, обнаруженные частицы являются изометрическими гранулами. Это представление хорошо согласуется с исследованием ксерогелей ахиральных растворов ТФААС, формирующихся при испарении растворителя. Ахиральные ксерогели исследовались с помощью оптического и атомного силового микроскопов. Выявлено, что они состоят в основном из изометрических гранул размером порядка микрона (а также из конгломератов гранул, которые формируются, по-видимому, на стадии испарения растворителя) [5]. Имеется тенденция, согласно которой размер частиц в несколько раз уменьшается

при нагревании, а затем со временем постепенно восстанавливается. Она характерна для концентраций (в мг/мл) 0.0625, 0.25, 1.0, однако не для концентрации 0.0156. Существенно, что включения диаметром от 50 нм и более (то есть не менее чем 10^2 диаметров молекул ТФААС, содержащие не менее, чем 10^6 молекул) наличествуют в горячем растворе, то есть нагревание до 70° С не разрушает макроскопические частицы. Это, по-видимому, связано с наличием у молекул ТФААС 1 большого числа функциональных групп, образующих сильные водородные связи.

Приведем ниже результаты для гомохиральных растворов. Для ДРС измерения раствора ТФААС 3 в ЦГ во многих случаях характерны 3 максимума: наибольший, в интервале $10^3 - 10^4$ нм, средний – в интервале $10^2 - 10^3$ нм и наименьший, в интервале 1 – 10 нм (рис. 3). В целом ряде случаев правый край графика резко оборван, что указывает на то, что наибольший максимум должен быть расположен при значении, большем, чем 10^4 нм, однако возможности имеющейся аппаратуры не позволяют исследовать этот интервал размеров частиц. Наименьший из максимумов отвечает размеру от нескольких единиц до нескольких десятков молекулярных диаметров, то есть соответствует молекулярным ассоциатам. Наиболее вероятным представляется предположение, что эти ассоциаты, характерные именно для гомохиральных растворов, являются линейными и выступают

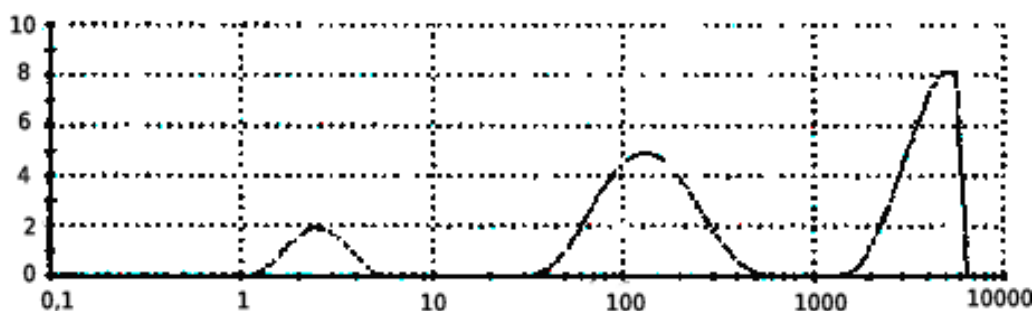


Рис. 3. Типичная ДРС сигнатура гомохирального раствора ТФААС 3 в ЦГ. Горизонтальная шкала – логарифмическая, размер рассеивающих свет частиц в нанометрах. Вертикальная шкала – счетная доля частиц данного размера в процентах.

как микроскопические предшественники существенно более крупных объектов – струн. Полученные результаты хорошо согласуются с измерениями вращения плоскости поляризации и кругового дихроизма [6], а также спектров ИК и УФ поглощения [2] в гомохиральных растворах, выявившими наличие в них молекулярных ассоциатов и рост количества последних с повышением концентрации растворов.

Наибольший из максимумов составляет несколько микрон или превышает 10 микрон, выходя за рамки возможностей эксперимента, что более чем на порядок превышает размер включений, обнаруживаемых в ахиральном растворе. Поэтому представляется естественным интерпретировать этот максимум как отвечающий анизометрическим объектам – собственно струнам, длиной несколько микрон и более. Средний максимум, имеющий порядок 100 нм, по-видимому, отвечает изометрическим гранулам. Эти представления хорошо согласуются с исследованием гомохиральных ксерогелей ТФААС с помощью оптического и атомного силового микроскопов, выявившего в них наличие струн и изометрических гранул [5]. Отметим, что указанные выше максимумы в большинстве случаев наблюдаются, в том числе, сразу после охлаждения раствора. Это означает, что либо нагревание до 70° С не смогло разрушить имеющиеся в растворе основные супрамолекулярные структуры, либо восстановление этих структур протекало непосредственно в ходе охлаждения раствора, без существенного отставания по времени.

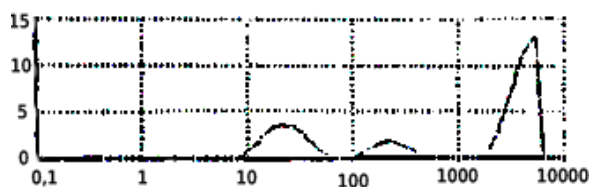


Рис. 4. Типичная ДРС сигнатура гомохирального раствора ТФААС 4 в ЦГ. Горизонтальная шкала – логарифмическая, размер рассеивающих свет частиц в нанометрах. Вертикальная шкала – счетная доля частиц данного размера в процентах.

Рассмотрим далее результаты для раствора ТФААС 4 в ЦГ. Для него в целом также характерны 3 максимума (рис. 4). При этом наименьший максимум тяготеет к интервалу 10 – 100 нм, то есть молекулярные ассоциаты ТФААС 4, по-видимому, содержат на порядок больше молекул, по сравнению с ТФААС 3. Такая существенная разница, по-видимому, связана с резким увеличением стереоспецифичности взаимодействия при наличии у молекул ТФААС дополнительного хирального центра, что хорошо согласуется с различием оптических свойств соответствующих растворов [6] и отличием в несколько раз концентрационного порога их гелеобразования [8]. Наибольший максимум, соответствующий, по-видимому, длине плавающих в растворе струн, как и в случае раствора ТФААС 3, тяготеет к нескольким микронам или превышает 10 микрон, выходя за границы возможностей измерения на используемой аппаратуре.

Выше было указано, что ДРС сигнатуры, особенно в случае гомохиральных растворов, сильно и немонотонно меняются при измерении параметров эксперимента, так что яркая и простая картина, соответствующая рис. 3, 4, имеет место не во всех опытах. Отдельные пики могут исчезать, меняется их относительная высота и ширина. Пример, когда ДРС сигнатура сильно отличается от типичной, приведен на рис. 5. Однако при относительно небольших изменениях параметров эксперимента картина, как правило, вновь приближается к типичной, соответствующей рис. 3, 4.

Перейдем к ДРС измерениям для рацемического раствора ТФААС 2 в ЦГ. Наиболее ярким результатом для этого раствора является тот факт, что при концентрациях 0.00625 мг/мл и 0.025 мг/мл график распределения частиц по размерам имеет единственный, четко выраженный максимум в районе 10^3 нм (иногда несколько больше, в отдельных случаях – на полпорядка меньше) на нулевом фоне (рис. 6), то есть практически повторяет результат для ахирального ТФААС (со значением максимума, обычно в несколько

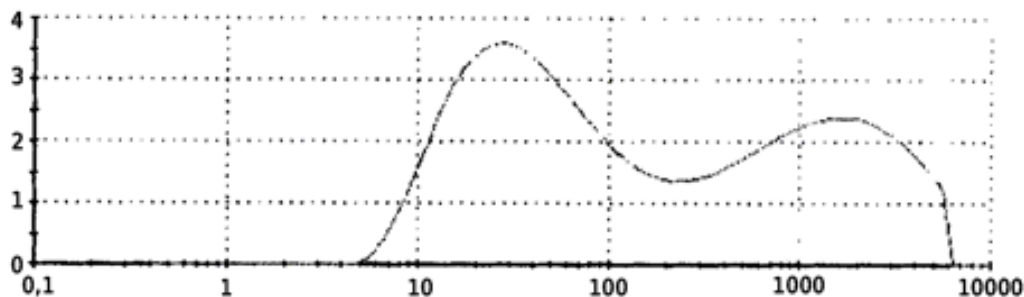


Рис. 5. Пример ДРС сигнатуры гомохирального раствора ТФААС 3 в ЦГ, сильно отличающейся от типичной. Горизонтальная шкала – логарифмическая, размер рассеивающих свет частиц в нанометрах. Вертикальная шкала – счетная доля частиц данного размера в процентах.

