

№3 (98) 2011
Выпуск 14

НАУЧНЫЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ ЖУРНАЛ

Основан в 1995 г.

Журнал входит
в Перечень ведущих рецензируемых
научных журналов и изданий,
выпускаемых в Российской Федерации,
в которых рекомендуется публикация
основных результатов диссертаций
на соискание ученых степеней
доктора и кандидата наук

Учредитель:
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Белгородский государственный университет»

Издатель:
Белгородский государственный
университет.
Издательство БелГУ
Журнал зарегистрирован
в Федеральной службе по надзору за соблюдением
законодательства
в сфере массовых коммуникаций
и охраны культурного наследия
Свидетельство о регистрации средства массовой
информации ПИ № ФС 77-21121 от 19 мая 2005 г.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА

Главный редактор

Л.Я. Дятченко,
ректор Белгородского государственного
университета, доктор социологических наук,
профессор

Зам. главного редактора

А.П. Пересыткин,
проректор по научной работе Белгородского
государственного университета, кандидат
педагогических наук

Ответственные секретари:

В.М. Московкин, доктор
географических наук, профессор
(Белгородский государственный
университет)

Е.Н. Кролевецкая,
кандидат педагогических наук,
доцент кафедры педагогики Белгородского
государственного университета

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ СЕРИИ ЖУРНАЛА

Председатель редколлегии

Л.Я. Дятченко,
ректор Белгородского государственного
университета, доктор социологических наук,
профессор

Главный редактор серии

А.В. Присный,
доктор биологических наук, доцент
(Белгородский государственный
университет)

Заместители главного редактора:

О.Е. Лебедева,
доктор химических наук, профессор
(Белгородский государственный
университет)

НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ Белгородского государственного университета Естественные науки

Belgorod State University Scientific Bulletin Natural sciences

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЯ

«Окская флора» в Приокско-Террасном заповеднике, и охранный статус ее видов. **Н.Н. Зеленская 5**

Флора Ровеньского района (Белгородская область) и ее анализ.
Р.А. Колчанов, А.Ф. Колчанов, А.Ю. Курской 13

Биологические особенности шиповника в условиях Исык-Кульской области Кыргызстана. **А.К. Кудайбергенова 21**

Особенности морфологического строения семян видов и сортов *Chrysanthemum* L. **А.С. Стецович, О.А. Сорокопудова, Д.А. Колесников 26**

Семенная продуктивность однолетних цветочных культур в условиях Белгородской области. **Н.В. Коцарева, Т.П. Шульпекова 31**

Состояние сообщества микрофитобентоса одесского побережья в районах с различной антропогенной нагрузкой. **А.В. Рачинская 35**

Сравнительная оценка видового разнообразия микроскопических грибов в атмосфере различных функциональных зон г. Белгорода.
М.И. Василенко, Ю.И. Заика 42

Сравнительная экологическая оценка устойчивости дуба черешчатого к некоторым болезням ствола в южнолесостепных дубравах.
А.В. Дунаев, Е.Н. Дунаева, С.В. Калугина 49

Показатели содержания тяжёлых металлов в листьях *Geum urbanum* L. и *Geum rivale* L, произрастающих на территории Белгородской области.
Т.В. Бурченко, А.В. Лазарев 59

Содержание кадмия и свинца в высших растениях на территории Красненского района Белгородской области. **А.А. Романькова, И.В. Батлуцкая 68**

Особенности микробиоты толстого кишечника теплокровных животных при дисбактериозе, обусловленном действием дельта-эндотоксина *Bacillus thuringiensis*. **Е.Г. Климентова, Л.К. Каменек, А.А. Купцова 76**

Роль энтомофагов в снижении численности яблонного цветоеда.
Н.Д. Евтушенко, И.В. Забродина 84

Эффективность инсектицидов при защите ярового рапса от главнейших вредителей до цветения. **С.В. Станкевич, Н.В. Федоренко 91**

Морфометрическая структура популяций *Serapea vindobonensis* Fer. в урбаладшафте степной зоны Украины (факторный анализ).
Л.Н. Хлус 95

Эколого-генетическая диагностика состояния и методы восстановления популяций животных городских особо охраняемых природных территорий (на примере модельных видов в городе Москве).
В.М. Макеева, А.В. Смунов 104

Материалы к орнитофауне пригородных урочищ Белгорода.
И.Р. Бёме, А.Г. Вакуленко 111

А.Г. Корнилов,
доктор географических наук, профессор
(Белгородский государственный
университет)

Ответственный секретарь

Ю.Н. Куркина,
кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент (Белгородский государственный
университет)

Члены редколлегии:

Л.Н. Белятинская, доктор химиче-
ских наук, профессор (Белгородский
государственный университет)

И.В. Батлуцкая, доктор биологиче-
ских наук, доцент (Белгородский
государственный университет)

А.И. Везенцев, доктор технических наук,
профессор (Белгородский
государственный университет)

Р. Виттиг, доктор, профессор
(Университет им. И.В. Гете,
Франкфурт-на-Майне)

А.Ф. Колчанов, кандидат биологических
наук, профессор (Белгородский
государственный университет)

Ф.Н. Лисецкий, доктор географических
наук, профессор (Белгородский
государственный университет)

С.В. Лукин, доктор географических
наук, профессор (Белгородский
государственный университет)

А.Н. Петин, доктор географических наук,
профессор (Белгородский
государственный университет)

С.В. Сергеев, доктор технических
наук, профессор (Белгородский
государственный университет)

В.Н. Сорокопудов, доктор
сельскохозяйственных наук, профессор
(Белгородский государственный
университет)

В.К. Тохтарь, доктор биологических
наук, старший научный сотрудник
(Белгородский государственный
университет)

М.З. Федорова, доктор
биологических наук, профессор
(Белгородский государственный
университет)

Ю.Г. Чендев, доктор
географических наук, профессор
(Белгородский государственный
университет)

В.С. Шилова, доктор педагогических
наук, профессор (Белгородский
государственный университет)

Подготовила к выпуску
Т.Г. Лагутина

Оригинал-макет **А.В. Присный**,
Н.А. Гапоненко

E-mail: prisniy@bsu.edu.ru

Подписано в печать 10.03.2011

Формат 60×84/8

Гарнитура Georgia, Impact

Усл. п. л. 25,39

Тираж 1000 экз.

Заказ 38

Подписные индексы в каталоге агентства :
«Роспечать» – 81466,
в объединенном каталоге
«Пресса России» – 39723

Оригинал-макет тиражирован
в издательстве Белгородского
государственного университета
Адрес: 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85

Структура сообществ и плотность населения гнездящихся птиц
в пойменных дубравах среднего течения р. Большой Иргиз.

А.Н. Гудина 117

Территориальное поведение бобра обыкновенного (*Castor fiber*
Linnaeus, 1758): проблемы и перспективы исследований.

А.В. Емельянов 127

Экологические особенности локальной популяции крапчатого
суслика – *Spermophilus suslicus* (Guldenstaedt 1770), населяющей город-
ское кладбище. **С.В. Пиванова, Ю.Э. Шубина 134**

Влияние постоянного магнитного поля на показатели системы крови
и созревание сперматозоидов *Rana ridibunda* Pall. **А.А. Присный,**
С.В. Кулько, Т.А. Пигалева 141

Межпопуляционные различия биохимических параметров гемолимфы
Helix pomatia L. **В.К. Ракочий 145**

Миграционная активность гемоцитов позвоночных животных при
различной температуре. **С.Д. Чернявских, М.З. Федорова,**
Д.Х. Кует, В.В. Тхань, Н.А. Забияков 150

Оценка действия тепловой нагрузки на морфофункциональные
характеристики лимфоцитов крови в опытах *in vivo* и *in vitro*.

Е.В. Зубарева, М.З. Фёдорова, С.В. Надеждин,

Н.А. Павлов 155

Оценка токсичности заготовок для имплантатов из никелида титана
в опытах *in vitro*. **С.В. Надеждин, М.Г. Ковалева, А.Я. Колпаков,**
А.И. Поплавский, М.И. Москаленко, И.О. Яржомбек 163

ХИМИЯ

Разработка монтмориллонит содержащей матрицы биоактивного
сорбирующего раневого покрытия. **К.Н. Касанов, В.А. Попов,**
М.В. Успенская, В.С. Соловьев, Д.Н. Макин, А.И. Везенцев,
Н.Ф. Пономарева, В.М. Мухин 168

Взаимодействие *l*-лизина с додецилсульфатом натрия.

Гермашева И.И., Глухарева Н.А., Прохорова Г.В. 174

Химическое изучение флавоноидов будры плющевидной (*Glechoma*
hederaceae L.). **Д.И. Писарев, О.О. Новиков, В.Н. Сорокопудов,**
А.С. Шабельникова, Н.Н. Нетребенко 179

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Региональные особенности развития и распространения экзогенных
геоморфологических процессов на территории Белгородской области.

Л.И. Белоусова 186

Гидрогеологические условия утилизации оборотных вод
хвостохранилища алмазоносного месторождения «Мир» в Республике
Саха-Якутия. **И.П. Бурлуцкая, И.В. Погорельцева 193**

Опыт разработки богатых железных руд Яковлевского месторождения
КМА. **С.В. Сергеев, А.И. Лябах, Д.А. Зайцев 200**

Природные перспективы развития экологического туризма
в Урало-Сибирском регионе (на примере Пермского края и Республики
Хакасия). **М.С. Оборин, В.В. Непомнящий 209**

Сведения об авторах 221

Информация для авторов 224

**№3 (98) 2011
Issue 14**

SCIENTIFIC PEER-REVIEWED JOURNAL

Founded in 1995

The Journal is included into the list of the leading peer-reviewed journals and publications coming out in the Russian Federation that are recommended for publishing key results of the theses for Doktor and Kandidat degree-seekers.

Founder:

State educational establishment of higher professional education
«Belgorod State University»

Publisher:

Belgorod State University
BSU Publishing house

The journal is registered in Federal service of control over law compliance in the sphere of mass media and protection of cultural heritage

Certificate of registration of mass media
ПИ № ФС 77-21121 May 19, 2005.

EDITORIAL BOARD OF JOURNAL

Editor-in-chief

L.J. Djatchenko,
Rector of Belgorod State University, doctor of sociological sciences, professor

Deputy editor-in-chief

A.P. Peresyplin,
Vice-rector for scientific research of Belgorod State University, candidate of pedagogical sciences

Assistant Editor

V.M. Moskovkin,
Doctor of geographical sciences, professor of world economy department Belgorod State University

E.N. Krolevetskaya,

Candidate of pedagogical sciences, associate professor of Pedagogics department of Belgorod State University

EDITORIAL BOARD OF JOURNAL SERIES

Chairman of editorial series

L.J. Djatchenko,
Rector of Belgorod State University, doctor of sociological sciences, professor

Chief editor:

A.V. Prisnyi,
Doctor of biological sciences, professor (Belgorod State University)

Deputies of chief editor:

O.E. Lebedeva,
Doctor of chemical sciences, professor (Belgorod State University)

A.G. Kornilov,

Doctor of geographical sciences, professor (Belgorod State University)

**Belgorod State University
Scientific Bulletin**

Natural sciences

НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ

Белгородского государственного университета

Естественные науки

CONTENTS

BIOLOGY

«Okskaya Flora» in the Prioksko-Terrasny Reserve and Species Reservation Status. **N.N. Zelenskaya 5**

Florae of Rovenky District (Belgorod Region) and its Analysis.

R.A. Kolchanov, A.F. Kolchanov, A.Yu. Kurskoy 13

Biological Peculiarities of Prickly Rose in Issyk-Kul Region of Kyrgyzstan.

A.K. Kudaibergenova 21

Features of Morphological Achene Structure of Species and Varieties of

Chrysanthemum L. **A.S. Stetsovich, O.A. Sorokorudova,**

D.A. Kolesnikov 26

Seed production of Annual Floral Cultures in the Belgorod Region.

N.V. Kotsareva, T.P. Shul'pekova 31

The State of Association of Microphytobenthos of Odessa Coastal Zone of

Regions with Different Anthropogenic Influence. **A.V. Rachinskaya 35**

Comparative Estimation of the Specific Variety of Microscopic fungi in the Atmosphere of Sifferent Functional Zones of the City of Belgorod.

M.I. Vasilenko, Yu.I. Zaika 42

The Comparative Ecological Estimation of Stability of the Pedunculate Oak

to Some Diseases of the Trunk in Southern-Forest-Steppe Oak Forest.

A.V. Dunaev, E.N. Dunaeva, S.V. Kalugina 49

Parameters of Heavy Metals Content in the Leaves of *Geum urbanum* L. and

Geum rivale L., Growing in the Belgorod Region. **T.V. Burchenko,**

A.V. Lazarev 59

The cadmium and Lead Content in the Higher Plants in Krasnensky District

of the Belgorod Region. **A.A. Roman'kova, I.V. Bathutskaya 68**

Features of the Microbiota of the Large Intestine of Warm-blooded Animals

During Dysbacteriosis Due to the Action of delta-Endotoxin of *Bacillus*

thuringiensis. **E.G. Klimentova, L.K. Kamenek, A.A. Kuptsova 76**

The Role of Entomophages in the Reduction of Apple Blossom Weevil

Quantity. **N.D. Yevtushenko, I.V. Zabrodina 84**

Effectiveness of Insecticides in the Protection of Spring Rape Against Major

Pests Before Florescence. **S.V. Stancevich, N.V. Fedorenko 91**

Morfometric Structure of *Cepaea vindobonensis* Fer. Populations in

Urbolandscape of Ukrainian Steppe Zone (the Factorial Analysis).

L.N. Khlus 95

Ecological and-Genetic Diagnosis of the Condition and Methods of Restoring

Animal Populations in Protected Areas as Exemplified by Model Species in

Moscow. **V.M. Makeeva, A.V. Smurov 104**

Materials on Avifauna of the Suburban Tracts of Belgorod. **I.R. Beme,**

A.G. Vakulenko 111

Communities Structure and Densities of Breeding Birds in Flood-Lands Oak

Forests at Middle Course of Big Irgiz River. **A.N. Gudina 117**

Territorial Behaviour of the Beaver (*Castor fiber* Linnaeus, 1758): Problems

and Prospects of Researches. **A.V. Emelyanov 127**

Responsible secretary:

Yu.N. Kurkina,

Candidate of agricultural sciences, associate professor (Belgorod State University)

Members of editorial board:

L.N. Balyatinskaya, Doctor of chemical sciences, professor (Belgorod State University)

I.V. Bathlutskaya, Doctor of biological sciences, professor (Belgorod State University)

A.I. Vezentsev, Doctor of technical sciences, professor (Belgorod State University)

Rudiger Wittig, Doctor, professor (I.V. Gete University, Frankfurt-on-Mine)

A.F. Kolchanov, Candidate of biological sciences, professor (Belgorod State University)

F.N. Lisetskiy, Doctor of geographical sciences, professor (Belgorod State University)

S.V. Lukin, Doctor of geographical sciences, professor (Belgorod State University)

A.N. Petin, Candidate of geographical sciences, professor (Belgorod State University)

S.V. Sergeev, Doctor of technical sciences, professor (Belgorod State University)

V.N. Sorokopudov, Doctor of agricultural sciences, professor (Belgorod State University)

V.K. Tokhtar, Doctor of biological sciences, senior scientific employee (Belgorod State University)

M.Z. Fiodorova, Doctor of biological sciences, professor (Belgorod State University)

Yu.G. Chendev, Doctor of geographical sciences, professor (Belgorod State University)

V.S. Shilova, Doctor of pedagogical sciences, professor (Belgorod State University)

Prepared for publication copy-editor

T.G. Lagutina

Page layout by *A.V. Prisniy*

N.A. Gaponenko

E-mail: prisniy@bsu.edu.ru

Passed for printing 10.03.2011

Format 60×84/8

Typeface Georgia, Impact

Printer's sheets 25,39

Circulation 1000 copies

Order 38

Subscription reference in Rospechat'

agency catalogue – 81466,

In joint catalogue Pressa Rossii – 39723

Dummy layout is replicated

at Belgorod State University Publishing House

Address: 85, Pobedy str., Belgorod, Russia, 308015

The Ecological Peculiarities of the spotted souslik – *Spermophilus suslicus* (Guldenstaedt 1770) population Inhabited the Town Cemetery.

S.V. Pivanova, Yu.E. Shubina 134

Influence of a Constant Magnetic Field on Morphophysiology Parameters of Blood System and Sperm Cells of *Rana ridibunda* Pall. **A.A. Prisny, S.V. Kulko, T.A. Pigaleva 141**

Interpopulation Distinctions of *Helix pomatia* L. Haemolymph Biochemical Parameters. **V.K. Rakochii 145**

Migration Activity of Blood Cells of Vertebrate Animals at Different Temperatures. **S.D. Chernyavskikh, M.Z. Fedorova, D.H. Quyet, V.V. Thanh, N.A. Zabinyakov 150**

The Estimation of Heat Load Influence on the Blood Lymphocytes' Morphofunctional Characteristics in the in vivo and in vitro Tests.

E.V. Zubareva, M.Z. Fedorova, S.V. Nadezhdin, N.A. Pavlov 155

Toxicity Estimation of Objects for the Titanium Nickelide Implants in the in vitro Experiments. **S.V. Nadezhdin, M.G. Kovaleva, A.Ya. Kolpackov, A.I. Poplavskij, M.I. Moscalenko, I.O. Yarzhombek 163**

CHEMISTRY

The Development of the Montronite Containing Matrix of the Bioactive sorbing Traumatic Coating. **K.N. Kasanov, V.A. Popov, M.V. Uspenskaya, V.S. Soloviev, D.N. Makin, A.I. Vesentsev, N.F. Ponomareva, V.M. Mukhin 168**

The Interaction of *l*-Lysine and Sodium Dodecyl sulfate. **I.I. Germasheva, N.A. Glukhareva, G.V. Prokhorova 174**

The Chemical Study of Tunhoof (*Glechomae hederaceae* L.) Flavonoids.

D.I. Pisarev, O.O. Novikov, V.N. Sorokopudov, A.S. Shabelnikova, N.N. Netrebenko 179

EARTH SCIENCES

The Peculiarities of Development and Prolifiration of Exogenous Geomorphologic Processes on the Territory of the Belgorod Region.

L.I. Belousova 186

The Hydrogeological Conditions of the Rewaters Utilization in the Tailing Dump of the Diamond Deposit "Mir" in the Republic of Sakha, Yakutia.

I.P. Burlutskaya, I.V. Pogoreltsev 193

The Experience of the Rich Iron Ores Opencast in the Deposit of Jakovlevsky Region KMA (Kursk Magnetic Anomaly). **S.V. Sergeev, A.I. Ljabah, D.A. Zaytsev 200**

The Natural Prospects of the Ecological Tourism Development in the Urals and Siberian Region (on the Example of the Perm region and the Republic of Khakasiya). **M.S. Oborin, V.V. Nepomnachy 209**

Information about Authors 221

Information for Authors 224

БИОЛОГИЯ

УДК УДК 581.524.44

«ОКСКАЯ ФЛОРА» В ПРИОКСКО-ТЕРРАСНОМ ЗАПОВЕДНИКЕ И ОХРАННЫЙ СТАТУС ЕЕ ВИДОВ

Н.Н. Зеленская

*Институт фундаментальных
проблем биологии РАН,
142290 г. Пуцино,
ул. Институтская, 2*

*Приокско-Террасный заповед-
ник, 142200 Московская обл.,
м. Данки*

E-mail: zelen@rambler.ru

По итогам многолетних исследований в рамках программы комплексного экологического мониторинга ФГУ «Приокско-Террасный государственный природный биосферный заповедник» дана оценка современного состояния степных сообществ в лесной зоне. Выработаны рекомендации по совершенствованию режима содержания степных фитоценозов в условиях неполного экотопа. Обоснована необходимость расширения границ заповедника. Указаны виды, требующие юридического оформления охранного статуса.

Ключевые слова: «окская флора», степные фитоценозы, охрана редких видов.

В 100 км к югу от Москвы – в пределах распространения современной лесной зоны – на территории Приокско-Террасного государственного природного биосферного заповедника (ПТБЗ) сохранились уникальные фрагменты степной растительности, получившие в научной литературе название «окская флора». Статус заповедного участка получил в 1945 году. Однако особый режим поддерживался здесь с 1866 года, со времени открытия Н.Н. Кауфманом уникального богатства флоры в долине Оки [1]. Распространение степных элементов так далеко на север рассматривается учеными как ботанический феномен и привлекает их внимание уже полтора века [2, 3, 4, 5-9]. Исследования последних десятилетий показали, что в ПТБЗ произрастают вполне сформированные лугово-степные фитоценозы, близкие по составу луговым степям Центрально-Черноземного заповедника (ЦЧЗ) [2, 10, 11].

Цель наших исследований – оценить современное состояние степных сообществ ПТБЗ; проверить соответствие охранного статуса редких видов современному состоянию их популяций; скорректировать меры содержания степных сообществ на малой территории заповедника.

Объект и методика исследований

Заповедник расположен на левом берегу р. Ока, в месте, где она меняет направление своего течения с меридианального на широтное. Ока служит естественной границей, разделяющей типично широколиственные леса правого и хвойно-широколиственные леса левого ее берегов. Площадь ПТБЗ – около 5000 га. Рельеф представлен террасированной равниной, полого наклоненной с севера на юг, с перепадом высот от 106 м у берега Оки, до 182 м на водоразделах. В южной части заповедника долина Оки имеет несколько выраженных террас; северная часть территории представляет собой выровненные водоразделы притоков Оки. Степные участки занимают нижние надпойменные террасы долины Оки – урочище Долы – характерным элементом рельефа которых являются песчаные валы протяженностью до 3 км. Выровненные участки между песчаными валами собственно и получили название «долы».

Почвообразующими породами на территории заповедника являются песчаные отложения водно-ледникового и аллювиального происхождения. В разных частях за-



поведника под песками на глубине 75 – 200 см залегают известняки или глины каменноугольного возраста. В местах проседания известняков образуются карстовые воронки. Почвенное обследование Долов [12] показало, что степная растительность в заповеднике приурочена к дерновым насыщенным оподзоленным супесчаным и дерновым насыщенным среднесуглинистым, слабокислым или нейтральным почвам. Мощность аллювия колеблется здесь от 9 до 40 см, содержание гумуса высокое (от 6 до 12%), с преобладанием в поглощающем комплексе кальция над магнием.

Южная и северная части заповедника четко делятся на два природных микрорайона, которые заметно отличаются своими климатическими показателями [13]. Южный район – пойма и нижние надпойменные террасы – в отличие от северных плакорных участков, характеризуется наличием южных изофрен, более высокой среднесуточной температурой на протяжении вегетационного периода, более высоким испарением с открытой водной поверхности. Такие климатические особенности, наряду с хорошим дренажом на песках и вымоканием всходов деревьев при затяжных паводках, определяют ускоренное развитие травянистых растений и возможность произрастания здесь типично степных видов.

Ареал степняков ПТБЗ является изолированным и представляет собой самую северную точку произрастания степных сообществ. Структурный состав степной растительности Долов типичен для северных вариантов луговых степей, эталоном которых признан Центрально-Черноземный заповедник. Здесь также доминантами являются плотнoderновинные злаки – ковыль (*Stipa pennata*) и типчак (*Festuca valesiaca*), с участием рыхлокустовой степной тимофеевки (*Phleum phleoides*). Велика роль бобовых: клевера горного (*Trifolium montanum*) и клевера альпийского (*T. alpestre*), разнотравья: подмаренника (*Galium verum*), земляники зеленой (*Fragaria viridis*), лабазника (*Filipendula vulgaris*), лапчатки песчаной (*Potentilla arenaria*); заметно участие осок *Carex praecox*, *C. caryophyllea*. Местами обильно разрастаются степные кустарники – вишня степная (*Cerasus fruticosa*) и дрок красильный (*Genista tinctoria*). Изредка встречаются виды, объединяющие собственно степную и лугово-степную флоры – тюльпан Биберштейна (*Tulipa biebersteiniana*), козелец пурпурный (*Scorzonera purpurea*), девясил шершавый (*Inula hirta*) и др.

Отличительная особенность стенных сообществ ПТБЗ – это наличие в ее составе небольшого количества южно-сибирских и горностепных видов (*Draba sibirica*, *Carex obtusata*, *Melica picta* и др.). Вероятнее всего, они составляют самое древнее флористическое ядро «окской флоры», распространившись по Среднерусской возвышенности дизъюнктивными ареалами в ледниковое или межледниковое время [6].

До 70-х годов XX века изучение «окской флоры» носило, главным образом, флористическую направленность. Комплексные фитоценологические исследования в Долах провел В.И. Данилов (с 1975 по 1985 год) и получил ряд данных, позволяющих говорить о родстве степных сообществ ПТБЗ и ЦЧЗ [2, 11, 12]. В рамках наших исследований были получены фитоценологические характеристики степного сообщества Долов – обилие, проективное покрытие, жизненное состояние и продуктивность всех видов, фиксируемых на трех стационарных площадках вдоль градиента влажности (с 1998 по 2009 год). Геоботанические исследования проводились по методике В.И. Данилова [11], что позволило сравнить два 11-летних цикла. В течение вегетационных сезонов фиксировались также особенности фенологии доминирующих степных видов, оценивалось состояние популяций отдельных редких видов [14]. Исследованы архивные и получены новые данные о состоянии наиболее близких колоний степных растений. Учет основных метеорологических характеристик в Долах выполнен станцией комплексного фонового мониторинга ПТБЗ.

Результаты

Анализ полученных и литературных данных показывает, что современные степные сообщества ПТБЗ имеют сходство с небольшими степными фрагментами, расположенными по обоим берегам реки Ока, как в Московской, так и в Тульской, Рязанской, Нижегородской, Калужской областях. Степным участкам в Долах наиболее

близки по составу небольшие степные «островки» в Московской области (в Серпуховском, Озерском, Коломенском районе). Здесь также доминируют ковыль (*S. pennata*), типчак (*F. valesiaca*), степная тимофеевка (*Ph. phleoides*), встречаются *Carex obtusata*, *M. picta*, *Fritillaria ruthenica*, *T. biebersteiniana* и другие степные виды, отмеченные в заповеднике. Но эти территории нарушены интенсивной распашкой, поэтому степные фитоценозы представлены здесь фрагментарно. Самый близкий по расположению степной участок расположен у села Никифорово Серпуховского района. Здесь отмечены многие степные виды, характерные для ПТБЗ – *S. pennata*, *C. obtusata*, *M. picta*, *F. ruthenica*, *T. biebersteiniana*. Здесь организован заказник, но и он пострадал недавно от несанкционированной распашки.

«Окская флора» в Тульской и Калужской областях менее богата степными элементами. Здесь отсутствует ковыль, а из злаков доминирует сочетание видов *Helictotrichon pubescens*, *P. pleoides*, *F. valesiaca* или *Dactylis glomerata*, *Festuca pratensis*. Содоминантами выступают, как и в ПТБЗ, бобовые: *Medicago falcata*, *T. montanum*, *T. alpestre*. В разнотравье преобладают *F. viridis*, *G. verum*, *Salvia pratensis*, *Geranium sanguineum*, реже встречаются *D. cuneatum*, *S. ochroleuca*, *P. kaufmanii*, *Asparagus officinalis*, *Campanula bononiensis*, *I. hirta* и другие характерные виды «окской флоры». Зато фрагменты правобережья крупнее. Еще несколько участков лугово-степной растительности на левом и правом берегах Оки характеризуются преобладанием типчака (*Festuca valesiaca*) и степного разнотравья (*G. verum*, *F. viridis*, *F. vulgaris*, *Medicago falcata*, *S. ochroleuca*, *Veronica chamaedris*, *S. pratensis*). На правом берегу Оки, в окрестностях Пушино, зафиксированы многие редкие виды, численность которых невелика или сокращается в ПТБЗ (*P. kaufmanii*, *Scorzonera purpurea*, *I. hirta*, *Veronica spuria*). Так что, от ПТБЗ до современной границы лесостепи прослеживается непрерывная полоса степной растительности, правда представленная лишь на южных склонах, не затронутых распашкой.

Сравнение данных разных десятилетий позволяет сделать вывод о том, что степные сообщества ПТБЗ в целом сохраняют свой видовой и структурный состав, но их пограничное положение приводит к значительным флуктуациям в составе растительного сообщества. Ежегодно видовое богатство (видовая насыщенность) степных сообществ Долов может меняться на треть (табл.), составляя в различные сезоны от 51 до 78 видов на 100 м² (26-37 видов на 1 м²), тогда как для целинных участков Стрелецкой степи в ЦЧЗ, например, приводятся цифры 99–103 вида на 100 м² и 60–66 видов на 1 м².

Таблица

Динамика видовой насыщенности в лугово-степных ассоциациях ПТБЗ

Площадь	Годы наблюдений										
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	среднее
Ассоциация <i>Stipa pennata</i> – разнотравье											
100 м ²	64	64	43	57	70	70	75	56	65	73	64
1 м ²	31	33	30	30	26	28	35	28	30	33	30
Ассоциация <i>Festuca valesiaca</i> – разнотравье											
100 м ²	57	58	54	59	63	67	68	56	62	70	61
1 м ²	36	32	29	35	29	32	37	28	32	34	32
Ассоциация <i>Phleum phleoides</i> – разнотравье											
100 м ²	61	51	52	53	66	62	64	57	68	68	60
1 м ²	29	31	29	33	33	30	36	26	35	37	32

Зато в условиях заметного потепления климата, отмеченного на Европейской территории России за последние 10 лет [15, 16], степные сообщества Долов сравнялись с эталонными степями ЦЧЗ по такой важной характеристике как продуктивность. При косимом режиме содержания, их средняя надземная продукция возросла до 3.30 т/га, в то время как в цикле 1975-1985 годов она достигала лишь 2.2 т/га [15].

Надо отметить, что ПТБЗ играет особую роль в сохранении генофонда растений Русской равнины, прежде всего евразийских и европейско-кавказских степных видов.



Большинство видов степной флоры заповедника обладает особым природоохранным статусом. Четыре вида включены в Красную книгу РФ, два десятка степных видов включены в Красную книгу Московской области [17]. Многолетний мониторинг популяций редких степных видов, позволяет дать характеристику их современного состояния на территории заповедника и ближайших окрестностей. Ниже мы приводим список наиболее ценных в научном отношении видов «окской флоры», произрастающих на территории ПТБЗ, с указанием их природоохранного статуса и современного состояния.

Виды, включенные в Красную Книгу РФ.

Ковыль перистый – *S. pennata* L. Определен П.А. Смирновым как подвид *Stipa joannis* Celak (forma *okensis*). Евразийский степной вид. В Красной книге РФ – редкий вид (3 категория), в Красной книге Московской области – находится под угрозой исчезновения (1 категория). Популяция ПТБЗ представляет собой изолированный ареал, самую северную точку распространения. Определен П.А. Смирновым как «пойменный» вид. По наблюдениям Смирнова, еще в 50-е годы встречался в притеррасной пойме, на гривистых участках Долов, на опушках остепненных сосновых лесов, реже выходя за пределы заливной линии. Сейчас произрастает главным образом на нижних террасах, на степных участках Долов, очень редко – на опушках остепненных сосновых лесов. Цветет, плодоносит. В Ковыльном доле сохраняет доминирующее положение. Популяция насчитывает несколько сот особей.

Кизильник алаунский – *Cotoneaster alaunicus* Golits. Эндемик Среднерусской возвышенности – Центральная часть Средней России. В Московской области находится на северной границе ареала (известно только три местонахождения). Вид Красной книги РФ (3 категория), Красной книги Московской области (1 категория). В ПТБЗ растет только один куст. Уже практически не плодоносит. В 1999 г. была предпринята попытка получить жизнеспособные черенки, но она не увенчалась успехом. Работы по получению жизнеспособных черенков целесообразно продолжить, поскольку уже сейчас в литературе кизильник ПТБЗ представлен то как вид степной, то как вид борельной флоры.

Рябчик русский – *F. ruthenica* Wikstr. Евразийский вид степной зоны, имеющий в данном участке окской долины изолированное местонахождение. Северная граница ареала. Вид Красной книги РФ (3 категория), Красной книги Московской области (редкий, сокращающийся в численности вид – 2-3 категории). В Долах прекрасно развивается (цветет и плодоносит). В отдельные годы обилен. Во влажные годы отмечены крупные экземпляры, имеющие до 9 цветков.

Рябчик шахматный – *Fritillaria meleagris* L. Евросибирский лесостепной вид. Вид Красной книги РФ (3 категория) и Московской обл. (2 категория). Впервые отмечен на территории ПТБЗ в 1974 году. В последние годы изолированная популяция занимает несколько десятков метров в смешанном лесу (кв. 7), регулярно цветет и плодоносит.

Виды, включенные в Красную книгу Московской области.

Астра дикая – *Aster amellus* L. Европейско-западносибирский вид черноземной полосы, имеющий северную границу ареала в приокских районах. Вид 2 категории. В ПТБЗ встречается изредка на остепненных лугах и на полянах в сосновых лесах в южной части заповедника.

Бурачок Гмелина – *Alyssum gmelinii* Jord. Лугово-степной европейский вид. В Московской области находится на северной границе ареала. Сокращающийся в численности вид (2 категория). Тяготеет к долине р. Оки. В ПТБЗ встречается спорадически, образуя красочные куртины. Чаше встречается от высокой поймы до остепненных боров. Среди степного разнотравья Долов растет единичными экземплярами.

Вероника седая – *Veronica incana* L. Евразийский степной вид. Редкий вид (3 категория). Встречается обычно в боровой полосе и на степных участках поймы. В заповеднике и прилегающих к нему территориях имеет островной ареал. Отмечено, что экземпляры, встречающиеся среди степняков мельче таковых, встречающихся в боровой полосе, прилегающей к Долам.

Вика гороховидная – *Vicia pisiformis* L. Кальцефильный вид, характерный для нагорных дубрав лесостепной зоны. В заповеднике встречается редко. Отдельные экземпляры ежегодно отмечены на протяжении последнего 10-летия в степных ассоциациях. Очень редко отмечается в других кварталах или в окрестностях заповедника.

Вишня степная – *Cerasus fruticosa* Pall. Вид степной зоны (Южная Европа, Северный Кавказ, Азия, на восток – до Китая). В нашем регионе проходит северная граница ареала. Редкий вид (3 категория). В заповеднике тяготеет к южной опушке сосновых лесов. Местами образует обширные заросли до нескольких десятков м², в том числе на остепненных лугах в местах произрастания других степных видов. Кустарник 0,2–1 м высотой, отдельные экземпляры – до 3 м высотой. Цветет регулярно и обильно. Плодоношение скудное, не часто. Последний раз обильное плодоношение отмечено в 2009 году.

Змееголовник Руйша – *Draccephalum ruyschiana* L. Вид степной зоны (восточноевропейско-азиатский вид). Вид 3 категории. Встречается в долинах рек Москва и Ока. В ПТБЗ встречается обыкновенно – в разреженных сосновых лесах и на их опушках, на открытых известняках. Светолюбив. В отдельные годы (2007, 2010) обильно разрастается на полянах и обочинах.

Ирис сибирский – *Iris sibirica* L. Евразийский, южносибирский вид, характерный для юга лесной полосы. Вид 2 категории. В заповеднике встречается довольно обыкновенно – на вырубках, луговинах, вдоль боровой окраины, среди степных ассоциаций. Регулярно цветет и плодоносит.

Козелец пурпурный – *Scorzonera purpurea* L. Евразийский степной и лесостепной вид, имеющий несколько изолированных местонахождений в приокских районах. Сокращающийся в численности вид (2 категория). В ПТБЗ в настоящее время очень редок (отмечен в единственном месте – в типчаковых сообществах на опушке соснового леса в кв. 34 а). На противоположном берегу, близ г. Пушино, нередко встречался на известняковых склонах, сейчас популяция сильно пострадала в результате застройки ставших частными земель.

Лапчатка белая – *Potentilla alba* L. Вид лесостепной зоны. В заповеднике проходит северная граница встречаемости вида. Очень редок (3 категория). Полноценная популяция площадью в несколько десятков метров отмечена вдоль южной границы заповедника (кв. 41) на опушке березового леса Л.В. Денисовой [18].

Ломонос прямой – *Clematis recta* L. Европейско-Средиземноморский вид. Вид 2 категории. В Московской области проходит северная граница ареала. В ПТБЗ встречается спорадически на 1-й, реже на 2-й террасах вдоль боровой окраины, но не далее 1 км от поймы Оки.

Медуница узколистная – *Pulmonaria angustifolia* L. Вид степной зоны (южной половины европейской части черноземной полосы). 3 категория охраны. В ПТБЗ встречается изредка – по светлым лескам высокой поймы и по сухим местам со степными растениями. В Долах – единично.

Мытник Кауфмана – *P. kaufmanii* Pinzger. Вид северных степей (восточноевропейско-западносибирский вид). В области вид 3 категории. В заповеднике встречается изредка – на остепненных лугах и в боровой полосе. Спорадически встречается на противоположном берегу, на остепненных лугах близ г. Пушино.

Осока притупленная – *C. obtusata* Liljebl. Сибирский вид, имеющий несколько крайне малочисленных изолированных местонахождений на Восточно-Европейской равнине. Редкий вид (3 категория). Встречается в южной части заповедника на гривистых участках поймы и на второй террасе окской долины. В Долах вид пока отмечается ежегодно, но в последние годы обилие изменилось от «спорадически» до «единично».

Перловник пестрый – *Melica picta* C. Koch. Европейско-кавказский редкий вид (вид, нуждающийся в охранном статусе, 3 категория). Впервые отмечен П.А.Смирновым в окрестностях д. Лужки и еще в нескольких сохранившихся степных участках близ ПТБЗ в 1923–1924 г. Образует здесь изолированный ареал. Определен П.А. Смирновым как реликт ледникового «рисского» времени, «теплолюбивый горный тип субсредиземноморских дубняков, проникший к нам в одну из теплых фаз...» [6: 61], в Долах он прекрасно развивается. Местами образует заросли.



Прострел раскрытый (Сон-трава) – *Pulsatilla patens* (L.) Mill. Европейский лесостепной вид. В Московской области имеет островной участок ареала. Вид 2 категории. В южных кварталах заповедника в боровой полосе обычен; изредка встречается на степных участках.

Солонечник русский – *Galatella rossica* Novopokr. [*G. punctata* (Waldst. et Kit.) Nees subsp. *rossica* (Novopokr.) Novopokr.]. Евразийский степной вид. Редкий вид (3 категория). В ПТБЗ встречается изредка на остепненных лугах. Был массовым видом, однако в связи с распашкой пойменных лугов почти исчез. На территории Долов (Протопопов дол) был посажен в 1966 г.

Тюльпан Биберштейна – *T. biebersteiniana* Roem. et Schult. Восточноевропейско-среднеазиатский степной вид. Сокращающийся в численности вид (2 категория). В ПТБЗ популяция занимает площадь около 400 м². Цветет нерегулярно, от единичных до нескольких десятков экземпляров. Отмечено увеличение числа цветущих особей после пала 2002 года. Численность цветущих особей в последние годы достигает 100 экз.

Чемерица черная – *Veratrum nigrum* L. Вид степной зоны Евразии. На территории Московской области очень редкое растение (3 категория). В заповеднике встречается в лугово-степных ассоциациях (кв. 34-а), реже – в охранной зоне заповедника. Цветет очень редко. Популяция в несколько десятков экземпляров отмечается в Чемерицевом доле. В жарком и засушливом 2010 году отмечено обильное цветение и плодоношение вида.

Виды, нуждающиеся в особом охранном статусе.

Растения, еще не ставшие редкими, но усиленно истребляемые и заметно сокращающие свой ареал.

Девясил шершавый – *I. hirta* L. Вид луговых степей, имеющий в регионе несколько северных изолированных местонахождений. Встречается в Долах и по борвым опушкам. В отдельные годы еще бывает обилен.

Незабудка душистая – *Myosotis suaveolens* Waldst. et Kit. (*M. popovii* Dobroc.). Вид луговых степей, имеющий северную границу ареала в нескольких местах на междуречье Ока–Москва. В заповеднике еще обычное растение в сообществах степных растений. В Долах – аспектирующий вид. На пойме р. Оки по обоим ее берегам численность незабудки стремительно сокращается.

Шалфей луговой – *Salvia pratensis* L. Лугово-степной вид. Когда-то был обычным в пойме р. Оки, но после распашки лугов численность сократилась. В настоящее время на пойме популяция нестабильна, в Долах встречается изредка.

Крупка сибирская – *Draba sibirica* (Pall.) Thell. Вид луговых степей. Имеет несколько изолированных местонахождений в приокских районах Московской области. В ПТБЗ отмечен единичными находками – на остепненных лугах между Лужками и Зиброво [5]. Редкий вид.

Заключение и выводы

В последнее десятилетие нами получены новые данные, подтверждающие, что в долине Оки произрастают вполне сформированные участки лугово-степной растительности, близкие эталонным луговым степям ЦЧЗ. Однако под воздействием антропогенного влияния ненарушенные степные сообщества остались лишь небольшими фрагментами.

Степная флора ПТБЗ имеет важное научное значение для понимания миграции видов на Русской равнине. На территории ПТБЗ встречаются виды, характерные как для западной Европы и Балкан, так и характерные для Сибири, Дальнего Востока, Китая и Японии. Сеть ООПТ призвана сохранить и максимально полно представить биологическое разнообразие регионов мира. Но охранного статуса редких видов недостаточно для их поддержания и воспроизводства. Необходимо охранять не отдельные виды, а различные экосистемы как совокупность видов, объединенных в сообщество определенным сочетанием факторов среды.

Как показали исследования, степная экосистема в пределах заповедного ядра ПТБЗ представлена неполным экотопом. Пойма Оки изначально не была включена в состав заповедника (на момент его создания пойма использовалась под земли сельхозназначения, что не позволяло перевести их в разряд заповедных). Южная часть заповедника, где расположено урочище, граничит с несколькими небольшими поселениями, а с возможностью перевода земель в частное пользование это делает непредсказуемым дальнейшее использование земель.

Учитывая, что экосистема Долов функционирует вне пределов степной климатической зоны, в условиях неполного представительства экотопов, целесообразно дополнить меры охраны степных фитоценозов следующими мероприятиями:

- периодически применять регулируемый пал (раз в 10 лет) на площадке с *Tulipa biebersteiniana*, т.к. сенокосение там затруднено, а излишняя ветошь затрудняет прорастание луковичных растений;

- дополнить Красную книгу Московской области списком степных видов, нуждающихся в особом (юридически оформленном) охранном статусе (*Inula hirta*, *Myosotis suaveolens*, *Salvia pratensis*, *Draba sibirica*);

- предпринять организационные шаги для включения в заповедную зону участков поймы и водораздела, примыкающих к границам заповедника с юга и с севера.

Список литературы

1. Кауфман Н.Н. Московская флора, или описание высших растений и ботанико-географический обзор Московской губернии. – М., 1866. – 545 с.
2. Данилов В.И. О реликтовой флоре и редких степных фитоценозах в лесостепи и лесной зоне Среднерусской возвышенности // Аридные экосистемы. – 1998. – Т. 4, № 8. – С. 47–57.
3. Костенчук Н.А., Тюрюканов А.Н. Происхождение окской флоры и биогеоценология // Бюлл. Моск. об-ва испыт. природы. Отд. биол. – 1980. – Т. 85, вып. 3. – С. 123–134.
4. Литвинов Д.И. О реликтовом характере флоры каменистых склонов в Европейской России // Ботан. музей Импер. Акад. Наук. – СПб, 1902. Вып. 1. – С. 75–108.
5. Скворцов А.К. О степной флоре и растительности на северо-восточной окраине Среднерусской возвышенности // Бюлл. МОИП. Отд. биол. – 1951. – Т. 50, вып. 6. – С. 37–47.
6. Смирнов П.А. Флора ПТЗ. – М.: Тр. ПТЗ. – 1958. – Вып. 2. – 246 с.
7. Талиев В.И. К вопросу о реликтовой растительности ледникового периода // Тр. об-ва испыт. природы при Харьковск. ун-те. – Харьков, 1897. – Т. 31. – С. 127–242.
8. Танфильев Г.И. Доисторические степи Европейской России. Землеведение. Т. 2. – М., 1896. – С. 73–93.
9. Тихомиров В.Н., Киселева К.В., Новиков В.С., Октябрева Н.Б. Итоги изучения флоры Окско-Клязьминского междуречья // Состояние и перспективы исследования флоры средней полосы европейской части СССР. Материалы совещ., дек., 1983. – М., 1984. – С. 26–28.
10. Воронцова Л. И., Данилов В.И., Зеленская Н.Н., Ломакина Г.А. Редкие лугово-степные фитоценозы долины реки Оки // Изучение и охрана биологического разнообразия ландшафтов Русской равнины. – Пенза, 1999. С. 91 – 94.
11. Данилов В.И. О структуре надземной фитомассы луговых степей Русской равнины. // Бюлл. Моск. общ-ва испыт. природы. Отд. биол. – 1988. – Т. 93, вып. 6. – С. 51–59.
12. Данилов В.И., Керженцев А.С., Клеваник С.Н. Геоботанические и почвенные исследования урочища «Долы» // Почвенно-биогеоценологические исследования центра Русской равнины. – Пушкино: ОНТИ НЦБИ, 1981. – С. 4–37.
13. Красовский Л.И. Материалы по экологии окской флоры // Тр. Приокско-Террасного государственного заповедника. – М., 1961, вып. 4. – С. 5 – 81.
14. Ценопопуляции растений (основные понятия и структура) / О.В. Смирнова, Л.Б. Заугольнова, И.М. Ермакова и др. – М.: Наука, 1976. – 217 с.
15. Зеленская Н.Н. Динамика продуктивности луговых степей на северо-западном пределе ареала. В кн.: География продуктивности и биогеохимического круговорота наземных ландшафтов: к 100-летию профессора Н.И. Базилевич / Под ред.: Г.В. Добровольского, В.Н. Кудеярова, А.А. Тишкова. Материалы конф. В 2-х Ч. Пушкино, Московская область, 19–22 апреля 2010 г. – М.: Институт географии РАН, 2010. Ч. 2. – С. 319–323.
16. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Т. 1. Изменения климата. – М., Росгидромет, 2008. – 227 с.
17. Красная книга Московской области. – М.: Т-во науч. изд. КМК, 2008. – 827 с.