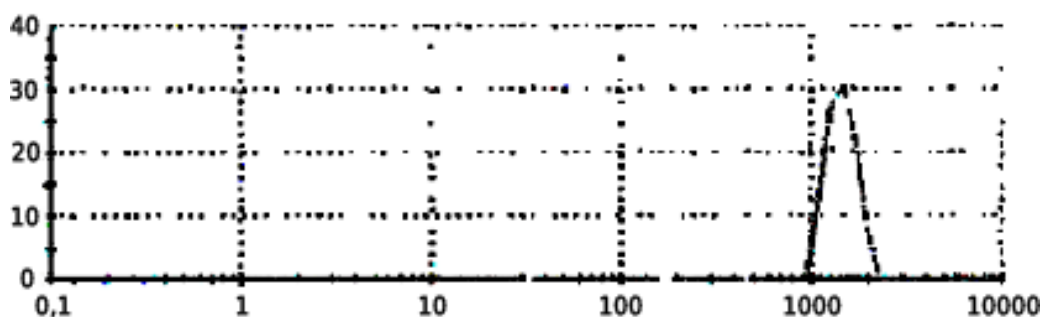


Рис. 6. Типичная ДРС сигнатура рацемического раствора ТФААС 2 в ЦГ. Горизонтальная шкала – логарифмическая, размер рассеивающих свет частиц в нанометрах. Вертикальная шкала – счетная доля частиц данного размера в процентах.

раз большим). При концентрации 0.1 мг/мл в рассматриваемом растворе появляется как невысокий максимум при размере частиц несколько менее 1 нм, то есть не более, чем 2-3 диаметра молекул ТФААС, так и, в ряде случаев, третий максимум, отвечающий размеру частиц в 10 мкм и более. По-видимому, эти максимумы соответствуют неустойчивому процессу (из-за значительной флуктуации плотности энантиомеров) формирования в рацемате молекулярных ассоциатов и струн, аналогичному неустойчивому процессу формирования струн, наблюдавшемуся в ряде экспериментов по получению ксерогелей рацемических растворов ТФААС.

Подведем итоги экспериментальных исследований растворов методом ДРС. ДРС измерения гомохиральных растворов ТФААС в

указанных растворах выявлено наличие:

- молекулярных ассоциатов размером в пределах (1 – 10) нм [для ТФААС с двумя хиральными центрами – (10 – 100) нм];
- объектов размерами в сотни нанометров, по видимому – изометрических гранул;
- объектов размерами в десятки микрон и более, по-видимому – собственно струн.

Таким образом, получены прямые экспериментальные аргументы, указывающие на то, что рассматриваемые растворы еще до начала процесса образования визуально наблюдаемых струн являются сложными дисперсными системами. Этот результат хорошо согласуется с измерениями вращения плоскости поляризации и кругового дихроизма [6], а также спектров ИК и УФ поглощения [2] в гомохиральных растворах. ДРС измере-

ния водного раствора ахирального ТФААС выявили в указанном растворе объекты диаметром в несколько сотен нанометров. При этом не выявлено никакого следа молекулярных ассоциатов существенно меньшего масштаба или более длинных струн. Полученные результаты хорошо согласуются с исследованием ксерогелей гомохиральных и ахиральных растворов ТФААС с помощью оптического и атомного силового микроскопов [5]. ДРС измерения рацемического раствора хирального ТФААС при низких концентрациях показали полное отсутствие молекулярных ассоциатов, характерных для гомохиральных растворов, и выявили объекты размером порядка микрона. Наличие в рацемическом растворе молекулярных ассоциатов и струн проявляется при больших концентрациях и, по-видимому, соответствует наблюдавшемуся ранее неустойчивому процессу формирования анизометрических гелей и струн в рацемических системах.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Де Жен П. Идеи скейлинга в физике полимеров. Пер. с англ. под ред. И.М. Лифшица. М.: Мир, 1982. 368 с.
2. Стовбун С.В., Занин А.М., Скоблин А.А., Компанец В.О., Лаптев В.Б., Рябов Е.А., Чекалин С.В. ИК и УФ спектроскопия раствора хирального трифторацетилированного аминокислота в циклогексане. Хим. Физ. 2012. Принято к печати // URL: <http://stringresearchesgroup.org/>, статья 17 (дата обращения 21.01.2012).
3. Стовбун С.В., Занин А.М., Скоблин А.А., Михайлов А.И., Берлин А.А. Феноменологическое описание спонтанного образования макроскопических струн в низкоконцентрированных хиральных растворах и формирования анизометрических гелей. ДАН. 2012. Т. 442. № 5. С. 1-4. Принято к печати // URL: <http://stringresearchesgroup.org/>, статья 8 (дата обращения 21.01.2012).
4. Стовбун С.В., Занин А.М., Скоблин А.А., Михайлов А.И., Костяновский Р.Г., Гришин М.В., Шуб Б.Р. Макроскопическая хиральность струн // Хим. Физ. 2011. Т. 30. № 12. С. 1-5.
5. Стовбун С.В., Занин А.М., Скоблин А.А., Шашкин Д.П., Михайлов А.И., Гришин М.В., Шуб Б.Р. Компактизация межмолекулярных связей в макроскопической хиральной фазе струн. Хим. Физ. 2012. Принято к печати [Электронный ресурс] // URL: <http://stringresearchesgroup.org/>, статья 10 (дата обращения 21.01.2012).
6. Стовбун С.В., Занин А.М., Скоробогатко Д.С., Скоблин А.А., Литвин Я.А., Михайлов А.И., Крутиус О.Н., Костяновский Р.Г. Хироптические явления в слабых растворах гелаторов. Хим. Физ. 2012. Принято к печати [Электронный ресурс] // URL: <http://stringresearchesgroup.org/>, статья 11 (дата обращения 21.01.2012).
7. Стовбун С.В., Крутиус О.Н., Занин А.М., Скоробогатко Д.С., Костяновский Р.Г. Экспериментальное наблюдение анизометрических структур в растворах с низким содержанием гелатора // Хим. Физ. 2011. Т. 30. № 9. С. 1-4.
8. Стовбун С.В., Михайлов А.И., Занин А.М., Костяновский Р.Г. Хиральность при самоорганизации струн в жидкой фазе и принципы экономии в природе // Вестник МГОУ. Серия «Естественные науки». 2011. № 3. С. 92-97.
9. Стовбун С.В. Формирование конденсированной фазы (струн) в слабых растворах хиральных веществ // Хим. Физ. 2011. Т. 30. № 8. С. 3-10.
10. Kostyanovsky R.G., Lenev D.F., Krutius O.N., Stankevich A. A. Chirality-directed organogel formation // Mendeleev Commun. 2005. V. 15. Is. 4. P. 140-141.

УДК 551.312.2:614.841.2

Ульбаев Т.С., Базаева М.Г.

Московский государственный областной университет

ПРИРОДНЫЙ ИСТОЧНИК ПОЖАРОВ НА БОЛОТЕ

T. Ul'baev, M. Bazayeva

Moscow State Regional University

NATURAL SOURCE OF FIRES IN THE SWAMP

Аннотация. Лесные пожары сопутствуют человечеству на протяжении всей его истории. Они наносят большой ущерб природным зонам, населённым пунктам и городам. Причины лесных пожаров разнообразны, и одна из них – самовозгорание болотного газа, в состав которого входит метан и другие горючие соединения. Был проведён эксперимент по оценке возможной пожароопасности района Шатурских болот. Образцы болотного газа исследовались на газовом хроматографе Кристаллюкс-4000М.

Ключевые слова: метан, болота, болотные газы, бактерии, газовая хроматография, лесные пожары.

Abstract. Forest fires have been accompanying mankind throughout its history. They cause extensive damage to natural areas, settlements and cities. The reasons of forest fires are various: one of them is the spontaneous combustion of marsh gas, which mostly consists of methane and other flammable compounds. An experiment was conducted to evaluate a possible fire hazard of Shatura swamps. The samples of marsh gas were analyzed with a Kristallyuks-4000 M gas chromatograph.

Key words: methane, swamps, marsh gas, bacteria, gas chromatography, forest fires.

Торфяные болота являются одним из крупнейших источников метана (CH_4), который возникает при анаэробном разложении растительных остатков. Общая площадь болот в России ~ 340 млн. га (из них ~ 220 млн. га заняты лесами). Болотный метан выделяется в атмосферу непрерывно в результате жизнедеятельности метаногенных бактерий (*Methanobrevibacter arboriphilicus*, *Methanobacterium bryantii*, *Methanofollisliminatans* и т.д.). С одного гектара летом за сутки может выделяться до 2,4 кг метана [1]. А мировой поток метана из болот может достигать 160 млн. тонн в год [2]. Наряду с метаном, в экологических системах болот в анаэробных условиях происходит также биохимическое образование фосфина (PH_3) и дифосфина (P_2H_4) [1]. Их производят бактерии семейств *Arthrobacteriaceae*, *Rhodobacteriaceae*, *Rhizobiaceae*, *Pseudomonadaceae*, *Enterobacteriaceae*, перерабатывая болотные органические и растительные осадки, в которых содержатся фосфорорганические соединения. Эмиссия метана, фосфина и дифосфина происходит одновременно, независимо от уровня воды в заболоченной местности. Дифосфин, самопроизвольно воспламеняясь на воздухе ($T_{\text{возг.}} = 20 - 30^\circ\text{C}$), инициирует воспламенение фосфина ($T_{\text{возг.}} = 150^\circ\text{C}$), что, в свою очередь, может привести к возгоранию метана ($T_{\text{возг.}} = 537^\circ\text{C}$). Это является одной из реальных причин возникновения лесных и торфяных пожаров.