18. Денисова Л.В., Бронникова В.К. Растения Красных книг в Приокско-Тerrasном заповеднике // Экосистемы Приокско-Тerrasного биосферного заповедника. – Пущино, 2005. – С. 73–90.

«OKSKAYA FLORA» IN THE PRIOKSKO-TERRASNY RESERVE AND SPECIES RESERVATION STATUS

N.N. Zelenskaya

*Institute of Basic Biological Problems,
Russian Academy of Sciences,
Institutskaya St., 2, Pushchino,
Moscow Reg., 142290, Russia
Prioksko-Terrasny Reserve, Danki,
Moscow Reg., 142200, Russia
E-mail: zelen@rambler.ru*

According to the evidence of many-year investigations within the program of complex ecological monitoring of Prioksko-Terrasny biospheric nature reserve the current state of the steppe communities in the forest area has been estimated. The recommendations on improving the mode of keeping steppe phytocoenoses under conditions of partial ecotope have been made. The necessity to include some site of the flood-lands and watershed bordering on the nature reserve into the nature reserve area has been substantiated. The species requiring legal registration of the conservation status have been listed.

Key words: «Oka flora», steppe phytocoenoses, protection of rare species.

ФЛОРА РОВЕНЬСКОГО РАЙОНА (БЕЛГОРОДСКАЯ ОБЛАСТЬ) И ЕЕ АНАЛИЗ

Р.А. Колчанов
А.Ф. Колчанов
А.Ю. Курской

*Белгородский
государственный
университет*

*Россия, 308015, г. Белгород,
ул. Победы, 85
E-mail: kolchanov@bsu.edu.ru*

В данной статье приведен ботанико-географический анализ флоры Ровеньского района. Числовые показатели флоры района сравнены с таковыми флоры всей области, вычислены коэффициент Жаккара и индекс биоценотической общности.

Ключевые слова: ботанико-географический анализ, коэффициент Жаккара, индекс биоценотической общности; фитоценотический тип, географический тип; жизненные формы.

Введение

Большинство флористических исследований на территории Белгородской области проходили западнее реки Оскол, тогда как флора восточнее изучена сравнительно меньше. Возможно, это связано с историческими особенностями: в ходе административного межевания данная территория в разные периоды находилась на окраинах государства и областей. До 1946 г. юго-восточные районы современной Белгородской области в разных соотношениях входили в состав Воронежской и Курской губерний, а позднее и областей соответственно. [1] Длительное время региональными исследователями подробно изучались наиболее интересные виды флоры левобережья реки Оскол. Флористических списков с перечислением видов, подобных списку В.Н. Сукачева (1901–1902), сделанного им в начале 20-го века для Белгородского уезда (западная часть области), для восточных районов не было. [2].

По Ровеньскому району, к моменту начала данной работы имелись лишь разрозненные, не систематизированные сведения об отдельных видах [3, 4, 5, 6, 7]. В то же время, общее флористическое богатство и произрастание здесь большого количества редких видов требует детального изучения их распространения, особенностей их экологии, устойчивости к антропогенным факторам с целью разработки мер максимально полного сохранения биологического разнообразия степной флоры [8].

Цель исследования: дать ботанико-географический анализ флоры степной части Белгородской области. В задачи исследования включались систематический, фитоценотический, географический, экологический, природоохранный и утилитарный обзор флоры.

Начало изучения флоры юго-востока современной Белгородской области было положено во второй половине XVIII века в ходе комплексных академических экспедиций с целью изучения производительных сил России. Позднее проводились специальные флористические изыскания. [9]. П.С. Палласом в отчете 1795 г. было отмечено своеобразие меловой флоры Поосколья, впервые поднимается вопрос о связи данной флоры с флорой гор Сибири. [10, 11] В первой полной сводке по флоре России К.Ф. Ледебура (1841–1853) отражены сведения подходящие для понимания флоры крупных региональных подразделений Черноземья того времени: Курской и Воронежской губерний, из частей которых образовалась Белгородская область. [12] В трудах И.О. Калениченко (1849), В.Н. Сукачева (1903, 1903–1905), В.В. Алехина, Э. Линдемана, А.И. Мальцева (1907), В.М. Черняева, Б.М. Козо-Полянского (1927) отражены в большей мере данные флористических исследований в центральной, северной и западной частях современной Белгородской области.

Работы начала XX века посвящены изучению флоры верховья реки Айдар в Ровеньском районе и в бассейне реки Оскол в Валуйском районе. [13] В это время юго-восточную часть современной Белгородской области изучал В.И. Талиев. Особое вни-



мание он уделял изучению флоры меловых обнажений в долинах рек Валуй и Палатовка, где им в 1902 г. найдены остатки некогда больших меловых сосняков, быстро идущих к окончательному исчезновению. [14]

Травяная растительность обнаженных склонов отмечена как очень бедная и засоренная. [14] В 1905 году на правом берегу реки Айдар, у хутора Гаврилов Б. Ф. Кашменским найден *Hedysarum ucrainicum* Kaschm, описанный как эндемик флоры Средней России [15, 16].

Наиболее значимое и длительное изучение флоры юго-востока Белгородской области проводило Императорское Петроградское Общество Естествоиспытателей, поднимавшее вопрос о создании в степной зоне постоянных биологических станций. [17, 18, 19] Так, в 1892 году на необходимость организации постоянных степных станций для всестороннего изучения степей указывал В. В. Докучаев.

Одновременно с деятельностью Общества Естествоиспытателей проходило изучение флоры сопредельных территорий Валуйского и Ровеньского районов юго-востока Белгородской области, при этом интерес исследователей был прикован к небольшому числу видов, находки которых получили широкий резонанс в научной литературе. Для флоры бывшего Валуйского уезда в работе Б.М. Козо-Полянского приводятся находки отдельных редких видов, например, *Euphorbia falcata* [10] В 1957 году С.В. Голицин обнаруживает новые местонахождения *Hedysarum ucrainicum* в бассейне реки Лозовой, вблизи юго-восточной границы Ровеньского района. [16, 20]

Территория юго-востока Белгородской области отнесена к Оскольскому центру концентрации редких степных растений России, протянувшемуся от верховий реки Оскол до границы с Луганской областью Украины [4]. В этом центре Н.И. Золотухин отметил 25 видов Красной книги, 6 видов, по его мнению, встречается только в этом центре: *Cephalaria litvinovii*, *H. ucrainicum*, *Androsace kosopoljanskii*, *Kotoneaster alaunicus*, *Daphne altaica*, *Pinus sylvestris* var. *cretacea* [4]. И хотя, по современным данным *H. ucrainicum*, *A. kosopoljanskii*, *C. litvinovii* распространены шире, чем предполагалось, в целом это редкие виды флоры Белгородской области и Средней России. [21, 22, 23]

В 2004 г. А.Г. Еленевским, В.И. Радыгиной, Н.Н. Чаадаевой опубликован список флоры Белгородской области, в котором отмечено также 106 видов для изучаемого нами района [3]. В том числе, например, *Astragalus jelenevskyi* Sytin nova (sect. *Onobrychoidei* DC.) – Астрагал Еленевского, названный в честь коллектора и описанный А.К. Сытиным в 2001 году [21].

Видовой состав флоры Ровеньского района установлен в ходе систематических экспедиций кафедры ботаники и методики преподавания биологии/биоценологии и экологической генетики Белгородского государственного университета в течение последних 40 лет (окрестности пос. Ровеньки, Нижняя Серебрянка, Нагольное и др.). Результаты этих экспедиций отражены в Красной книге Белгородской области. [7].

Сведения о находках редких видов из Ровеньского района содержатся также в работах А.В. Гусева и Е.И. Ермаковой. [22].

Территория района, по характеру рельефа имеет волнисто-балочный характер. Равнинная поверхность изрезана речными долинами и густой сетью оврагов и балок.

Ровеньский район расположен в юго-восточной части Белгородской области. Его площадь составляет 1369.2 км². Территориально он граничит на севере с Алексеевским, на юге с Луганской областью Украины, с западной стороны с Вейделевским районом, а с востока – Воронежской областью [8].

По физико-географическому районированию Ровеньский район входит в состав Айдарского ПТК.

Особенность рельефа территории – понижение высот с севера на юг на 50 м. В этом районе среднегодовая величина испаряемости превышает сумму осадков на 140 мм. Фоновые ландшафты представлены сильно-расчлененными склонами лессовых возвышенностей и возвышенными равнинами с черноземами обыкновенными малогумусными. Территория имеет предельную степень сельскохозяйственной освоенности – 84%. Лесистость района лишь немногим превышает 3%. На меловых обнажениях долин реки Айдар и ее притоков встречаются редкие сообщества кальцефитов:

полынь беловойлочная, полынь солянковидная, иссоп меловой, норичник меловой, проломник Козо-Полянского, пион тонколистный, эфедра двухколосковая и др.

Исследуемый район, входит в состав Калитвинско-Богучарского геоморфологического района.

Территория в большей степени страдает от поверхностной и линейной эрозии. Это обусловлено как природными, так и антропогенными факторами (значительной степенью вертикального расчленения рельефа с преобладанием склонового типа местности, широким распространением черноземов обыкновенных и дерново-карбонатных, обладающих меньшей противозерозионной устойчивостью, насыщением структуры посевных площадей пропашными культурами, имеющими самые низкие почвозащитные коэффициенты – 15–25%, нарушениями правил агротехники).

Район является наиболее расчлененной зоной, так как свыше 70% территории имеют величину расчленения от 80 до 100 м, а около 5% – более 100 м. Значительное вертикальное расчленение способствует увеличению агрессивности эрозионных процессов. По этим показателям Ровеньский район можно отнести к зоне риска.

Территория изучаемого района относится к Юго-Восточному почвенному округу, и состоит из одного типа структур почвенного покрова – черноземно-солонцевато-карбонатно-мелового с преобладанием черноземов обыкновенных. Это степная часть области площадью 364.7 тыс. га (13.4%); расположена на площади южнее реки Тихая Сосна. Структура почвенного покрова представлена сложными сочетаниями пятнистостей и комплексов черноземов обыкновенных, карбонатных, солонцов водораздельных плато с пятнистостями смытых почв склонов, сочетаниями лугово-черноземных почв с солодями, комплексами пятнистостей луговых и болотных почв. Из сопутствующих почв большое распространение получили почвы овражно-балочного комплекса и солонцовые почвы, представленными пятнами в структуре почвенного покрова [26].

Содержание гумуса в почвах – среднее (4–6%), кислотность – нейтральная (рН 6.1–7.0).

Категории земель района (общая площадь – 136917 га):

- земли сельскохозяйственного назначения – 82.2%;
- земли поселений – 9.7%;
- земли запаса – 5.6%;
- земли лесного фонда – 2.1%;
- земли особо охраняемых территорий и объектов – 0.3%.

Огромные просторы черноземных степей всегда привлекали внимание исследователей. И не случайно именно в результате их изучения русский ученый В. В. Докучаев заложил основы почвоведения как науки. Он доказал, что почва является особым природным образованием, формирующимся в результате сложного взаимодействия природных факторов: горной породы, живых и отмерших организмов, климата, возраста страны и рельефа местности.

Методика исследования

Основным методом изучения видового состава флоры Ровеньского района была закладка пробных площадок: 400 м² (20×20 м) в лесном фитоценозе и 100 м² (10×10 м) – в травянистом. В период с 2009 по 2010 гг. было заложено 20 площадок: окрестности села Нижняя Серебрянка; окрестности села Верхняя Серебрянка; «Калужный Яр»; пойма реки Айдар; правый берег реки Айдар; окрестности поселка Ровеньки (меловая гора и др.); окрестности села Айдар; окрестности села Ладомировка; окрестности села Нагольное и др.

В бланке геоботанического описания отмечались: флористический состав, обилие по Друде, аспект, фенологическое состояние, покрытие, ярусность, жизненность, жизненные формы, встречаемость. Таким путем выявлено около 1/3 всех видов, представленных в окончательном списке флоры Ровеньского района. Другая значительная часть видов выявлена экскурсионным методом, в ходе которого отмечались встреченные виды на определенном маршруте следования. Изучены также гербарные образцы



района, имеющиеся на кафедре биоценологии и экологической генетики (ныне – на кафедре биотехнологии и микробиологии) БелГУ.

В список включены также виды, отмеченные в различных литературных источниках.

Систематический анализ. На территории изучаемого района, площадью 1369,2 кв. км. [3] было выявлено 795 видов сосудистых растений из 390 родов и 93 семейств [23]. Этот уровень видового богатства ЛФ можно считать достаточно высоким. Показательным параметром структуры флоры является порядок расположения семейств по убыванию их видового богатства (табл. 1).

Таблица 1

**Число видов в ведущих семействах флоры
Ровеньского района**

№ п/п	Семейства	Число видов в семействе	Доля от общего числа видов, %
1	Asteraceae (Compositae)	115	14.46
2	Roaceae	83	10.44
3	Fabaceae	54	6.79
4	Lamiaceae (Labiatae)	50	6.29
5	Cruciferae (Brassicaceae)	48	6.04
6	Rosaceae	44	5.53
7	Umbelliferae (Apiaceae)	31	3.90
8	Scrophulariaceae	30	3.77
9	Caryophyllaceae	30	3.77
10	Liliaceae	24	3.02
11	Boraginaceae	22	2.77
12	Ranunculaceae	20	2.51
13	Cyperaceae	17	2.14
14	Chenopodiaceae	13	1.63
15	Rubiaceae	12	1.51
16	Campanulaceae	10	1.26
17	Всего:	603	75.84

Набор наиболее крупных по числу видов семейств, определяющих систематическую структуру ЛФ района следующий. Первые три места занимают Compositae, Roaceae и Fabaceae. Порядок расположения последующих семейств во флоре района – на 4-м месте Labiatae, на 5-м – Cruciferae, Rosaceae занимают 6-е место. На последнем месте в спектре семейств – Campanulaceae.

Для сравнения систематического состава флор района и области, вычислены коэффициенты сходства по Жаккару [27].

Численное значение коэффициента Жаккара для изучаемого района составляет 54.56 %, а индекс биоценотической общности – 29.77 %, что говорит о своеобразии и уникальности флоры этой степной части области.

Географический анализ состоял в отнесении каждого вида к определенному типу ареала. «Ареалы отражают исторический ход развития видов» – отмечал А.А. Гроссгейм, – «а поэтому флористические группы, построенные на основе анализа ареалов, являются в тоже время и генетическими группами данной флоры, отражающими исторический ход ее развития и сложения» [28].

Типы ареалов нами определены, исходя из концепции А.А. Гроссгейма [28] и А.Р. Мешкова [29], с изменениями.

Центр массового распространения таких видов большей частью не имеет резких очертаний. Во флоре Ровеньского района выявлено 8 типов географических ареалов: палеарктический, голарктический, степной, древний, ксероморфный, европейский, европейско-кавказский и адвентивный. Анализ флоры района показывает, что особенно широко распространены здесь палеарктический, голарктический и степной типы.

Остальные типы ареалов (европейский, ксероморфный, европейско-кавказский, древний, адвентивный) представлены в меньшей степени.

Набор наиболее крупных по числу видов типов ареалов, определяющих географическую структуру сравниваемых территорий в целом, сходен (табл. 2). Первое место в обоих случаях занимает палеарктический тип. Порядок расположения последующих типов ареалов неодинаков. В целом по области – голарктический и степной на 2-м и 3-м, европейско-кавказский на 4-м; в Ровеньском – степной на 2-м, голаркти-

ческий на 3-м, европейско-кавказский на 4-м. На последнем месте в области располагается древний, а в Ровенском – ксероморфный тип ареала.

Таблица 2

Географический спектр видов растений, встречающихся в Ровенском районе

№ п/п	Тип ареала	Белгородская область		Ровенский район	
		Число видов	%	Число видов	%
1	P – палеарктический	579	39.73	353	44.40
2	H – голарктический	261	17.91	108	13.58
3	S – степной	261	17.91	168	21.14
4	E-C – европейско-кавказский	106	7.27	54	6.79
5	E – европейский	103	7.06	36	4.54
6	Ad – адвентивный	97	6.65	50	6.29
7	X – ксероморфный	34	2.33	12	1.50
8	R – древний	33	2.26	14	1.76
9	Всего:	1457	100	795	100

Фитоценотическая структура флоры. Из полученных данных следует, что во флоре исследуемой территории отмечены виды 7 фитоценотических типов. Наибольшее количество видов в Белгородской области характерно для: луговых растений – 21.61%, лесных – 19.9%, растений степей – 17.63%, водно-болотных – 15.51%. Наименьшее – для меловых обнажений – 7.2% и кустарников и опушек – 3.15%.

В Ровенском районе большее число видов характерно для растений остепненных лугов – 23.39%, степей – 20.38%, лесных – 15.73% и меловых обнажений – 10.07%.

Таблица 3

Распределение растительности по фитоценотическим типам

№ п/п	Фитоценотические типы растительности	Белгородская область		Ровенский район	
		число видов	%	число видов	%
1	Лесная	290	19.90	125	15.73
2	Луговая	315	21.61	186	23.39
3	Болотная + водная	226	15.51	74	9.30
4	Степная	257	17.63	162	20.38
5	Меловая	105	7.20	80	10.07
6	Кустарниковая	46	3.15	35	4.40
7	Синантропная	218	14.96	133	16.73
8	Всего:	1457	100	795	100

Меньшее – для растений водно-болотных – 9.3%, кустарников и опушек – 4.4%.

В обоих случаях спектр синантропных растений очень высок в области – 14.96%, и в районе – 16.73%.

Набор наиболее крупных по числу видов фитоценозов, определяющих фитоценотическую структуру обеих территорий в целом, сходен (табл. 3).

Экологический анализ состоял в отнесении каждого вида к той или иной жизненной форме по Раункиеру. [30]. Жизненные формы растений подразделены на пять главнейших типов: фанерофиты (P), хамефиты (CH), гемикриптофиты (НК), криптофиты (К) и терофиты (Т) [30]. Раункиеровские типы – категории очень крупные, сборные. Автор подразделял их по разным признакам, в частности – фанерофиты – по размерам (мега-, мезо-, нано-, микрофанерофиты). по характеру почечных покровов, по признаку вечнозелености или листопадности, особо выделял суккуленты и лианы; для подразделения гемикриптофитов и геофитов он пользовался структурой их «летних побегов», характером подземных органов [30]. В так называемых «биологических спектрах» Раункиер показал участие (в %) выделенных типов жизненных форм в составе флоры разных зон и стран.

В дальнейшем такими спектрами пользовались многие авторы. На основании анализа биологических спектров климат влажных тропиков был назван климатом фанерофитов, климат умеренно холодных областей – климатом гемикриптофитов, терофиты оказались господствующей группой в пустынях средиземноморского типа, а ха-



мефиты активно участвуют и в тундровой и в пустынной растительности (что, конечно, указывает на неоднородность этой группы).

Подобные спектры могут быть очень показательными при анализе жизненных форм и в разных сообществах одной и той же климатической зоны.

Исходя из классификации Раункиера, во флоре изучаемого района отмечены следующие категории жизненных форм (табл. 4).

Таблица 4

**Соотношение жизненных форм растений в локальных флорах
Белгородской области и Ровеньского района**

№ п/п	Название жизненной формы	Белгородская область		Ровеньский район	
		число видов	%	число видов	%
1	НК – гемикриптофиты	730	50.10	448	56.37
2	Т – терофиты	318	21.82	155	19.49
3	G – геофиты	141	9.67	55	6.93
4	НРН – нанофанерофиты	91	6.24	49	6.16
5	Н – гидрофиты	34	2.33	9	1.13
6	СН – хамефиты	3	0.20	2	0.25
7	МРН – макрофанерофиты	45	3.08	25	3.14
8	Лиана	1	0.06	1	0.12
9	Дв. – двулетники	94	6.45	51	6.41
10	Всего	1457	100	795	100

Из анализа приведенных данных по экологическому спектру жизненных форм можно сделать вывод о том, что во флоре Белгородской области в целом и во флоре Ровеньского района прослеживаются все типы жизненных форм, различаясь лишь их соотношением на разных по размерам территориях.

Набор наиболее крупных по числу видов жизненных форм, определяющих экологическую структуру ЛФ изучаемых территорий, в основном сходен (табл. 4).

Анализ охраняемых видов показал, что «краснокнижных видов» во флоре всей Белгородской области – 163, во флоре Ровеньского района – 93, из которых в Красную книгу РФ занесен 21 вид [3]. Основными критериями для отнесения их к редким и исчезающим являются рассеянное произрастание или единичная встречаемость, островной или прерывистый ареал, степень реликтовости и эндемизма [25].

Анализ практического использования растений состоял в выявлении практической значимости каждого из видов, входящих в состав локальной флоры. Ровеньский район богат лекарственными, кормовыми, техническими, пищевыми, декоративными и другими видами растений.

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

1. В Ровеньском районе зарегистрировано 795 видов растений, которые принадлежат к 93 семействам. Наиболее представлены семейства сложноцветные – 115 видов; злаковые – 83 вида; бобовые – 54 вида; губоцветные – 50 видов; крестоцветные – 48 видов; розоцветные – 44 вида; зонтичные – 31 вид; гвоздичные и норичниковые – по 30 видов; лилейные – 24 вида; бурачниковые – 22 вида; лютиковые – 20 видов; осоковые – 17 видов; маревые – 13 видов; мареновые – 12 видов и колокольчиковые – 10 видов.

2. В Ровеньском районе представлено 8 географических типов растений. Из них – палеарктический, степной и голарктический преобладают; остальные типы ареалов (европейский, ксероморфный, европейско-кавказский, древний, адвентивный) занимают подчиненное положение.

3. Экологический спектр флоры включает все типы жизненных форм по шкале Раункиера, но в нем преобладают гемикриптофиты, геофиты, хамефиты и лианы, что, в основном, соответствует экологическому спектру флоры области.

4. Во флоре района, как и во флоре области, отмечено 7 фитоценологических типов. Растения лугов представлены здесь – 186 видами (23.39%); растения лесов – 125 видами (15.73%); синантропные виды – 133 видами (16.73%); растения водно-

болотных и прибрежных сообществ – 74 видами (9.30%); растения степей – 162 видами (20.38%); растения лесных опушек и кустарников – 35 видами (4.40%); растения меловых обнажений – 80 видами (10.07%). Примерно такая же тенденция имеет место и во флоре области с некоторыми изменениями (меньше степных, меловых видов и др.).

5. Спектр синантропных растений высок как в целом по области – 14.96%, так и в Ровеньском районе – 16.73%.

6. «Краснокнижных» видов во флоре области в целом – 163, во флоре Ровеньского района – 93, 21 из которых – занесены в Красную книгу РФ.

7. Ровеньский район богат лекарственными, кормовыми, декоративными и другими хозяйственно значимыми видами растений.

Список литературы

1. Тихомиров В.Н. Новые флористические находки в центральной полосе Европейской России // Бюл. МОИП. Отд. биол. – 1995. – Т. 100, вып. 2. – С. 100 – 104.
2. Сукачев В.Н. Очерк растительности юго-восточной части Курской губернии. – СПб., 1903. – 226 с.
3. Еленевский А.Г., Радыгина В.И., Чаадаева Н.Н. Растения Белгородской области (конспект флоры). – М., 2004. – 120 с.
4. Золотухин Н.И. Предварительные данные о репрезентативности флоры заповедников Центрального Черноземья // Флористические исследования в Центральной России: Материалы научн. конф. «Флора Центральной России», Липецк, 1–3 февр. 1995 г. – М., 1995. – С. 101–103.
5. Келлер Б.А. Растительность Воронежской губернии. – Воронеж, 1921. – 122 с.
6. Колчанов А.Ф. Флора Белгородской области и ее анализ // Флористические исследования в Центральной России: Материалы научн. конф. «Флора Центральной России», Липецк, 1–3 февр. 1995 г. – М., 1995. – С. 123–124.
7. Колчанов А.Ф., Присный А.В. Красная книга Белгородской области: редкие, находящиеся под угрозой исчезновения и особо ценные растения, грибы, животные, гидрологические и геологические объекты, ландшафты и почвы // Практические работы школьников по экологии. Ч. 4. Красная книга Белгородской области и Земли Северной Рейн-Вестфалия. – Белгород: Изд. БелГУ, 1999. – С. 11–44.
8. Природные ресурсы и окружающая среда Белгородской области / П.М. Авраменко, П.Г. Акулов, Ю.Г. Атанов и др.; под ред. С.В. Лукина. – Белгород, 2007. – 556 с.
9. Паллас П.С. Отчет Академии наук за 1775 г. Histoire d. l' Academie d. Sciences. Nova Acta Acad. Petropolit. – СПб. – 1802. – Vol. XIII. – Fasc. 23. – 233 p.
10. Козо-Полянский Б.М. В стране живых ископаемых. Очерк из истории горных боров на степной равнине ЦЧО. – М.: Учпедгиз, 1931. – 184 с.
11. Козо-Полянский Б.М. К флоре верховьев реки Оскола // Тр. НИИ при Воронеж. ун-те. – 1927. – № 1. – С. 97–110.
12. Ledebour C. F. Flora Rossica, sive Enumeratio plantarum in totius Imperii Rossici prvinciis europaeis, asiaticis et americanis hucusque observatarum. – Stuttgart, 1841–1853. – Vol. 1. – 790 p; vol. 2. – 462 p.; vol. 3. – 492 p.; vol. 4. – 741 p.
13. Kaleniczenko J. Quelques notes sur les Daphne russes et description d'une nouvelle espece // Bull. Soc. Nat. Mosc. – 1849. – Т. 22, № 1. – Р. 293–302.
14. Талиев В. И. Растительность меловых обнажений Южной России // Тр. О-ва испыт. Природы при Харьков. ун-те. – 1904–1907: Ч. 1. – 1904. – Т. 39, вып. 1. – С. 81–238; Ч. 2. – 1905. – Т. 40, вып. 1. – С. 1 – 282; Дополнение. – 1907. – Т. 40, вып. 2. – С. 152–227.
15. Кашменский Б.Ф. *Hedysarum ucrainicum* (sp.n.) и смежные с ним виды // Изв. СПб. Бот. сада. – 1905. – Т.5, вып. 2. – С. 57–65.
16. Голицын С.В. Данилов В.И. *Hedysarum ucrainicum* В. Kaschm. – эндем бассейна р. Айдар // Бюл. о-ва естествоиспыт. при Воронеж. ун-те. – 1964. – Т. 13. – С. 38–51
17. Алехин В.В. Растительность Курской губернии. – Курск: Изд-во «Советская деревня», 1926. – 236 с.
18. Мальцев А.И. К флоре Корочанского уезда Курской губернии // Тр. Бот. сада Юрьев. ун-та. – 1907. – Т. 7, вып. 1. – С. 7–10.
19. Сукачев В.Н. Очерк растительности юго-восточной части Курской губернии. – СПб., 1903. – 226 с.
20. Голицын С.В. К флоре восточного крыла Верхнего Поосколья. // Ботанический журнал СССР. – 1956. – № 10. – С. 1428–1438.



21. Агафонов В. А. Степные, кальцефильные, псаммофильные и галофильные эколого-флористические комплексы бассейна Среднего Дона: их происхождение и охрана. – Воронеж: ВГУ, 2006. – 250 с.

22. Гусев А.В., Ермакова Е.И. Редкие виды и флористические находки бассейна р. Сарма // Современное состояние, проблемы и перспективы региональных ботанических исследований: Материалы Междунар. научн. конф. г. Воронеж, 6–7 февраля 2008 г. – Воронеж, 2008. – 343 с., С.88–90.

23. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. – М., 2006. 600 с.

24. Сытин А.К. Новый вид астрагала (*Astragalus* L., Fabaceae) из европейской России // *Novitates Systematicae Plantarum Vascularium*. – 2001. – Т. 33. – С. 133.

25. Колчанов А.Ф., Колчанов Р.А. Флора Белгородской области как объект охраны // Принципы формирования сети особо охраняемых природных территорий Белгородской области. Материалы научн.-практ. конф., 21-24 октября, пос. Борисовка. – Белгород; Борисовка, 1997. – Ч.1. – С. 84–85.

26. Атлас: Природные ресурсы и экологическое состояние Белгородской области. – Белгород, 2004. – 179 с.

27. Миркин Б.М., Розенберг Е.С. Толковый словарь современной фитоценологии. – М.: Наука, 1983. – С. 51.

28. Гроссгейм А.А. Анализ флоры Кавказа. – Тифлис, 1936. – 252 с.

29. Мешков А.Р. Очерк истории флоры и растительности Черноземного Центра // Изд-во Воронеж. педин-та. – 1953. – Т. 13., вып. 1. – С. 3-73.

30. Raunkier C. The life forms of plants and statistical plant geography. – Oxford: Clarendon Press, 1934. – 632 p.

FLORA OF ROVENSKY DISTRICT (BELGOROD REGION) AND ITS ANALYSIS

R.A. Kolchanov

A.F. Kolchanov

A.Y. Kurskoy

*Belgorod State University
Russia, 308015, Belgorod,
Pobedy St., 85*

E-mail: kolchanov@bsu.edu.ru

This article provides a botanical and geographical analysis of the flora of Rovenky district. The numerics are compared with those of the flora of the whole region; the Jacquard coefficient and the index of biocoenotic community have been calculated.

Key words: a botanical and geographical analysis, Jacquard coefficient, index of biocoenotic community, phytocoenotic type, geographical type, lifeforms.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ШИПОВНИКА В УСЛОВИЯХ ИССЫК-КУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ КЫРГЫЗСТАНА

А.К. Кудайбергенова

Иссыккульский государственный университет
им. К. Тыньстановы,
г. Каракол, Кыргызстан

В статье приводятся сведения о биологических особенностях шиповника в условиях Иссык-Кульской области Кыргызстана. Показано, что здесь кусты *Rosa acicularis* Lindl. имеют четко прослеживаемые сроки начала и конца вегетации. Выявленная биологическая пластичность различных ритмов роста и развития позволяет провести научно-обоснованные мероприятия по отбору, разведению, повышению продуктивности естественных зарослей, а также по их охране и рациональному использованию в Иссык-Кульской области.

Ключевые слова: фенологические фазы, гипантии, популяция, экспоненциальный закон, фенология, энтомофильно-автогамные растения.

Введение

Шиповники характеризуются многими полезными качествами и могут использоваться как декоративные, пищевые, почвозащитные, технические и, что особенно важно, как витаминносные и лекарственные растения. Особую ценность в этом отношении представляют шиповники, произрастающие в Кыргызстане.

Начиная с 2005 года нами проводятся исследования шиповников Иссык-Кульской области Кыргызстана. Выявлено, что из числа перспективных витаминносных шиповников Центральной Азии, на территории Иссык-Кульской области встречаются 3 вида: шиповник гунтский (*Rosa huntica* Chrshan.), шиповник Беггера (*R. beggeriana* Schrenk.), и шиповник иглистый (*R. acicularis* Lindl.).

R. huntica Chrshan. – произрастает на территории Иссык-Кульской области в северной ее части, и, может быть, поэтому на данной территории не имеет широкого распространения. Здесь он не имеет такой продуктивности (до 3 кг/куст), и содержания в плодах аскорбиновой кислоты (до 3.6%), как, например, на территории Западного Памира. Поэтому как перспективный витаминносный шиповник для внедрения в производственных масштабах, этот вид интереса не представляет. У другого высоковитаминного представителя центральноазиатской флоры – *R. beggeriana* Schrenk. – распространение шире, чем у *R. huntica* Chrshan. Витаминная активность ее плодов (до 4.2%) и урожайность (до 3.5 кг/куста) не отвечают требованиям, предъявляемым к перспективным видам. Одновременно, нам удалось выявить другой ценный витаминносный вид – шиповник иглистый (*R. acicularis* Lindl.), который, по показателям урожайности, витаминной активности, адаптированности и распространенности превосходит все остальные. Известно, что во многих центральных районах России, в Сибири и, даже, в Монголии *R. acicularis* Lindl. считается перспективным витаминносным шиповником и уже созданы промышленные плантации, на базе перспективных форм этого вида [1]. Поэтому мы решили расширить поле своих исследований в отношении *R. acicularis* с целью поиска высокопродуктивных форм, перспективных для дальнейшего создания промышленной плантации в республике, а также в селекционных целях.

Литературные данные относительно биологии иссыккульских шиповников весьма ограничены. Между тем, известно, что для разведения шиповника в промышленном масштабе необходимы сведения о закономерностях роста и развития растений, о сроках заложения и формирования почек, особенностях цветения и самоопыляемости цветков, о созревании плодов и плодоношении растений, о зависимости этих характеристик от различных факторов среды.



Объекты и методы исследования

Объектом исследования служил один из перспективных витаминоносных шиповников Кыргызстана – *R. acicularis*. Фенологические наблюдения и соответствующие измерения проводились согласно методике Главного ботанического сада АН СССР. Нами изучались следующие фазы развития:

- набухание почек;
- распускание почек;
- начало распускание листьев;
- бутонизация, начало цветения;
- начало массового цветения;
- конец массового цветения, завязывания плодов, созревание плодов;
- конец вегетации.

Начало массового цветения отмечали, когда у ранее зацветших кустов распускалось 70–80% цветков или соцветий и они приобретали декоративный вид; конец массового цветения – когда теряет декоративность основная масса растений (75–80%).

Результаты исследования

В природных условиях, кусты *R. acicularis* образуют большое количество побегов. Процесс образования побегов у них происходит за счет верхушечной почки роста, а также боковых почек. У появляющихся побегов на первом году жизни, отсутствует одревеснение. На них листья появляются непосредственно на побегах. Начиная со второго года жизни, появляются настоящие одревесневшие ветки, на которых листья образуются уже на ветвях первого порядка и таким образом, каждый вновь появившийся побег повторяет весь жизненный цикл развития растений.

Изучение процесса роста побегов в высоту (табл. 1), показало, что с возрастанием порядка ветвей укорачивается их длина. Наиболее интенсивно они растут в первый год жизни. При осеннем учете высота годовых побегов составила в среднем 126.6 см. Начиная со второго года, ростовые процессы резко снижаются. Так, на втором году их рост в высоту составляет в среднем 48.6 см, а у четырехлетних побегов он составляет всего 11.5 см. Увеличение высоты кустов, начиная со второго года вегетации, осуществляется за счет боковых побегов.

Таблица 1

Рост побегов *Rosa acicularis* Lindl в зависимости от возраста куста

Показатели роста	Возраст куста, лет			
	1	2	4	6
Высота побегов, см	126.6+2.1	165.3+2.3	178.5+2.5	183.8+1.5
Годичный прирост, см	123.2+1.3	48.6+1.7	26.7+2.1	11.5+1.0

R. acicularis относится к числу энтомофильно-автогамных растений. Важная роль в перекрестном опылении кустов принадлежит лепесткам, которые, имея различную окраску и приятный запах, привлекают насекомых. К числу опылителей шиповника относятся, в первую очередь, пчелы, шмели, бабочки и жуки-бронзовки.

Самоопыление у цветков шиповника может осуществляться в форме контактной автогамии и клейстогамии. *R. acicularis* относится к категории шиповников, у которых почти одновременно и равномерно происходят и процесс цветения и процесс созревания плодов. Это в значительной степени облегчает работу по определению урожайности кустов и этим самым прогнозирование запасов природных ресурсов, планирование заготовок в естественных зарослях, а также проведение лесохозяйственных, лесокультурных, лесозащитных и других хозяйственных мероприятий.

Исследования показали, что в природных условиях Иссыкульской области кусты *R. acicularis* обычно начинают плодоносить в 4-5 летнем возрасте. В первый год плодоношения на кусте появляются 5-12 гипантиев. В дальнейшем наблюдается постепенное повышение урожайности, максимальный объем обычно отмечается в 8-12-летнем возрасте. У большинства кустов этого вида в природе гипантии расположены по периферии кроны куста и постепенно число их снижается по направлению к

центру кроны. Поэтому, большинство кустов полностью лишены гипантиев в глубинных частях кроны куста. Это очень важное свойство растений, поскольку при сильной шиповатости побегов механизированный и, особенно, ручной сбор плодов, расположенных в глубине кроны затруднен.

Исследование аспектов фенологии *R. acicularis* показало, что все они тесно связаны различными внешними и внутренними факторами. Однако, наибольшую зависимость они имеют от сроков наступления весны. Вместе с тем установлены различия в пределах отдельных их форм, что говорит о дополнительной зависимости этого процесса от индивидуальных биологических особенностей отдельных индивидов шиповника. Обнаружено, также, что протекание вегетационных процессов, в значительной степени зависит от степени осенне-зимней подготовленности кустов, хода нарастания суммы эффективных температур, влажности воздуха и почвы, условий освещенности и т.д. Эти факты подтверждаются тем, что у кустов, растущих в наиболее благоприятных условиях, вегетационные процессы начинаются сравнительно рано и протекают усиленными темпами. Такие кусты отличаются как по урожайности и содержанию в плодах витаминов, так и по устойчивости к вредителям, болезням, к морозу и засухе. Поэтому, при отборе высокопродуктивных форм такие особи являются предметом пристального внимания.

Многолетние учеты прохождения фенологических фаз *R. acicularis* в природных условиях Исыкульской области показывают, что вегетационные процессы в зависимости от года наблюдений хотя и отмечаются в разные календарные сроки, но примерно при одних и тех же температурных режимах. В фазу набухания почек, кусты *R. acicularis* вступают только после устойчивого перехода среднесуточной температуры через +5°C. От этого фактора в значительной степени зависит какхождение начальных сроков вегетации кустов, так и начало и продолжительность дальнейших фаз развития кустов. Процесс распускания почек начинается примерно через 15–20 дней после их набухания. Период облиствления начинается в конце апреля–начале мая, а к моменту цветения листья уже полностью развиты. В первой декаде мая начинается рост побегов. Данная фаза, также в зависимости от вышеназванных факторов начинается в разные календарные сроки. Так, например, в окрестностях Каракола наиболее ранние сроки начала роста зафиксированы 2 мая, а завершения – 20–25 июля. Продолжительность этой фазы длится от 45 до 60 дней. Наиболее интенсивный рост побегов приходится на начальный период, первые 5-10 дней, и продолжается до 15–20 дней, что совпадает с фазой цветения шиповника. За этот период прирост побегов составляет 50–60% от прироста за весь период вегетации. Процесс цветения у кустов, в зависимости от погодных условий обычно начинается с середины мая и продолжается до середины июня, идет с разной интенсивностью. Большое влияние на продолжительность цветения кустов шиповника оказывают погодные условия. Снижение температуры воздуха во время цветения затягивает его продолжительность, а благоприятный температурный режим наоборот, ускоряет прохождение этой фазы. По наблюдениям самые ранние сроки начала цветения зафиксированы 17 мая (2007 г.), а поздние – 2 июня (2010 г.). В 2010 г. весной и в начале лета была дождливая и холодная погода, и поэтому период цветения был растянутым и недружным. Продолжительность этого процесса у различных форм, в зависимости от природно-климатических условий, длилась от 9 до 23 дней (табл. 2).

Таблица 2

Цветение кустов *Rosa acicularis* Lindl в природных популяциях

Годы наблюдения	Дата начала цветения		Амплитуда колебаний начала цветения, дни
	раннее	позднее	
2007	17.V	26.V	9
2008	21.V	8.VI	18
2009	26.V	10.VI	15

Наблюдения за сроками начала цветения и созревания плодов, также показали тесную взаимосвязь этих фаз не только с климатическими условиями, но и условиями

мест произрастания растений. Так, обнаружено, что у отдельных кустов и зарослей, произрастающих на открытых и освещенных местах и в благоприятных почвенных условиях, эти процессы проходят раньше, чем у растений, произрастающих в смешанных зарослях, в затененных местах и неблагоприятных почвенных условиях. Изучение динамики и продолжительности цветения кустов *R. acicularis* показало, что количество цветков на кусте на протяжении всего периода цветения изменчиво. Продолжительность цветения одного цветка, в зависимости от месторасположения в соцветии и от погодных условий, составляет 1-5(8) дней, а массовое цветение всего куста продолжается 10-15 дней. Обычно первым в соцветии цветет верхушечный цветок основной оси, а затем верхушечные цветки последующих осей и таким образом, последовательно происходит цветение всего куста. В таком же порядке протекает дальнейшее их развитие.

Наблюдения показали, что в первые дни раскрывается всего 1–5% цветков на кусте, а массовое цветение всего куста начинается на 10–15 день с момента начала цветения. При благоприятных погодных условиях, все цветки на кусте раскрываются в короткий период – 6–10 дней от начала цветения. Следует также отметить, что в теплые солнечные дни при +20...+25°C, раскрытие цветков проходит в течение 5–8 час, а при более низкой температуре воздуха (+10...+15°C) процесс затягивается на 15-20 час. Процесс раскрытия цветков происходит круглосуточно. Однако днем, особенно утром после появления солнца, а иногда и после полудня, этот процесс протекает весьма активно.

Созревание плодов шиповника начинается в начале второй декады июля, а массовое созревание наступает спустя 2-3 недели. Период созревания плодов также, в зависимости от погодных условий года, происходит в разное время. В 2007 г. с теплым летом и с малым количеством осадков этот процесс отмечен на 2–3 недели раньше обычного. Созревание плодов зависит в первую очередь от сроков и интенсивности цветения. Чем раньше оно наступает, тем быстрее происходит формирование плодов.

В период созревания, как и в период цветения, в пределах вида встречаются кусты с разными сроками созревания. Амплитуда колебаний в сроках прохождения этой фенологической фазы составляет 11–20 дней (табл. 3).

Таблица 3

Созревание гипантиев *Rosa acicularis* Lindl на природных популяциях

Годы наблюдений	Дата начала созревания		Амплитуда колебаний начала созревания, дни
	раннее	позднее	
2007	6.VII	26.VII	20
2008	16.VII	1.VIII	15
2009	19.VII	28.VII	11

Наблюдения за процессом созревания гипантиев показали, что процесс их окрашивания происходит неодновременно. Сначала краснеет половина гипантия, находящаяся под прямым воздействием солнечных лучей, а затем его теневая сторона. Сам процесс созревания происходит по экспоненциальному закону. Сначала их окраска превращается из зеленой в оранжевую (в конце июля–середине августа), а затем, начиная со второй половины августа, и в начале сентября плоды получают свой обычный цвет – красный, который свидетельствует об их полном созревании. В первые дни созревания плоды бывают упругими, но по мере покраснения становятся мягкими, что свидетельствует об их полной спелости.

Следует также отметить, что в пределах вида, даже в одних и тех же экологических условиях, встречаются формы с разной продолжительностью вегетационного периода, что необходимо учитывать при отборе перспективных форм. Основное внимание необходимо уделять кустам с поздним сроком цветения и ранним созреванием, т.к. раннецветущие кусты часто подвергаются действию ранневесенних заморозков.

Процесс опадания листьев *R. acicularis* начинается со второй половины сентября. Вначале опадают отдельные листья, а к концу октября – началу ноября отмечается массовый листопад. У молодых растений листья опадают позже.

Таким образом, в облиственном состоянии, в условиях Иссыккульской области кусты *R. acicularis* находятся примерно 180-200 дней. Устойчивые низкие температуры (ниже 0°C) устанавливаются на территории Иссыккульской области в конце ноября. Примерно к этому времени кусты шиповника переходят в состояние покоя.

Заключение

Характеризуя сезонный ритм роста и развития растений, можно отметить, что в целом, в условиях Иссыккульской области, кусты *R. acicularis*, имеют довольно четко прослеживаемые сроки начала и конца вегетации. Выявленная нами биологическая пластичность ритмов роста и развития, позволяет провести дальнейшие исследования по выработке некоторых агротехнических приемов окультуривания и широкого промышленного размножения высокопродуктивных форм в различных эколого-географических условиях Иссыккульской области и ее сопредельных регионах.