Для профилактики и предотвращения лесных пожаров необходимо проводить регулярные газовые мониторинги заболоченных районов, периодически забирая пробы болотного газа в разных районах и контролируя в них количественное соотношение составных компонентов. С этой целью нами был разработан надёжный, простой в изготовлении и удобный в эксплуатации прибор для ручного забора и последующего хранения образцов газа из болот (рис. 1).

Был проведён эксперимент по оценке возможной пожароопасности района Шатурских болот. Образцы болотного газа исследовались на газовом хроматографе Кристаллюкс-4000М с двумя рабочими детекторами сигналов (ДТП-1 и ДТП-2), насадочной колонкой длиной 3 м. и

наполнителем карбосив-ж. В качестве газа-носителя использовался гелий; расход – 30мл/мин. Температурные параметры: колонка – 110°C; детектор – 150°C; испаритель – 90°C; газ – 30°C (объём газовой пробы – 500 мкл). В образцах болотного газа, взятых на разных

участках Шатурских болот, присутствуют одинаковые газообразные соединения, что говорит о единой природе биологического газообразования. Результаты хроматографических исследований представлены на рис. 2, 3 и в табл. 1.

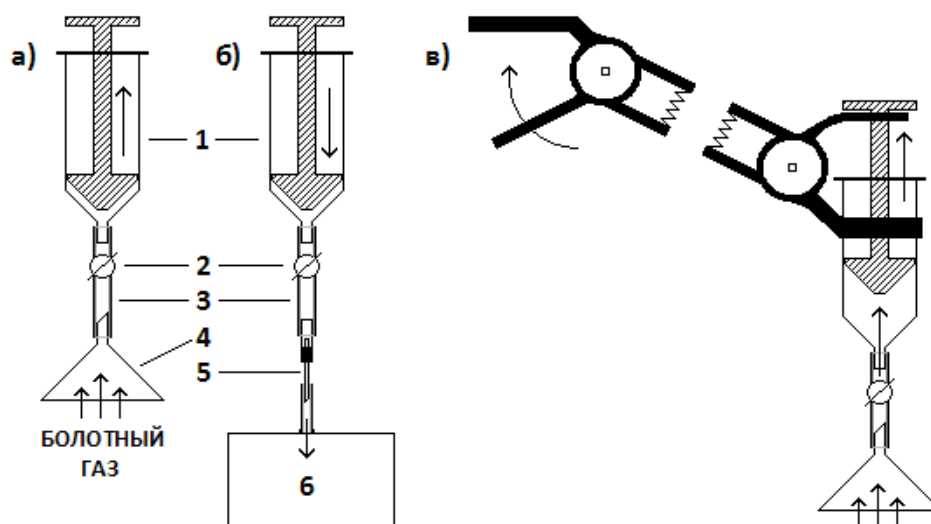


Рис. 1. Прибор для ручного забора проб болотного газа: 1- шприц, 2- кран, 3- резиновая трубка, 4- воронка, 5- полая игла, 6- газовый хроматограф; а) и б)- устройство прибора и схема его работы; в)- схематическое изображение удлинителя, позволяющего брать образцы газа на расстоянии до 2 – 4-х метров.

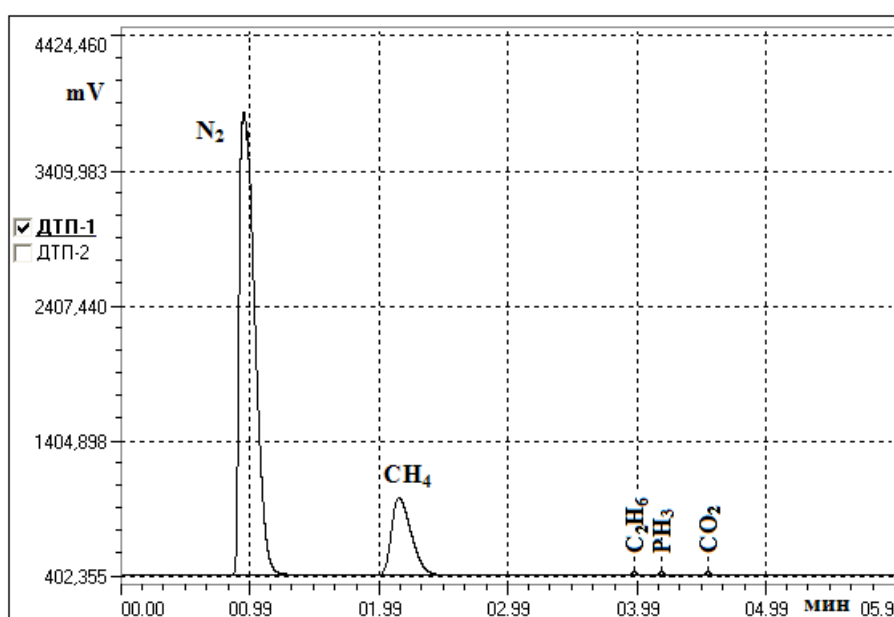


Рис. 2. Данные газо- хроматографического исследования болотного газа, полученные первым детектором (ДТП – 1).

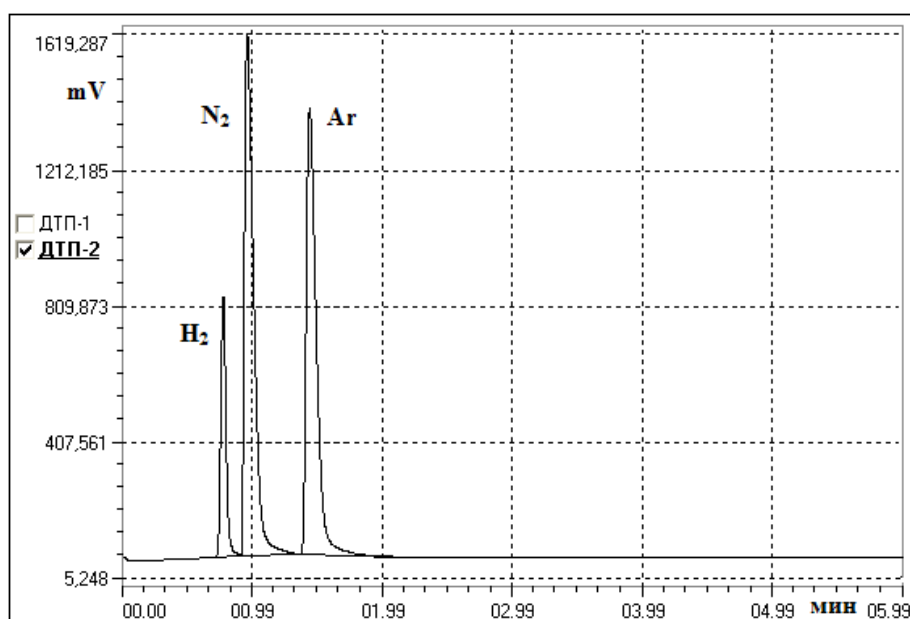


Рис. 3. Данные газо-хроматографического исследования болотного газа, полученные вторым детектором (ДТП – 2).

Таблица 1

Сводная таблица обнаруженных в Шатурском болоте газов и их параметров

Газ	Время обнаружения, мин.	Высота (интенсивность), mV.	Площадь, mV*мин.	Концентрация, %.
H ₂	0,78 (ДТП- 2)	770,948	31,5173	1,39
N ₂	0,95 (ДТП- 1)	3768,207	454,2278	73,09
Ar	1,44 (ДТП- 2)	1319,723	110,8553	4,89
CH ₄	2,16 (ДТП- 1)	577,464	100,0871	18,31
C ₂ H ₆	3,97 (ДТП- 1)	10,862	3,1857	0,44
PH ₃	4,19 (ДТП- 1)	28,07	8,2351	1,12
CO ₂	4,59 (ДТП- 1)	10,780	3,1617	0,43

Анализ газа из Шатурских болот показал достаточно высокое для холодного времени года (ноябрь, 2011г.) содержание метана – 18,35%, и отсутствие в образцах фосфина и дифосфина. Летом содержание метана в болотном газе возрастает до 22-23% и более [3], а также интенсифицируется появление фосфина и дифосфина [1], что и увеличивает риск самовозгорания болотных газов.

Существенному снижению пожароопасной ситуации на болотах, а также эмиссии метана

в атмосферу способствует распространение мхов. Как показали результаты проведенных исследований [4], обитающие во мхах бактерии (*Methylocystis*, *Methylosinus*, *Methylomonas*, *Methylobacter* и *Methyломicrobium*) активно окисляют метан, уменьшая в пять раз его эмиссию в атмосферу, а высвобождающийся при этом углерод встраивается в ткань мхов. Таким образом природа регулирует содержание метана в атмосфере и снижает уровень пожароопасной ситуации на болотах.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Илларионова Э.С. Осторожно – фосфин! // Экология и жизнь. 2008. № 6. С. 44-47.
2. Коротеев М.П., Ульбаев Т.С., Артамонова И.М. Роль метана в парниковом эффекте // Природообустройство. 2009. № 1. С. 44-49.
3. Синицин С.А., Гаврилов Ю.В., Королева Н.В. Переработка твердых природных энергоносителей // Учебное пособие под ред. Дигурова Н.Г. РХТУ им. Д.И. Менделеева. М., 2001. С. 112-114.
4. Alfons J. P. Smolders, Nardy Kip, Julia F. van Winden, Yao Pan, Levente Bodrossy, Gert-Jan Reichart, Mike S. M. Jetten, Jaap S. Sinninghe Damsté, Huub J. M. Op den Camp. Global prevalence of methane oxidation by symbiotic bacteria in peat-moss ecosystems // Nature Geoscience. 2010. № 3. P. 617-621.

РАЗДЕЛ III. ГЕОГРАФИЯ

УДК 550.42:574.43(478.9)

Голубкина Н.А.* , Капитальчук И.П. , Капитальчук М.В.****

**Институт питания РАМН (г. Москва)*

***Приднестровский государственный университет*

им. Т.Г. Шевченко (г. Тирасполь)

СЕЛЕН В ПОЧВАХ НА РАЗНЫХ ВЫСОТНЫХ УРОВНЯХ РЕЛЬЕФА ДНЕСТРОВСКО-ПРУТСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ

N. Golubkina* , I. Kapitalchuk** , M. Kapitalchuk**

**Scientific Research Institute of Nutrition*

of the Russian Academy of Medical Sciences, Moscow

***Taras Shevchenko Transdnistrian State University, Tiraspol*

SELENIUM IN SOILS AT DIFFERENT ALTITUDES OF THE TERRAIN BETWEEN THE RIVERS DNIESTER AND PRUT

Аннотация. Впервые представлены данные по содержанию селена в почвах на разных высотных уровнях рельефа между реками Днестр и Прут. К почвам верхнего высотного уровня отнесены лесные почвы, к среднему уровню – почвы луговых степей, к нижнему уровню – почвы сухих степей. В отдельную группу выделены пойменные луговые почвы. Установлено, что для всех типов почв рассматриваемой территории в среднем наблюдаются оптимальные концентрации селена. Вместе с тем содержание микроэлемента в различных типах почв изменяется от оптимальных до селенодефицитных значений. Распределения относительных частот содержания селена в почвах разных высотных уровней имеют сходный характер, с модальными значениями в интервале 200–250 мкг/кг. Расхождения между средними значениями статистически значимы только для почв среднего и нижнего уровня. Для остальных высотных уровней эти расхождения являются случайными.

Ключевые слова: селен, почва, рельеф, аккумуляция, микроэлемент.

Abstract. The data on the selenium content in soils at different altitudes of the terrain between the rivers Dniester and Prut are presented for the first time. High-altitude soils include forest soils, mid-altitude soils – soils of meadow steppes, and low-altitude soils – soils of dry steppes. A separate group of soils is the soil of flood meadows. It is found that all types of soils of the terrain in question are characterized, on the average, by the optimum concentration of selenium. However, the content of selenium in various types of soils changes from optimal to selenium-deficient values. Distributions of the relative selenium content in soils of different altitudes of the terrain are similar in character, with modal values in the range from 200 to 250 mkg/kg. Divergences between the average values are statistically significant only for mid- and low-altitude soils. For other high-altitude terrains these discrepancies are random.

Key words: selenium, soil, terrain, accumulation, trace minerals.

Селен входит в число микроэлементов, жизненно необходимых для человека и животных [2]. В последние годы были проведены системные исследования селена в долине Днестра [4–6], в ходе которых выполнены оценки по содержанию этого микроэлемента в природных водах,

почвах, растениях, продуктах питания, крови человека. Вместе с тем для территории Днестровско-Прутского междуречья сегодня мы имеем лишь отрывочные данные по содержанию селена в отдельных природных компонентах. В связи с этим в данной работе впервые представлены полученные нами данные по содержанию селена в основных типах почв, находящихся на различных высотных уровнях Днестровско-Прутского междуречья.

Материалы и методы

Образцы почв были собраны летом 2010 г. в ходе полевых экспедиций в пределах крупных ареалов распространения типов и подтипов почв Днестровско-Прутского междуречья. Образцы почв собирались профильно-гнездовым методом в пределах микро- и мезорельефа местности (на водоразделах, склонах, террасах, поймах). Техника взятия почвенных образцов осуществлялась в соответствии с агрохимическими методами исследования почв. Содержание селена в почвенных образцах определялось микрофлуорометрическим методом [8] в Институте питания РАМН. Дополнительно использовались также данные о содержании микроэлемента в почвах долины Днестра, полученные ранее [4–6]. В данной

работе приводятся данные только для почвенного слоя 0–20 см.

Результаты и обсуждение

Статистические данные по содержанию общего селена в различных типах почв Днестровско-Прутского междуречья представлены в табл. 1.

Авторы работы [9] установили следующие пороговые значения концентрации селена в почве: менее 125 мкг/кг – область селенодефицита; 125–175 мкг/кг – маргинальная недостаточность; 175–3000 мкг/кг – область оптимальности; более 3000 мкг/кг – область избытка микроэлемента. Исходя из этих пороговых значений, можно констатировать, что для всех типов почв Днестровско-Прутского междуречья в среднем наблюдаются оптимальные концентрации селена. Вместе с тем диапазон колебаний содержания микроэлемента в различных типах почв достаточно широк и составляет от 100 до 668 мкг/кг, что соответствует изменению значений концентрации от оптимальных до селенодефицитных.

Ареалы с дефицитом селена выявлены для серой лесной почвы (118 мкг/кг) и карбонатного чернозема (100 мкг/кг). Маргинальная недостаточность микроэлемента отмечалась

Таблица 1

Содержание общего селена в почвах Днестровско-Прутского междуречья

Тип почвы	Кол-во проб	Диапазон значений, мкг/кг	Среднее значение, мкг/кг	Стандарт. отклон., мкг/кг	Коефф. вариации, %
Бурая лесная	3	190–295	232	±56	24
Серая лесная	11	118–423	229	±94	41
Темно-серая лесная	7	152–381	259	±71	28
Чернозем оподзоленный	3	189–292	230	±54	24
Чернозем выщелоченный	12	185–410	249	±65	26
Чернозем типичный	12	190–554	290	±97	33
Ч/з ксерофитно-лесной	2	165–234	200		
Чернозем обыкновенный	43	150–361	236	±56	24
Чернозем карбонатный	24	100–370	238	±68	29
Чернозем южный	3	176–275	227	±50	21
Пойменная луговая	19	153–668	262	±109	42
Для всех типов	139	100–668	246	±73	30

в образцах темно-серой лесной почвы (152 мкг/кг), ксерофитно-лесного (165 мкг/кг) и обыкновенного (150 мкг/кг) черноземов, пойменной луговой почвы (153 мкг/кг). Содержание селена в образцах остальных типов почв соответствует области оптимума. Отметим, что в исследованных почвенных образцах не зафиксировано ни одного случая с избытком микроэлемента. Вместе с тем в одном из ареалов обыкновенного чернозема, расположенного на надпойменной террасе Днестра, был обнаружен максимум концентрации селена равный 1933 мкг/кг. Эту пробу мы исключили из статистических расчетов, так как очаг с повышенным содержанием селена был локальным и имел техногенное происхождение.

Определяющим фактором в формировании разнообразных природных условий рассматриваемой территории, в том числе структуры ее почвенного покрова, является геолого-геоморфологический каркас. В зависимости от высотных параметров рельефа основные зональные типы почв на территории Молдавии можно условно распределить по трем уровням [3]. К почвам верхнего высотного уровня отнесены лесные почвы – бурые лесные, серые лесные, темно-серые лесные, а также оподзоленные черноземы. Почвы среднего высотного уровня представлены выщелоченными и оподзоленными черноземами, сформировавшиеся под разнотравно-луговыми степями [1]. Нижний высотный уровень занимают почвы типчаково-ковыльных степей – обыкновенные, карбонатные и южные черноземы. К почвам нижнего высотного уровня мы также отнесли ксерофитно-лесные черноземы, образовавшиеся под «тырнцевыми» дубравами из дуба пушистого [1]. Отдельно рассмотрены пойменные луговые почвы, занимающие самые нижние абсолютные отметки во всех природных районах рассматриваемой территории и являющиеся азональным типом.

Вследствие влияния фактора экспозиции склонов четких границ между высотными уровнями провести невозможно. Однако статистические оценки показывают, что при средней приподнятости рельефа района более 200 метров доминируют почвы верхнего вы-

сотного уровня. Для территорий со средней приподнятостью 150 – 200 м доминанта переходит к почвам среднего уровня. При уменьшении средней приподнятости территории ниже 150 м начинают доминировать почвы нижнего высотного уровня [3]. Можно предположить, что содержание селена в почвах, расположенных на разных высотных уровнях, может различаться вследствие изменения характера почвообразующих процессов. Действительно, как следует из рис.1, среднее содержание селена в почвах разных уровней неодинаково.