Список литературы

1. Манибазар Н. Шиповник иглистый – *Rosa acicularis* Lindl – в поймах рек юго-западного Хонтэя (Монгольская народная республика) // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Уфа. – 1972. – 21 с.

BIOLOGICAL PECULIARITIES OF PRICKLY ROSE UNDER CONDITIONS OF ISSYK-KUL REGION OF KYRGYZSTAN

A.K. Kudaibergenova
K. Tynystanov
Issyk-Kul State University,
Karakol. Kyrgyzstan

The article gives information about biological peculiarities of the prickly rose in the Issyk-Kul Region of Kyrgyzstan. It was demonstrated that the bushes *Rosa acicularis* Lindl have rather clearly traceable timing of the beginning and the end of vegetation. The revealed biological plasticity of different rhythms of growth and development allows to undertake science-based activities for the selection, breeding, increase of productivity of the natural bush, as well as for the protection and management of wild bush in the Issyk-Kul Region.

Key words: phenological stages, hypanthia, population, exponential law, phenology, entomophilous-autogamous plants.



ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ СЕМЯНОК ВИДОВ И СОРТОВ *CHRYSANTHEMUM L.*

А.С. Стецович
О.А. Сорокопудова
Д.А. Колесников

Белгородский
государственный
университет

Россия, 308015,
г. Белгород, ул. Победы, 85

E-mail: stetsovich.a@yandex.ru

Проведен анализ литературных данных о строении семян рода *Chrysanthemum L.* По результатам исследований 20 видов и сортов однолетних и многолетних *Chrysanthemum* выявлены сходства и различия в морфологическом строении их семян.

Ключевые слова: *Chrysanthemum*, семечки, клетки спермодермы, величина и выраженность ребер.

Введение

Зимостойкие хризантемы (*Chrysanthemum L.*) – ценные декоративные растения, цветущие в открытом грунте в конце лета – осенью [1]. Классификацию видов *Chrysanthemum* неоднократно пересматривали, при этом особое место уделяли строению плодов [2]. На основе исследования анатомо-морфологического строения семян подколена *Anthemideae* (Cass.) Dumort. семейства *Asteraceae* Dum. Л.Г. Мурадян установил следующие диагностические признаки семян: количество ребер и толщина кутикулярного слоя, наличие волосков и характер их строения, наличие ослизняющихся клеток и их особенности, структура механических пучков, наличие гидроцитов, наличие эфиромасличных каналов, сохранность спермодермы и ее характер, форму и величину эпидермальных клеток спермодермы [2–3]. И.Н. Цвелев при характеристике *Anthemideae* во Флоре СССР также большое внимание уделял строению оболочки семян, при этом отдельные признаки он положил в основу разграничения родов *Dendranthema Tzvelev* и *Chrysanthemum* [4–7]. В.С. Яброва-Колаковская исследование семян гибридных хризантем проводила с целью выяснения их филогенетического родства с отдельными дикорастущими видами – возможными родичами. Для сопоставления семян гибридных хризантем с отдельными дикорастущими видами она учитывала следующие признаки: однородность семян, форма, размер, количество ребер, наличие ослизняющихся клеток и папуса. Она отмечала, что по строению семян род *Chrysanthemum L.* довольно обособлен почти от всех остальных родов колена *Anthemideae*, и по этому признаку выявляется морфологическая близость гибридных хризантем со всеми многолетними видами этого рода. Семянки однолетних видов рода *Chrysanthemum* в объеме Линнея очень резко отличаются от семян его многолетних видов и от видов других родов *Anthemideae* по своему строению [2]. А.П. Меликян и Л.Г. Мурадян считали вид *Ch. zawadskii* Herbich наиболее близким культурным хризантемам [8].

Цель данной работы – выявить особенности строения семян видов и сортов однолетних и многолетних хризантем, интродуцированных в Белгороде (ботанический сад БелГУ) и предлагаемых семенными фирмами для садоводов-любителей в настоящее время.

Материал и методика

Объектами исследований были семечки *Ch. sibiricum* Turcz., *Ch. zawadskii* Herbich, *Ch. weyrichii* Maxim. «White Bomb» = *Dendranthema weyrichii* Tzvelev = *Leucanthemum weyrichii* Maxim., *Ch. ×hortorum* «Вродлива», «Золотой Рой», «Тайфун», «Veria Dark», *Ch. hybrids Korean* «Mix», *Ch. hybrids Korean* «Махровая смесь», *Ch. indicum* «Early Double Mixed», *Ch. nipponicum* (Franch. ex Maxim.) Matsum. = *Nipponanthemum*

nipponicum (Franch. ex Maxim.) Kitam., *Ch. coronarium* L. = *Glebionis coronaria* (L.) Cass. ex Spach «Махровая смесь», *Ch. paludosum* Poir. = *Mauranthemum paludosum* (Poir.) Vogt & Oberpr., *Ch. segetum* L. = *Glebionis segetum* (L.) Fourr., *Ch. coronarium* var. *coloraten* L., *Ch. maritimum* = *Tripleurospermum maritimum* (L.) W.D.J. Koch, *Ch. coronarium* var. *coronarium* L., *Ch. carinatum* Schousb. = *Glebionis carinata* Tzvelev, *Ch. sichothense* Tzvel.

Размеры семянков, число ребер и их величина определялись нами при помощи микроскопов МБС-10 и *Motic*. Исследование поверхности семянков проводилось с помощью растрового электронного микроскопа *Quanta 200 3D* в центре коллективного пользования научным оборудованием БелГУ. Полученные данные обрабатывались при помощи методов математической статистики и кластерного анализа с использованием программ *Excel* и *Statistica*.

Результаты и обсуждение

Для сопоставления семянков однолетних и многолетних видов и сортов хризантем в первую очередь мы использовали признаки, различимые при 40-кратном увеличении микроскопа: величина, однородность семянков, число и степень выраженности ребер, величина и форма ребер (табл. 1).

Таблица 1

Морфологическая характеристика семянков *Chrysanthemum*

Вид, сорт	Средняя величина семянков, мм (длина×ширина)	Однородность семянков*	Число ребер	Величина и выраженность ребер, балл**
<i>Ch. indicum</i> «Early Double Mixed»	1.85×0.70	+	5-6	1
<i>Ch. hybrids Korean</i> «Mix»	1.90×0.70	+	5	1
<i>Ch. zawadskii</i>	1.90×0.90	+	5-6	1
<i>Ch. weyrichii</i> «White Bomb»	2.10×0.70	+	5-6	2
<i>Ch. paludosum</i>	2.10×0.70	+	8	2
<i>Ch. maritimum</i>	2.15×1.05	+	5	2
<i>Ch. ×hortorum</i> «Золотой Рой»	2.15×1.10	+	5-6	1
<i>Ch. ×hortorum</i> «Вродлива»	2.20×0.75	+	5-6	2
<i>Ch. sibiricum</i>	2.25×0.90	+	5-6	1
<i>Ch. sichothense</i>	2.60×0.85	+	5	2
<i>Ch. coronarium</i> «Махровая смесь»	2.60×1.90	+	6-8	3
<i>Ch. hybrids Korean</i> «Махровая смесь»	2.75×1.85	-	5-6	3
<i>Ch. nipponicum</i>	2.90×3.00	-	5-6	3
<i>Ch. coronarium</i>	3.10×2.30	-	6-8	3
<i>Ch. coronarium</i> var. <i>colorate</i>	3.25×2.15	+	6-8	3
<i>Ch. segetum</i>	3.80×1.75	±	8	2
<i>Ch. carinatum</i>	3.90×3.75	+	3-5	3
<i>Ch. coronarium</i> var. <i>coronarium</i>	4.00×1.90	+	6-8	3

Примечания: * «+» – семянки однородные, «±» – однородность средняя, есть различия по форме, «-» – однородность слабая;

** 1 балл – ребра слабо выступающие, 2 балла – ребра равномерно выделяются, 3 балла – ребра крупные, часто в виде кия.

По величине семянки нами были разделены на 5 групп: длиной менее 2 мм – семянки мелкие (*Ch. zawadskii*, *Ch. hybrids Korean* «Mix», *Ch. indicum* «Early Double Mixed»), от 2 до 2,5 мм – мелко-средние (*Ch. sibiricum*, *Ch. weyrichii* «White Bomb», *Ch. ×hortorum* «Вродлива», *Ch. ×hortorum* «Золотой Рой», *Ch. paludosum* и *Ch. maritimum*), от 2.5 до 3 – средние (*Ch. hybrids Korean* «Махровая смесь», *Ch. nipponicum*, *Ch. coronarium* «Махровая смесь», *Ch. sichothense*), от 3 до 3.5 – среднекрупные (*Ch. coronarium* var. *colorate*), более 3.5 мм – крупные (*Ch. segetum*, *Ch. coronarium* var. *coronarium*, *Ch. carinatum*).

По результатам сравнительных исследований строения семянков все виды и гибриды хризантем разделены нами на три группы. В первую группу входят виды и сорта многолетних *Chrysanthemum*: *Ch. sibiricum*, *Ch. zawadskii*, *Ch. weyrichii*, *Ch. × hortorum* «Вродлива», *Ch. × hortorum* «Золотой Рой», *Ch. hybrids korean* «Мих», *Ch. indicum* «Early Double Mixed», *Ch. sichothense*. Характерными особенностями в строении семянков этой группы являются малые размеры, слабая степень выраженности ребер, ребра слабо заметны благодаря более светлой окраске по сравнению с цветом основной части поверхности семянки. Число ребер у этой группы не превышает 6.

Во вторую группу отнесли *Ch. coronarium* «Махровая смесь», *Ch. hybrids Korean* «Махровая смесь», *Ch. coronarium* var. *colorate*, *Ch. coronarium* var. *coronarium*, *Ch. coronarium*, *Ch. carinatum*, *Ch. nipponicum*, *Ch. segetum*. Это однолетники, относимые сейчас некоторыми авторами к родам *Glebionis* и *Nipponanthemum*. Семянки в отличие от предыдущей группы более крупные, их ребра сильно выступают, чаще в виде килей в базальной части семянки, окраска ребер не отличается от окраски семянки или немного светлее. Число выраженных ребер варьирует от 6 до 8, исключением является лишь растения вида *Ch. carinatum*, семянки которых имеют от 3 до 5 ребер. Семянки *Ch. segetum* сходны по строению с сеянками многолетних гибридных хризантем, но отличаются от них формой, величиной и более высокой степенью выраженности ребер, как у *Ch. maritimum* и *Ch. paludosum*.

К третьей группе мы отнесли сеянки *Ch. maritimum* и *Ch. paludosum*. В настоящее время эти виды относят к родам *Tripleurospermum* и *Mauranthemum*, соответственно [9]. Для их семянков характерны округлые, сильно выступающие вальковатые ребра, которые значительно светлее основной поверхности.

Кластерный анализ (рис. 1) позволил выявить наличие двух основных групп по происхождению хризантем и близких к ним видов по признакам: средняя величина семянков, однородность семянков, число ребер, величина и выраженность ребер. Все изученные виды и сорта можно четко разделить на группы многолетников и однолетников.

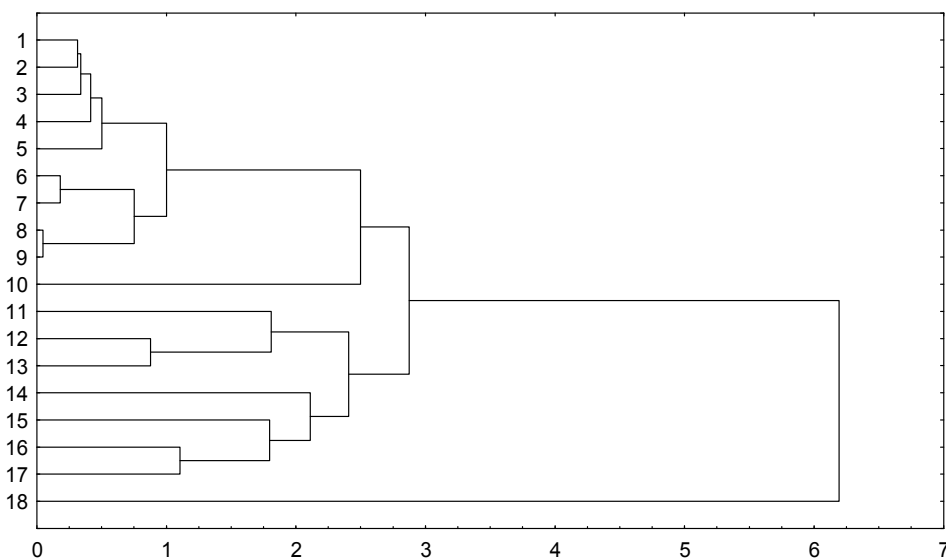


Рис. 1. Кластеризация некоторых видов рода *Chrysanthemum* и сортов *Ch. × hortorum*, построенная по некоторым признакам семянков на основе евклидовых расстояний:

1 – *Ch. sibiricum*, 2 – *Ch. zawadskii*, 3 – *Ch. × hortorum* «Золотой Рой», 4 – *Ch. indicum* «Early Double Mixed», 5 – *Ch. hybrids Korean* «Мих», 6 – *Ch. weyrichii* «White Bomb», 7 – *Ch. × hortorum* «Вродлива», 8 – *Ch. maritimum*, 9 – *Ch. sichothense*, 10 – *Ch. paludosum*, 11 – *Ch. hybrids Korean* «Махровая смесь», 12 – *Ch. coronarium* «Махровая смесь», 13 – *Ch. coronarium* var. *colorate*, 14 – *Ch. nipponicum*, 15 – *Ch. segetum*, 16 – *Ch. coronarium* var. *coronarium*, 17 – *Ch. coronarium*, 18 – *Ch. carinatum*.

Однолетник *Ch. carinatum* обособлена от всех других объектов анализа, что может быть связано с крайней выраженностью некоторых признаков – малым количеством ребер и большой величиной семянков.

Виды *Ch. paludosum* = *M. paludosum* и *Ch. maritimum* = *T. maritimum*, отнесенные к третьей группе, имеют больше общих черт с многолетними видами и сортами рода *Chrysanthemum*.

При исследовании поверхности семянков при помощи сканирующего микроскопа обнаружено, что поверхность перикарпа у хризантем различных видов и сортов неодинакова (рис. 2). В частности различны величина, форма и расположение клеток поверхности семянков как у видов других родов семейства *Asteraceae* [10-11].

Семянки однолетних видов *Chrysanthemum* (*Ch. carinatum*, *Ch. nipponicum*, *Ch. segetum*, *Ch. paludosum*) имеют сохранившиеся продолговатые, довольно крупные клетки спермодермы овальной или неправильной прямоугольной формы, располагающиеся ровными рядами. Плоды *T. maritimum* имеют больше сходства с семянками однолетних видов (рис. 2 а, б).

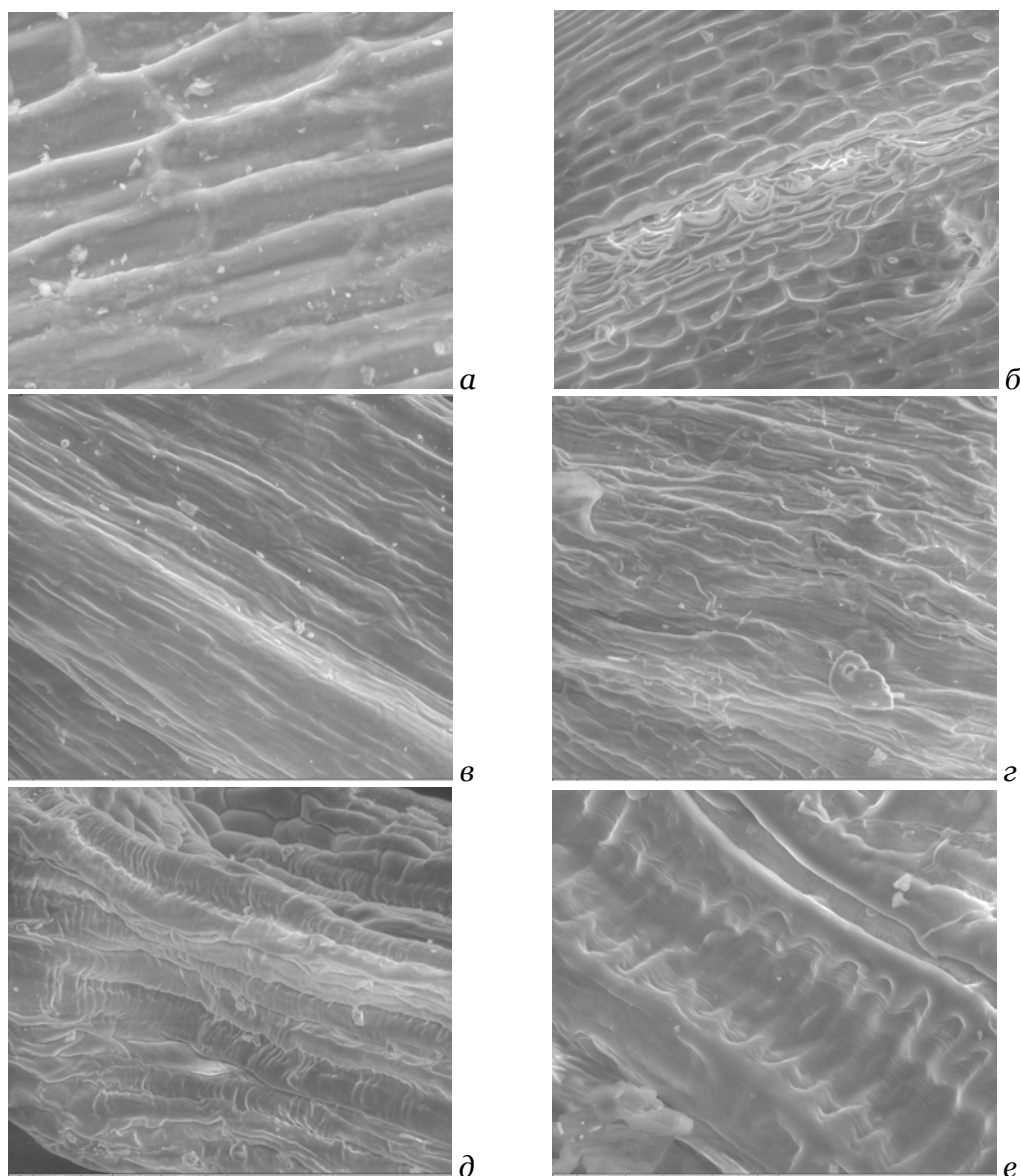


Рис. 2. Поверхность перикарпа: а – *Ch. carinatum*, б – *Ch. maritimum*, в – *Ch. sibiricum*, г – *Ch. zawadskii*, д – сорта «Тайфун», е – сорта «Veria Dark». Увеличение: а и е – 50 мкм, б, в, г, д – 200 мкм

У видов многолетних *Chrysanthemum* (*Ch. sibiricum*, *Ch. zawadskii*, *Ch. sichothense*) поверхность перикарпа бугристая, отдельные клетки практически не различимы, хорошо видны лишь продольные тяжи.



У сортов *Chrysanthemum* × *hortorum* клетки поверхности перикарпа неоднородны. Видны продольные тяжи, являющиеся полуразрушенными проводящими элементами (на их стенках видны выросты – не разрушившиеся до конца перегородки сосудов) [12]. Между такими тяжами расположены участки с хорошо различимыми цельными клетками.

Проведенные нами исследования показали, что по строению семянки многолетних видов *Chrysanthemum* сходны с сеянками гибридных хризантем. Все виды и сорта многолетних *Chrysanthemum* нами были отнесены в одну группу.

Однолетние виды имеют другое строение семянок, не схожее со строением семянок многолетних хризантем. Они обладают наибольшими размерами, ребра сильно выражены, либо округлые, выступающие, резко контрастирующие с окраской остальной поверхности семянки, либо очень сильно выступающие в виде килля.

Список литературы

1. Кабанцева И.Н. Хризантемы. Главный ботсад. – М.: АСТ: Артель, 2005. – 191 с.
2. Яброва-Колаковская В.С. Хризантемы (опыт монографического исследования): дис. ... доктора биол. наук. – Тбилиси: Изд-во Тбилисского ун-та, 1972. – 480 с.
3. Мурадян Л.Г., Карапетян Н.А., Барсегян З.К. Анатомическая структура плодов и семян некоторых представителей рода *Astragalus* L. флоры Армении // Вопр. биологии – Ереван: Ереванский ун-т, 1987; Т. 4. – С. 140-154.
4. Сосудистые растения советского Дальнего Востока. Т.6 / Отв. ред. С.С. Харкевич. – СПб.: Наука, 1992. – 428 с.
5. Флора Сибири. Т. 13: Asteraceae (Compositae) / Сост. И.М. Красноборов, М.Н. Ломоносова, Н.Н. Тупицына и др. В 14 т. – Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 1997. – 472 с.
6. Флора СССР. Т. 25 / Сост. А.Г. Борисова, В.П. Бочанцев, И.Т. Васильченко и др. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1959. – 631 с.
7. Флора СССР. Т. 26 / Сост. К.С. Афанасьев, В.П. Бочанцев, И.Т. Васильченко и др. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1961. – 940 с.
8. Меликян А.П., Мурадян Л.Г. Основные направления эволюции перикарпия и спермодермы в подтрибе *Chrysantheminae* (Asteraceae) // Бот. журн. – 1975. – Т. 60, № 8. – С. 1123-1133.
9. Germplasm Resources Information Network (GRIN): Genus: *Chrysanthemum* L. – Режим доступа: <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/genus.pl?256>.
10. Войтенко В.Ф., Опарина С.Н. Сравнительный анализ анатомической структуры плодов гетерокарпных представителей трибы *Lactuceae* (Asteraceae) // Бот. журн. – 1990. – Т. 75, № 3. – С. 299-314.
11. Илларионова И.Д. Род бузульник (*Ligularia*, Asteraceae) во флоре Северной Евразии: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – СПб, 2009. – 19 с.
12. Эсау К. Анатомия растений / Под ред. Л.В. Кудряшова. – М.: Изд-во «Мир», 1969. – С. 508-514.

FEATURES OF MORPHOLOGICAL ACHENE STRUCTURE OF SPECIES AND VARIETIES OF *CHRYSANTHEMUM* L.

A.S. Stetsovich
O.A. Sorokorudova
D.A. Kolesnikov

Belgorod State University
 Pobedy St., 85, Belgorod,
 308015, Russia

E-mail: stetsovich.a@yandex.ru

An analysis of published data on the structure of achenes *Chrysanthemum* L. is carried out. By results of is-followings of 20 species and varieties of annual and perennial *Chrysanthemum* similarities and distinctions in their achene morphological structure are revealed.

Key words: *Chrysanthemum*, achenes, cells of periderm, size and intensity of edges.

СЕМЕННАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ОДНОЛЕТНИХ ЦВЕТОЧНЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.В. Коцарева¹
Т.П. Шульпекова²

¹Белгородская государственная
сельскохозяйственная академия
Россия, 308503, Белгородская
область, п. Майский,
ул. Вавилова, 1

²ВНИИ селекции и семеноводства
овощных культур
Одинцовский р-н Московской обл.
E-mail: nadine151059@rambler.ru

Приведены результаты изучения семенной продуктивности однолетних декоративных культур: бархатцев отклоненных, календулы лекарственной, циннии изящной в условиях Белгородской области. Высота растений зависела от климатических условий года и уменьшалась при дефиците влаги. Семенная продуктивность однолетних цветочных культур различалась по годам исследований. Наибольший урожай семян по всем культурам был получен в 2008 году. За все годы изучения всхожесть была высокой и соответствовала первому классу посевных стандартов. Выращивание однолетних цветочных культур в условиях Белгородской области рентабельно.

Ключевые слова: выход семян, семенная продуктивность, однолетние декоративные культуры, цинния изящная, бархатцы отклоненные, календула лекарственная.

Введение

Цветочные культуры – неотъемлемая часть нашей жизни. В нашей стране усиливается внимание зеленому убранству городов и сельских поселений. При подборе растений для регулярных цветников, бордюров, рабаток необходимыми условиями являются непрерывность цветения и декоративность. Наибольшей продолжительностью цветения обладают однолетние цветочные культуры. Развитие ландшафтного дизайна потребовало большого количества высококачественных семян этих культур.

В основу одной из классификаций летников положена сумма эффективных температур, необходимая для вызревания семян [1, 6]. К первой группе по этой классификации отнесены летники, вызревающие при сумме эффективных температур, не превышающей 1349°C (календула, бархатцы отклоненные), ко второй – вызревающие при сумме 1350–1449°C (космея, мак), к третьей – при сумме 1450–1549°C (бархатцы прямостоячие, цинния) и к четвертой – при сумме 1550 и более (сальвия) [2, 3, 4].

Климатические и почвенные условия Центрально-Черноземной зоны наиболее благоприятны для возделывания большинства цветочных культур и получения отличного семенного материала. Семеноводство цветочных культур в настоящее время в Центрально-Черноземном регионе практически не ведется по причине больших затрат, связанных с выращиванием и высадкой рассады. Данный способ семеноводства оправдывает вложенные средства при производстве семян элиты. Однако производство семян для широкого потребления часто бывает убыточным.

Получение семян однолетних цветочных культур в открытом грунте прямым посевом в условиях Белгородской области актуально для сокращения затрат ручного труда и снижения себестоимости производства.

Материалы и методика. В опорном пункте ГНУ «ВНИИССОК» в 2008-2010 гг. изучали семенную продуктивность однолетних цветочных культур.

Целью работы явилось изучение семенной продуктивности бархатцев отклоненных (*Tagetes patula*), георгины однолетней (*Dahlia variabilis*), циннии изящной (*Zinnia elegans*) посевом семян, которая позволит оценить целесообразность ведения семеноводства летников в условиях Белгородской области.

Почва участка – чернозем обыкновенный, среднеспелый, среднегумусовый, тяжелосуглинистого, гранулометрического состава. В 100 г почвы содержание азота составляет 137.2 мг/кг, подвижного фосфора – 138.0 мг/кг, обменного калия – 126.0 мг/кг, рН – 6.68, общий гумус в пахотном слое составляет 4.54%.

Опыты проводили на коллекционном участке кафедры растениеводства Белгородской государственной сельскохозяйственной академии по общепринятым методикам. Посев семян проводили ручной сеялкой «Зорька» в третьей декаде апреля по схеме 45×20 см. Пространственная изоляция согласно Инструкции по апробации [5].

Площадь опыта от 0,01 до 0,05га, учетная делянка 20 м².

Семенную продуктивность определяли с одного растения и единицы площади. На посевах проводили сортоулучшающую работу, выбраковывали нетипичные растения [5]. Семена убрали выборочно, досушивали, обмолачивали и доводили до посевных кондиций.

Результаты

Наступление положительных температур выше 10°С в 2008-2009 гг. отмечали в третьей декаде апреля. Условия 2010 года отличались очень быстрым накоплением тепла по сравнению со среднемноголетними данными. Переход через 10°С был отмечен во второй декаде апреля (рис. 1).

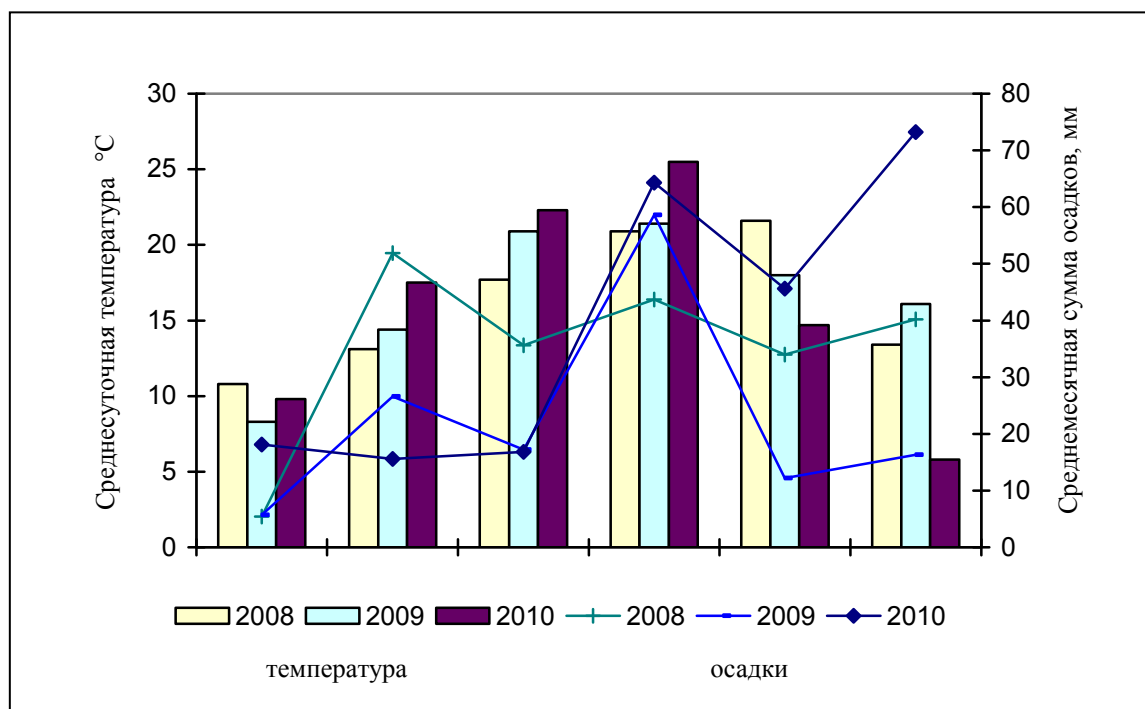


Рис. 1. Климатические условия по данным Белгородского метеопоста (апрель-сентябрь)

Наиболее благоприятные условия при изучении семенной продуктивности летников отмечали в 2008 г. по количеству осадков и температуре воздуха. Условия последующих лет отличались меньшим количеством осадков на фоне высоких температур в первоначальный период роста и развития. Особенно жесткими были условия 2010 года, когда среднесуточные температуры были на уровне 25–27°С, а максимальные – 39°С при дефиците влаги.

В результате изучения было установлено, что климатические условия оказывали влияние на высоту летников (табл. 1).

Таблица 1

Влияние условий выращивания на биометрические показатели однолетних цветочных культур

Культура	Высота растений, см			Среднее	Sx
	2008	2009	2010		
Бархатцы «Сафари Танжерин»	21.4	17.2	15.6	18.1	1.729
Календула «Солнечный луч»	64.2	49.5	35.1	49.6	8.401
Цинния (смесь окрасок)	46.2	43.7	44.1	44.7	0.775

Высота растений наибольшая была в 2008, когда количество осадков в мае-июле были в пределах нормы 43.7мм (среднегодовое количество осадков 46 мм). В 2009 и 2010 году отмечали уменьшение высоты растений до 15.6 см у бархатцев, до 35.1 см у календулы и до 44.1 см у циннии.

В условиях Белгородской области у бархатцев и циннии конец потенциальной вегетации не совпадает с концом реального вегетационного периода. Растения продолжали цвести до заморозков, сохраняя высокую декоративность.

Выход семян с одного растения по изучаемым культурам различался незначительно (табл. 2).

Семенная продуктивность и посевные качества семян однолетних цветочных культур при выращивании в условиях Белгородской области

Учитываемые показатели		Год	Культура		
			бархатцы «Сафари Танжерин»	календула «Солнечный луч»	цинния (смесь окрасок)
Масса 1000 семян, г		2008	3.3	8.3	7.1
		2009	3.1	7.6	6.5
		2010	2.9	6.5	6.6
		Среднее	3.1	7.5	6.7
		S _x	0.115	0.524	0.186
Выход семян	с 1 растения, г	2008	7.3	6.9	0.38
		2009	7.0	6.1	0.35
		2010	7.2	5.9	0.42
		Среднее	7.2	6.1	0.38
		S _x	0.088	0.306	0,020
	кг/га	2008	80.3	250.3	68.3
		2009	77.7	235.6	63.2
		2010	79.9	214.1	76.4
		Среднее	79.3	233.3	69.3
		S _x	0.808	10.511	3,843
Всхожесть, %		2008	96	96	92
		2009	96	95	94
		2010	82	91	96
		Среднее	91	94	94

Семенная продуктивность однолетних цветочных культур различалась по годам исследований. Наибольший урожай бархатцев отклоненных сорта Сафари Танжерин был получен в 2008 году – 80.3 кг/га. Несмотря на высокие температуры и дефицит влаги в начальный период роста в 2010 году выход семян составил 79.9 кг/га за счет благоприятных условий сентября и октября. В среднем семенная продуктивность бархатцев в условиях Белгородской об-

ласти составила 79.9 кг/га.

Такую же закономерность при выращивании семян отмечали и у циннии изящной. В среднем выход семян составил 69.3 кг/га.

В 2008 году семенная продуктивность календулы сорта Солнечный луч составила 250,3 кг/га, в 2009 году она была ниже – 235.6 кг/га. В среднем за три года семян календулы сорта Солнечный луч было получено 233.3 кг/га.

У бархатцев сорта Сафари Танжерин также отмечали снижение массы 1000 семян, что объясняется дефицитом влаги в период налива и созревания семян. У циннии налив и созревание семян проходило в более благоприятных условиях и снижения посевных качеств не отмечали. Масса 1000 семян у календулы уменьшалась с 8.3 г до 6.5 г.

При расчете экономической эффективности производства цветочных культур было установлено, что выращивание однолетних декоративных культур рентабельно при любых погодных условиях в Белгородской области (табл. 3). Уровень рентабельности при производстве семян однолетников составил 133% у бархатцев отклоненных сорта Сафари Танжерин, календулы лекарственной 184%, циннии изящной (смесь окрасок) 125%.

Выводы. В условиях Белгородской области производство семян однолетних цветочных культур рентабельно при выходе семян календулы лекарственной



200–300 кг/га, бархатцев отклоненных 80 кг/га, циннии изящной 70 кг. Всхожесть была высокой и соответствовала первому классу посевных стандартов 91–96%.

Таблица 3

**Экономическая эффективность выращивания
семян однолетних декоративных культур**

Показатели	Бархатцы отклоненные	Календула лекарственная	Цинния изящная
Урожайность, кг/га	80	300	70
Цена реализации, руб./кг	12000	600	500
Выручка, руб./га	96000	180000	35000
Затраты на 1 га, руб.	41137.33	63293.38	15544.42
Прибыль, руб./га	54862.67	116706.62	19455.58
Себестоимость, руб./кг	514	211	222
Уровень рентабельности, %	133	184	125

Список литературы

1. Аксянова Т.Ю., Россинина А.А. Исследование семенного способа размножения однолетних цветочных растений в условиях юга Красноярского края // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений: Материалы XII Международной научной конференции. – Красноярск: СибГТУ, 2009. – С.3-5.
2. Балабанова Н.Н., Сытов Е.А. Семенная продуктивность бархатцев отклоненных в Московской области. – Картофель и овощи. – 2007. – С. 22.
3. Китаева Л.А. Семеноводство цветочных культур. – М.: Россельхозиздат, 1983. – 190 с.
4. Кочанова Л.А. Особенности плодonoшения и способы семеноводства однолетних цветочных растений в лесостепной зоне Алтая: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Барнаул, 1985. – 16 с.
5. Методическое указание: Инструкция по апробации посевов цветочных культур. – М., 1985. – 39 с.
6. Острякова Г.В., Величко В.Е. Селекция и первичное семеноводство летников // Селекция и семеноводство овощных культур в Центральной Черноземной зоне. – М.: Наука, 1985. – С. 76-88.

SEED PRODUCTION OF ANNUAL FLORAL CULTURES IN THE BELGOROD REGION

**N.V. Kotsareva
T.P. Shul'pekova**

Belgorod State Agricultural Academy

*Vavilova St., 1, Maysky Set.,
Belgorod Dist., 308503, Russia*

E-mail: nadine151059@rambler.ru

The results of the study of seed production of annual ornamental plants – French marigold, medicinal calendula, elegant zinnias – in the Belgorod region presented. Plant height was dependent on climatic conditions and decreased with moisture deficit. Seed production of annual flower crops varied by years of research. The highest seed yield of all crops was obtained in 2008. For all the years of studying germination was high and corresponded to the first class planting standards. Growing annual flower crops in the Belgorod region is cost-effective.

Keywords: seed yield, seed production, annual ornamentals, elegant zinnia (*Zinnia elegans*), French marigold, medicinal calendula.

СОСТОЯНИЕ СООБЩЕСТВА МИКРОФИТОБЕНТОСА ОДЕССКОГО ПРИБРЕЖЬЯ В РАЙОНАХ С РАЗЛИЧНОЙ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКОЙ¹

А.В. Рачинская

Украинский научный центр
экологии моря,

Украина, 65009,
г. Одесса, Французский бульвар, 89
E-mail: aleksandra.rachi@mail.ru

Произведена биоиндикация качества морской среды различных по антропогенной нагрузке районов одесского побережья по динамике таксономических и количественных показателей, а также по соотношению экологических групп в видовом составе водорослей микрофитобентоса. Показано, что в районах, испытывающих интенсивную антропогенную нагрузку, наблюдаются более высокие таксономические и количественные показатели развития сообщества водорослей микрофитобентоса. Здесь также отмечено наибольшее количество сапробионтных видов, в частности, α -мезосапробов.

Ключевые слова: микрофитобентос, биоиндикация, одесское побережье, антропогенная нагрузка, сапробионтные виды.

Введение

Как известно [1], состояние микрофитобентоса отражает качество окружающей среды. Подавляющее большинство видового состава бентосных микроводорослей составляют диатомовые. Они имеют малые размеры и короткий жизненный цикл, потому быстро реагируют на изменения экологического состояния среды их обитания [2]. По систематическим, количественным и морфологическим показателям, а также сапробионности ведущих видов этих водорослей судят о состоянии «здоровья» морской среды.

Наиболее эффективным методом оценки экологического состояния водоемов является биоиндикация, основанная на показателях степени трансформации структуры сообществ гидробионтов при изменении условий среды. При этом основными критериями оценки служат таксономический состав и показатели обилия гидробионтов [3].

В летний и осенний периоды 2009 г. нами была выполнена биоиндикация качества прибрежных вод по систематическим и количественным показателям, а также сапробионному составу водорослей микрофитобентоса на акваториях Григорьевского лимана в районе причально-складского комплекса (ПСК), Одесского порта и в районе мыса Малый Фонтан (рис. 1). Район мыса Малый Фонтан был выбран как условно чистый, районы Григорьевского лимана и Одесского порта – как испытывающие большую антропогенную нагрузку.

Наряду с бетонными и гранитными субстратами диатомовые водоросли также заселяют внешнюю поверхность раковин моллюсков [5]. Однако работ по изучению микроводорослей обрастаний створок мидий очень мало [6, 7]. Практически не изучена индикаторная роль этого водорослевого сообщества. Пробы микрофитов отбирались нами с поверхности створок мидий.

Мидий *Mytilus galloprovincialis* Lam. размером от 36 до 69 мм собирали на глубине 1.5-2.0 м с вертикальных поверхностей причальных и берегозащитных сооружений. Всего было исследовано 37 экз. моллюсков. Обрастания счищались с обеих створок раковины мидии и смывались морской водой, взятой из мест обитания моллюсков (рис. 2). Площадь поверхности раковин мидий определяли по формуле

$S = 0.956 \times L^{2.085}$, где L – максимальная длина моллюска в сантиметрах [5, 6]. Микроскопическую обработку проб и статистическую обработку данных проводили по общепринятым методикам [8, 9].

¹ Работа выполнена на основе доклада, представленного на XI Международной научно-практической экологической конференции «Видовые популяции и сообщества в антропогенно трансформированных ландшафтах: состояние и методы их диагностики» (20-25 сентября 2010 г.).

Летом температура воды в районе мыса Малый Фонтан составила 26°C, в районах Одесского порта и Григорьевского лимана – 27°C. Соленость воды в районе мыса Малый Фонтан была 12.42‰. В районах Одесского порта и Григорьевского лимана она была несколько ниже: соответственно 10.51 и 10.97‰. Осенью температура воды понизилась: в районе мыса Малый Фонтан – до 21°C, в районах Одесского порта и Григорьевского лимана – соответственно до 20°C и 18°C. Соленость воды по сравнению с летом возросла до 14.53–14.99‰. Наименьшей она была в районе Одесского порта, наибольшей – в Григорьевском лимане. Это также отразилось на систематических и количественных показателях структуры сообщества микрофитобентоса.



Рис. 1. Пункты отбора проб микрофитобентоса одесского побережья в летне-осенний период 2009 г. [4]

В исследованных районах отмечено 39 видов диатомовых водорослей, 16 сине-зеленых, 17 динофитовых, 3 вида зеленых, по 1 виду эвгленовых и золотистых водорослей. Чаще всего встречались сине-зеленые водоросли *Entophysalis granulosa*, *Lyngbya confervoides*, *Phormidium fragile*, *Spirulina tenuissima*, *Microcystis* sp., золотистая *Emiliania huxleyi*, диатомовые *Amphora proteus*, *Caloneis liber*, *Cocconeis scutellum* var. *parva*, *C. scutellum* var. *scutellum*, *Navicula pennata* var. *pontica*, *N. peregrina* var. *peregrina*, *N. ramosissima*, *Tabularia fasciculata*.



Рис. 2. Черноморские мидии (*M. galloprovincialis*) с обрастаниями из района мыса Малый Фонтан. Оригинальное фото 23.10.09

Видовой состав и биомассу водорослей микрофитобентоса на поверхности мидийных створок формировали преимущественно диатомовые водоросли, а численность – сине-зеленые. На акваториях Одесского порта и Григорьевского лимана интенсивно развивались также динофитовые водоросли (рис. 3).

Обнаружены существенные различия в структуре сообщества микрофитобентоса из разных исследованных районов. Так, меньше всего видов водорослей было в районе мыса Малый Фонтан (летом и осенью по 29 видов), больше всего – летом в районах Одесского порта и Григорьевского

лимана (соответственно 45 и 46 видов). Среди них преобладали диатомовые – по 26 видов в районах порта и Григорьевского лимана летом.

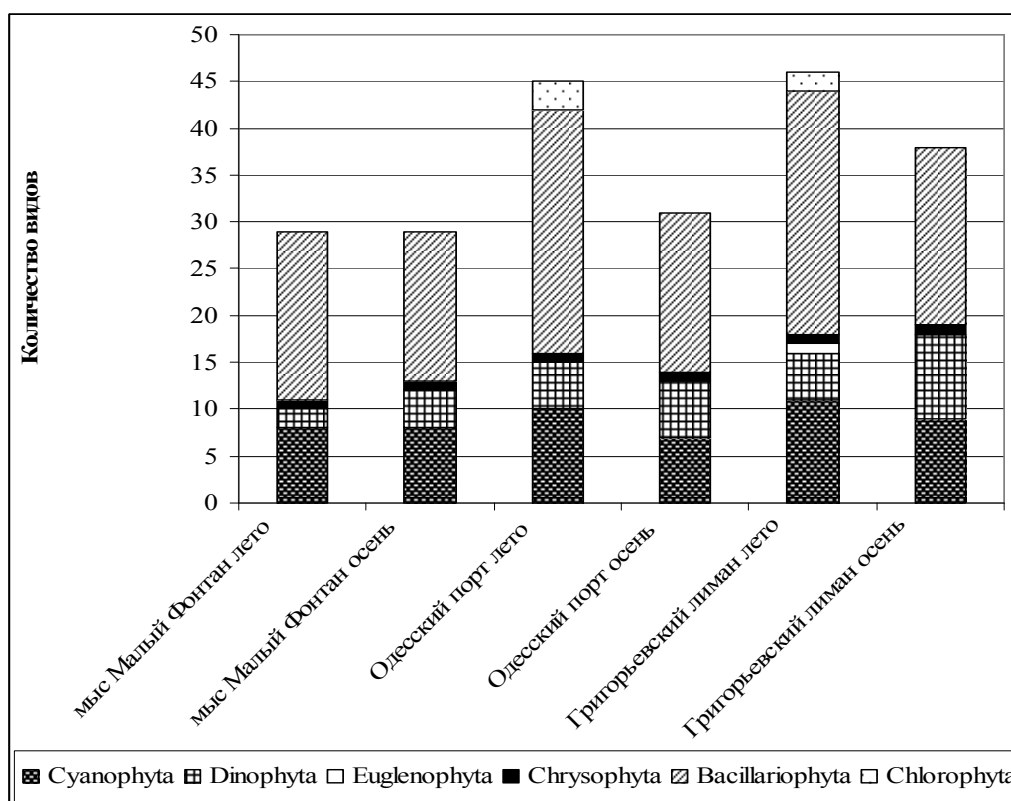


Рис. 3. Количество видов водорослей микрофитобентоса одесского побережья в летне-осенний период 2009 г.