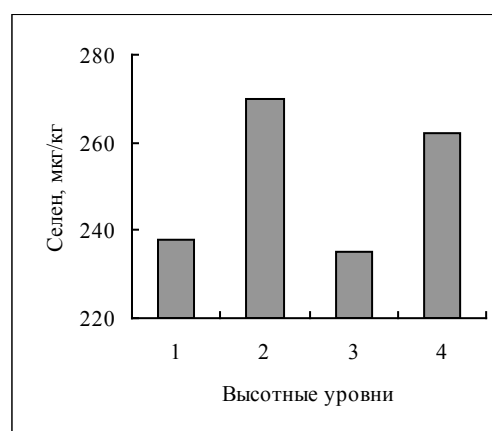


Рис. 1. Среднее содержание общего селена в почвах разных высотных уровней

В частности, максимум средней концентрации селена (270 мкг/кг) наблюдается для почв среднего высотного уровня. В то время как среднее содержание селена в почвах верхнего и нижнего уровня заметно меньше и составляет 238 и 235 мкг/кг соответственно. В пойменно-луговых почвах в среднем содержится 262 мкг/кг, что соизмеримо с почвами среднего уровня. Если повышенное содержание селена в пойменно-луговых почвах вполне можно объяснить смывом микроэлемента со склонов в понижения рельефа, то для объяснения различий содержания селена в почвах разных высотных уровней требуется проведение дополнительного анализа. В связи с этим рассмотрим представленные на рис. 2 распределения относительных частот концентрации селена для групп почв разных высотных уровней.

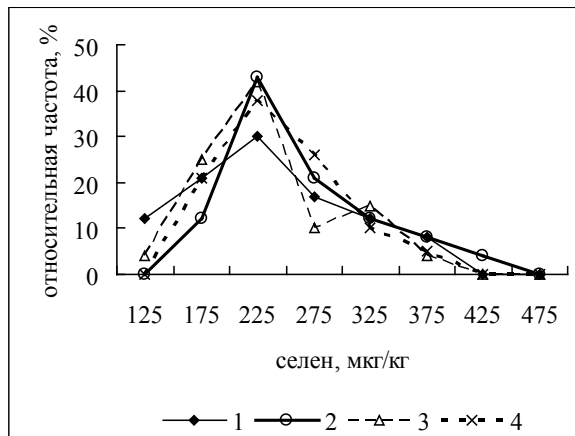


Рис. 2. Распределение относительных частот содержания Se в почвах верхнего (1), среднего (2), нижнего (3) высотных уровней и пойменных луговых почвах (4)

Проверка гипотезы нормальности рассматриваемых распределений по отношению размаха варьирования R к среднеквадратическому отклонению S [7] показала, что данная гипотеза может быть принята с вероятностью ошибки $p = 0,01$ для почв верхнего и среднего высотных уровней, а также для пойменно-луговых почв. Эмпирическое распределение для почв нижнего уровня с вероятностью ошибки $p = 0,005$ можно считать близким к нормальному распределению. Из анализа рис. 2 следует, что представленные на нем распределения имеют сходный характер. В частности, моды всех распределений лежат в одном интервале значений концентраций селена от 200 до 250 мкг/кг. Все кривые имеют крутую левую ветвь в сторону низких значений концентраций и более пологую ветвь со шлейфом в сторону высоких значений концентрации. В то же время, как указывалось выше, имеются отличия в средних значениях данных распределений.

Проверка гипотезы о равенстве центров распределения с использованием выборочных дисперсий и t -распределения Стюдента показала, что расхождения между средними значимы на уровне $p = 0,05$ только для почв среднего и нижнего уровней. Для остальных высотных уровней расхождения между средними значениями содержания селена в почвах являются случайными.

Выводы

Для всех типов почв Днестровско-Прутского междуречья в среднем наблюдаются оптимальные концентрации селена. Вместе с тем содержание микроэлемента в различных типах почв изменяется от оптимальных до селенодефицитных значений. Распределения относительных частот содержания селена в почвах разных высотных уровней имеют сходный характер, с модой в интервале значений 200–250 мкг/кг. Расхождения между средними значениями статистически значимы только для почв среднего и нижнего уровня. Для остальных высотных уровней эти расхождения являются случайными.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Атлас почв Молдавии / Отв. ред. И.А. Крупеников. Кишинев: «Штиинца», 1988. 176 с.
2. Голубкина Н.А., Папазян Т.А. Селен в питании. Растения, животные, человек. М.: Печатный город, 2006. 254 с.
3. Капитальчук И.П. Оценка влияния геоморфологического каркаса на дифференциацию почвенного покрова территории Молдовы // Bulletin of the Institute of geology and seismology MAS. 2009. № 1. Р. 41–51.
4. Капитальчук М.В., Голубкина Н.А., Капитальчук И.П. Селен и его антагонисты в биогеохимической цепи «почва-растение» в условиях Приднестровья // Вестник МГОУ. Серия «Естественные науки». 2011. № 2. С. 137–141.
5. Капитальчук М.В., Капитальчук И.П., Голубкина Н.А. Биогеохимия селена в Молдове // Bulletin of the Institute of geology and seismology MAS. 2007. № 1. Р. 10–15.
6. Капитальчук М., Тома С., Капитальчук И. Содержание селена в некоторых типах почв левобережных районов Днестра // Știința Agricolă. № 1. 2006. Р. 11–16.
7. Львовский Е.Н. Статистические методы построения эмпирических формул: Учеб. пособие для вузов. 2-е изд. перераб. и доп. М.: Высш. школа, 1988. 239 с.
8. Alfthan G., A micromethod for the determination of selenium in tissues and biological fluids by single-test-tube fluorimetry // Anal. Chim. Acta, 1984. Vol. 65. Р. 187–194.
9. Tan J., Zhu W., Wang W., Li R., Hou S., Wang D., and Yang L. Selenium in soil and endemic diseases in China // Sci. Tot. Environ. 2002. Vol. 284. Р. 227–235.

УДК 913.1/913.8

Ларькова М.С.*, Хлебосолова О.А.**

**Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова*

***Московский государственный областной университет*

ЭТАПЫ ОСВОЕНИЯ БАСЕЙНА РЕКИ ПАЗ ВО ВЗАИМОСВЯЗИ С ТИПАМИ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ (ОТ ДРЕВНИХ ВРЕМЕН ДО НАЧАЛА XX ВЕКА)

M. Larkova*, O. Khlebosolova**

**M.V. Lomonosov Moscow State University*

***Moscow State Regional University*

STAGES OF DEVELOPMENT OF THE PAZ RIVER BASIN IN CONNECTION WITH TYPES OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT (FROM ANCIENT TIMES UNTIL THE EARLY XX CENTURY)

Аннотация. В статье обобщены результаты изучения истории освоения бассейна реки Паз, протекающей в приграничной территории Финляндии, России и Норвегии. Выделяются четыре этапа освоения данной территории, для каждого из которых характерен свой спектр типов природопользования. На первом этапе (до середины XVI века) в бассейне реки Паз проживают саамы, занимающиеся охотой, рыбной ловлей, оленеводством и рубкой леса. Второй этап (с 1565 по 1750 гг.) связан с появлением монашества и служащих, развитием земледелия и стойлового скотоводства. На третьем этапе (до 1890 г.) здесь появляются российские и норвежские рыбопромышленники, что ведет к увеличению антропогенной нагрузки. На последнем (четвертом) этапе здесь формируется постоянное население и обозначается конфликт интересов между основными пользователями природных ресурсов. К началу XX в. бассейн реки Паз представляет собой неоднородную по степени трансформации ландшафтов территорию (от вторично-производных до техногенных).

Ключевые слова: типы природопользования, трансформация ландшафтов, этапы освоения, река Паз, саамы, колонисты Кольского полуострова.

Abstract. The paper summarizes the results of studying the history of development of the Paz river basin which flows along the Finland–Norway–Russia border. There are four stages in the development of this territory, each of the stages being characterized by specific anthropogenic activities. At the first stage (up to the mid-XVI century), the Sami people engaged in hunting, fishing, reindeer breeding, and forest felling live in the Paz river basin. The second stage (from 1565 till 1750) is associated with appearance of monks and clergymen, development of agriculture and stabling of livestock. At the third stage (till 1890) Russian and Norwegian fishermen start developing the area, which leads to an increase in anthropogenic pressure. At the last (fourth) stage resident population is formed, which marks a conflict of interest between the major users of natural resources. By the beginning of the XX century the territory of the Paz river basin undergoes the process of heterogeneous transformation of landscapes (from secondary derivative to anthropogenic).

Key words: types of environmental management, transformation of landscapes, stages of development, the river Paz, the Sami, colonists of the Kola Peninsula.

На крайнем северо-западе Кольского полуострова расположена река Паз: она вытекает из озера Инари и несет свои воды в Варангер-фьорд Баренцева моря, протекая по территории трех государств – России, Норвегии и Финляндии. Эта пограничная территория долгое время оставалась малодоступной для исследований вследствие своей периферийности и закрытости. Вместе с тем ее изучение с позиций антропогенной трансформации ландшафтов весьма интересно: бассейн реки Паз в разные исторические эпохи населяли различные по культуре и особенностям природопользования народы. Исследование данной территории представля-

ет уникальную возможность выявить основные этапы и закономерности трансформации ландшафтов под влиянием деятельности человека. Известно, что первые люди пришли на север Фенноскандии в IV тысячелетии до нашей эры. С этого момента началось хозяйственное освоение данной территории, следовательно, начался процесс антропогенной трансформации ландшафтов. Для реконструкции этапов освоения территории в связи со сменой ведущего типа природопользования проживающего здесь населения особый интерес представляют исторические источники, в которых нашли отражение эти явления.