По отношению к местообитанию 43.8% обнаруженных видов являются планктонными формами, что может быть связано с постоянным притоком воды, возникающим при фильтрационной работе мидий. Это, в основном, сине-зеленые, динофитовые, эвгленовые, золотистые и зеленые водоросли, оседающие на створках мидий в

ходе фильтрации ими воды. Планктонные диатомеи были представлены *Chaetoceros curvisetus*, *Cyclotella caspia* и *Pseudonitzschia delicatissima*. Часто встречались и виды, характерные для обрастаний – 34.2%. Это, главным образом, диатомовые водоросли родов *Achnanthes*, *Cocconeis*, *Diatoma*, *Melosira*, *Tabularia* и сине-зеленые родов *Calothrix*, *Lyngbya*, *Phormidium*. Меньше было донных форм – почти 22%. Это в основном диатомеи родов *Navicula* и *Nitzschia*.

По отношению к солености обнаруженные виды водорослей в основном являются поли- и мезогалолами – по 31.3%. К полигалолам относятся диатомовые водоросли родов *Achnanthes*, *Licmophora*, *Pleurosigma*, к мезогалолам – диатомовые водоросли *Cylindrotheca closterium*, *Tabularia fasciculata*, виды рода *Melosira* и сине-зеленые *Lyngbya confervoides*. В значительном количестве встречались также олигогалолюбные формы. Это галофилы и индифференты – соответственно 20.8 и 16.6%. К галофилам принадлежат *Cyclotella caspia*, *Navicula cryptocephala*, *Rhoicosphenia abbreviata* и виды рода *Diatoma*. Индифферентами являются сине-зеленые водоросли родов *Anabaena*, *Gleocapsa* и *Merismopedia*, диатомовые *Nitzschia amphibia*, а также зеленые *Monoraphidium arcuatum* и *Scenedesmus acuminatus*. Полигалобов было меньше всего осенью в районе мыса Малый Фонтан (6 видов), больше всего – летом в районах мыса Малый Фонтан и Одесского порта (соответственно 10 и 11 видов). Меньше всего мезогалобов летом и осенью было в районе мыса Малый Фонтан (7-8 видов), больше всего – в районах порта и Григорьевского лимана (по 11 видов). Галофилов было меньше всего осенью на акватории порта – 2 вида, больше всего – летом в Григорьевском лимане – 9 видов. Индифференты отмечались в основном летом в районах порта и Григорьевского лимана – по 5 видов (рис. 4).

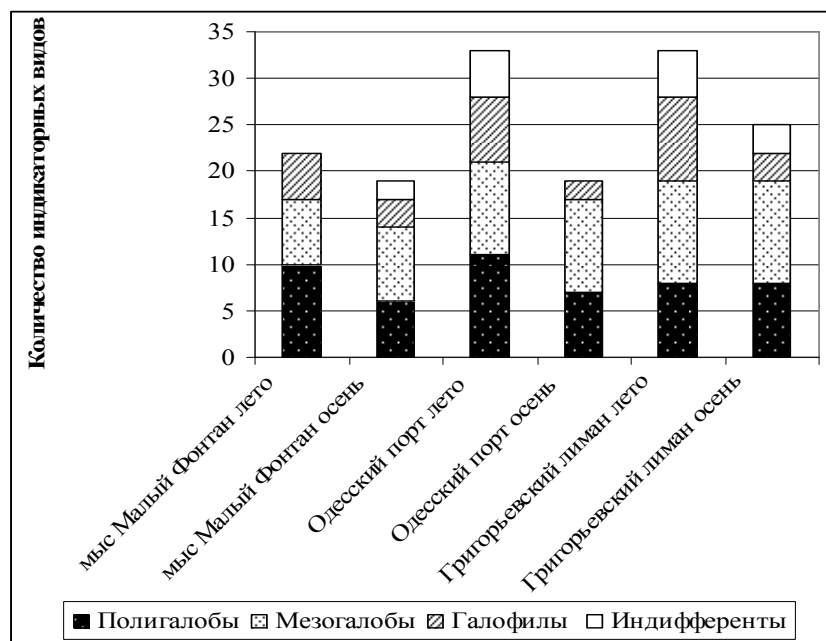


Рис. 4. Галобионтный состав водорослей микрофитобентоса одесского побережья в летне-осенний период 2009 г.

Индикаторами органического загрязнения морской среды являются 34 обнаруженных вида микрофитобентоса. В основном это β -мезосапробы (70.6%) – индикаторы умеренного загрязнения. Это, например, сине-зеленые водоросли родов *Anabaena* и *Merismopedia*, динофитовые *Prorocentrum micans*, диатомовые *Rhoicosphenia abbreviata*, *Stauroneis constricta* и виды родов *Achnanthes*, *Amphora*, *Cocconeis*, *Diatoma*, *Navicula*. Меньше было α -мезосапробов (20.6%) – индикаторов значительного органического загрязнения (*Tryblionella apiculata*, *Tabularia fasciculata* и виды рода *Melosira*).

Повсеместно преобладали β -мезосапробы (7-15 видов). Однако наибольшее количество α -мезосапробов отмечалось в районе Григорьевского лимана (по 5 видов –

Летом в районах мыса Малый Фонтан и Одесского порта преобладали полигалобы, в районе Григорьевского лимана – мезогалобы. Осенью на всех станциях преобладали мезогалобы и произошло уменьшение количества галофилов и индифферентов по сравнению с летним периодом. Такое соотношение экологических групп микроводорослей соответствует пониженной солености, отмеченной в летний период.

летом и осенью), несколько меньше (3-4 вида) – в районе Одесского порта. Часто встречалась осевшая на поверхность створок планктонная динофитовая водоросль *Prorocentrum micans*, также характерная для эвтрофированных районов. Особенно много сапробионтов в районах Григорьевского лимана и Одесского порта было летом – соответственно 21 и 22 вида (рис. 5).

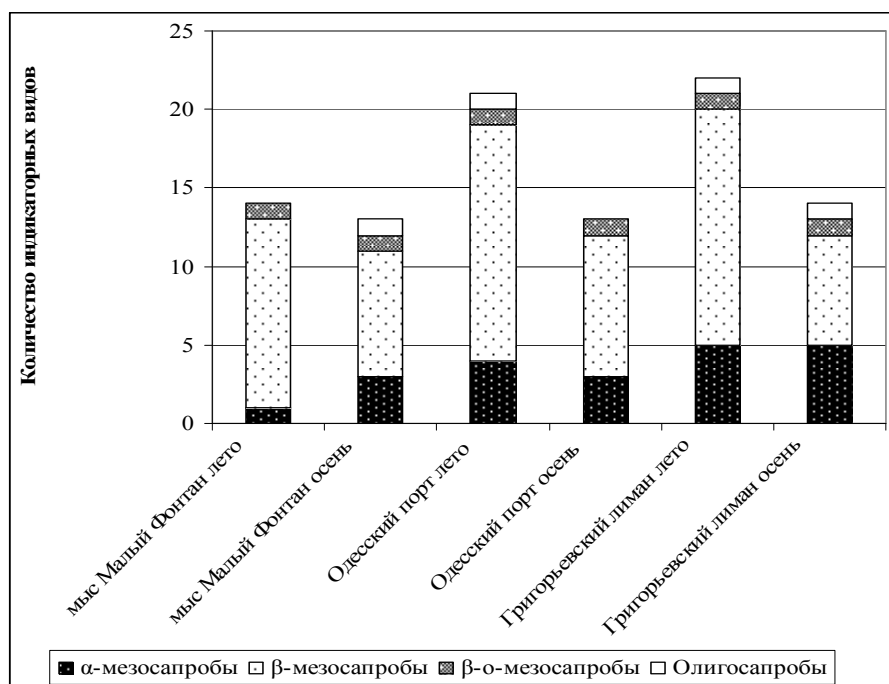


Рис. 5. Сапробионный состав водорослей микрофитобентоса одесского побережья в летне-осенний период 2009 г.

В этих районах наблюдались более высокие систематические и количественные показатели развития сообщества водорослей микрофитобентоса. Здесь интенсивно развивались диатомовые водоросли, среди которых было много сапробионтов, в частности α-мезосапробов

А в районе мыса Малый Фонтан в это время сапробионтов было всего 14 видов. Из них количество α-мезосапробов колебалось от 1 до 3 видов соответственно летом и осенью.

Обнаружены уродливые клетки микроводорослей. Летом в районе Одесского порта встречались выемчатые створки диатомей *Navicula peregrina* var. *peregrina* и искривленные *Cocconeis scutellum* var. *scutellum*, а осенью – изогнутые створки *Tabularia fasciculata*. Осенью в Григорьевском лимане были отмечены выемчатые створки *Cocconeis scutellum* var. *parva*, деформированные и выемчатые створки *C. scutellum* var. *scutellum*, а в районе мыса Малый Фонтан - выемчатые створки у этого вида. В это время в Григорьевском лимане встречались и выемчатые клетки динофитовых водорослей *Prorocentrum cordatum* и *P. micans*. Все это свидетельствует о значительной антропогенной эвтрофикации данных районов.

Численность микрофитобентоса формировали в основном сине-зеленые водоросли (2229.50-12196.67 кл./м²) главным образом за счет *Phormidium fragile* (49.75-2891.18 млн. кл./м²) и *Microcystis* sp. (1717.60-8131.31 млн. кл./м²). Меньше всего их было в районе мыса Малый Фонтан, больше всего – в районе Одесского порта. Летом в Григорьевском лимане интенсивно развивались также *Lyngbya confervoides* (1457.00 млн. кл./м²) и *Spirulina tenuissima* (2151.64 млн. кл./м²). Здесь была многочисленна и осевшая на поверхность створок планктонная динофитовая водоросль *Prorocentrum micans* – 62.91 млн. кл./м² (табл. 1).

Численность диатомовых водорослей колебалась от 22,18 до 507,60 кл./м² соответственно осенью в районе мыса Малый Фонтан и летом в Григорьевском лимане. Наиболее многочисленными были *Navicula ramosissima* и *Cylindrotheca closterium* – соответственно 297,33 и 61,00 млн. кл./м² летом в районе Григорьевского лимана. В районе Одесского порта в это время часто встречался *Achnanthes longipes* (35,37 млн. кл./м²). Здесь и в районе Григорьевского лимана был широко представлен и *Caloneis liber* – соответственно 22,67 и 33,89 млн. кл./м². Это один из видов-индикаторов биотопов, подверженных значительному техногенному загрязнению [10].



Таблица 1

**Численность (млн. кл./м²) водорослей микрофитобентоса
на поверхности мидийных створок в 2009 г.**

Отделы водорослей	Мыс Малый Фонтан		Одесский порт		Григорьевский лиман	
	лето	осень	лето	осень	лето	осень
Cyanophyta	2939.82	2229.50	12196.67	2690.81	11050.00	8467.12
Dinophyta	0.20	0.28	21.18	7.73	6.61	86.40
Euglenophyta	-	-	-	-	0.17	-
Chrysophyta	0.10	0.14	4.02	3.34	1.87	1.54
Bacillariophyta	23.18	22.18	391.85	47.63	507.60	118.85
Chlorophyta	-	-	3.61	-	2.72	-
Всего:	2963.30	2252.10	12617.33	2749.51	11568.97	8673.91

Основу биомассы микрофитобентоса составляли главным образом диатомовые водоросли (57.97-1752.67 мг/м²). Больше всего их было в районах Одесского порта и Григорьевского лимана (табл. 2).

Таблица 2

**Биомасса (мг/м²) водорослей микрофитобентоса
на поверхности мидийных створок в 2009 г.**

Отделы водорослей	Мыс Малый Фонтан		Одесский порт		Григорьевский лиман	
	лето	осень	лето	осень	лето	осень
Cyanophyta	41.32	54.22	202.89	27.42	181.55	134.36
Dinophyta	1.70	2.34	401.66	131.86	91.89	1766.12
Euglenophyta	-	-	-	-	0.11	-
Chrysophyta	0.01	0.01	0.26	0.22	0.12	0.10
Bacillariophyta	57.97	72.59	1752.67	118.19	803.73	1148.05
Chlorophyta	-	-	1.28	-	0.48	-
Всего:	101.00	129.16	2358.76	277.69	1077.88	3048.63

Наиболее массовыми среди них были *Achnanthes longipes* (585.73 и 621.88 мг/м² в районах Одесского порта и Григорьевского лимана) и *Tabularia fasciculata* (до 337.68 мг/м² летом в районе порта). Интенсивно развивались также *Amphora proteus* (108.10 мг/м² осенью в районе Григорьевского лимана), *Caloneis liber* (131.67 и 281.83 мг/м² соответственно летом в районах порта и Григорьевского лимана), *Cocconeis scutellum* var. *scutellum* (145.33 и 139.02 мг/м² в тех же районах), *Pleurosigma angulatum* и *Tabularia fasciculata* (соответственно 186.85 и 337.68 мг/м² летом в районе Одесского порта). Летом в районах Одесского порта и Григорьевского лимана часто встречались виды рода *Navicula*: *N. pennata* var. *pontica* (124.84 мг/м²) и *N. peregrina* var. *peregrina* (111.93 мг/м²). В осенний период была обнаружена *Melosira moniliformis* var. *moniliformis* (74.81 мг/м² в Григорьевском лимане) и *M. moniliformis* var. *subglobosa* – (62.72-69.00 мг/м² соответственно в районах Одесского порта и Григорьевского лимана).

В акваториях Одесского порта и Григорьевского лимана осенью наблюдалась высокая биомасса динофитовых водорослей в основном за счет *Prorocentrum micans* (122.21 и 1569.64 мг/м²) и *Gymnodinium* sp. (133.42 мг/м²). Значительна была и биомасса сине-зеленых водорослей (41.32-202.89 мг/м²) соответственно летом в районах мыса Малый Фонтан и Одесского порта. Довольно высокой она была и в Григорьевском лимане: 181.55-134.36 мг/м² летом и осенью. Ее формировали главным образом *Phormidium fragile* (до 102.17 мг/м² летом в районе порта), *Lyngbya confervoides* (до 85.81 мг/м² летом в районе Григорьевского лимана) и *Microcystis* sp. (до 54.89 мг/м² осенью в районе Григорьевского лимана).

Как летом, так и осенью 2009 г. наименьшие показатели количества обнаруженных видов (по 29), численности (соответственно 2963.30 и 2252.10 млн. кл./м²) и биомассы (101.00 и 129.16 мг/м²) водорослей микрофитобентоса на этом субстрате отмечались в районе мыса Малый Фонтан. Больше всего видов обнаружено летом в районах Одесского порта и Григорьевского лимана (соответственно 45 и 46 видов). Общая численность микрофитобентоса была максимальной летом в районе Одесского порта

(12617.33 млн. кл./м²), общая биомасса – осенью в районе Григорьевского лимана (3048.63 мг/м²).

Таким образом, изучение состояния сообщества микроводорослей обрастаний створок мидий Одесского побережья в районах с различной антропогенной нагрузкой показало, что по количеству видов, численности, биомассе и сапробионтному составу микрофитобентоса наименее эвтрофированным является район мыса Малый Фонтан. Значительную антропогенную нагрузку испытывает район Одесского порта, а наибольшую – акватория Григорьевского лимана. Проведенные нами исследования подтверждают необходимость биоиндикации качества морской среды в районах с различной антропогенной нагрузкой путем оценки особенностей развития этого водорослевого сообщества.

Список литературы

1. Гусяков Н.Е., Закордонец О.А., Герасимюк В.П. Атлас диатомовых водорослей бентоса северо-западной части Черного моря и прилегающих водоемов. – К.: Наукова думка, 1992. – 112 с.
2. Неврова Е.Л. Антропогенное влияние на микрофитобентос Севастопольской бухты // Акватория и берега Севастополя: экосистемные процессы и услуги обществу / Под ред. Е.В. Павловой, Н.В. Шадрина. – 1999. – С. 168-175.
3. Окснюк О.П., Давыдов О.А. Методические принципы оценки экологического состояния водных объектов по микрофитобентосу // Гидробиологический журнал. – 2006. – Т. 42, № 2. – С. 98-112.
4. Картографический материал, произведенный в Отделе информационного обеспечения научных исследований УкрНЦЭМ в секторе ГИС технологий морских акваторий и прибрежных зон.
5. Прошкина-Лавренко А.И. Диатомовые водоросли бентоса Черного моря. – М.; Л.: Наука, 1963. – 243 с.
6. Рябушко Л.И., Рябушко В.И. Сообщества диатомовых водорослей на раковинах моллюсков рода *Mytilus* L. // Альгология. – 1998. – Т. 8, № 3. – С. 254-259.
7. Рябушко Л.И., Рябушко В.И. Микрофитобентос бухты Казачья Черного моря (Украина) // Альгология. – 2001. – Т.11, № 1. – С. 70-83.
8. Водоросли. Справочник / Вассер С.П., Кондратьева Н.В., Масюк Н.П. и др. – К.: Наукова думка, 1989. – С. 176-178, 183-188.
9. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов / Под ред. Ф.Д. Мордухай-Болтовского. – М.: Наука, 1975. – С. 81-84, 108-115.
10. Неврова Е.Л., Петров А.Н. Разнообразие бентосных диатомовых Черного моря: анализ межрегиональных особенностей и влияния загрязнения // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка. Серія: Біологія, № 4 (27). Спеціальний випуск: Гідроекологія. – 2005. – С. 160-161.

THE STATE OF ASSOCIATION OF MICROPHYTOBENTHOS OF ODESSA COASTAL ZONE OF REGIONS WITH DIFFERENT ANTHROPOGENIC INFLUENCE

A.V. Rachinskaya

Ukrainian Scientific Center of Sea Ecology, Frantsuzky boulevard, 89
Odessa, 65009, Ukraine
E-mail: aleksandra.rachi@mail.ru

The bioindication of the quality of the marine environment of different regions of Odessa coastal zone with respect to the anthropogenic influence is executed on the systematic quantitative indexes of development and correlation of ecological groups in specific composition of algae of microphytobenthos. It is shown that in the regions undergoing an intense anthropogenic influence there are higher systematic and quantitative indexes of development of association of microphytobenthos. Most of saprobiont species are also observed here, in particular, α-mesosaprobionts.

Key words: microphytobenthos, bioindication, Odessa coastal zone, anthropogenic influence, saprobiont species.



УДК 582.282.22+579.26(470.325)

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ МИКРОСКОПИЧЕСКИХ ГРИБОВ В АТМОСФЕРЕ РАЗЛИЧНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗОН г. БЕЛГОРОДА¹

М.И. Василенко
Ю.И. Заика

*Белгородский государственный
технологический университет*

*Россия, 308012, г. Белгород,
ул. Костюкова, 46*

E-mail: vasilemn@mail.ru

Исследован видовой состав и обилие микроскопических грибов в атмосфере и снеговом покрове на участках города Белгорода различного функционального назначения. Установлено, что в городской среде формируются специфические комплексы микроскопических грибов, отличные по составу от подобных сообществ естественных биогеоценозов, в первую очередь, увеличением присутствия оппортунистических видов. В промышленных и придорожных зонах наблюдается увеличение численности темноокрашенных меланинсодержащих грибов, более устойчивых к загрязнению городских территорий.

Ключевые слова: микроскопические грибы, городская среда, атмосфера, снеговой покров, загрязнения.

Введение

Неуклонно усиливающееся антропогенное воздействие на живую природу все чаще приводит к локальным разрушениям биогеоценозов и, порой, к исчезновению тех или иных видов живых организмов из биотических комплексов. Биологические виды способны четко реагировать на изменения окружающей среды. В свою очередь, любые изменения биоразнообразия на видовом уровне могут означать разномасштабные нарушения равновесия в экосистемах. Именно поэтому изучение биологического разнообразия может считаться наиболее общим и адекватным методом оценки воздействия человека на окружающую среду. Оценка биологического разнообразия имеет важное прикладное значение, так как: позволяет отслеживать состояние генетического потенциала; служит основой для разработки программ мониторинга отдельных видов и, наконец, дает представление о состоянии экосистем на определенной территории.

Для городской среды характерны особые микробные сообщества, которые долгое время изучались преимущественно с точки зрения наличия санитарно-опасных микроорганизмов. Сообщества грибов в городах практически не исследовались. До сих пор большинство работ по изучению состава микроскопических грибов на урбанизированных территориях касается оценки их распространения внутри закрытых помещений (indoor environment) [1], в среде самого города (outdoor environment) микобиота исследована в незначительной степени. Микологически неисследованным компонентом внешней среды города остается снеговой покров, накапливающий в зимний период споры грибов, которые при таянии снега перемещаются в почву и тем самым могут влиять на формирование в дальнейшем грибных почвенных сообществ.

Целью данной работы было изучение особенностей состава микроскопических грибов в атмосфере и снеговом покрове различных функциональных зон города Белгорода.

Объекты и методы исследования

Проведено исследование различных территорий города: вблизи промышленных предприятий (ОАО «Белгородский цемент» и ОАО «Стройматериалы»), в придорожных зонах автомагистралей (по просп. Б. Хмельницкого в районе остановки «Энергомаш» и по ул. Костюкова у ее пересечения с ул. Ватутина), рекреационной зоне (Центральный городской парк культуры и отдыха им. Ленина), жилой застройке (на Харь-

¹ Работа рекомендована к публикации XI Международной научно-практической экологической конференцией «Видовые популяции и сообщества в антропогенно трансформированных ландшафтах: состояние и методы его диагностики», Белгород, 20-25 сентября 2010 г.

ковской горе комплекс «Владимирский» и по улице Садовой). В качестве контроля рассматривали территорию санатория «Красиво», расположенного вблизи одного из участков («Лес на Ворскле») заповедника «Белогорье», являющегося природоохранным, научно-исследовательским и эколого-просветительским учреждением федерального значения. Объектами исследования были пробы воздуха и снега, отобранные в феврале месяце 2010 года.

В стерильную посуду отбирали фиксированный объем снега (с площадки 10 × 10 см, толщиной 1 см). Посев проводили из 0.1 мл талой воды в трехкратной повторности для каждого варианта [2]. Капли снеговой талой воды наносили на поверхность среды Чапека и распределяли по всей поверхности среды. Для количественной оценки микромицетов в приземном слое воздуха посев осуществляли методом седиментации [1], путем экспонирования открытых чашек Петри на высоте 1.0-1.5 м в течение 15-30 мин. Посевы инкубировали при 25 °С в течение 7 суток после чего с помощью метода прямой микроскопии определяли биоморфологический состав комплексов, идентифицируя микромицеты [3, 4]. Структуру комплекса микромицетов описывали по обилию видов. Обилие (%) каждого вида микроскопических грибов рассчитывали как долю колоний данного вида микромицетов в общем количестве всех колоний в пробе.

Уровень загрязнения атмосферы тяжелыми металлами (медью, свинцом, цинком и кадмием) оценивали опосредованно через их содержание в корке (наружный слой коры) древовидной растительности, которое определяли атомно-абсорбционным методом согласно ГОСТ 30692-2000 [5], наличие тяжелых металлов в талых водах снега – аналитически, с использованием дитизона [6].

Результаты и их обсуждение

Как показали проведенные исследования, комплексы микромицетов на урбанизированной территории отличаются большим разнообразием по сравнению с аналогичными сообществами естественных биоценозов, в качестве которых рассматривались участки санатория «Красиво». Однако, разнообразие сообществ микроскопических грибов в этом случае увеличивалось за счет появления темноокрашенных колоний, малотиичных для данной природной зоны (рис.).

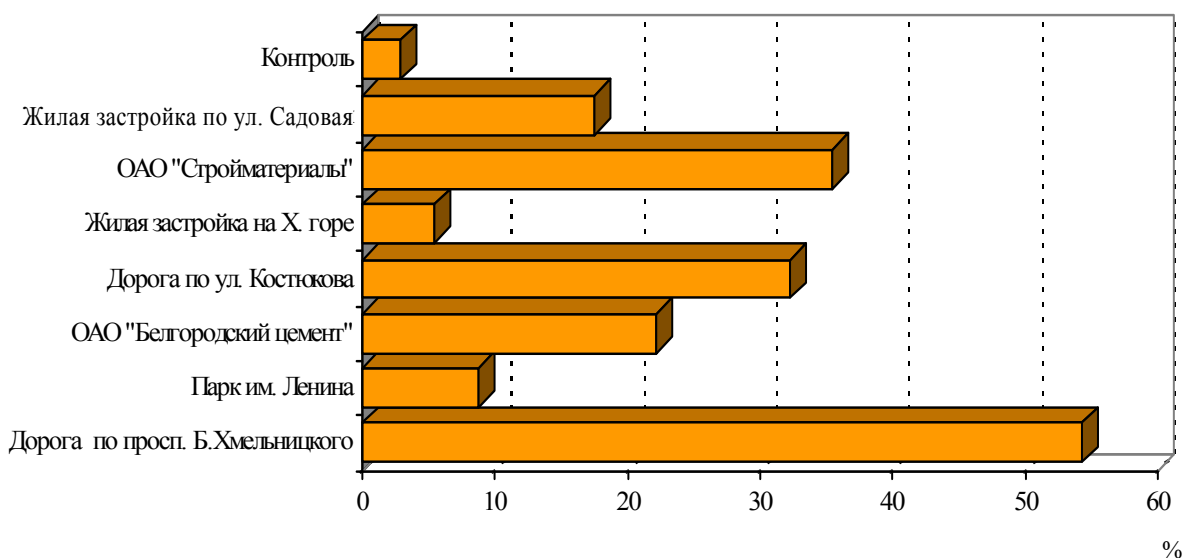


Рис. Долевое (%) обилие темноокрашенных микроскопических грибов в снеговом покрове на территории г. Белгорода

В городских условиях в пробах снега и воздуха доминировали представители таких родов, как *Cladosporium* и *Alternaria*, содержание которых достигало 54% в пробах,



отобранных с газонов вдоль автомагистрали по проспекту Б. Хмельницкого, и доходило до 35% в образцах, отобранных на территориях промышленных предприятий ОАО «Белгородский цемент» и ОАО «Стройматериалы». В пробах снега с малозагрязненных территорий жилой (на Харьковской горе) и рекреационной (городской парк) зон на долю темноокрашенных грибов приходилось менее 10%. В контроле – пробы с территории санатория – эта доля не превышала 3%. Но именно на этих участках наблюдалось значительное количество светлоокрашенных колоний, как показал микроскопический анализ в большинстве своем представителей рода *Penicillium*.

Опасными загрязнителями городских экосистем считаются тяжелые металлы, источником которых являются как выбросы промышленных предприятий, так и городской автотранспорт [7]. Ориентируясь на тот факт, что корка деревьев является безбарьерным аккумулятивным фитоиндикатором загрязнения воздуха тяжелыми металлами, так как концентрирует в себе значительные их количества [8], мы проанализировали указанный растительный материал на содержание меди, цинка, свинца и кадмия с целью оценки уровня загрязнения металлами различных функциональных зон города. Результаты атомно-абсорбционного анализа древесной корки, снятой с деревьев в различных зонах города на содержание тяжелых металлов представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Содержание тяжелых металлов в корке деревьев,
произрастающих на различных участках города Белгорода**

№ п/п	Места отбора растительного материала	Содержание тяжелых металлов, мг/кг			
		медь	цинк	свинец	кадмий
1.	Дорога по пр. Б. Хмельницкого	34.45	122.6	46.41	0.56
2.	Парк им. Ленина	15.32	86.52	13.81	0.23
3.	ОАО «Белгородский цемент»	16.01	139.4	35.54	0.61
4.	Дорога по ул. Костюкова	20.59	142.9	19.89	0.37
5.	Жилая застройка на Харьковской горе	13.62	32.28	10.48	0.15
6.	ОАО «Стройматериалы»	9.29	123.4	16.09	0.33
7.	Жилая застройка по ул. Садовая	10.03	125.01	17.67	0.31
8.	Контроль – санаторий «Красиво»	5.08	26.12	4.11	0.08

Полученные данные свидетельствуют о том, что ореолы загрязнения свинцом, цинком, медью и кадмием сопровождают крупные транспортные магистрали, а также промышленные районы города Белгорода. Содержание тяжелых металлов вблизи дорог в 5–12 раз превышает концентрацию металлов в контрольной точке. Наибольшая концентрация свинца, кадмия и меди зафиксирована возле дороги по проспекту Б. Хмельницкого, что связано, вероятно, с высокой ее загруженностью автотранспортом. Перечисленные металлы поступают в пространство вблизи автодорог от движущихся автомобилей при износе металлических частей транспортных средств (цилиндропоршневой группы двигателя, подвижных деталей кузова, подвесок и др.), истирании гальванических покрытий, высвобождаются при сжигании топлива [9]. Более высокая, чем на проспекте, концентрация цинка возле дороги по улице Костюкова (142.9 мг/кг против 122.6 мг/кг) может быть связана с особенностями планировки территории (наличие перекрестка на подъеме), способствующими при движении транспорта значительному истиранию протекторов шин, в которых цинк используется в качестве связующего резины компонента. Важным путем техногенного рассеивания металлов является их выброс в атмосферу при высокотемпературных технологических процессах (металлургия, обжиг цементной шихты, производство керамзита, кирпича и др.) [8]. В условиях города Белгорода это приводит к высоким концентрациям металлов на территориях, прилегающих к промышленным предприятиям, прежде всего ОАО «Белгородский цемент», где содержание меди, цинка, свинца и кадмия в корке деревьев достигает, соответственно, 16.01; 139.4; 35.54 и 0.61 мг/кг (см. табл.1).

Согласно результатам по определению общего содержания тяжелых металлов в талом снеге быстрым дитизиновым методом [6], концентрация указанных загрязните-

лей вдоль дорог и на территории ОАО «Белгородский цемент» была наибольшей и превышала 300 мкг/мл, тогда как в контроле не превышала 30 мкг/мл, что лишь подтвердило высокий уровень загрязнения этих участков.

Представленная ситуация по загрязнению территории г. Белгорода тяжелыми металлами вполне коррелировала с доминированием темноокрашенных микромицетов в снегу и приземном слое воздуха вдоль дорог и отдельных промплощадок. Наличие у таких грибов протекторных меланиновых пигментов, придающих темную окраску мицелию, повышает их резистентность к тяжелым металлам, ультрафиолетовому и радиоактивному облучению, воздействию химических факторов мутагенной и канцерогенной природы [10, 11]. Выявленная тенденция согласуется с отмечаемым в литературе феноменом «индустриального, городского меланизма» [12].

Микроскопический анализ выросших на твердой среде грибов позволил идентифицировать микромицеты, принадлежащие более чем к десяти родам (табл. 2). Как следует из анализа данных, в условиях города обилие оппортунистических микроскопических грибов, а именно потенциально патогенных для человека и растений, микотоксичных видов, прежде всего рода *Aspergillus* (*A. flavus*, *A. niger*, *A. fumigatus*), достигает 30% на территории промышленных зон. Присутствие гриба *A. niger* фиксировалось во всех исследуемых точках, наличие наиболее токсичных видов *A. flavus* и *A. fumigatus* характерно было для антропогенно перегруженных территорий промышленных зон и автомагистрали по проспекту Б. Хмельницкого. Следует отметить, что именно эти виды, увеличивающие свою представительность в воздухе урбанизированных территорий, вызывают сейчас глубокую тревогу как возможные возбудители микозов, в первую очередь у городских людей с пониженным иммунным статусом [13, 14].

Таблица 2

Обилие видов микроскопических грибов в приземном слое воздуха и снеговом покрове различных участков города Белгорода

Вид	Исследуемые территории							Контроль
	1	2	3	4	5	6	7	
<i>Acremonium sp.</i>	-	5/5	10/5	5/-	5/5	5/-	5/5	-/5
<i>Alternaria alternata</i>	7/15	15/10	25/10	20/15	15/15	15/10	10/10	10/10
<i>Aspergillus flavus</i>	3/5	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aspergillus niger</i>	5/10	5/10	30/25	35/30	20/20	30/25	20/10	-
<i>Aspergillus fumigatus</i>	15/10	-	-/5	-	-	10/-	5/5	-
<i>Chaetomium sp.</i>	-	5/5	-	-	-	-	-	5/5
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	35/35	10/10	-/20	5/15	5/5	20/30	30/15	10/10
<i>Fusarium moniliforme</i>	25/15	-	5/15	-	-	-/20	15/20	-
<i>Penicillium chysogenum</i>	-	30/25	-	15/10	15/20	-/5	-/20	50/55
<i>Stemphylium sp.</i>	-	-	15/5	10/15	20/20	5/-	-	10/5
<i>Trichoderma sp.</i>	-	20/20	-	-	-	-	-	5/5
<i>Ulocladium sp.</i>	10/10	10/15	15/15	10/15	20/15	15/10	15/15	10/5

Примечание: * – в числителе указано обилие видов грибов в приземном слое атмосферы, (%); в знаменателе – в снеговом покрове.

В контрольной точке, где вообще не выявлено присутствие микромицетов рода *Aspergillus*, не обнаруживался и условно патогенный гриб рода *Fusarium*, тогда как в городской среде его наличие отмечалось вдоль дорог и на территориях промзон.

Особенности комплексов микроскопических грибов в городских условиях могут определяться специфическими экологическими условиями городской среды. Результаты экспериментов, проведенных с целью выявления этих условий, представлены в табл. 3, где отражены физико-химические характеристики отобранных образцов снега.

Наибольшая концентрация взвешенных веществ в талой воде (до 515 мг/л против 2 мг/л в контроле) зафиксирована возле дороги по проспекту Б. Хмельницкого, и, как показал рентгенофазовый анализ твердой фракции, они представлены различными модификациями оксида кремния, карбоната натрия, оксида железа и хлорида



кальция – традиционными компонентами городской пыли, попавшей в снег при интенсивном разбрызгивании машинами грязи с дорог.

Как известно, в обычном (незагрязненном) состоянии pH снеговых вод варьирует в пределах 5.5–5.8. На территории города Белгорода кислотность снега изменялась, как видно из табл. 3, в сторону нейтральной и щелочной реакции среды, достигая наибольшего значения (9.89) на территории, прилегающей к ОАО «Белгородский цемент», что объясняется осаждением на поверхности снега цементной пыли, имеющей щелочную реакцию в водной среде.

Таблица 3

**Физико-химические характеристики снегового покрова
различных зон города Белгорода**

№ п/п	Места отбора проб снега	pH	Взвешенные вещества, мг/л	Сухой остаток, мг/л
1.	Дорога по пр. Б. Хмельницкого	6.65	515	850
2.	Парк им. Ленина	7.3	34	126
3.	ОАО «Белгородский цемент»	9.89	81	201
4.	Дорога по ул. Костюкова	6.21	18	195
5.	Жилая застройка на Харьковской горе	5.33	13	102
6.	ОАО «Стройматериалы»	5.87	23	178
7.	Жилая застройка по ул. Садовая	6.45	183	551
8.	Контроль – санаторий «Красиво»	5.8	2	76

Анализ талых вод показал, что значительную долю в сухом остатке снега составляли соли, используемые в составе противогололедных смесей (содержание хлоридов вблизи дорог доходило до 300 мг/л), прежде всего, вероятно, хлорид натрия. В этом случае избыточное накопление натрия, известного своим подщелачивающим эффектом, могло внести свой вклад в изменение pH талых вод.

С учетом повышенных температур (возникновение «островов тепла» над промышленными зонами и автомагистралями способствует повышению температуры воздуха на 1-4°C, по сравнению с пригородными участками), более щелочные условия среды, как известно, являются лучшими для развития микотоксичных и потенциально патогенных грибов родов *Aspergillus* и *Fusarium* [2, 3, 15].

Свой вклад в формирование микобиоты города вносят и ее специфические компоненты – сооружения и здания из различных строительных материалов. Доказано, что на таких антропогенных поверхностях развиваются, в первую очередь, все те же виды рода *Aspergillus* – *A. niger*, *A. fumigatus* и темноокрашенные грибы, до 60% из которых приходится на долю *Cladosporium* [1].

Таким образом, проведенное сравнительное изучение особенностей комплекса микроскопических грибов в атмосфере и снеговом покрове различных функциональных зон города Белгорода позволяет заключить, что присутствие в среде отдельных представителей этой группы микроорганизмов определяется уровнем антропогенной нагрузки той или иной территории. В наиболее нагруженных участках магистралей, прежде всего, по проспекту Б. Хмельницкого, и на промышленных объектах – ОАО «Белгородский цемент», ОАО «Стройматериалы» возросло обилие темноокрашенных форм грибов, а также появлялись микотоксичные и потенциально патогенные для человека и растений виды, тяготеющие к более высокотемпературным и более щелочным условиям местообитаний. Важно заметить, что возвышенное расположение и ветровой режим, благоприятно влияющие на рассеивание выхлопных газов транспортных средств в условиях Харьковской горы (ул. Костюкова) определили наиболее благоприятную обстановку не только в жилой застройке комплекса «Владимирский» (наилучшее качество атмосферы), но и вдоль дороги по улице Костюкова, что отразилось на видовом составе грибов. Превалирование повторяемости ветров северо-восточного направления и близость к ОАО «Стройматериалы» способствовали высокому уровню запыленности жилой застройки по улице Садовой соответствующими

выбросами предприятия и, как следствие, вероятно, появлению здесь спор и (или) кусочков мицелия токсичных видов *Aspergillus fumigatus* и *Fusarium moniliforme* в составе пылевых частиц.

Таким образом, изменения в комплексах аэрофильных микроскопических грибов, связанные с перераспределением доминирования к небольшому числу устойчивых видов, представляющих потенциальную опасность для здоровья человека, о чем ранее отмечалось в литературе [16], могут являться результатом городского транспортно-промышленного загрязнения.

Представленные в работе результаты позволяют сделать выводы о возможности и необходимости использования микологических методов для оценки качества атмосферы города, выявления наиболее опасных участков на урбанизированных территориях, так как именно биологическая оценка качества среды дает непосредственную характеристику ее здоровья, под которым понимается состояние, необходимое для обеспечения здоровья человека и других видов живых существ.

Список литературы

1. Марфенина О.Е., Каравайко Н.М., Иванова А.Е. Особенности комплексов микроскопических грибов урбанизированных территорий // Микробиология. – 1996. – Т.65. – №1. – С. 119-124.
2. Кулько А.Б., Марфенина О.Е. Особенности видового состава микроскопических грибов в снеговом покрове городской среды // Микробиология. – 1998. – Т. 67. – №4. – С. 569–572.
3. Билай В.И., Коваль Э.З. Аспергиллы. – К.: Наукова думка, 1988 – 204с.
4. Литвинов М. А. Определитель микроскопических почвенных грибов – Л.: Наука, 1967. 304 с.
5. ГОСТ 30692-2000. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Атомно-абсорбционный метод определения содержания меди, свинца, цинка и кадмия. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 11 с.
6. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. – М.: Химия, 1984. – 448 с.
7. Денисов В.В., Курбатова А.С., Денисова И.А., Бондаренко В.Л., Грачев В.А., Гутенев В.В., Нагнибеда Б.А. Экология города. – М.: ИКЦ «МарТ», 2008. – 832 с.
8. Экологическое благоустройство жилых территорий крупных городов России / Труды научно-практического семинара, VII Международный экологический форум, Санкт-Петербург, 13–15 марта 2007 г. / под науч. ред. А.А. Капустина, В.Ф. Хватова. – СПб.: Изд-во МАНЭБ, 2008. – 152 с.
9. Луканин, В.Н., Трофименко Ю.В. Промышленно-транспортная экология: учебник для вузов.– М.: Высшая школа, 2001. – 273 с.
10. Борщевская М. И, Васильева С. М. Развитие представлений о биохимии и фармакологии меланиновых пигментов // Вопросы медицинской химии. – 1999. – Т. 45, вып. 1. – С. 13-23.
11. Бязров Л.Г. Меланин в роли хлорофилла / газета «Биология» – изд. дом «Первое сентября», 2008. – № 2.
12. Жданова Н.Н., Василевская А.И. Меланинсодержащие грибы в экстремальных условиях. – К.: Наукова думка, 1988. – 196 с.
13. Ревич Б.А. и др. Региональные и локальные проблемы химического загрязнения окружающей среды и здоровья населения. – М., 1995. – 203 с.
14. Марфенина О.Е., Кулько А.Б., Иванова А.Е, Согонов М.В. Микроскопические грибы во внешней среде города // Микология и фитопатология. – 2002. – Т. 36, вып.4. – С. 22-32.
15. Domsh Л.Р., Gams W. Compendium of soil fungi. – London: Acad. Press, 1980. – V. 1. – 859 p.
16. Марфенина О.Е. Опасные плесени в окружающей среде // Природа. – 2002. – №11.



COMPARATIVE ESTIMATION OF THE SPECIFIC VARIETY OF MICROSCOPIC FUNGI IN THE ATMOSPHERE OF DIFFERENT FUNCTIONAL ZONES OF THE CITY OF BELGOROD

M.I. Vasilenko
Yu.I. Zaika

*Belgorod State Technological
University*

*Kostyukova St., 46, Belgorod,
308012, Russia*

E-mail: vasilemn@mail.ru

Species composition and abundance of the microscopic fungi in the atmosphere and the snow cover in the sections of Belgorod city of different functional designation is investigated. It is established that in the urban environment the specific complexes of microscopic fungi are formed and they are differing in composition from similar associations of natural biogeocoenosis, in the first place, by an increased presence of opportunistic forms. In the industrial and roadside zones an increase in the number of dark-colored fungi, more resistant to the pollution of urban areas is observed.

Key words: microscopic fungi, urban environment, the atmosphere, snow cover, pollution.

УДК 632.4:674.031.632.26

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО К НЕКОТОРЫМ БОЛЕЗНЯМ СТВОЛА В ЮЖНОЛЕСОСТЕПНЫХ ДУБРАВАХ

А.В. Дунаев
Е.Н. Дунаева
С.В. Калугина

Белгородский государственный
университет

Россия, 308015,
г. Белгород, ул. Победы, 85

E-mail: kiryushenko@bsu.edu.ru

В статье рассматриваются экологические аспекты устойчивости дуба черешчатого 70-90-летнего возраста в южно-лесостепных дубравах (Белгородская и Харьковская области) к заболеваниям ствола, вызванным *Pseudomonas quercus* Schem., *Phellinus robustus* Bourd et Galz, *Daedalea quercina* (L.) Fr. По результатам анализа таких аспектов устойчивости, как распространенность заболевания; жизнеспособность пораженных деревьев; смертность (отпад) пораженных деревьев; их продуктивность (прирост древесины) – дается сравнительная экологическая оценка устойчивости дуба к указанным заболеваниям.

Ключевые слова: устойчивость, дуб черешчатый, поперечный рак, гниль ствола, распространенность заболевания, жизнеспособность деревьев, смертность (отпад) деревьев.

Введение

В настоящее время большинство дубрав южной лесостепи Восточной Европы представлены порослевыми древостоями с преимущественным участием дуба черешчатого *Quercus robur* L. преспевающего, спелого и перестойного возраста. На фоне общего депрессивного состояния популяций дуба, обусловленного комплексом разных причин, действующих в различных комбинациях во времени, в дубовых древостоях получили широкое распространение гнилевые, некрозные и раковые заболевания. В этой связи представляют интерес исследования аспектов устойчивости деревьев дуба к указанным заболеваниям.

Под устойчивостью понимается способность растения противостоять действию болезнетворных агентов. Мы исследовали устойчивость деревьев дуба в дубовых древостоях в четырех экологических аспектах: распространенность заболевания на живых деревьях; жизнеспособность пораженных деревьев; смертность (отпад) пораженных деревьев; продуктивность (прирост древесины) деревьев в условиях поражения. На наш взгляд эти четыре аспекта достаточно полно характеризуют устойчивость лесных древесных растений в экологическом разрезе и могут быть оценены на основании анализа данных полевых обследований.

Используя данные многолетних лесопатологических обследований на постоянных и временных пробных площадях (ППП и ВПП), а также данные многолетних рекогносцировочных обследований порослевых дубовых древостоев 70-90-летнего возраста в условиях свежей дубравы (Д₂), мы исследовали устойчивость дуба (деревьев дуба черешчатого) к таким заболеваниям как поперечный надломовидный рак дуба (ПР), вызываемый бактерией *Pseudomonas quercus* Schem. (переносчик – тля *Lachnus roboris* L.); стволовая гниль, вызываемая ложным дубовым трутовиком (ЛДТ) *Phellinus robustus* Bourd et Galz; стволовая гниль, вызываемая дубовой губкой (ДГ) *Daedalea quercina* (L.) Fr.

Следует отметить, что отдельные аспекты устойчивости дуба черешчатого к указанным заболеваниям изучались и рассматривались в соответствующей литературе [1, 2, 3, 4]. Однако, детальных исследований, например, смертности (отпада) или продуктивности (прироста древесины) деревьев дуба в условиях поражения, – не проводилось. Не проводилось также обобщающего анализа устойчивости в указанных аспектах. В нашей работе мы задались целью проанализировать имеющиеся данные полевых лесопатологических обследований и дать сравнительную экологическую оценку устойчивости дуба черешчатого в условиях поражения ПР, ЛДТ и ДГ.