Отделение протосаамов от единой общности финно-угорского народа произошло предположительно в 1500-1000 гг. до н. э. Через некоторое время обособившиеся саамы заселили бассейн реки Паз - начался первый этап освоения изучаемой территории. По мнению историка конца XIX – начала XX в. В.Н. Львова, «лопарей нельзя вполне назвать ни кочевым, ни оседлым народом. Они переживают переходную стадию своей жизни» [12, 38]. По описанию Д.Н. Островского, летом саамы жили у самого нижнего по течению порога Пазы в летнем погосте (сейчас здесь расположен поселок Борисоглебский). Зимний погост впервые был указан на 10-верстной карте 1875-1878 гг. на северном берегу реки Колосйоки, впадающей в озеро Куэтсъярви. В то же время по описаниям известны три места его расположения: на реке Шуониййоки, возле водопада; на реке Колосйоки, в месте впадения в нее реки Малой Колосйоки (Сечкайоки); возле устья реки Колосйоки, на правом ее берегу, в месте впадения реки в озеро Куэтсъярви [16, 476]. Ученые-историки и краеведы описывали хозяйственную деятельность саамов как полукочевого народа: с середины весны саамы занимались рыбной ловлей в море, в конце лета отправлялись вверх по реке Паз до озер Салмиярви, Воува-тусъярви с целью промысла речной рыбы. В период с осени до начала весны саамы занимались разведением оленей, вырубкой и вывозом леса, транспортировку которого они

осуществляли путем сплава по реке [11, 3; 10, 23-24; 5, 323; 12, 38]. На основании имеющихся описаний можно сделать вывод о том, что влияние хозяйственной деятельности саамов на бассейн реки Паз распределялось неравномерно: преимущественно природопользование велось в нижней части речного бассейна. Согласно классификации ландшафтов по степени их антропогенной трансформации, предложенной Г.Н. Голубевым, все ландшафты можно разделить на условно-коренные и природно-антропогенные, последние, в свою очередь, делятся на вторично-производные, антропогенно-модифицированные и техногенные [4, 275-276]. По данной классификации территории погостов следует отнести к антропогенно-модифицированным. К вторично-производным ландшафтам относятся комплексы, где производились рубки леса. Необходимо отметить, что в то время особо ценилась высококачественная древесина определенного возраста, поэтому рубки носили выборочный характер, а значит, структура леса в целом не сильно нарушалась, особенно ввиду того, что рубки осуществлялись на ограниченных площадях.

Началом второго этапа освоения бассейна реки Паз можно считать 1565 г. В списках Книги к Большому Чертежу есть упоминание о том, что в 20 км от моря на левом берегу реки Паз располагался погост Бориса и Глеба [7, 148]. Данное упоминание связано с тем, что в 1565 г. возле летнего Пазрецкого погоста преподобным Трифоном была построена церковь святых Бориса и Глеба [9, 219; 23, 54]. Следует отметить, что до середины XVI в. саамы были язычниками: сейды (священные камни) указываются в материалах экспедиции В.Ю. Визе (1910-1911 гг.) в долине Пазы [3, 458]. В середине XVI в. преподобный Трифон обратил их в православие и основал в Печенге самый северный монастырь. Кроме распространения религии, монастырь выполнял еще промышленную, торговую и морскую функции [20, 12]. Основным родом деятельности монахов были рыбные промыслы и вывоз рыбных продуктов [24, 268]. Монахи также занимались распашкой земель в бассейне реки

Паз, принадлежащих монастырю [2, 293]. Из прочих занятий были распространены рубка леса, солеварение и дубильное производство [24, 267]. Местное население ловило бобров, в устьях рек охотилось на выдр и тюленей, собирало жемчужные раковины (в небольшом количестве и низкого качества) [18, 30-32; 21, 735-736]. По представлению Берг-Коллегии Указом от 8 июня 1721 г. № 3.794, частным лицам было запрещено ловить жемчуг, однако потом Указом 1722 г. № 4.061 было дозволено помещикам и крестьянам собирать жемчуг, но под надзором Правительства. С этой целью надзирателям за ловлею жемчуга предписано было представить предварительно список всех рек, в которых есть жемчужные раковины. В данный список попала река Паз [13, 55-56]. Таким образом, на данном историческом этапе произошло увеличение населения (саамы, монахи) и степени антропогенной нагрузки на отдельные компоненты ландшафта и в целом на территорию. Кроме рыбного промысла и рубки леса, стали развиваться такие типы природопользования, как распашка земель в долине реки, солеварение и дубильное производство. Следовательно, на втором этапе освоения бассейна реки Паз, здесь получают распространение вторично-производные ландшафты (места вырубок), растет площадь антропогенно-модифицированных ландшафтов, а также появляются ландшафты с максимальной степенью трансформации (так называемые, техногенные) – земли, на которых были расположены здания и подсобные помещения.

Началом третьего этапа освоения бассейна реки Паз следует считать появление рыбопромышленников на Мурманском берегу. В литературе начало этого процесса точно не определено [1, 193; 18, 38; 8, 1]. Норвежские рунические грамоты свидетельствуют о том, что «пограничная с норвежской Лапландия, – значит Варангерское поморье, – принадлежала новгородцам до Св. Олафа, современника Ярослава» [2, 280-281]. До XIX в. Мурман не имел оседлого населения, и потому беспрепятственно эксплуатировался норвежцами, начавшими селиться с западной части

Мурманского берега. К.В. Козмин, сравнивая заселенность пограничной территории, утверждает, что норвежский берег активно заселяется колонистами, строятся дома, при каждом доме отводится участок под сенокос. Российский берег реки Паз почти не заселен. Здесь два поселка: одно поселение в устье реки Паз, где выстроена церковь, причтовый дом, гостиница, несколько лопарских домов; другое поселение на Салмиярви из 30 домов. Выше по реке Паз поселений нет. Встречаются только одинокие землянки или вежи, где находят себе приют самовольные эмигранты – бобыли из Финляндии и Норвегии, занимающиеся охотой и рыбной ловлей [8, 6]. Данный этап характеризуется повышенной активностью в хозяйственной деятельности на левом (норвежском) берегу Пазы, и довольно низкой – на правом (русском) берегу.

Началом официальной колонизации Мурманского берега стало высочайше утвержденное 31 августа 1860 г. положение Комитета Министров «О дозволении норвежцам переселяться в бывший Кольский уезд, Архангельской губернии» [6, 67]. С этого момента начинается четвертый этап освоения бассейна реки Паз. В дальнейшем к переселению допускались как подданные России, так и подданные Шведско-Норвежского королевства, что стало специфической чертой колонизации Мурманского берега [14, 235]. После утверждения ряда положений Комитета Министров (22 ноября 1868 г., 14 мая 1876 г. и 28 декабря 1890 г.) о даровании льгот поселяющимся на Мурмане переселенцы постепенно начали здесь обосновываться. Им предоставлялось право заниматься промыслом пушных зверей и птиц, ловить рыбу в реках и озерах, которые находятся вблизи колоний [15, 73-79; 6, 78-79]. При этом прослеживается следующая особенность в расселении: норвежцы селились на самом берегу, а русские и финны предпочитали места в глубине заливов, где можно было бы заниматься одновременно морскими промыслами и земледелием [17, 94]. В середине XIX в. обострился конфликт интересов среди русских и норвежских рыболовов в заливе Варангер,

особенно в свете того, что население начало стремительно расти [19, 81]. На норвежской стороне была построена норвежская кирка. Профессор Вульфсберг отмечал, что предусматривалось строительство дорог от русской церкви Бориса и Глеба и далее вдоль реки Паз для открытия водного сообщения между морем и озером Инари в обход порогов и вывоза с берегов и островов леса. Для распиловки этого леса на реке Паз с 1857 г. существовал лесопильный завод [19, 82].

По сведениям секретаря Архангельской Казенной палаты Н.О. Чулкова, пазрецкие лопари жаловались, что «проживающие в дачах их норвежцы доводят их до того, что они скоро не в состоянии будут оплачивать податей государственных; поелику оные, стадами своими оленьими, окормливая и обивая мох, лишают их возможности питать своих собственных оленей» [25, 141-143]. Кроме того, лопари жаловались, что норвежцы ловят «в их дачах» лесных зверей, а поставленные лопарями тенета (*сети-ловушки*) ломают под предлогом того, что в них запутываются олени. По данным Н.О. Чулкова, 25 мая 1822 г. Кольский земский исправник донес Губернскому правлению, что к нему поступило заявление лопарей Пазрецкого погоста о том, что уже около десяти лет, ежегодно, к ним приезжают из «Вардеутской крепости шведского владения около 15 человек военных, которые в принадлежащих им лесных «дачах» заготавливают «немалое количество» дров и увозят их на яхте в свою крепость». Исправник также свидетельствовал, что действительно вблизи Пазрецкого погоста есть следы «величайшей порубки лесов», при этом в настоящий момент рядом лежат уже подго-

товленные к перевозу дрова. Таким образом, на этом этапе впервые отмечается конфликт природопользования среди населения, проживающего в бассейне реки Паз, связанный с ограниченностью природных ресурсов. Так скорость восстановления древесины и ресурсов животного мира на данной территории не отвечала спросу местного населения.