Объекты и методика

Объектом исследований являлись порослевые дубовые древостои 70-90-летнего возраста, расположенные в нагорных кленово-липовых дубравах северной части Харьковской и южной части Белгородской областей (южная лесостепь). Полевые обследования проводились в древостоях Даниловского и Волчанского лесхозов Харьковской области Украины (1996-1999 гг.) и в древостоях Белгородского и Шебекинского лесхозов Белгородской области России (2006-2009 гг.). Обследования велись детальным методом на постоянных (ППП) и временных (ВПП) пробных площадях и рекогносцировочным методом (по маршрутным ходам) [5, 6, 7].

Распространенность (встречаемость) заболевания на живых деревьях оценивали как отношение числа учтенных больных живых деревьев к общему числу учтенных живых деревьев в составе древостоя [2, 5, 7]. Больным дерево считалось при наличии явного признака поражения – плодовых тел (ЛДТ, ДГ), муфтообразных или друзовидных утолщений ствола (ПР). Жизнеспособность деревьев оценивали как текущую категорию состояния жизнеспособности по общепринятой методике [3, 5, 6, 7].

Смертность (отпад) мы рассматривали как частоту гибели живых деревьев в древостое по причине развития данной болезни. При этом учитывали, что гибель деревьев от гнилевых болезней ствола чаще происходит в результате механического слома. Т.е. смертность оценивали как отношение числа пораженных деревьев, преждевременно погибших в результате механического слома (с сохранившейся мелковеточной периферией кроны или даже с облиственной кроной), к общему числу учтенных живых деревьев в составе обследуемого древостоя.

Продуктивность деревьев оценивали как прирост древесины по диаметру ствола на уровне груди [6, 7]. Для этого использовали многолетние данные о ежегодном приросте древесины по диаметру ствола деревьев дуба на ППП, в том числе и тех деревьев, которые поражены многолетними гнилями и поперечным раком. Нами был проведен сравнительный анализ приростов больных и здоровых деревьев в зависимости от ступеней толщины (категорий диаметра ствола). В нашей работе мы определяли многолетний прирост по диаметру ствола каждого дерева дуба на ППП как разницу между конечной (по состоянию на 1997 г.) и исходной (по состоянию на 1974 г.) ступенями толщины. Так, например, если исходная ступень толщины данного дерева была равна 16 (т. е. диаметр его ствола имел размеры не менее 16 см, но менее 20 см), а конечная ступень толщины на момент снятия последнего размера была 20 (т. е. диаметр ствола дерева имел размеры не менее 20 см, но менее 24 см), то многолетний прирост данного дерева в нашем случае будет равен $20-16=4$. Как известно, прирост древесины по диаметру ствола – интегральный показатель жизнеспособности дерева [5, 6, 7]. Относительный прирост (сравнительно со средним для данной ступени толщины) – показатель состояния дерева в древостое [6, 7]. Оперировав этим показателем можно оценить состояние жизнеспособности каждого отдельного дерева в составе древостоя и оценить его продуктивность.

Детальные исследования распространенности заболевания, жизнеспособности деревьев дуба, их смертности и продуктивности проводились на двух ППП. Эти площади расположены в нагорных кленово-липовых дубравах Липецкого лесничества (Даниловский опытный лесхоз, Дергачевский район, Харьковская область Украины). Вообще, следует сказать, что ППП, заложенных в 70-е гг. 20 в. сотрудниками УкрНИИЛХа (Украинского научно-исследовательского института лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г.Н. Высоцкого, г. Харьков) с целью долговременных лесоводственных и лесопатологических наблюдений, насчитывается тринадцать. Они находятся в нагорных дубравах Дергачевского, Волчанского, Купянского районов Харьковской области.

Автор, работая в 1995-2002 гг. научным сотрудником лаборатории защиты леса УкрНИИЛХа, принимал непосредственное участие в лесопатологических обследованиях на этих ППП. Имеющиеся у него данные – результат собственных полевых обследований и наблюдений а, также, – результат изучения научных отчетов лаборатории защиты леса УкрНИИЛХа.

Почему для детального изучения были выбраны именно две упомянутые ППП (по установленной нумерации ППП №3 и ППП №4), расположенные в дубравах Липецкого лесничества. На этих ППП имеются учтенные жизнеспособные деревья дуба, пораженные многолетней гнилями от ЛДТ и ДГ, а также деревья, пораженные ПР. Поэтому, основываясь на результатах полевых обследований на этих ППП и используя архивные данные о ежегодных приростах, было не трудно провести сравнительный анализ многолетних приростов больных и здоровых деревьев.

Ниже приводится описание пробных площадей ППП №3 и ППП №4.

ППП №3. Заложена в 1974 г. кв. 49. Площадь – 0.30 га. Лесопатологические обследования ведутся с 1974 г. Нами лесопатологические обследования проводились в 1996-1998 гг. Лесорастительные условия – Д₂. Тип леса – кленово-липовая снытевая дубрава. Далее приводится описание по состоянию на 1998 г. Состав древостоя: 10Д+Кл+Лп. Дубовый древостой представлен смесью из ранней и поздней феноформ дуба черешчатого. Возраст – 80-85 лет. Средний диаметр ствола живых деревьев дуба на уровне груди (Д_{1,3}) – 29.9 см. Полнота древостоя – 0.59. Бонитет – II. Исходное (1974 г.) число живых деревьев дуба – 165 шт., конечное (1998 г.) – 110 шт.

ППП №4. Заложена в 1974 г. кв. 80. Площадь – 0.25 га. Лесопатологические обследования ведутся с 1974 г. Нами лесопатологические обследования проводились в 1996-1998 гг. Лесорастительные условия – Д₂. Тип леса – кленово-липовая снытевая дубрава. Далее приводится описание по состоянию на 1998 г. Состав древостоя: 10Д+Кл+Лп. Дубовый древостой представлен ранней феноформой дуба черешчатого. Возраст – 80-85 лет. Средний диаметр ствола живых деревьев дуба на уровне груди (Д_{1,3}) – 29.8 см. Полнота древостоя – 0.49. Бонитет – II. Исходное (1974 г.) число живых деревьев дуба – 161 шт., конечное (1998 г.) – 55 шт.

Также, детальные исследования распространенности заболевания, жизнеспособности деревьев дуба, их смертности проводились на двух ВПП (ВПП № 1, ВПП № 2). Эти пробные площади были заложены автором в 1996 г. в древостоях Южного лесничества (Даниловский опытный лесхоз, Дергачевский район, Харьковская область Украины) – с целью дополнительных лесопатологических наблюдений. Ниже приводится описание ВПП.

ВПП № 1. кв. 143. Площадь – 0.35 га. Лесопатологические обследования проводились в 1996-1999 г. Лесорастительные условия – Д₂. Тип леса – кленово-липовая снытевая дубрава. Состав древостоя (по состоянию на 1996 г.): 7Д₂Кл₁Лп. Дубовый древостой представлен ранней феноформой дуба черешчатого. Возраст – 80-90 лет. Средний диаметр ствола живых деревьев дуба на уровне груди (Д_{1,3}) – 33.8 см. Полнота древостоя – 0.49. Бонитет – II. Число живых деревьев дуба 69 шт. (1996 г.), 67 шт. (1998 г.).

ВПП № 2. кв. 142. Площадь – 0.55 га. Лесопатологические обследования проводились в 1996-1999 г. Лесорастительные условия – Д₂. Тип леса – кленово-липовая снытевая дубрава. Состав древостоя (по состоянию на 1996 г.): 10Д+Кл +Лп. Дубовый древостой представлен ранней феноформой дуба черешчатого. Возраст – 80-90 лет. Средний диаметр ствола живых деревьев дуба на уровне груди (Д_{1,3}) – 29.9 см. Полнота древостоя – 0.54. Бонитет – II. Число живых деревьев дуба 127 шт. (1996 г.), 125 шт. (1998 г.).

Для более полного изучения аспектов устойчивости деревьев дуба – распространенности заболевания, жизнеспособности деревьев и их смертности – в 1996-1999 и 2006-2009 гг. были предприняты рекогносцировочные обследования. Эти обследования проводились как в свежих кленово-липовых дубравах Харьковской области Украины (Дергачевский, Волчанский районы), так и в сходных условиях в нагорных кленово-липовых дубравах Белгородской области России (Шебекинский, Белгородский районы).

Результаты и обсуждение

1. Распространенность (встречаемость) заболевания.

Поперечный рак дуба (ПР). Дуб поражается, как правило, в молодом возрасте, когда тля *Lachnus roboris* L. способна повреждать кору и камбий и переносить бакте-



рии *Pseudomonas quercus* Schem. – возбудителя заболевания. Первоначально на стволиках дуба образуются небольшие опухоли (утолщения). По мере роста дерева опухоли разрастаются, кора на них трескается. На стволах образуются поперечные трещины с неровными краями, оголяющими древесину, в месте поражения ствол деформируется. Развитию болезни способствуют различные механические повреждения и загущенность молодняков.

По данным главным образом рекогносцировочных обследований, проведенных нами в дубовых древостоях Даниловского лесхоза (Дергачевский район, Харьковская область) и Белгородского и Шебекинского лесхозов (Белгородский и Шебекинский районы, Белгородская область) ПР встречается у 1.8-6.4% живых деревьев дуба в дубовых древостоях. Так, например, в древостое на ВПП № 2 (Южное лесничество, Даниловский лесхоз) на момент проведения обследований (1998 г.) на 6 деревьях дуба из 125 учтенных был обнаружен ПР, т. е. распространенность ПР в данном древостое составляет: $(6/125) \times 100\% = 4.8\%$. На ППП № 3 (Липецкое лесничество, Даниловский лесхоз) на момент проведения обследования (1998 г.) на 2 деревьях из 110 учтенных были отмечены признаки поражения ПР, что составляет: $(2/110) \times 100\% = 1.8\%$. В древостое урочища «Дубовое» (Белгородское лесничество, Белгородский лесхоз) при обследовании деревьев по маршрутному ходу (2006 г.) на 8 деревьях из 125 учтенных были обнаружены муфтообразные и друзовидные утолщения ствола, характерные для ПР, т. е. распространенность ПР в указанном древостое оценочно составляет: $(8/125) \times 100\% = 6.4\%$.

По последним литературным данным для Белгородской и Воронежской областей [3], встречаемость заболевания в средневозрастных и приспевающих древостоях дуба в условиях свежей дубравы (D_2) составляет 2.2%, в спелых древостоях – 8.2%. Это согласуется с нашими данными.

Стволовая гниль, вызываемая ложным дубовым трутовиком (ЛДТ). Возбудитель – базидиальный гриб *Phellinus robustus* Bourd et Galz. (ложный дубовый трутовик). Заражаются преимущественно деревья приспевающего и спелого возраста. Заражение происходит посредством базидиоспор через места обломанных сучьев и через различные механические повреждения. В древесине развивается ядровая (реже ядрово-заболонная) гниль коррозионного типа. Распространенности ЛДТ способствует загущенность древостоев. Гриб является преимущественным паразитом [2, 3].

По нашим данным встречаемость ЛДТ на живых деревьях дуба в свежих дубравах 70-90-летнего возраста в отдельных древостоях составляет 0.0-5.4%. Так, например, при детальном обследовании на ППП № 4 было обнаружено, что из 55 учтенных живых деревьев дуба поражено ЛДТ одно дерево (распространенность ЛДТ составляет: $(1/55) \times 100\% = 1.8\%$). При обследовании на ВПП № 1 было обнаружено, что из 67 живых деревьев поражено 2 дерева (распространенность ЛДТ = $(2/67) \times 100\% = 3.0\%$). В загущенном древостое в кв. 128 (Южное лесничество, Даниловский лесхоз) на 92 учтенных живых дерева дуба пришлось 5 деревьев, пораженных ЛДТ (распространенность ЛДТ = $(5/92) \times 100\% = 5.4\%$). А в обследованных древостоях Октябрьского лесничества (Волчанский лесхоз) на учтенных живых деревьях дуба ЛДТ обнаружено не было (распространенность ЛДТ равна 0%). Следует отметить, что при увеличении числа обследованных деревьев с учетом разных древостоев в условиях D_2 исчисляемый уровень распространенности ЛДТ в дубравах района исследований все более приобретает вероятностный характер (табл. 1) и составляет 0.0-1.9%, в среднем (для всех обследованных древостоев) – 1.3%. Н.Н. Селочник [8] для южных дубрав приводит сходные цифры поражения деревьев дуба стволовыми гнилями (1-2%), среди которых основную долю составляют гнили от ЛДТ.

По данным С.В. Калугиной [3] распространенность ЛДТ в условиях свежей дубравы составляет: в приспевающих древостоях – 6.7%, в спелых – 5.2%. Последние цифры могут быть несколько завышены по причине малочисленности выборок учтенных деревьев.

Стволовая гниль, вызываемая дубовой губкой (ДГ). Возбудитель – базидиальный гриб *Daedalea quercina* (L.) Fr. (дубовая губка). Поражаются обычно старые деревья дуба. Заражение происходит базидиоспорами через ранения и обломы сучьев. В древесине

развивается ядрово-заболонная гниль коррозийного типа. На живых деревьях ДГ встречается редко [1, 2], гораздо чаще – на пнях, сломах, повале и обрубках дуба; этот гриб справедливо относят к преимущественным сапротрофам. В нашей практике отмечено лишь 2 случая встречи ДГ на живых деревьях дуба (1-ая находка – в Южном лесничестве Даниловского лесхоза Харьковской области; 2-ая находка – в Липецком лесничестве Даниловского лесхоза Харьковской области: на ППП № 3), причем одно из деревьев было сломано в период проведения нами обследований (1998 г.).

Если принять во внимание итоговое количество обследованных нами живых деревьев дуба – 1044 шт. (см. табл. 1), то оценка распространенности ДГ среди живой части древостоя такова: $(2/1044) \times 100\% = 0.2\%$.

2. Жизнеспособность деревьев.

ПР. По данным исследований на ППП, ВПП и рекогносцировочных обследований дубовых древостоев в условиях произрастания Д₂, деревья дуба, пораженные ПР, имеют I-III-ю категории жизнеспособности (преимущественно – I-II-ю). Также и по данным [3]: определенной выраженной связи заболевания с древостоями пониженной жизнеспособности не прослеживается, во всех типах лесорастительных условий опухольевые язвы рака преобладают на жизнеспособных деревьях.

ЛДТ. По результатам наших полевых обследований деревья дуба, пораженные ЛДТ, имеют преимущественно II-III-ю категории жизнеспособности. По данным [3] деревья дуба, пораженные ЛДТ, относятся большей частью к категориям ограниченно жизнеспособных и нежизнеспособных деревьев. Среди пораженных деревьев преобладают ограниченно жизнеспособные (ослабленные и сильно ослабленные, т. е. II-ой, III-ей категорий состояния) и нежизнеспособные (усыхающие, т. е. IV-ой категории состояния) деревья [3].

ДГ. По нашим данным, деревья дуба, пораженные ДГ, имеют I-III-ю категории жизнеспособности.

Таблица 1

Распространенность ложного дубового трутовика (ЛДТ) на живых деревьях дуба и смертность (отпад) деревьев дуба от ЛДТ в дубовых древостоях (1996-1999 гг., 2006-2009 гг.)

Учетные характеристики	Страна, лесхоз, лесничество, кварталы					
	Украина, Даниловский, Южное, кв.: 128, 137, 138, 142 (ВПП № 3), 143 (ВПП № 2)	Украина, Даниловский, Липецкое, кв.: 49, 80 (ППП № 3, 4)	Украина, Волчанский, Октябрьское, кв.: 82, 90	Россия, Белгородский, Белгородское, урочище «Дубовое»	Россия, Шебекинский, Архангельское, урочище «Корвинское», кв.: 5	По всем древостоям
Общее число учетных деревьев, N , шт.	590	326	311	158	109	1494
Число учетных живых деревьев, N₁ , шт.	484	165	167	125	103	1044
Число учетных живых деревьев, пораженных ЛДТ, n₁ , шт.	9	1	0	2	2	14
Число учетных погибших (в результате слома) от ЛДТ деревьев, n , шт.	5	0	0	1	0	6
Распространенность ЛДТ на живых деревьях, $(n_1/N_1) \times 100\%$	1.8	0.6	0.0	1.6	1.9	1.3
Смертность (отпад) деревьев от ЛДТ, $(n/N) \times 100\%$	1.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.6

3. Смертность (отпад) деревьев.

ПР. Нами преждевременной гибели деревьев дуба в приспевающих, спелых и перестойных дубовых древостоях именно по причине развития ПР не наблюдалось.



ЛДТ. Сухостойные деревья дуба с плодовыми телами ЛДТ встречаются достаточно редко. И их гибель нельзя относить на счет только ЛДТ – скорее всего их гибель есть результат действия комплекса неблагоприятных факторов (например: гниль от ЛДТ+сильная дефолиация листогрызущими насекомыми+поражение вторичной листвы мучнистой росой). Гораздо чаще в древостоях можно встретить сломанные, недавно еще живые, деревья дуба, причем – в местах развития гнили от ЛДТ. Мы оценивали смертность деревьев дуба от ЛДТ как частоту гибели живых деревьев, пораженных ЛДТ, по причине механического слома. По нашей оценке смертность дуба от ЛДТ в древостоях района исследований составляет 0.0-1.0%, в среднем – 0.6% (см. табл. 1).

Кроме того, при обследовании дубрав нередко встречаются деревья дуба с плодовыми телами ЛДТ, сломанные достаточно давно, так что трудно определить: погибло ли (было сломано) данное дерево еще живым или уже усохшим.

ДГ. За время многолетних обследований и наблюдений в дубовых древостоях нами было обнаружено только одно (тонкомерное) дерево дуба, преждевременно погибшее в результате гнили, вызванной ДГ (Южное лесничество, Даниловский лесхоз, кв. 128). Дерево сломалось в вегетационный сезон 1998 г. в нижней части ствола, в основании имелись плодовые тела ДГ, на сломе была хорошо видна развитая ядрово-заболонная гниль. С учетом того, что общее число обследованных нами живых деревьев равно 1044 (см. табл. 1), оценка смертности деревьев дуба в древостоях от ДГ такова: $(1/1044) \times 100\% = 0.1\%$.

4. Продуктивность деревьев.

Продуктивность анализировалась на основании данных полевых обследований на ППП.

На ППП №3 на момент начала проведения полевых обследований (1974 г.) имелось 165 живых деревьев дуба черешчатого. Из них 12-ой ступени толщины (т. е. диаметра ствола не менее 12 см и менее 16 см) – 10 шт. или 6.1% (табл. 2), 16-ой ступени толщины – 26 шт. или 15.8%, 20-ой ступени толщины – 35 шт. или 21.2%, 24-ой ступени толщины – 50 шт. или 30.3%, 28-ой ступени толщины – 32 шт. или 19.4%, 32-ой ступени толщины – 8 шт. или 4.8%, 36-ой ступени толщины – 3 шт. или 1.8%, 40-ой ступени толщины – 1 шт. или 0.6%. На момент проведения автором основных лесопатологических обследований (1996-1997 гг.) на ППП №3 имелись три дерева дуба, пораженные поперечным раком и стволовой гнилью от ДГ. Их исходные (по состоянию на 1974 г.) ступени толщины следующие: первого дерева, пораженного ПР, – 20; второго дерева, пораженного ПР, – 28; дерева, пораженного ДГ, – 32 (см. табл. 2). Перечисленные пораженные деревья изначально относились к категории господствующих и согосподствующих; группы ступеней толщины, которые они представляют самые жизнеспособные.

Доля усохших деревьев 20-ой ступени толщины от общего исходного числа деревьев данной ступени толщины за рассматриваемый период – 51,4% (см. табл. 2); доля усохших для 28-ой ступени толщины – 0,0%; доля усохших для 32-ой ступени толщины – 0.0%. Усыхание деревьев дуба было обусловлено, в значительной мере, многократными повреждениями ассимиляционного аппарата листорызущими насекомыми ранневесеннего комплекса (листовертками и пяденицами) [8].

Подчеркнем, что пораженные деревья на момент основных лесопатологических обследований, проведенных автором (1997-1998 гг.) имели I-II-ю категории жизнеспособности.

По данным табл. 2 можно заключить, что усыханию на ППП № 3 подвергались в основном деревья угнетенные, низших ступеней толщины: 12-ой (90,0% усохших деревьев) и 16-ой (84.6% усохших деревьев).

Прослеживается также следующая общая тенденция (см. табл. 2): средний прирост живой части древостоя выше среднего совокупного прироста живых деревьев и деревьев, усохших в разные годы и, следовательно, прекративших свой рост. Только для группы деревьев, изначально имеющих 12-ю ступень толщины, наблюдается обратная картина (0.0 против 0.8 (см. табл. 2). Это объясняется тем, что оставшееся жизнеспособным одно дерево дуба 12-ой ступени толщины (одно из десяти) не дало сколько-нибудь значимого прироста, тогда как у двух деревьев данной ступени тол-

щины, усохших в разное время, отмечался переход в следующую категорию деревьев 16-ой ступени толщины, т. е. прирост по диаметру ствола каждого из них составил около 4 см.

Таблица 2

Прирост древесины по диаметру ствола деревьев дуба разных ступеней толщины на постоянных пробных площадях (ППП)

Ступень толщины, $d_{1,3}$ (1974 г.)	Число учтенных живых деревьев, шт. (%) [*] (1974 г.)	Число усохших деревьев, шт. (%) ^{**} (1974-1997 гг.)	Средний прирост с учетом живых и усохших деревьев, $\Delta d_{1,3}$ (1974-1997 гг.)	Средний прирост живых деревьев, $\Delta d_{1,3Ж}$ (1974-1997 гг.)	Прирост живых пораженных деревьев, $\Delta d_{1,3ЖП}$ (1974-1997 гг.)
ППП №3					
12	10 (6.1)	9 (90.0)	0.8	0.0	–
16	26 (15.8)	22 (84.6)	1.5	4.0	–
20	35 (21.2)	18 (51.4)	2.8	4.2	4.0 (ПР)
24	50 (30.3)	6 (12.0)	5.3	5.7	–
28	32 (19.4)	0 (0.0)	7.2	7.2	8.0 (ПР)
32	8 (4.8)	0 (0.0)	7.0	7.0	8.0 (ДГ)
36	3 (1.8)	0 (0.0)	9.3	9.3	–
40	1 (0.6)	0 (0.0)	8.0	8.0	–
Всего	165	55	–	–	–
ППП №4					
12	4 (2.5)	4 (100.0)	1.0	4.0	–
16	43 (26.7)	36 (83.7)	1.9	5.7	–
20	53 (32.9)	35 (66.0)	3.2	4.6	–
24	35 (21.7)	18 (51.4)	4.4	5.6	0.0 (ЛДТ)
28	18 (11.2)	10 (55.5)	5.8	8.0	–
32	7 (4.3)	3 (42.8)	3.7	4.0	–
36	0 (0.0)	0 (0.0)	–	–	–
40	1 (0.6)	0 (0.0)	8.0	8.0	–
Всего	161	106	–	–	–

Примечания: * – доля (в %) от общего изначального числа живых деревьев дуба на ППП;

** – доля (в %) от изначального числа живых деревьев дуба данной ступени толщины на ППП.

Дерево 20-й ступени толщины, пораженное ПР (см. табл. 2) имело прирост 4.0. Средний прирост живых деревьев данной ступени толщины составил 4.2. Если подсчитать относительный прирост дерева, пораженного ПР, то он составит: $(4.0/4.2) \times 100\% = 95.2\%$, т.е. почти полную норму для деревьев 20-ой ступени толщины на ППП № 3. Дерево 28-й ступени толщины, пораженное ПР (см. табл. 2) имело прирост 8.0. Средний прирост живых деревьев данной ступени толщины составил 7.2. Если подсчитать относительный прирост дерева, пораженного ПР, то он составит: $(8.0/7.2) \times 100\% = 111,1\%$, т.е. даже несколько более высокое значение, нежели значение среднего многолетнего прироста для деревьев 28-ой ступени толщины на ППП № 3.

Дерево 32-й ступени толщины, пораженное ДГ (см. табл. 2) имело прирост 8.0. Средний прирост живых деревьев данной ступени толщины составил 7.0. Если подсчитать относительный прирост дерева, пораженного ДГ, то он составит: $(8.0/7.0) \times 100\% = 114,3\%$, т.е. более высокое значение сравнительно со средним приростом для деревьев 32-ой ступени толщины на ППП № 3.

Согласимся, что для более достоверной оценки продуктивности деревьев дуба в условиях поражения ПР и ДГ, изучения приростов единичных экземпляров деревьев недостаточно. Но, тем не менее, отметим, что деревья дуба 70-90-летнего возраста основных ступеней толщины, пораженные ПР и ДГ, вероятно не теряют продуктивности в условиях поражения.



На ППП №4 на момент начала проведения полевых обследований (1974 г.) имелось 161 живое дерево дуба черешчатого. Из них 12-ой ступени толщины – 4 шт. или 2.5% (см. табл. 2); 16-ой ступени толщины) – 43 шт. или 26.7%; 20-ой ступени толщины – 53 шт. или 32.9%; 24-ой ступени толщины – 35 шт. или 21.7%; 28-ой ступени толщины – 18 шт. или 11.2%; 32-ой ступени толщины – 7 шт. или 4.3%; 36-ой ступени толщины – 0 шт. или 0%; 40-ой ступени толщины – 1 шт. или 0.6%. На момент проведения автором основных лесопатологического обследований (1996-1997 гг.) на ППП №4 имелось одно дерево дуба, пораженное многолетней гнилью от ЛДТ, 24-ой ступени толщины (по состоянию на 1974 г) (см. табл. 2).

Обращает на себя внимание разница в размерах усыхания на ППП № 4 и ППП № 3 (см табл. 2). На ППП № 4 за период 1974-1997 гг. усохло 106 деревьев дуба из 161 (65.8%), на ППП № 3 – 55 из 165 (33.3%), т.е. почти в 2 раза меньше. Это объясняется тем, что древостой на ППП № 4 подвергался более интенсивной дефолиации листогрызущими насекомыми ранне-весеннего комплекса (листовертки и пяденицы). Так, среднее значение дефолиации (повреждения ассимиляционного аппарата листогрызущими насекомыми) за период 1974-1997 гг. для ППП № 4 составило 3.0 балла (51-75%) [2]. Для ППП № 3 – 2.0 балла (26-50%) [2].

Общая тенденция – преимущественное усыхание деревьев низших ступеней толщины (12-ой и 16-ой) прослеживается и на ППП № 4 (см. табл. 2). Однако вспышки массового размножения листогрызущих насекомых увеличили долю отпада среди деревьев более высоких ступеней толщины (24-ой, 28-ой, 32-ой) (см. табл. 2). Дерево, пораженное ЛДТ, изначально принадлежало к группе господствующих и согосподствующих, имея 24-ю ступень толщины. Но, оставаясь живым на протяжении 1974-1997 гг., оно за этот период не дало сколько-нибудь заметного прироста (ступень толщины не изменилась), тогда, как средний прирост живой части древостоя данной ступени толщины составил 5.6 (см. табл. 2). Относительный прирост больного дерева равен: $(0.0/5.6) \times 100\% = 0.0\%$. И, хотя единичный факт не является статистически значимым, мы вправе отметить, что деревья дуба 70-90-летнего возраста в условиях свежей дубравы, пораженные ЛДТ, могут практически полностью терять свою продуктивность.

Таким образом, в свежих дубравах южной лесостепи деревья дуба 70-90-летнего возраста основных ступеней толщины могут не терять своей продуктивности в условиях поражения ПР и ДГ. В условиях развития многолетней гнили от ЛДТ деревья дуба могут почти полностью терять прирост по диаметру ствола.

Учитывая полученные оценки разных аспектов устойчивости дуба, характеризующие способность деревьев противостоять заболеваниям, мы оценили общий уровень их устойчивости. Для наглядности мы свели свои данные в следующую таблицу (табл. 3).

Таблица 3

Оценка устойчивости деревьев дуба к поперечному раку (ПР), ложному дубовому трутовику (ЛДТ) и дубовой губке (ДГ)

Заболевание	Распространенность на живых деревьях, %	Категория жизнеспособности больных деревьев	Отпад деревьев по причине развития заболевания, %	Продуктивность больных деревьев, %	Оценка устойчивости
ПР	1.8-6.4	I-II	0.0	95.2-111.1	толерантность
ЛДТ	1.3	II-III	0.6	0.0	низкая устойчивость
ДГ	0.2	I-III	0.1	114.3	высокая устойчивость

Исходя из данных табл. 3, следует заключить, что деревья дуба черешчатого проявляют разную устойчивость к ПР, ЛДТ и ДГ. Так, к ПР проявляется устойчивость,

которую можно определить как толерантность, когда, несмотря на сравнительно высокую поражаемость деревьев, они сохраняют жизнеспособность и продуктивность.

К ЛДТ проявляется низкая устойчивость, когда достаточно высок уровень поражаемости живых деревьев, снижен уровень их жизнеспособности, ограничены продолжительность жизни и продуктивность. К ДГ проявляется сравнительно высокая устойчивость, когда низок уровень поражаемости живых деревьев, достаточно высок уровень их жизнеспособности; продолжительность жизни больных деревьев может быть ограничена, продуктивность – не ниже средней для данной ступени толщины в данном древостое.

Выводы

Таким образом, деревья дуба черешчатого в порослевых дубовых древостоях преспевающего и спелого возраста в составе свежих кленово-липовых дубрав южной лесостепи проявляют разную устойчивость к поперечному надломовидному раку, ложному дубовому трутовику и дубовой губке.

1. К поперечному надломовидному раку проявляется устойчивость в форме толерантности, когда, несмотря на высокую поражаемость деревьев, они сохраняют жизнеспособность и продуктивность.

2. К ложному дубовому трутовику проявляется низкая устойчивость, когда высок уровень поражаемости живых деревьев, снижен уровень их жизнеспособности, ограничены продолжительность жизни и продуктивность.

3. К дубовой губке проявляется сравнительно высокая устойчивость, когда низок уровень поражаемости живых деревьев, достаточно высок уровень их жизнеспособности; продолжительность жизни больных деревьев может быть ограничена, продуктивность – не ниже средней для данной ступени толщины в данном древостое.

Список литературы

1. Дунаев А. В., Афанасенкова О. В. Макромицеты, поражающие стволую часть дуба в лесостепных дубравах / А.В. Дунаев, О.В. Афанасенкова // Защита и карантин растений. – 2009. – №2. – С.51-52.
2. Дунаев А. В. О склонности к паразитическому образу жизни некоторых ксилотрофных базидиомицетов, входящих в консорцию дуба // Ботанические сады в 21 веке: сохранение биоразнообразия, стратегия развития и инновационные решения. – Материалы Международной научно-практической конференции, Белгород, 18-21 мая 2009 г. – Белгород, 2009. – С. 210-212.
3. Калугина С. В. Экология грибных болезней дуба и их роль в деградации порослевых дубрав Белгородской области: Автореф. дис. ... канд. биологических наук – Воронеж, 2006 – 23 с.
4. Селочник Н.Н. Роль грибных болезней в усыхании дубрав / Н.Н. Селочник // Дуб – порода третьего тысячелетия. – Сб. научн. тр. ин-та леса НАН Беларуси.– Вып. 48. – Гомель, 1998. – С. 303-306.
5. Болезни и вредители в лесах России. Справочник. – Том 3. Методы мониторинга вредителей и болезней леса. – М.: Рослесхоз, 2004. – 200 с.
6. Мозолевская Е.Г. Цели и методы долговременных наблюдений за состоянием лесных насаждений / Е.Г. Мозолевская // Лесоведение, 1986. – № 4. – С. 10-14.
7. Мозолевская Е. Г. Методы лесопатологического обследования очагов стволовых вредителей и болезней леса / Е. Г. Мозолевская, О. А. Катаев, Э. С. Соколов. – М., 1984. – 125 с.
8. Дунаев А.В. Насекомые-филлофаги ранневесеннего комплекса в дубравах Лесостепи: очаги массового размножения, прогноз дефолиации, роль в ослаблении и усыхании дуба // Изв. Харьк. энтомол. об-ва. – 1999. – Т.VII. – Вып.2. – С.151–159.
9. Прокопенко М.І. До питання про визначення шкоди, якої завдають листогризучі шкідники дубравам / М.І Прокопенко // Лісівництво і агролісомеліорація.–1992.– Вип.84. – С.54-59.



THE COMPARATIVE ECOLOGICAL ESTIMATION OF STABILITY OF THE PEDUNCULATE OAK TO SOME DISEASES OF THE TRUNK IN SOUTHERN-FOREST-STEPPE OAK FOREST

A.V. Dunaev
E.N. Dunaeva
S.V. Kalugina

Belgorod State University
Pobedy St., 85, Belgorod,
308015, Russia

E-mail: kiryushenko@bsu.edu.ru

In the article ecological aspects of resistance of 70-90 year old pedunculate oak in southern – forest-steppe oak forests (of the Belgorod and Kharkov regions) to the diseases of the trunk caused by *Pseudomonas quercus* Schem., *Phellinus robustus* Bourd et Galz, *Daedalea quercina* (L.) Fr. are considered. From the results of the analysis of such aspects of resistance as prevalence of disease, viability of the diseased trees, death rate (mortality) of the diseased trees, their efficiency (a wood gain) – the comparative ecological estimation of stability of pedunculate oak to the specified diseases is given.

Keywords: resistance, pedunculate oak, cross-section cancer, trunk decay, prevalence of disease, viability of the trees, death rate (mortality) of the trees.

ПОКАЗАТЕЛИ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЛИСТЬЯХ *GEUM URBANUM* L. И *GEUM RIVALE* L., ПРОИЗРАСТАЮЩИХ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Т.В. Бурченко
А.В. Лазарев

Белгородский государственный
университет

Россия, 308015, г. Белгород,
ул. Победы, 85

E-mail: lazarev@bsu.edu.ru

Экспериментально установлена зависимость накопления тяжёлых металлов листьями гравилатов городского и речного в зависимости от концентрации таковых в воздухе. Листья *Geum urbanum* L. и *G. rivale* L. реагируют на повышенные концентрации железа в 1.4 раза и 1.2 раза соответственно. По *Cd* показатель токсичности превышает в 2.87 раза в гравилате городском (по Рейграсу, 1976). Несмотря на высокую концентрацию загрязняющих веществ, гравилаты способны развивать толерантность к присутствующим в окружающей среде различным ТМ.

В конце лета в листьях содержание цинка в растениях гравилата увеличилось в 3.6 раз, железа – в 1.25 раза, меди – в 1.6 раз, мышьяка – в 2.6 раз, кадмия – в 1.9 раз по сравнению с июньскими показателями.

Ключевые слова: *Geum urbanum*, *G. rivale*, листья, тяжёлые металлы.

Введение

В связи с усилением антропогенной нагрузки увеличиваются объёмы воздействия тяжёлых металлов на живые организмы, что может стать причиной разрушения целостности природного комплекса. Загрязнение тяжёлыми металлами нарушает естественно сложившиеся фитоценозы, вызывает угрозу серьёзной деструкции ассимиляционного потенциала фитомассы, может привести к нарушению нормальных процессов органогенеза - к появлению специфических тератологических изменений, возникающих у растений из различных систематических групп [1, 2, 3]. По мнению некоторых учёных, все живые организмы в той или иной концентрации содержат определённое количество тяжёлых металлов [4]. Растения являются своеобразными индикаторами, указывающими на отношение человека к природе. Анализ вредного воздействия разного рода загрязнений на растительные организмы проводился с давних времён. Так, например, известны исследования на предмет содержания серы в иголках хвойных деревьев при хронических отравлениях газом SO_2 . Анализ аккумуляции растений газообразных вредных веществ или их продуктов преобразования в листьях, иголках, коре можно использовать в качестве своеобразной экологической экспертизы на содержание тяжёлых металлов в воздухе [5]. Поглощение растительностью ТМ зависит от свойств самих металлов и от видов растений. Нами была предпринята попытка исследования аккумулялирующей способности тяжёлых металлов листьями гравилатов.

Анализ аккумуляции растениями газообразных вредных веществ или их продуктов преобразования в листьях может стать одним из критериев оценки степени антропогенного воздействия на окружающую среду. Способность листьев довольно чутко улавливать изменения концентрации химических веществ в окружающей среде сделало их основным индикаторным органом. Причём надземная часть получает негативное влияние в наибольшей степени из-за загрязнения воздушного бассейна, из которого поступают SO_2 , соединений фтора, хлора и т. д. Так, за 1 полугодие 2009 года в Белгородской области выброшено в атмосферу 7.704 тыс. тонн загрязняющих веществ, из них газообразные и жидкие составляют 7.190 тыс. тонн, твёрдые – 0.514 тыс. тонн [6].

С давних времён гравилат употребляется как лекарственное растение. Трава гравилата оказывает лечебный эффект при тахикардиях и гинекологических болез-



нях [7]. Высоко ценятся лечебные свойства растений рода *Geum* в народной медицине так как настой травы имеет необычайный лечебный эффект при головных болях, бессоннице, головокружениях, цинге. Гравилаты могут быть рекомендованы для получения препаратов типа таннальбина и других, так как их таниды относятся к пирогалловому ряду, содержание их в растении высокое, извлекаются они довольно легко, вредных веществ не содержат [8]. Многие виды из рода *Geum L.* используются в пищевых целях [9, 10]. Необходим также тщательный анализ растений по причине вхождения гравилатов в состав пищевой цепи. Он употребляется как кормовая культура для овец, лошадей, а также многих диких животных.

Целью работы явилось определение зависимости накопления тяжёлых металлов в листьях гравилата городского и речного от их концентрации в воздухе. Многими учёными изучены полезные вещества *G. urbanum L.*, но, к сожалению, мало внимания уделялось содержанию тяжёлых металлов. Эта проблема на сегодняшний момент является особенно актуальной в связи с увеличением антропогенной нагрузки. Этот аспект изучения важен, т. к. гравилаты городской и речной, как и другие лекарственные растения, могут стать промежуточным звеном, через которое ТМ попадают в организм человека.

Материал и методы

G. urbanum L. и *G. rivale L.* были собраны в июне и августе 2010 года в районе соснового леса «Сосновка» г. Белгорода, и вблизи села Ольховатка Губкинского района.

Для изучения морфологических признаков гравилата городского использовался внешний осмотр растения.

Для анализа содержания тяжёлых металлов в листьях *G. urbanum* и *G. rivale* применялся атомно-абсорбционный метод определения содержания меди, свинца, цинка, кадмия, железа, мышьяка, основанный на деструкции органической основы пробы способом сухой (термической) минерализации, или способом мокрой (кислотной) экстракции (неполной) минерализации и растворении минерализата в водных растворах кислот. Применяли атомно-абсорбционное определение ТМ в зональных растворах на абсорбционном спектрометре. Все аналитические исследования проводились по общепринятым методикам [11, 12]. Определение ртути производилось методом беспламенной атомной абсорбции [13].

Результаты исследований и их обсуждение

Нами была предпринята попытка определения содержания основных тяжёлых металлов в листьях гравилата. Так, согласно классификации Дж. Вуда, к очень токсичным относятся изучаемые нами *Zn, Cu, As, Hg, Cd, Pb* [14]. Исходя из классификации опасности загрязняющих веществ мышьяк, кадмий, ртуть, свинец и цинк относятся к I классу опасности, кобальт и медь – ко II классу [15]. Согласно оценке других авторов, анализ листовой массы растений применяется при воздействии SO_2 (анализ общей или сульфатной серы), соединений фтора (анализ фторида и соединений хлора), соединений хлора (определение хлорида), а также при воздействии веществ, содержащих тяжёлые металлы (анализ на содержание свинца, цинка, кадмия, мышьяка, ртути и т. д.) [5].

Нас интересует некорневое поглощение растением ТМ из воздушных потоков. Оно имеет место при значительном выпадении металлов из атмосферы на листовой аппарат, чаще всего вблизи крупных промышленных предприятий. Загрязняющие вещества попадают преимущественно путём концентрации загрязнений (вредных веществ), поступающих из воздуха, через ассимилирующий аппарат. Это происходит в процессе их оседания на различных частях растения. Поглощение газообразных загрязнений воздуха (как, например, SO_2 , HF , HCl) происходит в основном через устьица, так же, как и при ассимиляции CO_2 . Небольшое количество газообразных веществ проникает в лист через эпидерму. При попадании загрязнителей на листья скорость их проникновения зависит от толщины кутикулы. Возможно, также поглощение водорастворимых компонентов из пыли, которая лежит на растениях или попадает на них с дождём или из аэрозолей через листья. Выпадение металлов из атмосферы на по-

верхность листьев может сопровождаться отрицательной реакцией организма – угнетением фотосинтеза, усилением дыхания, торможением оттока метаболизма. Мышьяк и ртуть более других веществ переходят в растения [16].

Ряд авторов считают целесообразным осуществление анализа аккумулированных растениями газообразных вредных веществ или продуктов их преобразования в листьях при наличии контрольных экземпляров растений, не затронутых вредным воздействием [5]. В качестве контроля нами используются показатели растений с содержанием тяжёлых металлов, произрастающих на незагрязнённых территориях (усреднённые данные) [17] (табл. 1).

Таблица 1

Содержание микроэлементов и тяжёлых металлов в листьях гравилата городского, произрастающего на незагрязнённых территориях (усреднённые данные) и загрязнённых территориях области (мг/кг сухого вещества)

Элементы	Содержание микроэлементов и тяжелых металлов		
	на незагрязнённой территории	в районе ур. «Сосновка» Белгородского района	в районе с. Ольховатка Губкинского района
Zn	33.1	25.63	40.65
Fe	?	437.50	353.50
Cu	8.6	9.30	15.70
As	-	0.205	0.02
Hg	0.03	-	0.005
Cd	0.64	0.287	0.245
Pb	1.5	2.98	4.20

Сравнение элементного химического состава растений в условиях химически изменённой окружающей среды с нормальными растениями, произрастающими в условиях фонового содержания тяжёлых металлов, позволяет сделать вывод, что гравилат является своеобразным индикатором изменений, происходящих в окружающей среде. Такие показатели являются, вероятно, следствием антропогенного влияния. Так, по г. Белгороду нормативы ПДК соблюдаются: по пыли – 0.97 ПДК; диоксиду серы – 0.1 ПДК; оксиду углерода – 0.7 ПДК; диоксиду азота – 1.0 ПДК; оксиду азота – 0.4 ПДК; фенолу – 0.7 ПДК; концентрация хлористого водорода, аммиака, серной кислоты – ниже значения ПДК. Нормативы ПДК не соблюдаются по формальдегиду – 1.7 ПДК и бенз(а)пирену – 1.5 ПДК. Незначительно лучше ситуация г. Губкину: по пыли – 0.61 ПДК; диоксиду серы – 0.14 ПДК; оксиду углерода – 0.22 ПДК; диоксиду азота – 0.93 ПДК; концентрация хлористого водорода, аммиака, серной кислоты – ниже значения ПДК. Нормативы ПДК не соблюдаются по бенз(а)пирену – 1.1 ПДК [18]. Меньшее количество выбросов в воздушный бассейн в г. Губкине сказалось на меньшей концентрации ТМ в составе листьев гравилата, произрастающего на данной территории по сравнению с Белгородом: Fe на 84 мг/кг, As на 0.185 мг/кг, Cd на 0.042 мг/кг. Хотя в Губкинском районе отмечалось преобладание Zn на 15.02 мг/кг, Cu на 6.4 мг/кг, Pb на 37.22. Это связано, на наш взгляд, с добычей в Губкинском районе железной руды. Несмотря на то, что многие микроэлементы необходимы для физиологии растений, превышение концентрации может привести к необратимым последствиям и даже гибели. Так, например, многие растения плохо переносят высокие концентрации меди и заболевают, а мышьяк особенно токсичен для растений, может быть канцерогенным [17, 19].

Интерес представляет поглощательная и накопительная способность разных видов рода *Geum*, произрастающих на соседних участках.

Для установления максимально – допустимого уровня (МДУ) содержания ТМ в *G. urbanum* и *G. rivale* нами за основу были взяты нормативы нормирования содержания тяжёлых металлов в растениях, указанных Melsted (1973) и Cottenie et al. (1976) [по 20] (табл. 2).