К началу XX в. обостряется проблема разделения территории океана между государствами: на фоне общего увеличения объемов вылова рыбы норвежцами и англичанами происходит спад добычи рыбы русскими рыбопромышленниками [22, 716-720]. По отзыву Гаммерфестского губернатора (1868 г.), в долине реки Паз активно развивается скотоводство. Говорится о том, что норвежцы осушают болота и превращают их в огороды; заготавливают древесину, используя лесопильные заводы [19, 239-240]. На данном этапе рубка и заготовка леса приобретают промышленный масштаб, в середине XIX в. появляется лесопильный завод. Это свидетельствует об увеличении доли вторично-производных ландшафтов в бассейне реки Паз. Также расширяется площадь антропогенно-модифицированных ландшафтов за счет отведения все большего количества земель под огороды (особенно на норвежской стороне Пазы). В устье на норвежской стороне возводится кирка и ряд подсобных сооружений, растет число домов для проживания постоянного населения. Таким образом, анализ исторических источников позволяет реконструировать основные этапы освоения бассейна реки Паз в связи со сменой ведущего типа природопользования проживающего здесь населения (табл. 1).

Таблица 1

**Этапы антропогенной трансформации ландшафтов в бассейне реки Паз
во взаимосвязи с типами природопользования**

Этап	Новые природопользователи	Виды хозяйственной деятельности, ведущие к возникновению природно-антропогенных ландшафтов			
		Вторично-производные	Антропогенно-модифицированные	Техногенные	Прочие виды деятельности, не ведущие непосредственно к трансформации ландшафтов суши
I	Аборигенное население (саамы)	– рубка леса – оленеводство	– временное поселение (летний и зимний погосты)	–	– охота – ловля рыбы в открытом море, реках и озерах
II	Монахи, служащие	– рубка леса	– распашка земель в долине	– церковь с подсобным хозяйством, постоянное поселение при ней	– ловля рыбы в открытом море, реках и озерах – ловля речных и морских животных – сбор раковин с жемчугом – солеварение – дубильное производство – строительство лодок
III	Русские рыбопромышленники (на правом берегу; весной и летом)	–	–	– сезонное поселение (становища)	– ловля рыбы в открытом море
	Иностранные колонисты	– рубка леса – оленеводство – сенокосение	– огородничество	– постоянное поселение	– ловля рыбы в открытом море, реках и озерах – ловля речных и морских животных
IV	Русские и иностранные колонисты	– рубка леса в промышленных масштабах – оленеводство – сенокосение	– огородничество	– постоянное поселение у церкви – отдельно стоящие дома по долине реки – кирка на норвежской стороне – осушение болот на норвежской стороне	– охота – ловля рыбы в реках и озерах

Выводы

Освоение бассейна реки Паз в рассматриваемый период шло неравномерно, можно выделить четыре этапа освоения данной территории. Для каждого из этапов характерен свой спектр типов природопользования, который обуславливает характер и степень антропогенной трансформации ландшафтов. На первом этапе в бассейне реки Паз главным потребителем природных ресурсов оказывается коренное население – саамы с их традиционными типами хозяйственной деятельности – охотой, рыбной ловлей, оленеводством и рубкой леса. Второй этап связан с хозяйственным освоением приустьевой части реки Паз при появлении здесь монашества и служащих, которые вводят новый тип природопользования – распашку земель. На третьем этапе начинается активная колонизация бассейна реки Паз: здесь появляются рыбопромышленники, лесорубы (русские, норвежские и финские), возрастает антропогенная нагрузка на все компоненты ландшафта. Однако эта нагрузка пока еще не превышает порог, после которого восстановление коренных ландшафтов затруднительно. На последнем (четвертом) этапе здесь формируется постоянное население и впервые обозначается конфликт интересов между основными пользователями природных ресурсов. В бассейне реки Паз рубкой леса занимается все местное население, появляется первый лесопильный завод, заготовка древесины принимает промышленный масштаб. Истощаются рыбные ресурсы, возникают серьезные проблемы с развитием оленеводства. Начинается осушение болот для увеличения площадей под распашку земель. К началу XX в. бассейн реки Паз является местом активной антропогенной деятельности разных народов (саамов, русских, норвежцев, финнов), осваивающих природные ресурсы. Их интересы часто пересекаются: возникают конфликты, ведущие к негативным последствиям для состояния ландшафтов.

ИСТОЧНИКИ И ЛИТЕРАТУРА:

1. Берх В.Н. О времени открытия Россиянами Ледовитого моря. Отрывок из «Истории Географических открытий Россиян», Пермь, 1817.
2. Богуслав И.А. Исторический взгляд на Варангерское Поморье // Морской сб. 1862. Т. LXII. № 10. С. 279-294. (подпись Беломорский О.).
3. Визе В.Ю. Лопарские сейды // Изв. Арханг. О-ва изучения Русского севера. 1912. № 9. С. 395-401; № 10. С. 452-459.
4. Голубев Г.Н. Геоэология. М.: ГЕОС, 1999. 337 с.
5. Игнатова Н.И. «Нашъ Северъ». Глава XXIV Города на линиях пароходства по Ледовитому океану и Белому морю. Издатель: Типография Министерства Путей Сообщения, СПб., 1896. С. 288-326.
6. Киселев А.А. Очерки этнической истории Кольского Севера. Мурманск: МГПУ, 2009, 145 с.
7. Книга Большому Чертежу. под ред. К. Н. Себриной. М.: Издательство АН СССР, 1950. 233 с.
8. Козмин К.В. Исторический обзор Мурманского берега // Изв. Арханг. о-ва изучения Русского севера. 1915. № 1. С. 1-8.
9. Краткое историческое описание приходов и церквей Архангельской епархии. Архангельский епархиальный церковно-археологический комитет, Вып.3, Уезды: Онежский, Кемский и Кольский. Архангельск: Типо-литография наследников Д. Горяйнова, 1896. 267 с.
10. Ламартиньер, Пьер Мартин де. Путешествие в северные страны, в котором описаны нравы, образ жизни и суеверия норвежцев, лапландцев, килопов, борандайцев, сибиряков, самоедов, новоземельцев и исландцев = Voyage des pays septentrionaux : со многими рисунками / Де-Ламартиньера ; пер., объяснения [вступ. ст.] и примеч. В. Н. Семеновича, инженер-механика и ученого археолога ... ; пер. и печ. под наблюдением С. К. Кузнецова. [Москва]: Изд. Московского Археологического института, 1911. XVI, XL, 229 с.
11. Лопари и их предания: Сообщ. Д.Н. Островского: (Читано в Отд-нии этнографии 4 нояб. 1888 г.). Санкт-Петербург: тип. В.С. Суворина, 1889. 18 с.
12. Львов В.Н. Русская лапландия и русские лопари. Географический и этнографический очерк. Третье изд. М.: «Типо-литография Русского товарищества печатн. и издательск. дела», 1916. 97 с.
13. О реках в России, в которых водятся жемчужные раковины // Журнал министерства народного просвещения. Ч. LXII. СПб.: тип. Императорской Академии Наук, 1849. С. 54-57.
14. Орехова Е.А. Российский и советский опыт «иностранной» колонизации Мурманского берега Кольского полуострова (вторая половина

- XIX – первая треть XX вв.) // Межнациональные и межкультурные отношения в Российском Заполярье: состояние и перспективы развития: всерос. науч.-практ. конф., Мурманск, 18 июня 2010 г.: сборник материалов / под общ. ред. Ю.В. Кузнецова, К.Ф. Ляха, О.М. Звягиной. Мурманск: Изд-во МГТУ, 2010. С. 233-239.
15. Очерк путешествия архангельского губернатора А.П. Энгельгардта в Кемский и Кольский уезды в 1895 году. Архангельск: Губернская типография, 1895. 128 с.
16. Печенга. Опыт краеведческой энциклопедии / автор-составитель В.А. Мацак. Мурманск: Просветительский центр «Доброхот», Издательство «Добросмысл», 2005. 1008 с.
17. Путеводитель по Северу России: Архангельск. Белое море. Соловецкий монастырь. Мурманский берег. Новая земля. Печора / Сост. Д. Н. Островский. Изд. Т-ва Архангельско-Мурманского пароходства. СПб.: Тип. А. Бенке, 1898. 146 с.
18. Рейнеке М.Ф. Описание города Колы в Российской Лапландии (из Записок флота лейтенантка Рейнеке). СПб.: Тип. Н. Греча, 1830. 53 с.
19. Север России / [Соч.] М. Сидорова. СПб.: тип. Почтового деп., 1820, 557 с.
20. Семенкович В.Н. Север России в военно-морском и коммерческом отношениях. Морские письма черноморца. Издание журнала «Русское Обозрение». Москва. Университетская типография, Страстной бульвар, 1894. 145 с.
21. Сидоров М. Север России // Русский вестник, Т. 63, Изд-во М. Баткова. 1866. С. 697-741.
22. Спаде К.Ю. Северные рыбные промыслы и неотложные меры к их развитию // Изв. Арханг. о-ва изучения Русского севера. 1911. № 21. С. 716-724.
23. Теребихин Н.М. Образы и символы реки в священной географии северной Фенноскандии (Лапландии) // Вестник Поморского университета. Серия: Гуманитарные и социальные науки. Изд-во Поморский государственный университет им. М.В. Ломоносова, 2010. № 4. С. 51-56.
24. Фрис И.А. Печенгский монастырь в русской Лапландии / Пер. с норв., пересказ Д.Н. Островского // Вестник Европы. 1885. Кн. 4. № 7. С. 253-277; № 8. С. 611-625.
25. Чулков Н.О. К истории разграничения России с Норвегией // Русский архив. 1901. Кн. 1. С. 141-157.