Таблица 2

**Нормирование содержания тяжёлых металлов в растениях
(мг/кг сухого вещества) и их содержание в листьях гравилата городского**

Элемент	Разные растения [Melsted, 1973]		Райграс [Cottenie et al., 1976]		Содержание элементов в листьях гравилата	
	нормальное	предположительно максимальное	нормальное	токсичное	городского	речного
Zn	15–150	300	25–250	>400	25.63	27.30
Fe	20–300	750	50–240	?	437.50	297.50
Cu	3–40	150	6–15	>20	9.30	6.10
As	0.1–1	2	-	-	0.205	0.07
Hg	0.001–0.01	0.04	-	-	-	-
Cd	0.05–0.2	3	0–0.5	>100	0.287	0.050
Pb	0.1–5.0	10	-	2–14	2.98	3.4

Исходя из нормирования содержания тяжёлых металлов листья гравилата городского (табл. 2), в исследованных районах Белгородской области по *Zn*, *Cu*, *Cd*, *Pb* показатели не превышают допустимой концентрации, по *Fe* превышают нормальное состояние на 137 мг/кг, но не превышает предположительно максимального. По показателям *As* является предположительно максимальным. Относительно речного гравилата только показатель *Cu* выше нормального, но не превышает предположительно максимального (по Мелстеду). Из этого следует, что гравилат городской демонстрирует большую чувствительность к загрязнению окружающей среды и реагирует накоплением в листьях *Fe* и *As*. Гравилат городской отражает через свой элементарный состав повышение концентрации *Cu*. По Райграсу содержание железа превосходит верхний предел нормальных концентраций в листьях гравилата городского в 1.4 раза, гравилата речного в 1.2 раза. По *Cd* показатель токсичности превышает в 2.87 раза в гравилате городском. Из этих показателей следует, что и по D.E. Baker [20] гравилат городской аккумулирует в своём составе больше ТМ и в большей концентрации, чем гравилат речной, произрастающей в местности с одинаковыми экологическими условиями.

Эти сведения необходимо учитывать при заготовке лекарственного сырья, т.к. поступившие в организм человека тяжёлые металлы выводятся очень медленно, а растительная продукция с высокой концентрацией ТМ способна вызвать кумулятивный эффект – постепенное увеличение их содержания в человеческом организме. Тем более что *As* особо ядовит в соединениях и может вести к отравлениям. *Cd* обладает высокой способностью проникновения в растительный организм. По-видимому, в тканях слабо инактивируется, отчего даже небольшое нарастание его концентрации становится вредным для растений, относится к канцерогенам, у людей в больших концентрациях приводит к циррозу печени, нарушению функций почек, протеинурии [15, 16].

Внешний осмотр не обнаружил видимых изменений в морфологическом строении *G. urbanum* и *G. rivale*. Произрастание гравилата городского и речного происходило без видимых признаков нарушения метаболизма. Из этого можно сделать вывод, что гравилат городской и речной не обнаруживая видимых симптомов повреждения, способны в довольно больших количествах накапливать определённые вредные вещества (аккумулирующая способность). Вместе с тем гравилаты, как показали экспериментальные данные, без каких-либо признаков отравления и патологических изменений содержат опасные для животных и человека концентрации тяжёлых металлов.

По классификации Н.С. Петруниной гравилат городской и речной по степени накопления химических элементов тяготеют к разряду приспособленных к повышенной их концентрации. Причём они относятся к растениям, концентрирующим химические элементы в наземных органах. Оба изучаемых вида рода Гравилат относятся к разряду «непривычные концентраторы», т. к. обогащены элементами только тогда, когда их много в среде [21].

По классификации, данной А.П. Виноградовой, *G. urbanum* L. и *G.m rivale* L. целесообразно отнести к растениям, концентрирующим элементы в массовом масштабе. Причём концентрирование вызвано экологическим фактором [22].

Нами отмечено, что и сами гравилаты и многие соседствующие с ними растения относятся к рудеральным, тяготеющим к сорным местам, дорогам, местам проживания человека, представляют урбанизированную флору. Это подтверждает выводы, сделанные О.А. Макаровой [36], о том, что сорные растения достаточно металлоторантны. Легко адаптируются гравилаты к изменениям экологической ситуации, связанным с человеческой деятельностью [23, 24, 25].

Не меньший интерес представляет градация содержания ТМ в листьях гравилата городского в начале и конце лета (табл. 3).

Таблица 3
Содержание тяжёлых металлов в листьях гравилата городского (мг/кг сухого вещества) в связи со сроками произрастания

Элемент	Дата сбора	
	июнь 2010 г.	август 2010 г.
Zn	7.08	25.63
Fe	350.0	437.50
Cu	5.90	9.30
As	0.08	0.205
Hg	не обнаружено	не обнаружено
Cd	0.55	0.287
Pb	3.13	2.98

В ходе анализа элементарного химического состава выявлено увеличение содержания всех изучаемых химических элементов в августе по сравнению с июнем, кроме свинца. Это противоречит исследованиям С.Р. Баимовой [26], которая делает вывод, что молодые растения поглощают ТМ более энергично, по сравнению со стареющими. Так, содержание цинка в листьях гравилата городского увеличилось в 3.6 раз, железа – в 1.25 раза, меди – в 1.6 раз, мышьяка – в 2.6 раз, кадмия – в

1.9 раз. Предположительно, так как концентрация вредных веществ в окружающей среде была приблизительно одинакова, действие интоксикантов и накопление их листьями гравилатов зависело, видимо, от следующих факторов: разные стадии роста растения и активности органов ассимиляции. Фаза развития растения имеет основополагающее значение, так как концентрация элементов меняется в течение вегетации. При переходе в репродуктивную фазу своего развития, т. е. формирование плодов и семян, ведёт к накоплению *Fe*, *Ca*, *Mn*, *Zn* и др. в стеблях и старых листьях вследствие их слабой реутилизации в процессе роста и развития организма [27]. Плод и семя содержит меньше ТМ в связи с наличием защитных механизмов в растении, предохраняющих репродуктивный орган от вредных воздействий. Нами были проведены исследования, подтверждающие это утверждение [24].

Не представляют опасности для человека металлы, осаждающиеся с пылевыми выбросами на листьях и стеблях, если перед употреблением в пищу растения тщательно промываются. Однако животные, поедающие такую растительность, могут получить большое количество ТМ. Кормовые достоинства гравилата невелики, но всё же используются в крестьянских подворьях во время выпаса крупного рогатого скота. Является кормовой культурой для овец и лошадей. В соответствии с шифрами кормового значения *G. urbanum* относится к шифру: +2, +1 – поедается удовлетворительно, сено удовлетворительное. *G. rivale* – к шифру: +1, т.е. поедается слабо или в свежем виде не поедается. *G. rivale* L. на пастбищах поедается всеми видами скота [28, 29]. По другим данным, стебли гравилата речного поедают овцы и козы, в меньшей степени – лошади и свиньи [30, 31]. Играют немаловажную роль в питании диких животных. Благородные и пятнистые олени, маралы, лоси, изюбры, косули, бобры, зайцы используют в пищу *Geum* L. [32]. Исследование показателей содержания ТМ в гравилате как кормовой культуре будет направлено на сохранение гигиенического качества растениеводческой продукции.

Согласно исследованиям В.В. Ковалевского [33], верхняя пороговая концентрация микроэлементов в сухом веществе демонстрирует следующие показатели (табл. 4).



Таблица 4

Нормирование содержания тяжёлых металлов в листьях гравилата городского и речного (мг/кг сухого вещества) для кормовой культуры

Элементы	Верхняя пороговая концентрация (по В.В. Ковалевскому)	Фоновый уровень содержания ТМ в условно благополучной зоне для кормовой культуры (по Г.А. Таланову, Б.Н. Хмелевскому)	Гравилат городской	Гравилат речной
<i>Zn</i>	60–100 и выше		25.63	27.30
<i>Fe</i>			437.50	297.50
<i>Cu</i>	20–40 и выше	3–40	9.30	6.10
<i>As</i>		0.2–0.5	0.205	0.07
<i>Hg</i>		0.02–0.1	не обнаружено	не обнаружено
<i>Cd</i>		0.06–0.2	0.287	0.050
<i>Pb</i>		0.01–1.5	2.98	3.40

Всемирная организация здравоохранения допускает содержание *Hg* в сухом растительном продукте не более 0.05 мг/кг.

Из анализа полученных результатов гравилат речной можно отнести к растениям из условно благополучной зоны, т.к. все показатели ТМ не превышает соответствующих, кроме содержания свинца [34]. Наличие в большом количестве свинца в окружающей среде Белгородской области и проникновение его в растения можно объяснить сильным развитием автомобильного транспорта и наличием густой сети автомобильных дорог. Обогащение ландшафтов свинцом происходит с отработанными порами двигателей внутреннего сгорания. *Pb* имеет воздушное распространение, преимущественное накопление на поверхности, относится к кумулятивным ядам [17]. Причём содержание свинца в гравилате речном превосходит фоновый уровень содержания ТМ в условно благополучной зоне в 2.3 раза, в гравилате городском в 1.9 раз. Содержание *Cd* в гравилате городском превышает фоновый уровень в 1.4 раза (табл. 5).

Таблица 5

Содержание тяжёлых металлов и мышьяка в продовольственном сырье и пищевых продуктах

Элементы	Общий предел ПДК для продуктов	Гравилат городской	Гравилат речной
<i>Z</i>		25.63	27.30
<i>Cu</i>		9.30	6.10
<i>As</i>	0.2	0.205	0.07
<i>Hg</i>	0.03	не обнаружено	не обнаружено
<i>Cd</i>	0.1	0.287	0.050
<i>Pb</i>	1	2.98	3.40

Гравилат можно считать пищевым растением и использовать в качестве продовольственного сырья. Из него готовят различные напитки, салаты, супы [9, 10].

Данные приведены по Р.Д. Габович, Л.С. Присухиной [35]. Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что по цинку и меди *Geum urbanum* L. и *Geum rivale* L. значительно превосходит установленный ПДК, по показателям свинца в 2.9 раза, в 3.4 раза соответственно. По кадмию показатели гравилата городского свидетельствуют о превышении ПДК в 2.8 раза. К употреблению в пищу растений выросших на территориях, неблагоприятных в экологическом отношении, надо относиться избирательно.

К употреблению в пищу растений выросших на территориях, неблагоприятных в экологическом отношении, надо относиться избирательно.

Выводы

Гравилат за счёт высокой аккумулялирующей способности можно считать индикатором атмосферных загрязнений. На основе проведённых исследований и анализа литературы можно сделать вывод о том, что, несмотря на накопление обширного материала по способности разных культур поглощать тяжёлые металлы, является недостаточно изученной проблема транслокации тяжёлых металлов в различных растениях

при увеличении ТМ в атмосферном воздухе. Мы предприняли попытку проанализировать изменение содержания тяжелых металлов в гравилате городском и речном в зависимости от степени концентрации ТМ в атмосферном воздухе. *Geum urbanum* L. и *G. rivale* реагируют на изменение содержания ТМ в воздухе изменением показателей встречаемости и концентрации тяжелых металлов в химическом составе листьев. Т. о. эти растения можно считать индикатором антропогенной трансформации окружающей среды. Данные представители рода *Geum* способны накапливать высокие концентрации ТМ, но проявлять к ним толерантность. Получение таких сведений по основным лекарственным растениям поможет установить гигиенические ПДК на тяжелые металлы при их выращивании в разных экологических условиях, а значит маневрировать культурами на загрязнённых территориях с целью получения экологически безопасной продукции. Полученные сведения помогут определить ареал произрастания экологически чистой продукции, используемой в качестве лекарственного сырья. С другой стороны способность растений к фильтрации и аккумуляции значительного количества тяжелых металлов приводит к оздоровлению окружающей среды, хотя зачастую приводит к их повреждению и гибели.

В результате анализа средневзвешенного валового содержания ТМ в воздухе и в листьях гравилата городского и речного нами установлена прямая зависимость этого показателя в изучаемом растении от такового в воздухе. Так листья *Geum urbanum* L. и *Geum rivale* L. довольно чутко реагируют на повышенные концентрации железа в 1,4 раза, в 1,2 раза соответственно, по Cd показатель токсичности превышает в 2.87 раза в гравилате городском (по Рейграсу, 1976). Несмотря на высокую концентрацию загрязняющих веществ гравилаты способны развивать толерантность к присутствующим в окружающей среде различным ТМ.

В конце лета в связи с переходом гравилата городского в репродуктивную фазу своего развития в листьях содержание цинка увеличилось в 3.6 раз, железа – в 1.25 раза, меди – в 1.6 раз, мышьяка – в 2.6 раз, кадмия – в 1.9 раз по сравнению с июньскими показателями. Поэтому делать сборы лекарственных растений в первой половине лета более безопасно из-за низкой концентрации ТМ в их составе.

Исследование показателей содержания тяжелых металлов в гравилатах как кормовой культуре показало, что содержание свинца в гравилате речном превосходит фоновый уровень из условно благополучной зоны в 2.3 раза, в гравилате городском в 1.9 раз. Содержание Cd в гравилате городском превышает фоновый уровень ТМ в 1.4 раза. Учёт места произрастания кормовой продукции в экологически чистых районах будет способствовать сохранению гигиенического качества растениеводческой продукции.

При рассмотрении гравилата в качестве продовольственного сырья и пищевого продукта наши экспериментальные данные позволили сделать вывод: по цинку и меди *G. urbanum* L. и *G. rivale* L. значительно превосходит установленный ПДК, по показателям свинца в 2.9 раза, в 3.4 раза соответственно. По кадмию показатели гравилата городского свидетельствуют о превышении ПДК в 2.8 раза. К употреблению в пищу растений выросших на территориях, неблагоприятных в экологическом отношении, надо относиться избирательно.

Список литературы

1. Скарлыпина-Уфимцева М.Ф. Биогеохимические аспекты охраны биосферы // Проблемы охраны окружающей среды. – Л., 1980. – С. 127-133.
2. Скарлыпина-Уфимцева М.Ф. Биогеохимические эндемии растений Чиатурской марганцевой провинции // Биологическая роль микроэлементов и их применение в сельском хозяйстве и медицине. – Ивано-Франковск, 1978. – С. 62.
3. Скарлыпина-Уфимцева М.Ф. Биохимические индикаторы уровня контаминации природных ландшафтов (на примере Кольского полуострова) // Ландшафтная индикация и её использование в народном хозяйстве. – М., 1978. – С. 119–120.
4. Смит У.Х. Лес и атмосфера. – М.: Прогресс, 1985. – 429 с.



5. Влияние загрязнений воздуха на растительность / Под ред. проф., докт. естеств. наук Х.-Г. Десслера / Бергитц С., Эндерляйн Х., Энгманн Ф. и др. – М.: Лесная промышленность, 1981. – 186 с.
6. Охрана окружающей среды в Белгородской области. Стат. сб. – Белгород: Белгородстат, 2009. – С. 144.
7. Городинская В. С. Тайны целебных трав. – М.: Сов. Россия, 1989. – 256 с.
8. Блинова К. Ф. Гравилаты как танидные растения // Труды ЛФХИ. – 1957. – Вып. 2. – С. 80–90.
9. Соколов П. П., Прима В. М., Умаров В. У. Пищевые дикорастущие растения Чечено-Ингушетии. – Грозный: Чечено-Ингушское изд-во, 1988. – 160 с.
10. Косякова Л.Е. Растения-целители: Справочник по народной и практической фитотерапии. – Ярославль: Верх.-Волжск. кн. изд-во, 1993. – 272 с.
11. Методические указания по определению тяжёлых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. – М., 1989. – 60 с.
12. Сырьё и продукты пищевые. Методы определения токсичности элементов. Гос. комит. СССР по стандартам. – М., 1986. – 85 с.
13. Методические указания по обнаружению и определению содержания общей ртути в пищевых продуктах методом беспламенной атомной абсорбции. – М., 1990. – 32 с.
14. Wood J. M. Biological cycles for toxic elements in the environment // Science. – 1974. – Vol. 183. – P. 1049–1059.
15. Корнилов А.Г. Общая и региональная экология: Учеб. пособие/ А.Г. Корнилов, А.Н. Петин. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2006. – 280 с.
16. Гальперин М.В. Экологические основы природопользования. – М.: ФОРУМ: ИНФРА, 2004. – 256 с.
17. Тяжёлые металлы в системе почва – растение/ Ильин В.Б. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1991. – 151 с.
18. Состояние окружающей среды и использование природных ресурсов Белгородской области в 2008 году: справочное пособие / П.М. Авраменко и др.; под ред. С.В. Лукина. – Белгород: КОНСТАНТА, 2009. – 248 с.
19. Природный комплекс большого города: Ландшафтно-экологический анализ / Э.Г. Коломыйц, Г.С. Розенберг, О.В. Глебова и др. – М.: Наука; Маик «Наука. Интерпериодика», 2000. – 286 с.
20. Baker D. E., Chesnin L. Chemical monitoring of soil for environmental quality animal and health // Advances in Agronomy. – 1975. – Vol. 27. – P. 306 – 366.
21. Петрунина Н. С. Геохимическая экология растений в провинциях с избыточным содержанием микроэлементов (Ni, Co, Cu, Mo, Pb, Zn) // Тр. биогеохимической лаборатории АН СССР. Т 13. – М.: Наука, 1974. – С. 57–117.
22. Виноградов А.П. Основные закономерности в распределении микроэлементов между растениями и микросредой // Микроэлементы в жизни растений и животных. М.: Изд-во АН СССР, 1952. – С. 7–20.
23. Лазарев А.В., Бурченко Т.В. Род *Geum* в современных экологических условиях.// Научные ведомости Белгородского государственного университета. – 2009. – №.3 (58). – С. 34 – 38.
24. Лазарев А.В., Бурченко Т.В. Химический состав семян гравилата городского (*Geum urbanum* L.) в зависимости от условий произрастания // Вестник КрасГАУ. – 2010. – Вып. 7. – С. 96–100.
25. Бурченко Т.В. Адаптивные возможности видов *Geum rivale* L. и *Geum urbanum* L. в изменяющихся условиях среды // Материалы IX регион. конф. студентов, аспирантов вузов и научных организаций Дальнего Востока России «Актуальные проблемы экологии, морской биологии и биотехнологии», сост. 14–17 апр. 2010. – Владивосток, 2010. – С. 39–42.
26. Баимова С.Р. Тяжёлые металлы в системе «почва–растения–животные» в условиях Башкирского Зауралья. Дисс. ... канд. биол. наук. – Уфа, 2009. – 151 с.
27. Сабинин Д.А. Физиологические основы питания растений. М.: Изд-во АН СССР, 1955. – 512 с.
28. Сибирякова М.Д. Вернандер Т.Б. Определение типов леса по растениям-индикаторам: (для европейской части СССР) / Под ред. В.Б. Гроздова. – М.; Л.: Гослесбумиздат, 1957. – 148 с.
29. Махов А.А. Зелёная аптека. Лекарственные растения Сибири. – Красноярск: Кн. изд-во, 1993. – 528 с.
30. Атлас растений-индикаторов лесов Украины / Елин Е.А., Мещеряков Г.И. – Киев: Изд-во «Урожай», 1973. – 284 с.

31. Ларин И.В. Луговоеводство и пастбищное хозяйство. – М.; Л., 1956. – 256 с.
32. Растительное сырьё СССР / Под общ. ред. проф. М.М. Ильина. Т. 2. Натуральные растения. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1957. – 582с.
33. Ильин В.Б. Тяжёлые металлы в системе почва–растение. – Новосибирск: Наука, 1985. – 129 с.
34. Таланов Г.А., Хмелевский Б.Н. Санитария кормов: Справочник. – М.: Агропромиздат, 1991. – 303 с.
35. Гигиенические основы охраны продуктов питания от вредных химических веществ / Габович Р.В., Припутина Л.С. – К.: Здоров'я, 1987.- 248 с.
36. Макарова О.А. Экологическая оценка содержания тяжёлых металлов в системе вода - почва – растение в прирусловой части поймы реки Иртыш. Дисс. ... канд. биол. наук. – Омск, 2009. – 113 с.

PARAMETERS OF HEAVY METALS CONTENT IN THE LEAVES OF *GEUM URBANUM* L. AND *GEUM RIVALE* L., GROWING IN THE BELGOROD REGION

T.V. Burchenko
A.V. Lazarev

*Belgorod State University,
Pobedy St., 85, Belgorod,
308015, Russia*

E-mail: lazarev@bsu.edu.ru

Dependence of accumulation of heavy metals by wood avens and water avens leaves on the concentration of those in the air is experimentally established.

The leaves of *Geum urbanum* L. and *Geum rivale* L. react sensitively to the raised concentration of iron in 1.4 times and in 1.2 times respectively. For Cd the parameter of toxicity is exceeded in 2.87 times in wood avens. Despite the high concentration of contaminants the avens are capable to develop tolerance to various heavy metals present in the environment. In late summer in leaves zinc content was increased in 3.6 times, iron content - in 1.25 time, copper content - in 1.6 times, arsenic content- in 2.6 times, cadmium content - in 1.9 times compared with the June figures.

Key words: *Geum urbanum*, *G. rivale*, leaves, heavy metals.



УДК 582.3/99:546.47/49(470.325)

СОДЕРЖАНИЕ КАДМИЯ И СВИНЦА В ВЫСШИХ РАСТЕНИЯХ НА ТЕРРИТОРИИ КРАСНЕНСКОГО РАЙОНА БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

А.А. Романькова
И.В. Батлущая

Белгородский государственный
университет

Россия, 308015, г. Белгород,
ул. Победы, 85

E-mail: Stillet555@yandex.ru

Исследовано содержание кадмия и свинца в растениях семейств Губоцветные, Сложноцветные и Бобовые Красненского района Белгородской области. В ходе анализа методом атомной адсорбции показано, что концентрации валовых и подвижных форм кадмия и свинца в почве произрастания растений не превышает ПДК. Установлено, что органы растений накапливают тяжелые металлы ТМ неравномерно: наибольшее количество кадмия аккумулируют листья, свинца – соцветия исследованных растений. Выявлены виды – концентраторы ТМ: максимальная концентрация кадмия обнаружена в Шалфее поникающем (*Salvia nutans* L.), свинца – в Шалфее сухостепном (*Salvia tesquicola* Klock. et Pobed.).

Ключевые слова: тяжелые металлы, кадмий, свинец, растения-биоиндикаторы, фитоиндикация.

Введение

В настоящее время в связи с нарастающей антропогенной нагрузкой на биологические системы возникает необходимость в разработке критериев и методов оценки результатов техногенного воздействия. Использование компонентов биоты (биоиндикация) для слежения за состоянием окружающей среды, справедливо рассматривается как необходимое и логичное дополнение к мониторингу инструментальному, широко используемому сложнейшие аналитические методы исследований [1, 2].

В качестве биоиндикаторов используют живые организмы, обладающие хорошо выраженной реакцией на внешнее воздействие: различные штаммы бактерий, водоросли, грибы, лишайники, высшие и низшие растения, животные [2, 3, 4, 5].

Установлено, что высшие растения некоторых семейств способны аккумулировать тяжелые металлы (ТМ) из окружающей среды в наибольшем количестве, выступая в роли фитоиндикаторов загрязнений наземных экосистем [1, 2, 5, 6, 7]. Обнаружены два пути поступления ТМ в растительные организмы: проникновение из почвы и аэрозольное осаждение из воздуха [7, 8, 9, 10]. Известно, что по мере уменьшения накопительной способности ТМ органы растений распределены следующим образом: корень – стебель – листья – соцветия [3, 4, 5, 8, 9, 10, 11].

В данной работе исследовано содержание кадмия и свинца в органах растений семейств Губоцветные, Сложноцветные и Бобовые из Красненского района Белгородской области.

Цель исследования: определение видов растений – концентраторов кадмия и свинца, пригодных для использования в комплексной биоиндикации наземных экосистем.

Задачи исследования: 1) изучить содержание кадмия и свинца в растительных организмах; 2) определить виды высших растений названных семейств, аккумулирующих наибольшее количество ТМ с целью уточнения видов-фитоиндикаторов; 3) выявить органы растений, накапливающие максимальные концентрации ТМ, для использования данных показателей в биоиндикационном аспекте.

Объекты и методы исследования

Исследование проведено в 2009 году в вегетационный период с июня по июль на территории села Паровка Красненского района Белгородской области РФ. Объек-

том исследования выбраны семь видов растений, произрастающих на данном участке: Шалфей мутовчатый (*Salvia verticillata* L.), Шалфей степной (*Salvia stepposa* L.), Василисник желтый (*Thalictrum flavum* L.), Ноголоватка васильковая (*Jurinea cianoides* (L.) Reichenb.), Шалфей поникающий (*Salvia nutans* L.), Шалфей сухостепной (*Salvia tesquicola* Klock. et Pobed.), Клевер белый, или ползучий (*Trifolium repens* L.).

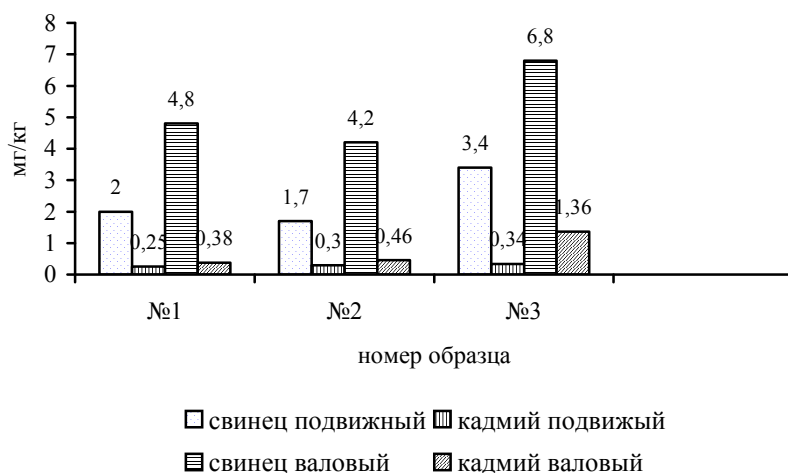
Количество каждого отобранного вида растений составляет 20-25 одновозрастных особей, находящихся в стадии цветения. Сбор такого количества растений необходим для приготовления 10 г навески измельченных органов растений, которая подвергается в дальнейшем озолению. Из полученной после сжигания золы с помощью кислот извлекали ТМ в соответствии с требованиями методик [12].

Для установления связи между содержанием тяжелых металлов в почве, в наземной и подземной части растений, были отобраны образцы почвы в местах их произрастания. Концентрации кадмия и свинца в почве и растениях определяли методом атомной адсорбции на спектрометре типа С-115 в аналитической лаборатории ФГОУ ВПО «Белгородская государственная сельскохозяйственная академия» в июле 2009 года.

Результаты и их обсуждение

Для химического анализа было подготовлено семь образцов растений (№ 1 – Шалфей мутовчатый (*Salvia verticillata* L.), № 2 – Шалфей степной (*Salvia stepposa* L.), № 3 – Василисник желтый (*Thalictrum flavum* L.), № 4 – Ноголоватка васильковая (*Jurinea cianoides* (L.) Reichenb.), № 5 – Шалфей поникающий (*Salvia nutans* L.), № 6 – Шалфей сухостепной (*Salvia tesquicola* Klock. et Pobed.), № 7 – Клевер белый, или ползучий (*Trifolium repens* L.)) и три образца почвы.

Содержание тяжелых металлов в почве. На рисунке 1 представлены результаты определения валовых и подвижных форм свинца и кадмия в анализируемых образцах почвы. Валовое содержание тяжелых металлов отражает общее количество элементов в почве и во всех трех образцах находится на безопасном уровне (ПДК_{вал. Pb} = 30 мг/кг; ОДК_{вал. Cd} = 2.0 мг/кг) [12].



Содержание свинца в образцах №1 и 2 находится приблизительно на одном уровне (4.8 и 4.2 мг/кг соответственно). То же касается и распределения кадмия: в образцах №1 и 2 его количество отличается на 0.08 мг/кг. Образец почвы №3 содержит больше Pb по сравнению с образцами № 1 и 2 в 1.4 и 1.6 раз; Cd – в 4.3 и 3.5 раза, соответственно.

Рис. 1. Содержание подвижных и валовых форм свинца и кадмия в почве, мг/кг.

Миграцию ТМ из почвы в растения наглядно демонстрируют подвижные формы токсикантов в почвенных образцах. Концентрация подвижного свинца в образцах почвы №1 и 2 составляет 2 и 1.7 мг/кг. Максимальное количество подвижной формы металла обнаружено в третьем образце и превышает содержание его в первом и во втором образцах в 1.7 и 2 раза.

Подвижный кадмий в проанализированных образцах составляет: №1 – 0.25; №2 – 0.3 и №3 – 0.34 мг/кг.

В целом, уровень подвижных форм свинца и кадмия в исследуемых образцах почвы не превышает ПДК подвижного свинца (60 мг/кг) и кадмия (1 мг/кг) в почвах [10].

Содержание тяжелых металлов в растениях. Максимальное количество свинца и кадмия содержат растительные образцы под номерами 4, 5 и 6. Минимальное количество металла обнаружено в 3 и 7 образцах (0,52 и 0,57 мг/кг, соответственно). Самая низкая концентрация свинца обнаружена в растительных образцах 1 и 2.

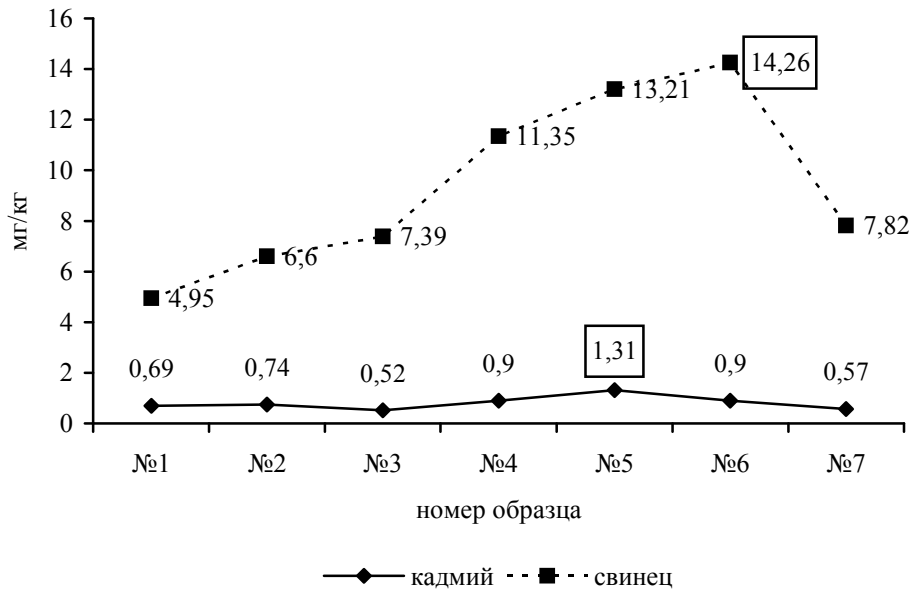


Рис.2. Общее количество кадмия и свинца в различных видах растений, мг/кг

Количество свинца во всех растительных образцах находится на уровне, не превышающем вредной для растений концентрации (30–300 мг/кг [10]), но превосходит уровень нормального содержания свинца в растениях, произрастающих на незагрязненных почвах, в 2.2 раза (рис. 3).

Содержание кадмия превышает среднее значение концентраций металла в растениях незагрязненных территорий в образцах №4 – в 1.2 раза, №5 – в 1.7 раза, №6 – в 1.2 раза (рис. 3). Предельно допустимая концентрация (ПДК) кадмия в растительных кормах для сельскохозяйственных животных составляет 0.3 мг/кг. Как видно на рис. 3, все образцы растений содержат количество кадмия, превышающее ПДК металла в кормах.

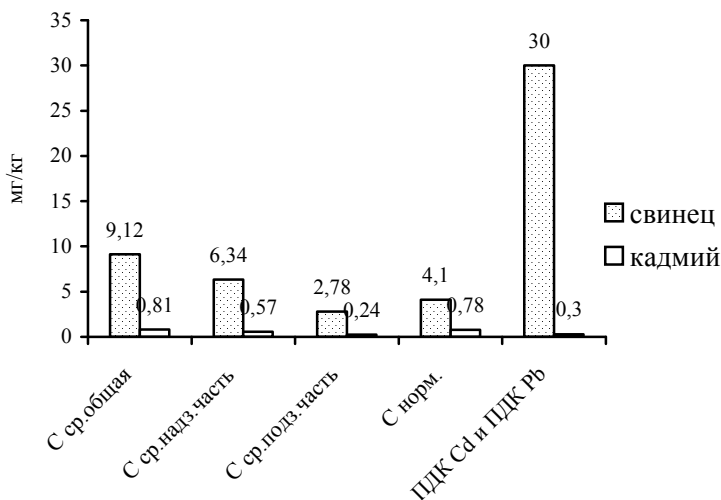


Рис.3. Различные концентрации кадмия и свинца в растениях, мг/кг:

Ср. общая – среднее значение общего количества металлов в семи растениях; Ср. надз.часть – среднее значение концентрации металлов в надземной части семи растений; Ср.

подз.часть – среднее значение концентрации металлов в подземной части семи растений; С норм. – среднее значение нормального содержания металлов в растениях незагрязненных почв [10]; ПДК Cd – предельно допустимая концентрация кадмия в растительных кормах [12]; ПДК Pb – ПДК свинца в растениях [10].

Большой интерес представляло для нас изучение накопления загрязняющих веществ различными частями растения (надземной и подземной), а также различными органами растения (корень, стебель, листья и соцветия). Полученные данные настоящего исследования позволяют отметить, что в среднем кадмия и свинца накапливается в большей степени надземной частью растений, что не согласуется с литературными данными [2, 5, 8, 9, 10, 11]. Так, среднее содержание свинца во всех семи образцах составляет 6.34 мг/кг в надземной и 2.78 мг/кг в подземной части растения. Такая же тенденция наблюдается и по отношению к кадмию: 0.57 мг/кг аккумулируется надземной и 0.24 мг/кг подземной частью растений (см. рис. 3).

Распределение поллютантов в различных органах анализируемых растений демонстрируют диаграммы рисунков 4 и 6. Для установления роли каждого органа растения в общей аккумулирующей способности всего организма, мы определяли коэффициент накопления кадмия и свинца для корней, стеблей, листьев и соцветий, как $KH = C_{орг.} / C_{общ.}$, где KH – коэффициент накопления органа растения, $C_{орг.}$ – концентрация металла в органе, $C_{общ.}$ – общее количество металла в растении. Полученная величина KH выражена в процентах (рис. 5 и 7).

Согласно литературным данным накопление тяжелых металлов различными органами растений уменьшается в ряду корень > стебель > листья > соцветия [8, 10, 2]. Результаты настоящего исследования не позволяют выявить столь четкой закономерности для всех семи образцов. Подобная тенденция характерна только для распределения кадмия во втором образце (рис.4 и 5). В образцах под номерами 4, 5, 6 и 7 отмечено наибольшее накопление кадмия в листьях растений. В процентном отношении количество этого элемента в листьях названных образцов составляет 44, 46, 42 и 40% от общего количества металла в растительном организме, в то время как на долю накопления кадмия корнями растений приходится 21, 18, 33 и 18% соответственно. Во всех растительных образцах намечается тенденция низкой аккумулирующей способности кадмия стеблями от 7 до 19% от общего количества загрязнителя в растении (рис.4 и 5).

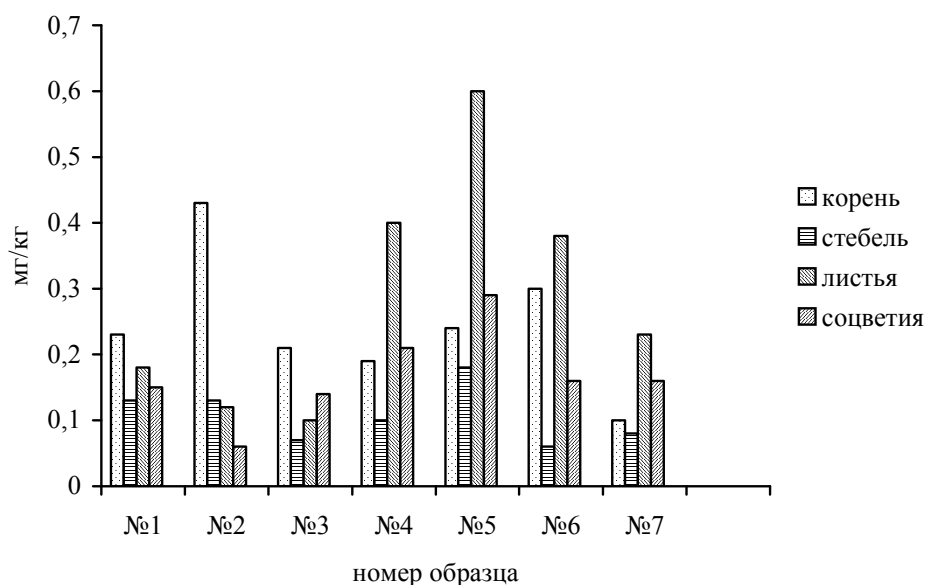


Рис.4. Содержание кадмия в различных органах растений, мг/кг

Необычным является тот факт, что большое количество вредного для растительных клеток элемента кадмия поступает в генеративные органы – соцветия, что не согласуется с литературными данными [8, 3]. Данный факт требует дальнейшей перепроверки, изучения и анализа. В образцах растений № 3 и 7 на долю металла сконцентрированного в соцветиях приходится 27 и 28%, соответственно (см. рис.5).

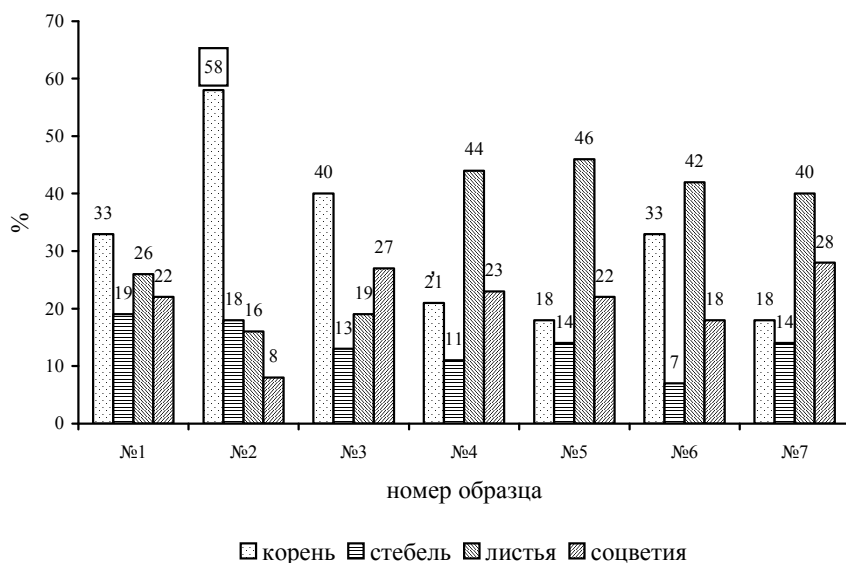


Рис.5. Коэффициент накопления кадмия различными органами растений, %

Кроме того, в образцах с наибольшим содержанием кадмия в листьях, наблюдается повышенное содержание металла в соцветиях (рис. 5): № 3 – 27%; № 4 – 23%; № 5 – 22%; № 6 – 18%; № 7 – 28%.

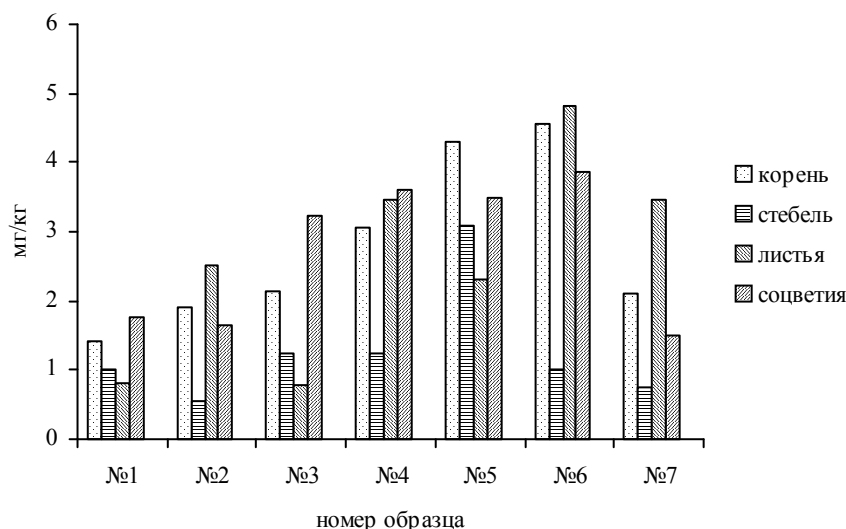


Рис.6. Содержание свинца в различных органах растений, мг/кг

Нами обнаружена особенность распределения свинца в органах анализируемых растений, которая заключается в следующем: самая высокая концентрация элемента содержится в листьях шестого образца (Шалфей сухостепной – *Salvia tesquicola* Klock. et Pobed.) (рис.6). В образцах №2 и 7 большей аккумулярующей способностью также обладают листья и в процентном отношении на долю концентрирования металла листьями рассматриваемых растений приходится 38 и 34% соответственно (рис. 7). В 1, 3 и 4 образцах отмечено нарушение барьерной функции корня по отношению к свинцу, т. к. во всех представленных растениях металл проникает в соцветия в наибольшем количестве (35, 44 и 32% соответственно) (рис. 7).

Что касается накопления вредного металла корнями растений, то во всех образцах, за исключением № 5, свинца в данных органах содержится меньше, чем в соцветиях (№ 1, 3, 4) или в листьях (№ 2, 6, 7). Распределение элемента в стеблях находится приблизительно на одном уровне для всех образцов, кроме пятого, и составляет от 7 до 20% от общего количества металла в растении (см. рис.7).

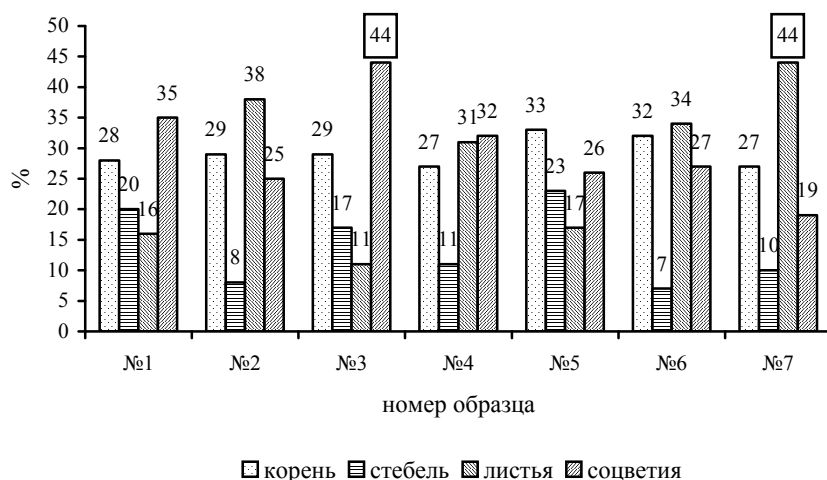


Рис.7. Коэффициент накопления свинца различными органами растений, %

Нами рассчитан суммарный коэффициент накопления ТМ $КН_{сум.}$ различными органами растений, вычисленный как отношение средней концентрации элемента в органе $C_{ср. орг.}$ к средней общей концентрации элемента $C_{ср. общ.}$ в рассматриваемых семи видах растений ($КН_{сум.} = C_{ср. орг.}/C_{ср. общ.}$).

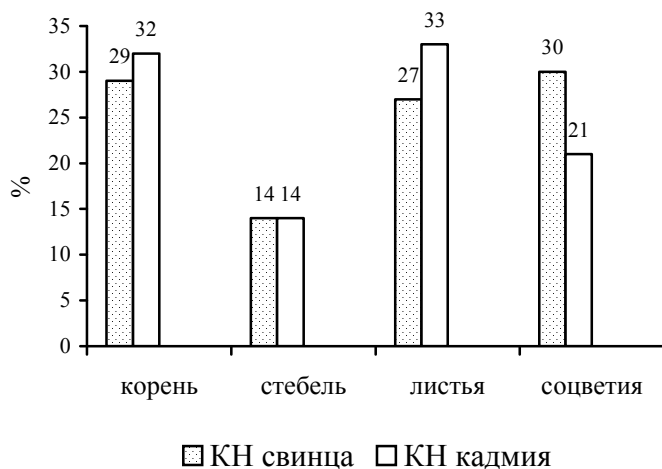


Рис.8. Суммарный коэффициент накопления $КН_{сум}$ свинца и кадмия различными органами растений, %

Как показано на рисунке, органы изучаемых растений распределяются по способности к аккумуляции ТМ следующим образом: накопление кадмия уменьшается в ряду – листья > корень > соцветия > стебель; накопление свинца уменьшается в ряду – соцветия > корень > листья > стебель, что не находит подтверждения в опубликованных материалах [3, 4, 5, 8, 9, 10].

Функция накопления ТМ различными образцами исследуемых растений была показана с помощью зависимости между общим содержанием элемента в растительных образцах и средним значением подвижной формы металла в трех исследуемых образцах почвы $A = C_{р.}/C_{п}$ (рис. 9 и 10).

Максимальное количество кадмия содержится в пятом образце (Шалфей понижающий, сем. Губоцветные). Далее ряд растений располагается по уменьшению концентрирующей способности кадмия следующим образом: Шалфей сухостепной = Наголоватка васильковая > Шалфей степной > Шалфей мутовчатый > Клевер белый > Василисник желтый.

Из семи растений, максимальное количество свинца способен извлекать из почвы Шалфей сухостепной (№ 6), сем. Губоцветные (рис. 10). Большой аккумулярующей способностью также обладает Шалфей поникающий (№ 5), сем. Губоцветные и Ноголоватка васильковая (№ 4), сем. Сложноцветные. Наименьшее количество свинца накапливает Шалфей мутовчатый (№ 1), сем. Губоцветные.

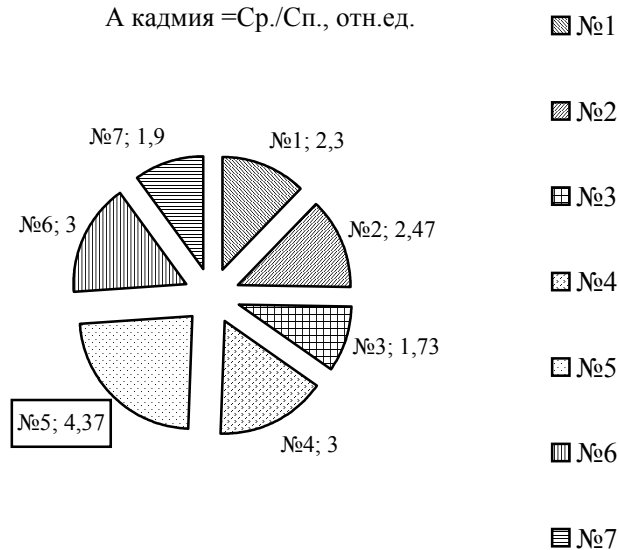


Рис. 9. Зависимость ($A = C_p/C_n$) между общим содержанием кадмия в растениях (C_p) и содержанием подвижных форм металла в среднем почвенном образце (C_n), отн. ед.

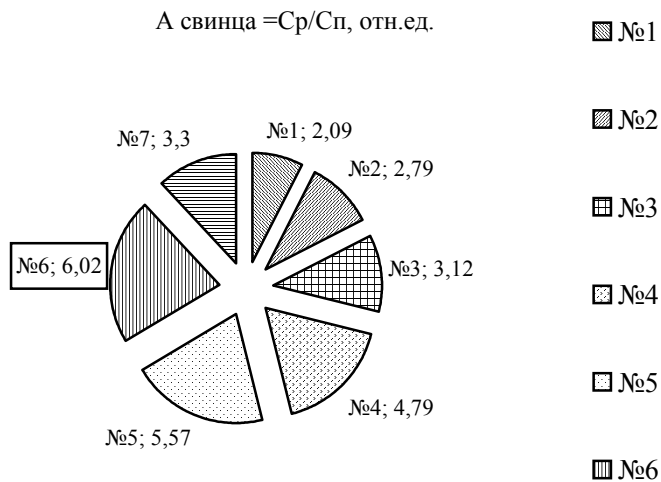


Рис. 10. Зависимость ($A = C_p/C_n$) между общим содержанием свинца в растениях (C_p) и содержанием подвижных форм металла в среднем почвенном образце (C_n), отн. ед.

Заключение

На основании проведенного исследования содержания кадмия и свинца в растениях семейств Губоцветные, Сложноцветные и Бобовые села Паровка Красненского района Белгородской области и в почве, на которой произрастали отобранные растения, можно сделать следующие выводы.

1. Концентрации кадмия и свинца в почвенных образцах не превышают ПДК.)
2. Наибольшей аккумулярующей способностью кадмия обладает Шалфей поникающий, свинца – Шалфей сухостепной (сем. Губоцветные).
3. Максимальные концентрации кадмия накапливаются в листьях и корнях, свинца – в соцветиях и листьях анализируемых растений.

Список литературы

1. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем / Под ред. Р.Шуберга. – М.: Мир, 1988. – 350 с.
2. Опекунова М.Г. Биоиндикация загрязнений: учеб.пособие. – СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2004. – 266 с.
3. Безель В.С., Жуйкова Т.В. Химическое загрязнение среды: вынос химических элементов надземной фитомассой травянистой растительности // Экология. – 2007. – № 4. – С. 259-267.
4. Попова О.В., Федорова А.И. Индикация дальности и интенсивности влияния Новолипецкого металлургического комбината на прилегающую территорию (по реакциям клена платанолистного) // Вестн. ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2005. – № 1. – С. 135-142.
5. Ягафарова Г.А. Содержание свинца в почве и в тысячелистнике азиатском в условиях Южного Урала // Вестник Башкирского университета. Раздел: биология и медицина. – 2006. – № 3. – С. 68-69.
6. Добровольский В.В. и др. Свинец в окружающей среде. – М.: Наука, 1987. – 256 с.
7. Неверова О.А. Опыт использования биоиндикаторов в оценке загрязнения окружающей среды. Новосибирск, 2006. – 88с.
8. Алексеев В.Б. Тяжелые металлы в почвах и растениях. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 140 с.
9. Ильин В.Б. Мониторинг тяжелых металлов применительно к крупным промышленным городам // Агрехимия. – 1997. – № 4. – С.81-86.
10. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва - растение. Новосибирск: Наука. 1991. – 149 с.
11. Ильин В.Б. Элементный химический состав растений. Новосибирск: Наука, 1985. – 140 с.
12. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. – М.: ЦИНАО. – 1992 – 62 с.

THE CADMIUM AND LEAD CONTENT IN THE HIGHER PLANTS IN KRASNENSKY DISTRICT OF THE BELGOROD REGION

A.A. Roman'kova
I.V. Batlutskaya

Belgorod State University
Pobedy St., 85, Belgorod,
308015, Russia
E-mail: sorokopudov@bsu.edu.ru

Cadmium and lead content in plants of families Lamiaceae, Asteraceae and Fabaceae of Krasnensky district of the Belgorod region is investigated. During the analysis by a method of atomic absorption it is shown that concentration of total and mobile forms of heavy metals in the soil of growth of plants does not exceed the maximum permissible concentration limit. It is established that plant organs accumulate heavy metals unevenly: the greatest amount of cadmium is accumulated by leaves, lead is predominantly accumulated by the inflorescences of the investigated plants. The species – concentrators of heavy metals are revealed: the maximum concentration of cadmium is detected in the salvia drooping (*Salvia nutans* L.), lead is found in the *S. tesquicola* Klock. et Pobed.

Key words: heavy metals, cadmium, lead, plants-bioindicators, phytoindication.



УДК 630.576.8:632

ОСОБЕННОСТИ МИКРОБИОТЫ ТОЛСТОГО КИШЕЧНИКА ТЕПЛОКРОВНЫХ ЖИВОТНЫХ ПРИ ДИСБАКТЕРИОЗЕ, ОБУСЛОВЛЕННОМ ДЕЙСТВИЕМ ДЕЛЬТА-ЭНДОТОКСИНА *BACILLUS THURINGIENSIS*¹

Е.Г. Климентова
Л.К. Каменек
А.А. Купцова

Ульяновский государственный
университет
432700 г. Ульяновск,
ул. Л. Толстого, 42,
E-mail: kloushel@mail.ru

Показано изменение видового состава и численности различных представителей микробиоты толстого кишечника теплокровных животных под влиянием перорального введения дельта-эндотоксина *Bacillus thuringiensis* в дозе от 100 мг/кг веса. При этом подавлялся рост нормальной микрофлоры в толстой кишке - бифидобактерий, лактобактерий, бактериоидной микрофлоры и эшерихий с нормальной ферментативной активностью. В результате снижения количества представителей облигатной микрофлоры размножались микробы, попавшие извне или эндогенные виды, устойчивые к лекарственным препаратам – стафилококки, в том числе и самый патогенный вид – *S. aureus*, а также клебсиеллы, протеи и дрожжевые грибы. При постоянном введении больших доз токсина изменялись также индекс встречаемости и индекс доминирования микроорганизмов.

Ключевые слова: дельта-эндотоксин *Bacillus thuringiensis*, микрофлора кишечника, дисбактериоз.

Введение

Актуальность проблемы. Известно, что *Cry*-белки параспоральных кристаллов, образуемые множеством подвидов энтомопатогенной бактерии *B. thuringiensis* с высокой специфичностью поражают некоторых насекомых, нематод, клещей, являющихся вредителями растений и переносчиками болезней. Поэтому на основе кристаллов и спор *B. thuringiensis* выпускается более 80% всех производимых в мире биоинсектицидов, в их числе такие препараты, разрешенные к применению в России, как лепидоцид, битоксибациллин, новодор *FC* и форей *48 B*.

В последнее время в различных источниках появляется все больше публикаций о неблагоприятных последствиях для здоровья человека применения биопрепаратов на основе *B. thuringiensis*. Так, весной 2009 года, в лесистых районах западной части города Лондона, а также в провинции Онтарио (Канада), после вспышки размножения личинок непарного шелкопряда и использования для ее подавления воздушного распыления препарата «*Foray 48 B*» на основе *B. thuringiensis* var. *kurstaki*, жители района стали жаловаться на проблемы со здоровьем: боль в животе, затрудненное дыхание, боль в горле, тошноту, рвоту, сильный кашель, жжение в глазах, диарею, мышечные судороги, сонливость, слабость, и головокружение. Данные симптомы говорят о том, что препарат, возможно, обладает не только местным, кожно-резорбтивным действием, но также может вызывать аллергию и отравление [1].

На сайте Общества по контролю чрезмерного применения пестицидов [2] сообщается о 290 инцидентах, связанных с 51 симптомами, включая тошноту, рвоту, спазмы, диарею, обострение астмы и случаями мучительного зуда также после применения биопрепаратов на основе *B. thuringiensis*. Особый интерес представляет исследования Дамгаард и соавторов [3]. Авторами были изучены различные штаммы *B. thuringiensis* из инсектицидных препаратов. Было обнаружено, что все они способны вырабатывать диарейный энтеротоксин человека.

Известно, что бактерии рода *Bacillus* обладают выраженной антимикробной

¹ Работа выполнена при поддержке гранта МО РФ аналитической ведомственной целевой программы «Развитие научного потенциала высшей школы (2009-2010 годы)» по проекту № 2.1.1/2275.

активностью, обусловленной продуцированием антибиотических веществ. В настоящее время известно о более чем 200 антибиотиках и бактерицинах, образуемых этими микроорганизмами [4]. Данные об антибактериальном действии *Cry*-белков параспиральных кристаллов *B. thuringiensis* или их фрагментов на микроорганизмы появились сравнительно недавно [5–10]. Изучение действия белков включений важно так же для всестороннего понимания экологической роли включений в биоценозах, в том числе и в микробиоценозах желудочно-кишечного тракта теплокровных животных, куда токсические белки могут поступать вместе с продукцией, обработанной биопестицидами на основе дельта-эндотоксинов.

Организм теплокровных животных и человека и его микробиота представляют собой высокоорганизованную, саморегулирующуюся систему, «обеспечивающую поддержание равновесия компонентов внутренней среды организма на метаболическом, клеточном и молекулярно-генетическом уровнях» [11]. Сбалансированность системы «хозяин–микробиота» может нарушаться «при превышении интенсивности негативных внешних воздействий над пороговыми значениями адаптационной системы организма» [12] и при сдвигах в метаболической активности самой микробиоты [13]. Одной из наиболее частых причин нарушений в рассматриваемой системе является воздействие на нее антибактериальными препаратами белкового происхождения. Показано, что антибиотики изменяют количественный и качественный состав аутохтонной микробиоты организма, оказывают прямое воздействие на клетки и метаболические процессы в них [14]. Установлено, что у 5–25% пациентов, получающих антибиотики, наблюдается антибиотико-ассоциированная диарея («antibiotic associated diarrhea»), чаще называемая «лекарственно опосредованным дисбиозом кишечника» [15]. Следует отметить, что дисбиоз характеризуется снижением популяционного уровня или полным исчезновением некоторых облигатных представителей нормальной микробиоты и увеличением частоты выявления концентрации представителей факультативной ее части. Такие дисбиотические микробные ассоциации не в состоянии выполнять защитные и физиологические функции в кишечнике, которые они осуществляют в условиях нормоценоза. Нарушения при микробиоценозе кишечника наступают задолго до клинических проявлений и служат обычно предшественником развития соматических заболеваний [16].

Целью исследования явилось изучить действие дельта-эндотоксина *B. thuringiensis* subsp. *kurstaki* Z-52 на изменение количественных и качественных показателей микробиоты кишечника теплокровных животных.

Объекты и методы исследований. В работе был использован штамм Z-52 *B. thuringiensis* subsp. *kurstaki*, продуцирующий кристаллы дельта-эндотоксина класса *Cry IA*, полученный из коллекции культур микроорганизмов Всероссийского института защиты растений (ВИЗР), г. Пушкин Ленинградской области. Культуру выращивали на питательной среде № 14 при температуре 27°C. На 3-4 сутки культивирования при спорообразовании в пределах 80-90% выделяли дельта-эндотоксин с применением модифицированного метода Л.К. Каменёк [17]. Выделенные и очищенные от спор кристаллы дельта-эндотоксина предварительно активировали по методике Кукси [18]. Кристаллы дельта-эндотоксина разводили в 0,9% растворе *NaCl* и в различных дозах вводили животным перорально вместе с пищей.

В эксперименте использовали 360 белых беспородных мышей – самок со средним весом 30±3 г. Содержание, питание, уход за животными осуществляли в соответствии с требованиями «Правил проведения работ с использованием экспериментальных животных» (Приложение к приказу МЗ СССР от 12.08.1977 № 755). Все животные содержались в виварии УлГУ при сходных условиях в отношении температуры, влажности и освещения, а также рациона питания. Животные содержались в клетках по 10 особей. Перед проведением каждой из серий экспериментов животные были разделены на четыре группы (по 90 животных в каждой группе). Первая группа – контрольная, вторая группа животных ежедневно в одно и то же время (первая половина дня) получала перорально в течение 28 дней дельта-эндотоксин в количестве 25 мг/кг веса чистого вещества, растворенного в буферном растворе, вторая и третья группа – по 50 и 100 мг/кг веса, что составило 0.03-0.0075 мг на особь, соответственно. На протяжении всего эксперимента наблюдали за физической активностью животных, аппетитом



(количество съеденной пищи), характером стула. В 7, 14 и 20-й дни эксперимента забирали пробы фекалий для проведения бактериологического исследования микробиоты толстой кишки.

Микроорганизмы выделялись из фекалий животных с использованием классических бактериологических методик. Выделение чистой культуры и идентификация проводились в аэробных, анаэробных и микроаэрофильных условиях в термостате при температуре 37°C в течение 24-48 часов. Культуры, выросшие на питательных средах, подвергались групповой и видовой идентификации. Анализ выделенных микроорганизмов проводили согласно определителю Берджи [19] по морфологическим, тинкториальным, культуральным, биохимическим (с помощью мультимикротестов *ММТ E1*, *ММТ E2 Lachema* тест-систем) и антигенным свойствам. Наличие гемолитических эшерихий учитывали на кровяном агаре из разведения 10^{-5} . Количественное содержание выделенных микроорганизмов выражали в виде *Ig* КОЕ/г.

Определение индекса встречаемости при пероральном введении дельта-эндотоксина *B. thuringiensis* в дозе 100 мг/кг веса проводили по числу проб, в которых обнаружены особи исследуемого вида, выраженных в процентах к общему числу проанализированных проб. Определение индекса доминирования – доли в %, которую составляет обилие исследуемого вида по отношению к суммарному обилию всех сравниваемых между собой видов в изучаемом материале. При оценке результатов учитывали, что при *C* = 50% и выше виды считаются постоянными, добавочные виды соответствуют значениям *C* от 25 до 50%, случайные – ниже 25%.

Все материалы были подвергнуты статистической обработке с использованием методов статистического и вариационного анализа. Различия между величинами считались достоверными при $p < 0,05$.

Результаты исследований и их обсуждение. В настоящем исследовании к концу второй недели после введения дельта-эндотоксина в дозе 100 мг/кг веса у экспериментальных животных в 25-50% случаев (т.е. у 25-45 особей из 90) отмечались и сохранялись в течение всего периода эксперимента следующие симптомы: понос, изменение консистенции стула, ухудшение аппетита, снижение поведенческой активности. Степень проявления симптомов у 30 особей возрастала по мере увеличения срока применения токсина.

Показано, что при дисбиозе кишечника, в частности, при антибиотикоассоциированной диарее наблюдается доминирование каких-либо условно-патогенных микроорганизмов (стафилококков, псевдомонад, клебсиелл, протей, эшерихий с низкой ферментативной активностью, клостридий и грибов) или их ассоциаций [20, 21].

В результате проведенных нами бактериологических исследований фекалий животных было установлено, что пероральное введение дельта-эндотоксина в дозах от 25 до 50 мг/кг веса практически не оказывало влияния на изменение состава и численности кишечной микрофлоры (табл. 1).

Таблица 1

Состав микробиоты кишечника мышей при пероральном введении дельта-эндотоксина *Bacillus thuringiensis* (при n = 9)

Микроорганизмы	Количественное содержание микробиоты Lg КОЕ/г				
	контроль	14 сутки		28 сутки	
	25-50 мг/кг веса	25 мг/кг веса	50 мг/кг веса	25 мг/кг веса	50 мг/кг веса
1	2	3	4	5	6
доминирующие виды (встречаются в 50-100% случаев)					
<i>Bifidobacterium spp.</i>	6.4±0.13	6.2±0.10	6.1±0.2	6.2±0.15	6.0±0.3
<i>Lactobacillus spp.</i>	13.9±0.96	12.9±0.20	12.0±0.4	12.0±0.18	11.5±0.8
<i>Bacteroides</i>	4.5±0.11	4.35±0.15	4.2±0.2	4.3±0.20	4.1±0.3
<i>Escherichia coli</i> типичные	7.4±0.16	7.3±0.10	7.1±0.3	7.2±0.25	7.0±0.4
добавочные виды (встречаются в 25-50% случаев)					
<i>Escherichia coli</i> (гем)	-	-	-	-	-

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6
<i>Klebsiella spp</i>	1.03±0.01	1.1±0.1	1.2±0.1	1.1±0.3	1.2±0.2
<i>Proteus spp.</i>	2.7±0.84	2.8±0.40	2.8±0.5	2.8±0.3	3.0±1.0
случайные или транзиторные виды (встречаются менее чем в 25% случаев)					
<i>Staphylococcus aureus</i>	-	-	-	-	-
Дрожжеподобные грибы р. <i>Candida</i>	1.0±0.03	1.1±0.2	1.1±0.1	1.1±0.1	1.2±0.1

Несмотря на то, что *Bifidobacterium spp.* и *Lactobacillus spp.*, обнаруживаются в составе микрофлоры кишечника у всех экспериментальных животных (частота встречаемости – 100%), их количество при пероральном введении дельта-эндотоксина в дозе от 25 до 50 мг/кг веса умеренно снижается. Наблюдается так же и некоторая тенденция к уменьшению количества эшерихий с нормальной ферментативной активностью и бактериоидной микрофлоры. Уменьшение количества доминирующих видов *Bacteroides* и *Escherichia coli* с нормальной ферментативной активностью (типичных) не является статистически достоверным.

В результате снижения количества представителей облигатной микрофлоры размножаются микробы, попавшие извне или эндогенные виды, устойчивые к лекарственным препаратам – стафилококки, в том числе и самый патогенный вид – *S. aureus*, а также *Klebsiella spp.*, *Proteus spp.* и дрожжеподобные грибы р. *Candida*. Их количество в микроценозе несколько увеличивается, но это увеличение при математической обработке результатов так же оказалось статистически недостоверным, то есть можно говорить только о некоторой тенденции к снижению или увеличению количества бактерий. Такие патогенные виды, как *E. coli* гемолитические и *St. aureus* из состава микробиоты кишечника мышей при пероральном введении дельта-эндотоксина *B. thuringiensis* (25-50 мг/кг веса) не выделялись.

При введении высоких доз препарата (100 мг/кг, табл. 2) подавлялся рост нормальной микрофлоры в толстой кишке: количество доминирующих видов – бифидобактерий – на 14 и 28 сутки после начала перорального введения уменьшалось по сравнению с контролем, соответственно, с 6.4 до 6.0 и 5.9 lg КОЕ/г, а лактобактерий – с 13.9 до 11.0 и 10.6 lg КОЕ/г. Применение дельта-эндотоксина оказало влияние и на бактериоидную микрофлору: в контроле их количество составляло 4.5 lg КОЕ/г, а на 14 сутки 4.1 lg КОЕ/г и на 28 сутки – 3.9 lg КОЕ/г. Число эшерихий с нормальной ферментативной активностью сократилось с 7.4 lg КОЕ/г – в контроле до 7.0 и 6.8 lg КОЕ/г на 14 и 28 сутки. Эшерихии, обладающие гемолитической активностью, в контрольной группе не наблюдались, и высевались лишь на 14 и 28 сутки в количестве 1.1 и 1.3 lg КОЕ/г.

Количество клебсиэлл увеличилось по сравнению с контрольной группой с 1,03 lg КОЕ/г до 1.4 и 1.6 lg КОЕ/г на 14 и 28 сутки соответственно, а протеи с 2.7 lg КОЕ/г до 3.0 и 3.3 lg КОЕ/г. Количество дрожжеподобных грибов рода *Candida* увеличивается с 1.0 до 1.3 и 1.5 lg КОЕ/г. Стафилококки высевались на 14 и 28 сутки, их число составило соответственно 1.2 и 1.4 lg КОЕ/г.

Таблица 2

Состав микробиоты кишечника мышей при пероральном введении дельта-эндотоксина *Bacillus thuringiensis* (100 мг/кг, при n = 9)

Микроорганизмы	Количественное содержание микробиоты Lg КОЕ/г		
	контроль	14 сутки	28 сутки
1	2	3	4
доминирующие виды (встречаются в 50-100% случаев)			
<i>Bifidobacterium spp.</i>	6.4±0.13	6.0±0.9	5.9±0.8
<i>Lactobacillus spp.</i>	13.9±0.96	11.0±0.6	10.6±0.7
<i>Bacteroides</i>	4.5±0.11	4.1±0.4	3.9±0.5
<i>Escherichia coli</i> (тип.)	7.4±0.16	7.0±0.3	6.8±0.5
добавочные виды (встречаются в 25-50% случаев)			
<i>Escherichia coli</i> (гем.)	-	1.1 ±0.1	1.3 ±0.1



Окончание табл. 2

1	2	3	4
<i>Klebsiella spp</i>	1.03±0.01	1.4±0.1	1.6±0.2
<i>Proteus spp.</i>	2.7±0.84	3.0±0.6	3.3±1.1
Случайные (транзиторные виды встречаются менее чем в 25% случаев)			
<i>Staphylococcus aureus</i>	-	1.2 ±0.1	1.4 ±0.2
Дрожжеподобные грибы р. <i>Candida</i>	1.0±0.03	1.3±0.1	1.5±0.2

Данные по определению индекса встречаемости микроорганизмов при пероральном введении дельта-эндотоксина в дозе 100 мг/кг веса представлены в табл. 3. У бифидобактерий и лактобактерий индекс встречаемости составил 100%, т.е. во всех 35 пробах были обнаружены особи данного вида. Индекс встречаемости бактериоидной микрофлоры составил в контроле 58.4%, на 14 сутки уменьшился до 56.2 %, на 28 сутки – до 52.0%. Индекс эшерихий с нормальной ферментативной активностью уменьшился с 84.2% в контроле до 78.4 и 73.5% на 14 и 28 сутки соответственно.

На фоне снижения количества и частоты встречаемости представителей видов облигатной микрофлоры в пробах чаще стали высеваться добавочные и транзиторные виды – *Klebsiella spp.*, *Proteus spp.* и дрожжеподобные грибы р. *Candida*.

Если протеи обнаруживались в контроле в 22.5% проб, то на 14 сутки частота их обнаружения увеличилась до 30.3%, а на 28 сутки – до 39.8%. У клебсиэлл индекс встречаемости увеличился гораздо сильнее – с 26.4% в контроле до 34.2% на 14 сутки и 42.5% на 28 сутки. Дрожжеподобные грибы р. *Candida* высеваются в 5.1% проб в контрольной группе, 14 сутки они обнаруживаются уже в 10.5% проб, а на 28 сутки – в 18.2%.

Особенностью микробиоценоза толстого кишечника теплокровных животных при дисбактериозе, вызванном пероральным введением высоких доз дельта-эндотоксина *B. thuringiensis* является появление в микробном пуле гемолитических эшерихий и золотистого стафилококка, которые в контрольной группе не высевались. На 14 и 28 сутки эшерихии, обладающие гемолитической активностью, выявлялись в 15.0 и 22.5% проб, а *St. aureus* – в 11.7 и 15.6% проб соответственно.

Таблица 3

Индекс встречаемости микроорганизмов при пероральном введении дельта-эндотоксина в дозе 100 мг/кг веса

Микроорганизмы	Индекс встречаемости микроорганизмов		
	контроль	14 сутки	28 сутки
доминирующие виды (встречаются в 50-100% случаев)			
<i>Bifidobacterium spp.</i>	100.0	100.0	100.0
<i>Lactobacillus spp.</i>	100.0	100.0	100.0
<i>Bacteroides</i>	58.4±4.6	56.2±8.5	52.0±7.0
<i>Escherichia coli</i> (тип.)	84.2±11.2	78.4±10.5	73.5±10.8
добавочные виды (встречаются в 25-50% случаев)			
<i>Escherichia coli</i> (гем.)	0	15.0±2.4	22.5±5.3
<i>Klebsiella spp.</i>	26.4±2.4	34.2±4.3	42.5±6.3
<i>Proteus spp.</i>	22.5±3.8	30.3±6.2	39.8±7.7
случайные (транзиторные виды встречаются менее чем в 25% случаев)			
<i>Staphylococcus aureus</i>	0	11.7±2.5	15.6±4.3
Дрожжеподобные грибы р. <i>Candida</i>	5.1±2.2	10.5±2.5	18.2±4.1

Для уточнения происхождения сдвигов в микробиоценозе колостой кишки определена доля участия микроорганизмов в структуре экосистемы (рисунок 1). Установлено, что доминантными видами, формирующими микрофлору в контрольной группе животных, или группе сравнения, являются лактобактерии, бифидобактерии, бактериоиды и кишечные палочки с нормальной ферментативной активностью, в совокупности их доля составляет почти 84%. Доля микроорганизмов условно-патогенной микрофлоры – клебсиэл, гемолитических эшерихий, протей, стафилококков и грибов рода *Candida* составила 6%.

На 14-е, и особенно на 28-е сутки эксперимента выявляется структурная перестройка биоценоза, которая проявляется в уменьшении значимости доминирующих групп микроорганизмов до 62 и 48% соответственно, и увеличением значимости условно-патогенных видов – до 48 и 52%. Важной особенностью микробиоценоза является появление на 14 сутки особенно патогенных видов – гемолитических *E. coli* и *St. aureus*.

Регистрируемые в микрофлоре толстой кишки различия в качественном и количественном составе симбионтов позволили предположить наличие определенных сопряженных таксонов, встречающихся совместно чаще в группах биоценозов контрольных животных, принимающих высокие дозы дельта-эндотоксина по сравнению с интактными животными.

При пероральном введении дельта-эндотоксина (100 мг/кг веса) в кишечнике мышей у доминирующих видов бактерий наблюдается некоторая тенденция к уменьшению индекса доминирования, так, у лактобактерий – на 14 сутки после начала перорального введения он уменьшился по сравнению с контролем соответственно на 11.7% – с 37.6% до 25.9% и на 28 сутки – на 21.3%. У бифидобактерий индекс доминирования уменьшился с 17.3% в контроле до 13.8% на 14 сутки и 11.7% – на 28 сутки. Применение дельта-эндотоксина оказало влияние на изменение индекса доминирования бактериоидной микрофлоры (12.8% - в контроле и 9.9% и 5.9% на 14 и 28 сутки соответственно), эшерихий с нормальной ферментативной активностью (20% – в контроле и 16% и 11.3% на 14-е и 28-е сутки).

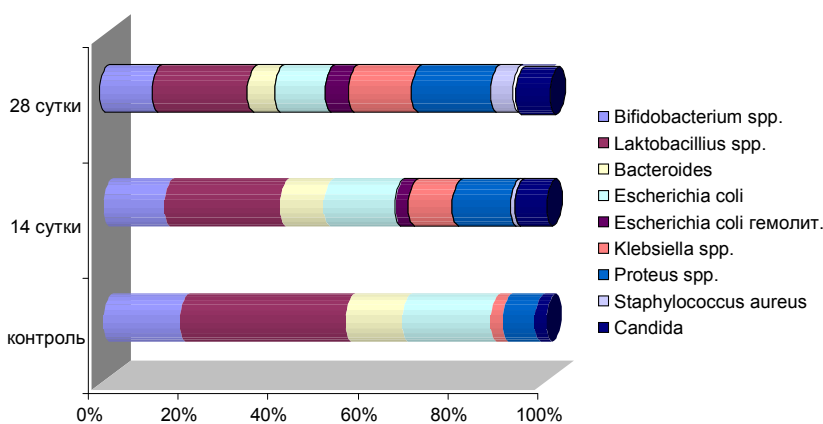


Рис. 1. Индекс доминирования микроорганизмов биоценоза кишечника мышей при пероральном введении дельта-эндотоксина *B. thuringiensis* (100 мг/кг веса)

Эшерихии, обладающие гемолитической активностью, в контрольной группе не обнаруживаются, а на 14 и 28 сутки выявляются в количестве 3.1% и 5.3%. Доля клебсиэлл в контроле была 2.7%, на 14 сутки их количество возросло до 9.8%, а на 28 сутки – до 14%. Доля протей увеличивается с 7.3% в контроле до 12.8% и 17.6% на 14 и 28 сутки. Количество дрожжеподобных грибов рода *Candida* увеличивается в 3 раза, а стафилококки, не обнаруживающиеся ранее в контроле, высеваются на 14 и 28 сутки в количестве 1.1% и 4.8%.

Заключение. Проведенное исследование позволило установить, что в составе микробиоценоза толстой кишки теплокровных животных после длительного потребления вместе с пищей высоких доз дельта-эндотоксина *B. thuringiensis* (свыше 100 мг/кг веса животного), золотистый стафилококк и гемолитические эшерихии встречаются достоверно чаще, чем в составе микрофлоры кишечника интактных животных. Изменение состава толстой кишки свидетельствует о наличии микробиологического дисбаланса, характерной особенностью которого является снижение присутствия в составе микробиоценоза представителей облигатной микробиоты – *Bifidobacterium spp.*, *Lactobacillus spp.*, *Bacteroides* и *Escherichia coli* с нормальной ферментативной активностью (типичных), на фоне увеличения количества транзитных и добавочных условно-патогенных видов - *S.aureus*, *Klebsiella spp.*, *Proteus spp.* и дрожжеподобных грибов р. *Candida*.



Достаточно высокая концентрация гемолитических эшерихий (1.1-1.3 lg КОЕ/г), значительный показатель их постоянства (15.0-22.3%), позволяют полагать, что длительное потребление вместе с пищей высоких доз дельта-эндотоксина, возможно, является одним из факторов, способствующих появлению и вегетированию данной группы условно-патогенных микроорганизмов в микробиоценозе. То же можно сказать и о других видах условно-патогенных микроорганизмов – *S. aureus*, *Klebsiella spp.*, *Proteus spp.* и дрожжеподобных грибов р. *Candida*, что свидетельствует о дисбиотических изменениях в кишечнике. Возможно, что на их вегетирование оказывают влияние и другие факторы, что, несомненно, требует дальнейшего изучения.

Вероятно, длительное поступление значительного количества белкового дельта-эндотоксина в кишечник теплокровных животных ведет к развитию метаболических сдвигов, а появление условно-патогенных видов в составе микрофлоры в данном случае можно рассматривать как индикатор, реагирующий на изменение гомеостаза макроорганизма и создает предрасположенность для развития как инфекционных, так и соматических заболеваний.

Список литературы

1. Richard B. Philp Adverse health consequences following aerial spraying with *Bacillus thuringiensis* (var. *kurstaki*) (Btk) to control the gypsy moth: flaws in government risk assessments and in public health officials attitudes, University of Western Ontario, 2009.
2. Интернет-ресурс www.bcn.ca/stop/part4.html.
3. Damgaard P.H., Larsen H.D., Hansen B.M., Bresciani J., Jørgensen K. Enterotoxin-producing strains of *Bacillus thuringiensis* isolated from food // Letters in Applied Microbiology. – 2008. – Vol. 23 – P. 146–150.
4. Осипова И.Г., Михайлова Н.А., Сорокулова И.Б. Споровые пробиотики // Микробиология. – 2002. – № 3. – С. 113-119.
5. Юдина Т.Г. Сравнение антибактериальной активности параспоральных включений различных бацилл. Известия РАН. Серия биол. – 1996. – № 5. – С. 535–541.
6. Юдина Т.Г., Егоров Н.С., Лория Ж.К., Выборных С.Н. Биологическая активность параспоральных кристаллов *Bacillus thuringiensis*. – Известия АН СССР. Серия биологич. – 1988. – № 3. – С. 427 – 436.
7. Егоров Н.С., Юдина Т.Г., Баранов А.Ю. О корреляции между инсектицидной и антибиотической активностями параспоральных кристаллов *Bacillus thuringiensis*. // Микробиология. – 1990. – Т. 59, вып. 3. – С. 448–452.
8. Юдина Т.Г., Егоров Н.С. Антимикробная активность белковых включений различных бактерий. – Доклады РАН. – 1996. – Т. 349, № 2. – С. 283–287.
9. Юдина Т.Г., Бурцева Л.И. Действие эндотоксинов четырех подвигов *Bacillus thuringiensis* на различных прокариот // Микробиология. 1997. – Т. 66. – № 1. – С. 25–31.
10. Cahan R., Friman H., Nitzan Y. Antibacterial activity of Cyt1Aa from *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* // Microbiology. – 2008. – Vol. 154. – P. 3529–3536.
11. Rolfe R. D. Interactions among microorganisms of the indigenous intestinal flora and their influence on the host // Rev. Infect. Dis. – 1984. – Vol. 6, Suppl. 1. – P. 73–79.
12. Парфенов А.И., Ручкина И.Н., Осипов Г.А. Антибиотико-ассоциированная диарея // Экспер. и клин. гастроэнтерол. – 2002. – № 5. – С. 92–95.
13. Уголев А.М. Теория адекватного питания и трофология. – СПб., 1991. 271 с.
14. Лобзин Ю.В., Макарова В.Г., Кровякова Е.Р. Дисбактериоз кишечника (клиника, диагностика, лечение): Руководство для врачей. – СПб., 2003. – 256 с.
15. Костюкевич О.И. Современные представления о микробиоценозе кишечника: Дисбактериоз и его коррекция // РМЖ. – 2007. – 2176. www.rmj.ru
16. Барановский А.Ю., Кондрашин Э.А. Дисбактериоз и дисбиоз кишечника. – СПб.: Питер, 2000. – 209 с.
17. Каменек Л.К. Способ получения эндотоксинсодержащих энтомопатогенных препаратов. – Патент РФ № 2027369. – 1995.
18. Кукси К.Э. Кристаллический белковый токсин *B. thuringiensis*: биохимия и механизм действия // Микроорганизмы в борьбе с вредными насекомыми и клещами. – М.: Колос, 1976. – С.198-218.
19. Определитель бактерий Берджи. В 2-х т. Пер. с англ. / Под ред. Дж. Хоулта, Н. Крига, П. Снита, Дж. Стейли, С. Уилльямса. – Мир, 1997. – 800 с.

20. McFarland L. Epidemiology, risk factors and treatments for antibiotic associated diarrhea // *Diagn. Dis.* – 1998. – Vol. 16. – P. 292–307.

21. Бондаренко В. М., Воробьев А. А. Дисбиозы и препараты с пробиотической функцией // *Журн. микробиол.* – 2004. – № 1. – С. 84–92.

FEATURES OF THE MICROBIOTA OF THE LARGE INTESTINE OF WARM-BLOODED ANIMALS DURING DYSBACTERIOSIS DUE TO THE ACTION OF DELTA-ENDOTOXIN OF *BACILLUS THURINGIENSIS*

E.G. Klimentova
L.K. Kamenek
A.A. Kuptsova

*Ulyanovsk State University,
L.Tolstogo St., 42, Ulyanovsk,
432700, Russia*

E-mail: kloushel@mail.ru

The change in species composition and the number of various representatives of the large intestine microbiota of warm-blooded animals under the influence of oral administration of delta-endotoxin of *Bacillus thuringiensis* at a dose of 100 mg / kg body weight is shown. The growth of normal microflora in the colon – *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*, bacteroid microflora and *Escherichia* with normal enzymatic activity was suppressed. As a result of the reduction of the number of representatives of the obligate microflora microbes that penetrated from the outside or endogenous species that are resistant to drugs – staphylococci, including the most pathogenic form – *S. aureus*, and *Klebsiella* organisms, *Proteus*, and yeasts, multiplied. With the constant administration of high doses of the toxin the index of occurrence and the index of dominance of microorganisms varied as well.

Key words: delta-endotoxin *Bacillus thuringiensis*, intestinal microflora, dysbacteriosis.



РОЛЬ ЭНТОМОФАГОВ В СНИЖЕНИИ ЧИСЛЕННОСТИ ЯБЛОННОГО ЦВЕТОЕДА

Н.Д. Евтушенко

И.В. Забродина

Харьковский национальный
аграрный университет
им. В.В. Докучаева, Украина,
62483, Харьковская обл.,
Харьковский р-н,
п/о Коммунист-1

E-mail:
imnazabrodina@yahoo.com

Впервые для восточной лесостепи Украины изучены экологические особенности яблонного цветоеда. Определен видовой состав паразитоидов личинок и куколок яблонного цветоеда в поврежденных бутонах яблонь разных сортов. В годы исследований доминировали представители семейства Pteromalidae (*Habrocytus grandis* Walk.). Установлено значение энтомофагов в регуляции численности вредителя по сравнению с хищниками.

Ключевые слова: яблонный цветоед, паразитоиды, энтомофаги, хищники.

Введение

Среди методов защиты растений, особую роль отводят биологическим приемам регулирования численности вредных объектов, как наиболее безопасным и экологически чистым. Важным резервом является активизация и использование природных ресурсов полезных насекомых – паразитов и хищников, которые ограничивают численность вредителей насекомых-фитофагов [1, 2, 3, 4].

Биологический метод борьбы с вредными организмами является обязательной составляющей интегрированной защиты [5].

Особенного значения приобрело широкое применение вирусных, бактериальных и грибных биопрепаратов, охрана и использование местных энтомофагов, рациональное использование химического метода (с учетом экономических порогов вредоносности фитофагов и критериев численности паразитов, хищников и патогенов) [6, 7].

В регуляции численности вредителей плодово-ягодных культур первоочередную роль играют приемы, направленные на использование их природных врагов [7].

На предимагинальных стадиях развития основными факторами гибели яблонного цветоеда является зараженность личинок и куколок паразитами, заболевания личинок, каннибализм, уничтожение их хищниками и листогрызущими гусеницами, которые питаются теми же бутонами [8, 9].

Согласно литературным данным и исследованиям В.Ф. Дрозда, проведенным в Киевской области [10], определенную регулирующую роль в онтогенезе цветоеда играют энтомофаги. Среди них – паразитоиды личинок и куколок *Habrocytus grandis* Walk (сем. Pteromalidae), *Tetrastichys pospjelovi* Kurd, *Syrrhizus delusorius* Först. (сем. Braconidae), *Scambus annulatus* Kiis., *S. pomorum* Ratz. (род. Ichneumonidae).

В восточной Лесостепи Украины вообще не изучалась роль паразитоидов и хищников на динамику численности яблонного цветоеда.

В Московской области существенным фактором гибели жуков в весенний период является гибель от паразитоида *Syrrhizus delusorius* Först. (сем. Braconidae). Паразитоидами личинок и куколок являются *Habrocytus grandis* Walk., *Scambus annulatus* Kiis. [11].

Основными паразитоидами личинок и куколок яблонного цветоеда в Белоруссии являются *Habrocytus grandis* Walk., *Scambus annulatus* Kiis. 100, *Scambus calobatus* Grav. и *Bracon intercessor* Nees. [12].

В Польше [13], основными паразитоидами предимагинальных стадий цветоеда являются *Scambus annulatus* Kiis., *S. calobatus* Grav., *S. pomorum* Ratz.

В Нидерландах [14, 15] основные паразитоиды цветоеда – *Syrrhizus delusorius* Först. и *Scambus pomorum* Ratz. *Syrrhizus delusorius* Först.

Среди зоофагов цветоеда преобладают представители семейств хищных жуков Carabidae и Staphylinidae, обитают на поверхности почвы в лесной подстилке [1].

Большую пользу в снижении численности жуков играют воробьи (*Passer domesticus* L., *Passer montanus* L.), которые выкармливают птенцов личинками яблонного цветоеда [16, 17].

Кроме того, жуков летом в кроне деревьев и в местах их зимовки склевывают птицы, особенно большая синица (*Parus major* L.) [3].

Материал и методика

Исследования и наблюдения были проведены в 2007–2009 годах в саду учебно-опытного хозяйства «Докучаевское», а также в лаборатории кафедры зоологии и энтомологии Харьковского национального аграрного университета им. В.В. Докучаева.

С целью выявления видового состава энтомофагов, которые паразитируют на личинках и куколках яблонного цветоеда, и установления их значения в саду исследовали поврежденные бутоны яблонь с разными периодами цветения.

Собранные бутоны были заложены в эксикаторы, в которых поддерживалась влажность. В 2007 году было заложено в три эксикатора три тысячи бутонов, по одной тысяче с сортов: Титовка, Антоновка обыкновенная, Айдаред. В 2008–2009 годах – четыре тысячи бутонов, по одной тысяче с сортов: Титовка, Белый налив, Антоновка обыкновенная, Айдаред.

Каждый день проводили учет выхода жуков яблонного цветоеда нового поколения, которые выходили из поврежденных бутонов, и вылетающих паразитоидов. Выведенные энтомофаги были определены в научно-исследовательской лаборатории экологии насекомых кафедры зоологии и энтомологии ХНАУ им. В.В. Докучаева В.Н. Граммой.

Результаты и их обсуждение

Во время исследований были обнаружены паразитоиды яблонного цветоеда из отряда Hymenoptera: *Scambus annulatus* Kiss., *Scambus planatus* Htg. (сем. Ichneumonidae), *Triaspis pallipes* Nees. (сем. Braconidae), *Habroclytus grandis* Walk. (сем. Pteromalidae) [18].

Из заложенных в эксикаторы поврежденных бутонов, собранных 23 мая 2007 г., 24 мая начали выходить жуки яблонного цветоеда нового поколения (рис. 1). Массовый выход жуков из бутонов был отмечен 29 и 30 мая. Их численность в эти дни составила 482 и 532 экз., соответственно. Массовый выход паразитоидов происходил 31 мая и 1 июня и составил 81 и 94 экз., соответственно.

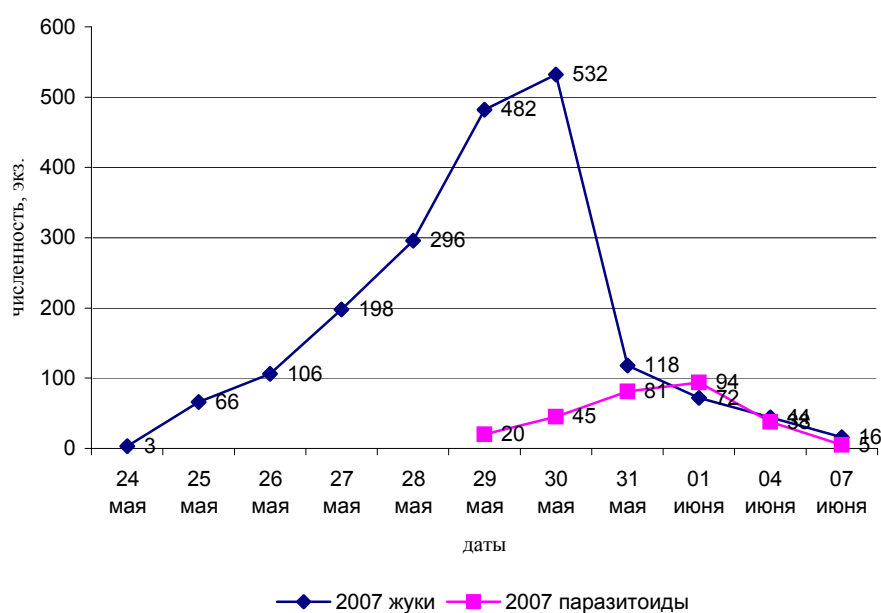


Рис. 1. Динамика выхода жуков яблонного цветоеда и паразитоидов, 2007 г.