НАШИ АВТОРЫ

Абдуллаева Назакат Вагиф кызы – врач-вирусолог Республиканской противочумной станции им. С. Имамалиева Министерства здравоохранения Азербайджанской Республики (г. Баку); e-mail: azmbi@mail.ru

Абдуллаева Нармина Фуад кызы – доктор философии по биологии, сотрудник кафедры биохимии и биотехнологии Бакинского государственного университета; e-mail: abdullaeva-narmina@rambler.ru

Абдыев Вилаят Башир оглы – кандидат биологических наук, доцент кафедры физиологии растений Бакинского государственного университета; e-mail: Vilayet52@mail.ru

Агабекова Рахила Алекбер кызы – кандидат биологических наук, доцент кафедры микробиологии Бакинского государственного университета; e-mail: azmbi@mail.ru

Агеев Игорь Михайлович – кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник Московского авиационного института (Государственный технический университет); e-mail: imageev@mail.ru

Асеф Мохаммед Реза – диссертант Института ботаники Национальной академии наук Азербайджана (г. Баку); e-mail: azmbi@mail.ru

Асланова-Мирзоева Фидан Октай кызы – диссертант Бакинского государственного университета; e-mail: azmbi@mail.ru

Атакишиева Ямен Юсиф кызы – кандидат биологических наук, доцент, заведующая лабораторией Института микробиологии Национальной академии наук Азербайджана (г. Баку); e-mail: ayemen@mail.ru

Базаева Марина Германовна – кандидат педагогических наук, доцент кафедры основ экологии Естественно-экологического института Московского государственного областного университета; e-mail: manrat@mail.ru

Бакташева Надежда Мацаковна – доктор биологических наук, профессор кафедры ботаники, почвоведения и биологии экосистем Астраханского государственного университета; e-mail: baktashevanm@yandex.ru

Булугин Фёдор Владиленович – доктор технических наук, старший научный сотрудник, начальник лаборатории Всероссийского научно-исследовательского института оптико-физических измерений (г. Москва); e-mail: bulugin@vniiofi.ru

Ганбаров Худаверди Ганбар оглы – доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой микробиологии Бакинского государственного университета; e-mail: azmbi@mail.ru

Гасеми Мехти Байрам оглы – диссертант Института Национальной академии наук Азербайджана (г. Баку); e-mail: ayemen@mail.ru

Голубкина Надежда Александровна – доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник Научно-исследовательского института питания Российской академии медицинских наук (г. Москва); e-mail: segolubkina@rambler.ru

Гулиева Гюльнара Амиркули кызы – диссертант Института микробиологии Национальной академии наук Азербайджана (г. Баку); e-mail: azmbi@mail.ru

Гусейнова Лала Абуяли кызы – кандидат биологических наук, сотрудник кафедры микробиологии Бакинского государственного университета; e-mail: azmbi@mail.ru

Гюльяхмедов Сахиб Гурбан оглы – кандидат биологических наук, доцент кафедры биохимии и биотехнологии Бакинского государственного университета; e-mail: sahib66@rambler.ru

Джатдоева Диана Тохтаровна – аспирант кафедры естествознания и методики его пре-

подавания Карачаево-Черкесского государственного университета им. У.Д. Алиева (г. Карачаевск); e-mail: dianakaraketova@mail.ru

Занин Анатолий Михайлович – кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Института химической физики им. Н.Н. Семенова Российской академии наук (г. Москва); e-mail: s.stovbun@chph.ras.ru

Иванов Александр Львович – доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой ботаники и фармакогнозии, декан медико-биолого-химического факультета, заслуженный профессор Ставропольского государственного университета, Почётный работник Высшего профессионального образования РФ; e-mail: ali-ivanov@mail.ru

Казакова Татьяна Алексеевна – заведующая лабораторией кафедры общей и аналитической химии Естественно-экологического института Московского государственного областного университета; e-mail: tanyakasakova@mail.ru

Капитальчук Иван Петрович – кандидат географических наук, директор Научно-исследовательского института экологии и природных ресурсов; e-mail: imkapital@mail.ru

Капитальчук Марина Владимировна – кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники и экологии Приднестровского государственного университета им. Т.Г. Шевченко; e-mail: imkapital@mail.ru

Касумов Немат Аббасали оглы – доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой физиологии растений Бакинского государственного университета; e-mail: azmbi@mail.ru

Ковалёва Ольга Александровна – кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники Ставропольского государственного университета; e-mail: kraibetovanny777@mail.ru

Кособокова Светлана Рудольфовна – доцент кафедры ботаники, почвоведения и биологии экосистем биологического факультета Астраханского государственного университета; e-mail: kossveru@mail.ru

Кулиев Акиф Алекбер оглы – доктор биологических наук, профессор, декан биологического факультета Бакинского государственного университета; e-mail: sahib66@rambler.ru

Ларькова Мария Сергеевна – аспирант кафедры физической географии мира и геоэкологии географического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова; e-mail: larkova.maria@gmail.com

Лясковский Владимир Леонидович – кандидат физико-математических наук, начальник сектора электронной и зондовой микроскопии Всероссийского научно-исследовательского института оптико-физических измерений (г. Москва); e-mail: vlyask@vniiofi.ru

Мартынов Николай Владимирович – аспирант кафедры ботаники и основ сельского хозяйства Естественно-экологического института Московского государственного областного университета; e-mail: nvmartynof@rambler.ru

Мелик-Гусейнов Валерий Владимирович – доктор биологических наук, профессор кафедры фармации Пятигорского фармацевтического института; e-mail: pharmval@mail.ru

Мурадов Панах Зулфигар оглы – доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент Национальной академии наук Азербайджана (г. Баку), заместитель директора Института микробиологии Национальной академии наук Азербайджана (г. Баку); e-mail: mpanah@mail.ru

Немирова Евдокия Сергеевна – профессор, доктор биологических наук, заведующая кафедрой ботаники и основ сельского хозяйства Естественно-экологического института Московского государственного областного университета; e-mail: mgoubotanica2006@rambler.ru

Садыгов Адил Сейид оглы – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник Института ботаники Национальной академии наук Азербайджана (г. Баку); e-mail: azmbi@mail.ru

Садыхова Фахранда Амир кызы – доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой эпидемиологии и микробиологии Азербайджанского государственного института усовершенствования врачей им. Азиза Алиева (г. Баку); azmbi@mail.ru

Сероглазова Наталия Григорьевна – аспирант, старший лаборант кафедры ботаники, почвоведения и биологии экосистем Астраханского государственного университета; e-mail: seroglazova_@mail.ru

Скоблин Алексей Алексеевич – кандидат физико-математических наук, научный сотрудник Института химической физики им. Н.Н. Семенова Российской академии наук (г. Москва); e-mail: s.stovbun@chph.ras.ru

Стовбун Сергей Витальевич – кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Института химической физики им. Н.Н. Семенова Российской академии наук (г. Москва); e-mail: s.stovbun@chph.ras.ru

Реза Талаеи – аспирант геологического факультета Бакинского государственного университета; e-mail: RZTALA@yahoo.com

Рыбин Юрий Маратович – кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник Московского авиационного института (Государственный технический университет); e-mail: rum49@rambler.ru

Твердислов Всеволод Александрович – доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой биофизики физического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова; e-mail: tverdislov@mail.ru

Ульбаев Тимур Саитович – аспирант кафедры основ экологии Естественно-экологического института Московского государственного областного университета; e-mail: chemf.mpgu@rambler.ru

Федоренко Владимир Сергеевич – научный сотрудник Всероссийского научно-исследовательского института оптико-физических измерений (г. Москва); e-mail: fedor@vniiiofi.ru

Хлебосолова Ольга Анатольевна – доктор педагогических наук, доцент, профессор, заведующая кафедрой общей физической географии и охраны природы Естественно-экологического института Московского государственного областного университета Московского государственного областного университета; e-mail: o.hlebosolova@mail.ru