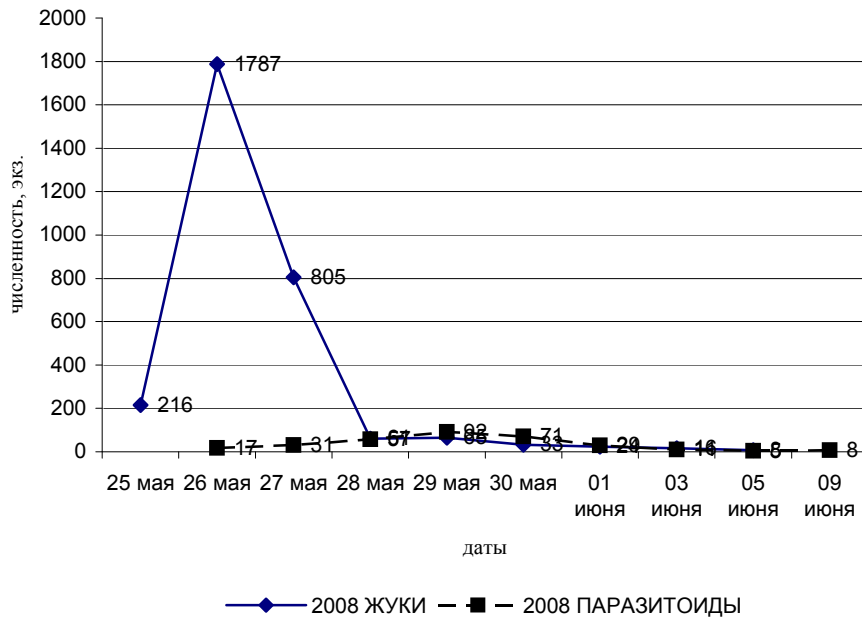


Рис. 2. Динамика выхода жуков яблонного цветоеда и паразитоидов, 2008 г.

В 2008 году поврежденные бутоны были собраны 17 мая и заложены в эксикаторы, а имаго цветоеда начали выходить 25 мая (рис. 2).

Из данных рис. 2 видно, что массовый выход жуков был отмечен 26 и 27 мая и составил 1787 и 805 экз., или 59.1% и 26.7% соответственно. Интенсивный вылет паразитоидов происходил 28, 29 и 30 мая – их численность в эти дни соответственно составила 57, 92 и 71 экз., или 70.3% вылетевших.

В 2009 году поврежденные яблонным цветоедом бутоны были собраны 26 мая, а 28 мая из них начали выходить жуки цветоеда нового поколения. Массовый выход жуков был отмечен 1, 2 июня и их численность составила 690 и 1023 экз., или 24.5 и 36.3% соответственно (рис. 3). Массовый вылет паразитоидов происходил 8–10 июня с соответствующей численностью 92, 84 и 86 экз., или 65.0% от вылетевших.

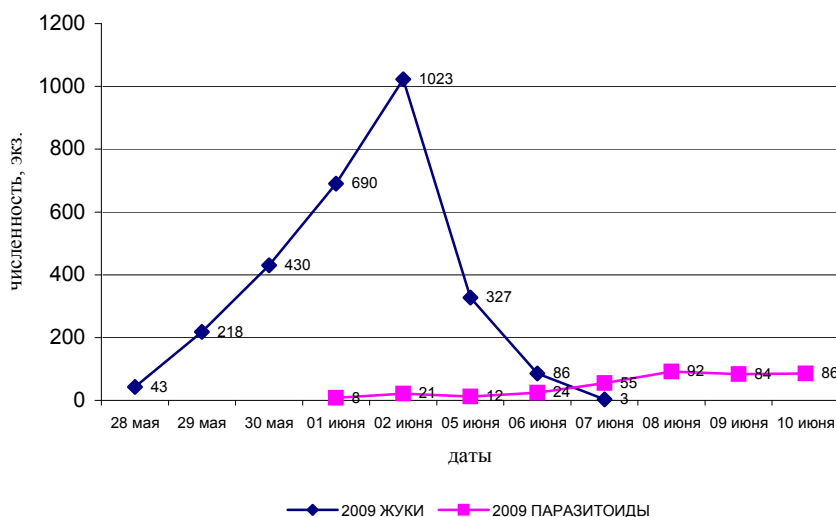


Рис. 3. Динамика выхода жуков яблонного цветоеда и паразитоидов, 2009 г.

Общая численность жуков цветоеда, которые вышли из поврежденных бутонов яблонь по сортам в 2007 году была такой: Титовка – 606 экз., на Антоновка обыкновенная – 694 экз., на Айдаред – 633 экз. (см. табл. 1). Общая численность паразитоидов, вылетевших из бутонов в период с 29 мая по 7 июня была такой: на сорте Титовка: Ichneumonidae – 5 экз., Braconidae – 6 экз., Pteromalidae – 58 экз.; на сорте Антоновка обыкновенная: Ichneumonidae – 21 экз., Braconidae – 6 экз., Pteromalidae – 81 экз.; на сорте Айдаред: Ichneumonidae – 2 экз., Braconidae – 10 экз., Pteromalidae – 94 экз. От

общей численности заложенных бутонов Pteromalidae составили 233 экз. или 7,8%, Ichneumonidae – 28 экз. (0,9%), Braconidae – 22 экз. (0,7%).

В 2008 году общая численность жуков цветоеда, вышедших из бутонов по сортам была следующей: Титовка – 761 экз., Белый налив – 829 экз., Антоновка обыкновенная – 705 экз., Айдаред – 728 экз. (см. табл. 1). Общая численность энтомофагов, которые начали появляться 26 мая, составляла: на сорте Титовка – Ichneumonidae – 3 экз., Braconidae – 1 экз., Pteromalidae – 58 экз.; на сорте Белый налив Ichneumonidae – 1 экз., Braconidae – 1 экз., Pteromalidae – 54 экз.; на сорте Антоновка обыкновенная Ichneumonidae – 7 экз., Braconidae – 2 экз., Pteromalidae – 97 экз.; на сорте Айдаред Ichneumonidae – 1 экз., Braconidae – 4 экз., Pteromalidae – 84 экз. Наиболее многочисленными были Pteromalidae 293 экз., или 7,3% от заложенных бутонов. Паразитоидов из сем. Ichneumonidae было обнаружено 12 экз. (0,3%), из сем. Braconidae – 8 экз. (0,2%).

Таблица 1

Соотношение жуков яблонного цветоеда и его паразитоидов, 2007–2009 гг.

Сорта	Семейства энтомофагов	Общая численность жуков и энтомофагов, экз.			
		2007 г.	2008 г.	2009 г.	за 3 года
Белый налив	Ichneumonidae	–	1	3	4
	Braconidae	–	1	2	3
	Pteromalidae	–	54	67	121
	<i>Anthonomus pomorum</i> L.	–	829	709	1538
Титовка	Ichneumonidae	5	3	5	13
	Braconidae	6	1	1	8
	Pteromalidae	58	58	59	175
	<i>Anthonomus pomorum</i> L.	606	761	738	2105
Антоновка обыкновенная	Ichneumonidae	21	7	4	32
	Braconidae	6	2	1	9
	Pteromalidae	81	97	156	334
	<i>Anthonomus pomorum</i> L.	694	705	656	2055
Айдаред	Ichneumonidae	2	1	0	3
	Braconidae	10	4	0	14
	Pteromalidae	94	84	105	283
	<i>Anthonomus pomorum</i> L.	633	728	717	2078

В 2009 году по сортам общий выход жуков составил: на Титовке – 738 экз., на Белом наливе – 709 экз., на Антоновке обыкновенной – 656 экз., на Айдареде – 717 экз. (см. табл. 1). Общая численность вылетевших энтомофагов составила: на Титовке – Ichneumonidae – 5 экз., Braconidae – 1 экз., Pteromalidae – 59 экз.; на Белом наливе Ichneumonidae – 3 экз., Braconidae – 2 экз., Pteromalidae – 67 экз.; на Антонове обыкновенной Ichneumonidae – 4 экз., Braconidae – 1 экз., Pteromalidae – 156 экз. На сорте Айдаред были обнаружены только представители семейства Pteromalidae – 105 экз. Представители семейства Pteromalidae насчитывали 387 экз., или 9,7% от заложенных бутонов. Паразитоидов из семейства Ichneumonidae было обнаружено 12 экз. (0,3%), а из семейства Braconidae – 4 экз. (0,1%).

В годы исследований со значительным преимуществом доминировали представители семейства Pteromalidae (*Habrocytus grandis* Walk.) – от 82,3 до 96,0% (рис. 4), наименьшую численность имели виды семейства Braconidae – от 1,0 до 7,8%.

Наибольшее численное значение паразитоиды имели на среднем сорте Антоновка обыкновенная, в то время как хищники – наименьшее. На ранних сортах наоборот – наибольшее значение имели хищники, наименьшее – паразитоиды.

На протяжении трех лет исследований в условиях учебно-опытного хозяйства «Докучаевское» ХНАУ им. В.В. Докучаева наибольшее значение в снижении численности яблонного цветоеда имели хищники и другие причины смертности, от которых погибло от 16,6 до 26,1% популяции (рис. 5). Гибель цветоеда от паразитоидов на стадиях личинки и куколки составила лишь 7,8–10,1%.

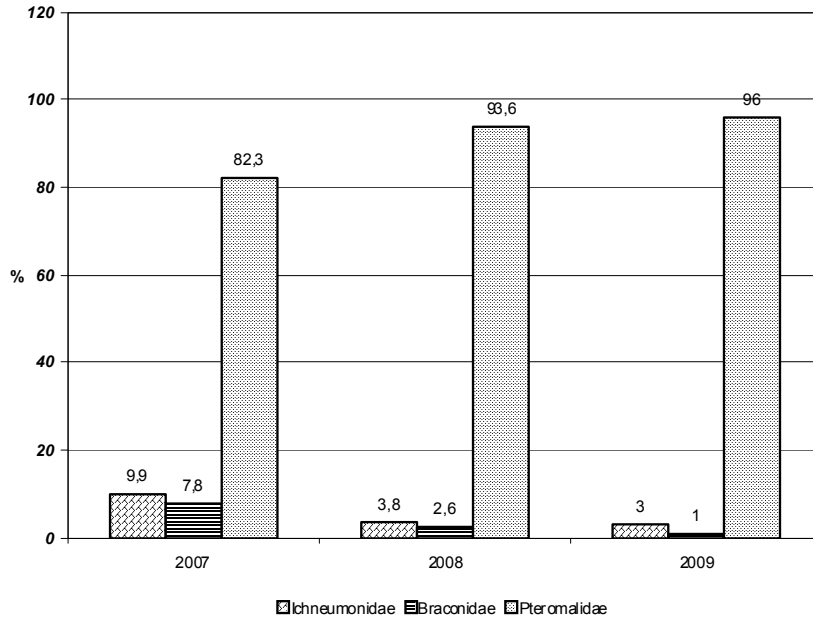
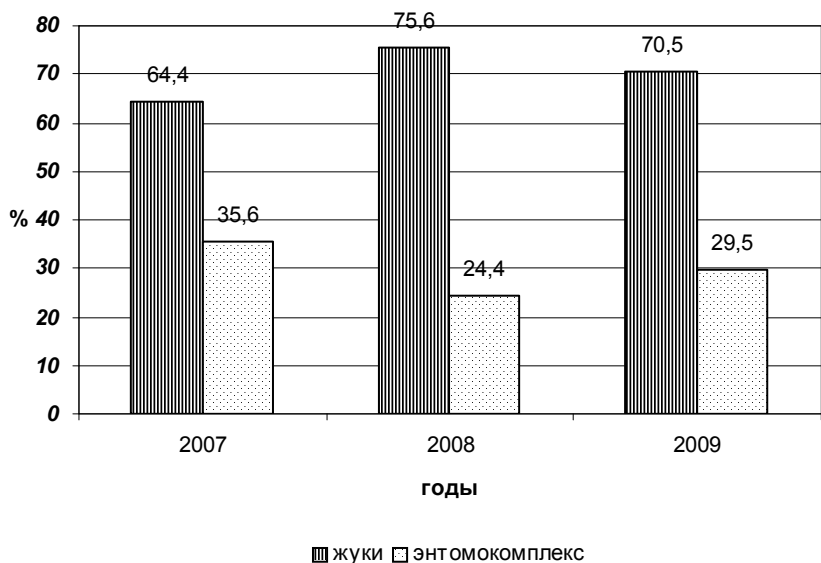


Рис. 4. Соотношение заселенности паразитоидами яблонного цветоеда по семействам, 2007–2009 гг.



Рис. 5. Соотношение гибели популяции яблонного цветоеда от паразитоидов, хищников и неизвестных причин, 2007–2009 гг.



Наименьшее значение в годы исследований в уменьшении численности яблонного цветоеда энтомофаги имели в 2008 году (рис. 6), их процент зараженности составил 24,4 %, а наибольшее влияние энтомофагов на вредителя наблюдалось в 2007 году, когда от них погибло 35,6 % популяции яблонного цветоеда.

Рис. 6. Соотношение вышедших из бутонов жуков яблонного цветоеда и его энтомофагов, 2007–2009 гг.

Кроме выведенных и определенных паразитоидов яблонного цветоеда, нами также были обнаружены хищники: пауки, уховертки (*Forficula auricularia* L.), хищный клоп (*Orius specias*), кокцинелиды (Coccinellidae).

Выводы

В Харьковской области в саду учебно-опытного хозяйства «Докучаевское» Харьковского национального аграрного университета им. В.В. Докучаева определен видовой состав паразитоидов яблонного цветоеда в поврежденных бутонах яблонь разных сортов. Нами были выведены и определены 4 вида паразитоидов цветоеда: *Scambus annulatus* Kiss., *Scambus planatus* Htg. (сем. Ichneumonidae), *Triaspis pallipes* Nees. (сем. Braconidae), *Habrocytus grandis* Walk. (сем. Pteromalidae).

Доминирующим видом был *Habrocytus grandis* Walk. (сем. Pteromalidae), в наименьшей численности было семейство Braconidae.

Гибель цветоеда в поврежденных бутонах яблонь от хищников и по неизвестным причинам составила 20.2 %, а от паразитоидов – 9.1 %.

Список литературы

1. Євтушенко М. Д. Основні трофічні зв'язки комах та їх динаміка в консорції яблуні // Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія «Біологія». – 2004. – Вип. 2. – С. 108–116.
2. Тряпицын В.А., Шапиро В.А., Щепетильников В.А. Паразиты и хищники вредителей сельскохозяйственных культур – Л. : Колос, 1982. – 256 с.
3. Энтомофаги вредителей яблони юго-запада СССР / Зерова М.Д., Толканец В.И., Котенко А.Г. и др. – К.: Наук. Думка, 1992. – 276 с.
4. Hull L.A., Beers E.H., Meagher R.L. Integration of biological and chemical control tactics for apple pest through selective timing and choice of synthetic pyrethroid insecticides // J. econ. Entomol. – 1985. – Vol. 78, № 3. – P. 714–721.
5. Филиппов Н.А. Проблемы биометода // Защита растений. – 1990. – № 10. – С. 3–5.
6. Черній А.М. Концептуальні основи інтегрованого захисту плодового саду від шкідників // Захист і карантин рослин : Міжвідомчий тематичний науковий збірник / УААН, Ін-т захисту рослин. К., 2007. – Вип. 53. – С. 390–403.
7. Колесова Д.А. Биологическая защита сада от вредителей // Защита растений. – 1995. – № 9. – С. 38 – 39.
8. Крикунов І.В., Заморський В.В. Ефективність ентомофагів // Захист рослин. – 2002. – № 3. – С. 16.
9. Матвейчик М.А. Естественные факторы регулирования численности яблонного цветоеда // Актуальные проблемы биологической защиты растений. – Минск, 1998. – С. 79–80.
10. Третьяков Н.Н. Факторы динамики численности яблонного цветоеда *Anthonomus pomorum* L. // Известия ТСХА. – 1984. – Вып. 5. – С. 120–128.
11. Дрозда В.Ф. Яблуневий квіткоїд // Захист рослин. – 2000. – № 6. – С. 14–15.
12. Третьяков Н.Н. Роль паразитических насекомых в регулировании численности яблонного цветоеда при использовании пестицидов // Известия ТСХА. – 1989. – Вып. 4. – С. 90–95.
13. Амбросов А.Л., Болотникова В.В., Мерцалова О.С. Как защитить сад от вредителей и болезней. – Минск: Урожай, 1976. – 136 с.
14. Piekarska V.H., Wilkaniec B. Parasitoids of the family Ichneumonidae reared from larvae of the apple blossom weevil (*Anthonomus pomorum* L.) in the environs of Poznan // Progress in plant protection. – 1998. – Vol. 38, № 2. – P. 447–449.
15. Zijp J.P., Blommers L.H.M. *Syrrhizus delusorius* and *Scambus pomorum*, two parasitoids of the apple blossom weevil // Proceedings of the Section Experimental and Applied Entomology of the Netherlands Entomological Society. – 1992. – Vol. 3. – P. 46–50.
16. Zijp J.P., Blommers L.H.M. Biology of *Centistes delusorius*, a parasitoid of adult apple blossom weevil // Agricultural and Forest Entomology. – 2002. – Vol. 4. № 4. – P. 275–282.
17. Благосклонов К.Н. Охрана и привлечение птиц – М.: Просвещение, 1972. – 240 с.
18. Эберг А. Яблонный догносок-цветоед // Защита растений от вредителей и болезней. – 1965. – № 5. – С. 39–40.



19. Євтушенко М.Д., Забродіна І.В. Ентомофаги яблуневого квіткоїда та їх значення в саду НДГ “Докучаєвське” Харківського НАУ ім. В.В.Докучаєва // Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія “Ентомологія та фітопатологія”. – 2009. – № 8. – С. 34–38.

THE ROLE OF ENTOMOPHAGES IN THE REDUCTION OF APPLE BLOSSOM WEEVIL QUANTITY

N.D. Yevtushenko
I.V. Zabrodina

*Kharkov National Agrarian
University V.V. Dokuchaev*

*p/o Communist-1, Kharkov Dist.,
Kharkov Reg., 62483, Ukraine
E-mail: imzabrodina@yahoo.com*

For the first time the ecological peculiarities of the apple blossom weevil in the conditions of Ukraine forest-steppe have been studied. The species composition of larva and pupa parasitoids of the apple blossom weevil in the damaged apple trees buds of different varieties has been determined. The representatives of the Pteromalidae family (*Habrocytus grandis* Walk.) predominated during the period of studies. The importance of entomophages in the regulation of the pest quantity compared with predators has been established.

Key words: apple blossom weevil, parasitoids, entomophages, predators.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНСЕКТИЦИДОВ ПРИ ЗАЩИТЕ ЯРОВОГО РАПСА ОТ ГЛАВНЕЙШИХ ВРЕДИТЕЛЕЙ ДО ЦВЕТЕНИЯ

С.В. Станкевич
Н.В. Федоренко

Харьковский национальный
аграрный университет
им. В.В. Докучаева

Украина, 62483, Харьковская обл.,
Харьковский р-н, п/о Коммунист-1
E-mail: yostek@mail.ru

При проведении предпосевной обработки семян ярового рапса наиболее эффективными инсектицидами были Гаучо (87%), Актара (82%) и Калипсо (81%). Опрыскивания в период вегетации против крестоцветных блошек показали высокую эффективность препаратов Зенит (92%) и Оперкот (90%), а в борьбе с крестоцветными клопами в фазу стеблевания самым эффективным оказался системный препарат Зенит (93%).

Ключевые слова: яровой рапс, крестоцветные блошки, крестоцветные клопы, инсектициды, эффективность.

Введение

В Лесостепной зоне Украины ежегодно большие потери урожая ярового рапса вызываются крестоцветными блошками (*Phyllotreta* spp.): черной – *Phyllotreta atra* F., синей – *Ph. nigripes* F, светлоногой – *Ph. nemorum* L., волнистой – *Ph. undulata* Kutsch. и выемчатой – *Ph. vittata* F. и крестоцветными клопами (*Eurydema* spp.): разукрашенным, или капустным – *Eurydema ventralis* Kol., рапсовым – *E. oleraracea* L., горчичным – *E. ornata* L. [1, 2, 3].

Крестоцветные блошки появляются ранней весной (II декада апреля). Вредят жуки, но сначала они питаются преимущественно различными сорняками семейства Капустные. С появлением всходов ярового рапса большинство жуков переселяются на них и в случае массовой численности за 2-3 суток полностью уничтожают всходы. Жуки соскабливают кожицу с листочков и выгрызают точку роста. Увеличению вредоносности крестоцветных блошек способствует жаркая и сухая погода. Это объясняется с одной стороны усилением активности и прожорливости жуков для восстановления водного баланса, а с другой стороны тем, что в засушливую погоду растения более чувствительны к повреждению насекомыми. Жуки вредят с фазы всходов до уборки урожая [4, 5, 6, 7].

Крестоцветные клопы появляются несколько позже (III декада апреля). Посевы ярового рапса активно заселяют начиная с фазы стеблевания и до уборки урожая. Вредят как имаго, так и личинки, прокалывая хоботком покровы растения и высасывая сок [2, 5, 8].

Неотъемлемой частью интегрированной защиты рапса от вредителей является химический метод. Эффективным приёмом является опрыскивание посевов в фазе всходов и в период вегетации. Ассортимент инсектицидов, рекомендованных для защиты рапса от вредителей, постоянно обновляется. На смену хлорорганическим и фосфорорганическим препаратам пришли менее токсичные синтетические пиретроиды и неоникотиноиды, отвечающие токсикологическим и санитарно-гигиеническим требованиям на момент их применения [9, 10].

Особое место должен занимать такой прием как предпосевная обработка семян ярового рапса инсектицидами системного действия. Это одновременно дает возможность обеспечить высокоэффективную химическую защиту растений на первом критическом этапе их жизни и повысить экономическую эффективность защиты растений. Важным является и тот момент, что применение инсектицидов таким способом способствует улучшению экологической ситуации в агроценозе и в системе «вредитель-энтомофаг». Такой способ применения инсектицидов значительно снижает расход действующего вещества, затраты на горюче-смазочные материалы и зарплату работникам и не зависит от погодных условий [11].

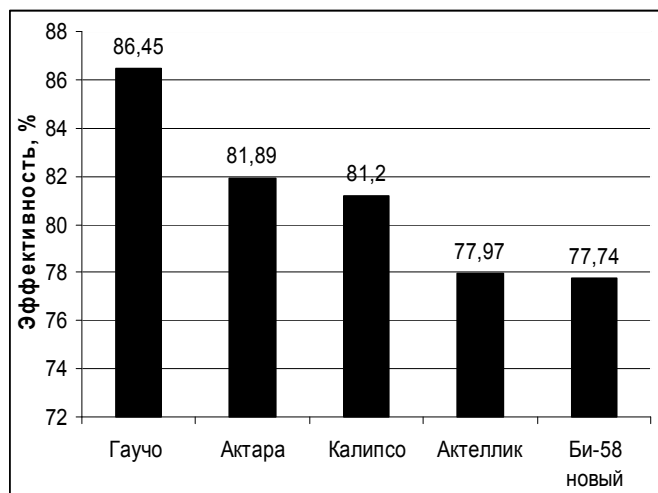
Для расширения ассортимента инсектицидов, которые являются эффективными против крестоцветных блошек и клопов при опрыскивании и протравливании семян рапса были проанализированы препараты контактного и системного действия из разных химических групп: фосфорорганические – Би-58 новый, 40% к.э. (д.в. диметат) и Актеллик, 50% к.э. (д.в. пиримифосэтил); синтетические пиретроиды – Оперкот 5% с.п. (д.в. лямбда-цигалотрин); неоникотиноиды – Актара, 25% к.э. (д.в. тиаметоксам), Калипсо, 48% к.с. (д.в. тиаклоприд), Зенит 20% в.р.к. (д.в. имидаклоприд) и Гаучо 70% с.п. (д.в. имидаклоприд).

Результаты исследования

Нами установлено, что предпосевная токсикация семян ярового рапса является надежным способом защиты всходов растений от вредителей. В качестве эталона были использованы семена обработанные препаратом Гаучо 70% с.п. – 4 кг/т. В других вариантах исследовались защитные свойства таких препаратов как Би-58 новый, 40% к.э., Актеллик, 50% к.э., Калипсо, 48% к.с. и Актара, 25% к.э.

В результате исследований были получены следующие данные, относительно эффективности действия инсектицидов (рис.) и поврежденности всходов ярового рапса крестоцветными блошками при протравливании семян (табл. 1).

Как видно на рисунке, все препараты обладают токсическим действием на крестоцветных блошек. Однако наилучшим оказался эталонный препарат Гаучо, эффективность которого на протяжении 10 суток после появления всходов достигала 86.45%. Менее эффективными, но удовлетворительными были препараты Актара и Калипсо. Их эффективность была соответственно 81.89% и 81.2%. Наименее эффективными протравителями оказались фосфорорганические соединения Би-58 новый и Актеллик – 77.74 и 77.97 % соответственно.



Из табл. 1 видно, что в контрольном варианте была самая низкая всхожесть растений (84.75 экз./м²) и наивысший процент поврежденности растений (86.7%) при среднем балле повреждения 2.4. Примененные препараты значительно снижали процент поврежденных растений, а средний балл повреждения не превышал 1.6.

Рис. 1. Эффективность действия инсектицидов при обработке семян в условиях опытного поля ХНАУ им. В.В. Докучаева в 2009 г.

Таблица 1

Поврежденность всходов ярового рапса крестоцветными блошками после предпосевной обработки семян инсектицидами в условиях опытного поля ХНАУ им. В.В. Докучаева в 2009 г.

Препараты	Норма расхода, л, кг/т	Растений в пробе, экз./м ²	Повреждено растений, %	Средний балл поврежденности	Коэффициент поврежденности
Контроль	-	84.75	86.7	2.4	2.08
Гаучо	4.0	116.05	11.85	0.9	0.11
Би-58 новый	2.5	101.6	19.3	1.5	0.29
Актеллик	2.5	106.2	21.7	1.6	0.35
Актара	0.5	119.6	15.6	1.0	0.16
Калипсо	1.0	120.4	16.3	1.1	0.18

Следует учитывать, что протравливание семян не снимает полностью риск повреждения растений крестоцветными блошками. В годы массового их размножения при условии жаркой погоды необходимым является также и опрыскивание всходов, но протравливание посевного материала дает возможность уничтожить значительное количество жуков и повысить эффективность последующего опрыскивания посевов при условии его необходимости.

Весна 2009 года была засушливой и жаркой, что способствовало повторному заселению посевов ярового рапса жуками крестоцветных блошек и миграцией жуков с других полей. При плотности 55–60 блошек/м² в фазе 3 пар листьев протравливание семенного материала уже не обеспечивало надлежащей защиты растений от вредителей. При таких условиях появилась необходимость в опрыскивании посевов инсектицидами. Были применены синтетический пиретроид Оперкот 5% с.п. и неоникотиноид Зенит 20% в.р.к. Оперкот обладает контактно кишечным механизмом действия на организм насекомых, а Зенит – системным.

Результаты опрыскивания, приведенные в табл. 2, свидетельствуют о том, что через 3 суток после опрыскивания оба препарата показали высокую эффективность, против крестоцветных блошек и крестоцветных клопов, которые начали заселять посеы (с некоторым преимуществом Зенита), но на 14 день после опрыскивания надежнее были защищены растения в варианте с инсектицидом Зенит – эффективность – 62.3% против 40.7% в варианте с Оперкотом. Это можно объяснить тем, что для препарата Оперкот характерно быстрое начальное токсическое действие, которое в дальнейшем снижается под действием факторов окружающей среды. Зенит, благодаря своим системным свойствам хорошо защищал посеы как в начале своего действия, так и на протяжении 2-х недель после опрыскивания.

Таблица 2

Эффективность действия инсектицидов при опрыскивании ярового рапса против крестоцветных блошек в фазе 3 пар листьев на опытном поле ХНАУ им. В.В. Докучаева в 2009 г.

Препараты	Норма расхода л, кг/гектар	Эффективность действия (%) через 3, 7 и 14 суток после опрыскивания		
		3	7	14
Оперкот, 5% с.п.	0,2 кг/гектар	89.8	71.1	40.7
Зенит, 20% в.р.к.	0,2 л/гектар	92.1	75.4	62.3

В фазе стеблевания ярового рапса плотность блошек возросла до 80-90 экз/м² и параллельно посеы заселили крестоцветные клопы с плотностью 45-50 экз./м². Для защиты посевов снова были применены инсектициды Оперкот 5% з.п. и Зенит 20% в.р.к. Полученные результаты (табл. 3) свидетельствуют о том, что через 3 суток после опрыскивания оба препарата показали высокую токсичность, относительно крестоцветных блошек (с незначительным преимуществом Зенита), но на 14 день после опрыскивания Зенит показал значительно лучшие результаты – эффективность – 59.1% против 37.6% в варианте с Оперкотом.

Таблица 3

Эффективность действия инсектицидов при опрыскивании ярового рапса против крестоцветных блошек и клопов в фазе стеблевания на опытном поле ХНАУ им. В.В. Докучаева в 2009 г.

Препараты	Норма расхода л, кг/гектар	Эффективность действия (%) через 3, 7 и 14. суток после опрыскивания		
		3	7	14
против блошек				
Оперкот, 5% з.п.	0.2 кг/гектар	87.4	68.8	37.6
Зенит, 20% в.р.к.	0.2 л/гектар	90.2	72.9	59.1
против клопов				
Оперкот, 5% з.п.	0.2 кг/гектар	80.3	54.7	29.2
Зенит, 20% в.р.к.	0.2 л/гектар	93.1	77.7	63.6



Более высокая эффективность Зенита против клопов объясняется способом их питания и механизмами действия препаратов. Системный инсектицид Зенит даже через 2 недели после обработки показывал эффективность 63.6%, в то время как Оперкот – 29.2%.

Выводы

Предпосевное протравливание семян является необходимой мерой в современной системе защиты ярового рапса от вредителей. Самыми эффективными инсектицидами в опыте были Гаучо – 4.0 кг/т – эффективность 87%, Актара – 0.5 л/т – 82% и Калипсо – 1 л/т – 81%.

При массовом заселении всходов ярового рапса крестоцветными блошками предпосевная обработка семян обеспечивает желаемый результат лишь до фазы двух пар листьев.

Для защиты посевов в период вегетации от крестоцветных блошек и клопов опрыскивания препаратами системного действия дали лучшие результаты по сравнению с контактными, потому что их действие менее зависит от погодных условий и является более длительным.

Список литературы

1. Вредители сельскохозяйственных культур и лесных насаждений / Под. ред. П.В. Васильева. – Т.3. - Киев: Урожай, 1989. – 408 с.
2. Євтушенко М.Д., Федоренко Н.В., Станкевич С.В. Видовий склад та динаміка чисельності основних шкідників олійно-капустяних культур у Харківському районі // Вісник Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва.// Серія "Ентомологія та фітопатологія". – 2008. – №8. – С. 47-54.
3. Кришталь О.П. Комахи-шкідники сільськогосподарських рослин в умовах Лісостепу та Полісся України. – Київ: Вид-во. Київськ. ун-ту, 1959. – 358 с.
4. Пятакова В.Л. Огородные блошки. – Млеев, 1928. – 75 с.
5. Трибель С.О. Методики випробування і застосування пестицидів / С.О. Трибель, Д.Д. Сігарьова, М.П. Секун. – Київ: Світ. 2001. – 447 с.
6. Сахаров Н.Л. Вредители горчицы. – Саратов: Саратовское краевое гос. изд-во, 1934. – 120 с.
7. Johnen A. Der Rapserrdfloh ist wieder ein Thema! // Raps. – 2006. – № 1. – S. 10-15.
8. Щоголів В., Струкова М. Шкідники олійних культур. – Харків-Київ: Держсільгоспвидав., 1932. – 178 с.
9. Бардін Я.П. Ріпак: від сівби – до переробки. – Біла Церква: Світ, 2000. – 107 с.
10. Кифорук І.М. Захист рослин // Ріпак. Івано-Франківськ: Сіверсія ЛТД. 1998. – С. 109-153.
11. Журавський В.С., Секун М.П., Скришник О.В. Захист і карантин рослин // Інсектициди проти хрестоцвітних блішок на ярому ріпаку. Вип. 53. – 2007. – С. 59-63.

EFFECTIVENESS OF INSECTICIDES IN THE PROTECTION OF SPRING RAPE AGAINST MAJOR PESTS BEFORE FLORESCENCE

S.V. Stancevich
N.V. Fedorenko

*Kharkov National Agrarian
University V.V. Dokuchaev*

*p/o Communist-1, Kharkov Dist.,
Kharkov Reg., 62483, Ukraine*

The most effective insecticides were Gaucho (87%), Aktara (82%) and Calipso (81%) when pre-sowing treatment of spring rape seeds was carried out. During the vegetation period the sprayings to control cruciferous fleas beetles turnip flea beetles revealed the high effectiveness of Zenit (92%) and Operkot preparations. The systematic Zenit (93%) preparation was the most effective one to control cruciferous bugs during the stem stage.

Key words: spring rape, turnip flea beetles, cruciferous bugs, insecticides, effectiveness.

МОРФОМЕТРИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ *CERAEA VINDOBONENSIS* FER. В УРБОЛАНДШАФТЕ СТЕПНОЙ ЗОНЫ УКРАИНЫ (ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ)

Л.Н. Хлус

Черновицкий национальный университет
им. Юрия Федьковича
Украина, 58000, г. Черновцы,
ул. Коцюбинского, 2
E-mail: khlus_k@rambler.ru

Изучена структура изменчивости метрических конхологических параметров популяций наземного брюхоногого моллюска *Ceraea vindobonensis* Fer. (Geophila: Helicidae), населяющих урбанизированные и не урбанизированные биотопы степной зоны Украины. Установлено, что факторная структура изменчивости морфометрических показателей раковин популяций вида, населяющих в пределах урбозоосистем степной зоны биотопы с относительно невысокой антропогенной нагрузкой, близка. Наибольшей специфичностью характеризуется структура изменчивости популяции цепи из Белгорода-Днестровского, что, возможно, связано с высокой рекреационной нагрузкой на биогеоценоз.

Ключевые слова: *Ceraea vindobonensis* Fer., конхологическая изменчивость, факторный анализ.

Введение

Изучение динамики изменчивости количественных признаков в природных популяциях – одно из основных направлений популяционно-биологических исследований. Количественные морфологические признаки характеризуются большой, часто – непрерывной изменчивостью, на которую существенно влияют экологические факторы; они включают в себя ряд категорий изменчивости (модификационную, флуктуирующую асимметрию билатерально симметричных организмов, остаточную). Исследование изменчивости количественных признаков позволяет оценить роль генотипа и среды в формировании изменчивости особей в естественных популяциях, а также критерии классификации различных форм изменчивости [1]. Закономерности географической изменчивости размеров животных различных таксономических групп изучаются уже более полутора веков, однако работы, посвященные исследованию беспозвоночных, немногочисленны, а по многим группам отсутствуют [2]. К малоизученным в этом отношении группам можно отнести и наземных брюхоногих моллюсков, в частности, представителей семейства Helicidae. В то же время, широкое распространение, довольно крупные размеры, относительно большая продолжительность жизни, вагильность, характерные для хелицид, делают их удобными объектами для подобных исследований.

Исходя из классических представлений о том, что все размеры раковины в той или иной степени коррелированы друг с другом, в работах, посвященных изучению паространственно-временных аспектов морфометрической изменчивости брюхоногих моллюсков, как правило, используют 1-2 линейных размера (реже – число оборотов раковины), иногда – габитуальные индексы или интегральные расчетные показатели [2, 3, 4, 5]. Однако известно, что относительная изменчивость и детерминированность отдельных признаков, а также изменение этих характеристик под влиянием внешних воздействий неодинаковы, а при действии факторов среды и/или генетических изменений самих организмов закономерно и комплексно преобразуется также система их взаимосвязей [6]. Многомерные методы, решая задачи ординации и группировки множества объектов с большим числом используемых признаков, позволяют не только провести анализ структуры наблюдаемой изменчивости, но и сравнить эту структуру у разных объектов (вариантов) [7]. Исходя из вышеизложенного, мы исследовали внутри- и межпопуляционную изменчивость комплекса метрических конхологических параметров цепи австрийской – *Ceraea vindobonensis* Fer. (Mollusca: Geophila: Helicidae) из урбанизированных местообитаний в пределах степной зоны Украины.



Объекты и методы исследования

C. vindobonensis – один из трех рецентных видов рода в фауне Украины и Европы в целом; широко распространен в юго-восточной Европе, Крыму, на Северном Кавказе. На территории Украины цепея встречается в лесостепных и степных районах (в частности, в Северном Причерноморье принадлежит к числу фоновых) [8, 9]. Вид, очевидно, довольно легко адаптируется к условиям урбоэкосистем, поскольку является характерным элементом малакофауны городов различных физико-географических зон Украины, обнаружен также в некоторых городах лесостепи России [10, 11, наши данные].

Цепея австрийская – типичный представитель группы европейских степных моллюсков, ксеромезофильный вид – в естественных местообитаниях встречается в хорошо прогреваемых кустарниковых биотопах; в антропогенном ландшафте в условиях лесостепи запада Украины (Черновицкая и прилегающие области) вид населяет открытые ксеротермные биотопы [12], а в степной зоне – также парковые и лесопарковые массивы, в том числе – испытывающие выраженную рекреационную нагрузку [13].

Всего проанализировано 684 раковины половозрелых моллюсков с полностью сформированным отворотом губы, в том числе из урбоэкосистем – 336, с неурбанизированных территорий – 348 ос. Выборки из урбанизированных местообитаний: 1) г. Белгород-Днестровский Одесской обл. – 83 ос. (территория крепости, ксеротермный склон с травянистой растительностью; июль 2002 г.); 2) с. Садовое Белозерского р-на Херсонской обл. – 55 ос. (окрестности Херсона, берег недалеко от места впадения р. Ингулец в Днепр, заросли молодого ясеня; конец апреля 2003 г.); 3) г. Николаев – 47 ос. (микрорайон Большая Корениха – бывший пригород на восточной окраине города, правый берег Южного Буга; конец января 1998 г.); 4) г. Каменка-Днепровская Запорожской обл. – 89 ос. (окраина, заброшенный яблоневый сад; апрель 2008 г.); 5) г. Торез Донецкой обл. – 19 ос. (селитебная зона с частной одноэтажной застройкой, огороды; конец февраля 2007 г.); 6) г. Свердловск Луганской обл. – 43 ос. (селитебная зона с частной одноэтажной застройкой, пустырь и палисадники; октябрь 2006 г.). Выборки из неурбанизированных местообитаний: 1) берег озера Ялпуг между селами Виноградово и Владычень – 138 ос. (травянистая растительность, редко – деревья; июль 2000 г.); 2) пос. Затока Одесской обл., ж/д станция Лиманская – 138 ос. (лиманский берег, травянисто-редкокустарниковая растительность, изредка – деревья; июнь 2008 г.); 3) буферная зона Соленоозерного участка Черноморского биосферного заповедника – 72 ос. (вблизи от обочины трассы Херсон–Геройское; травянисто-кустарниковая растительность с одиночными деревьями; май 2009 г.). Сборами представлены все три подзоны Степной зоны Украины, 7 физико-географических областей и 9 районов: Среднестепная – 4 местообитания (оз. Ялпуг, г. Белгород-Днестровский, пос. Затока, г. Николаев), Южностепная (сухостепная) – 2 (буферная зона Черноморского заповедника и с. Садовое); Северностепная – 3 (г. Каменка-Днепровская, г. Торез, г. Свердловск). Каждая из выборок представляет отдельный физико-географический район; широтный градиент составляет около 2,5 градусов (между 45,44° и ≈ 48° с. ш., долготный – превышает 11 градусов (между 28,62° и ≈ 40° в. д.) Крайние точки: юго-западная – Ялпуг, северо-восточная – Свердловск.

Для морфологической характеристики выборок использовали пластические конхологические признаки: высоту раковины (ВР), ее большой (БД) и малый (МД) диаметры, ширину (ШУ) и высоту (ВУ) устья, количество оборотов (КО). Методика измерений описана ранее [14]. Классификационные процедуры осуществляли методом древовидной кластеризации нестандартизированного массива средневыворочных значений морфометрических параметров, формируя кластеры методами Варда и полного включения. Параметры дескриптивной статистики рассчитывали с использованием прикладных статистических программ для ПЭВМ Excel 2003, кластерный анализ – Statistica 6.0. Рассчитывали парные коэффициенты параметрической корреляции (r) указанных морфологических показателей [15]; матрицу интеркорреляций использовали как исходный массив при проведении факторного анализа, который осуществляли с использованием пакета прикладных статистических программ NCSS 2000. Определяли: 1) порядок факторной матрицы (число переменных, используемых в анализе);

2) собственные значения исходных переменных; 3) число итераций, достаточное для выявления общностей и факторных нагрузок; 4) общности исходных переменных (дисперсии, обусловленные наличием общих факторов); 5) факторные нагрузки исходных переменных; 6) число общих факторов; 7) индивидуальные и кумулятивные доли общей изменчивости (дисперсии) для каждого фактора. С целью облегчения интерпретации факторов и упрощения структуры факторных нагрузок осуществляли ортогональную ротацию факторной матрицы методом varimax [16].

Результаты и их обсуждение. Согласно современной классификации урбанизированного ландшафта применительно к зоогеографическим целям [17], выделяют 6 систем урбанизационного ландшафта: город, сельский населенный пункт, садово-огородническое товарищество, урбоагротерритории, рекреационные урботерритории, микроурботерритории. При таком подходе большая часть изучаемых нами популяций населяет урболандшафт (исключение составляет, пожалуй, только выборка из буферной зоны ЧБЗ и, в меньшей мере, с берегов Ялпуга). При более строгом, «классическом» подходе, (использованном нами в этой работе) исключить следует также популяцию с берега Днестровского лимана.

Анализ морфометрической структуры изученных популяций позволил выявить, в большинстве пар сравнения, достоверные различия между ними по основным габитуальным (а зачастую – и устьевым) параметрам, которые интегрально проявляются более существенными различиями объема раковин. При этом не прослеживается клинальное изменение размеров (рис. 1, 2).

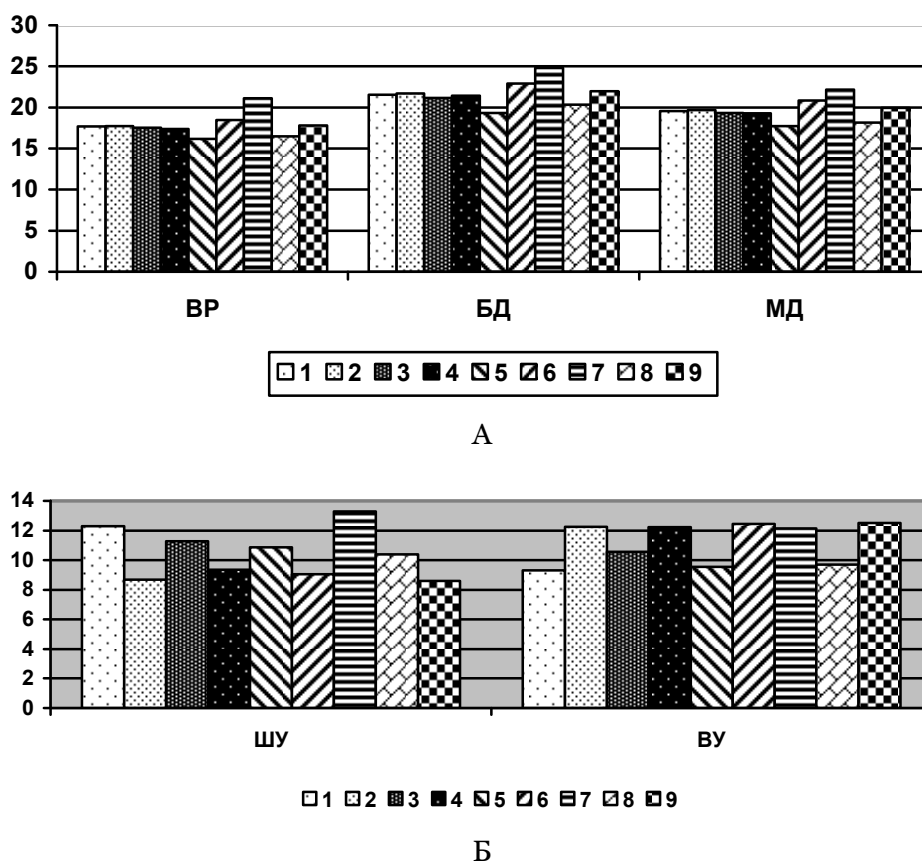


Рис. 1. Метрические конхологические параметры *C. vindobonensis*: 1 – берег оз. Ялпуг; 2 – г. Белгород-Днестровский; 3 – Затока; 4 – окрестности Б. Коренихи; 5 – трасса Херсон-Геройское; 6 – с. Садовое; 7 – г. Каменка-Днепровская; 8 – г. Торез; 9 – г. Свердловск

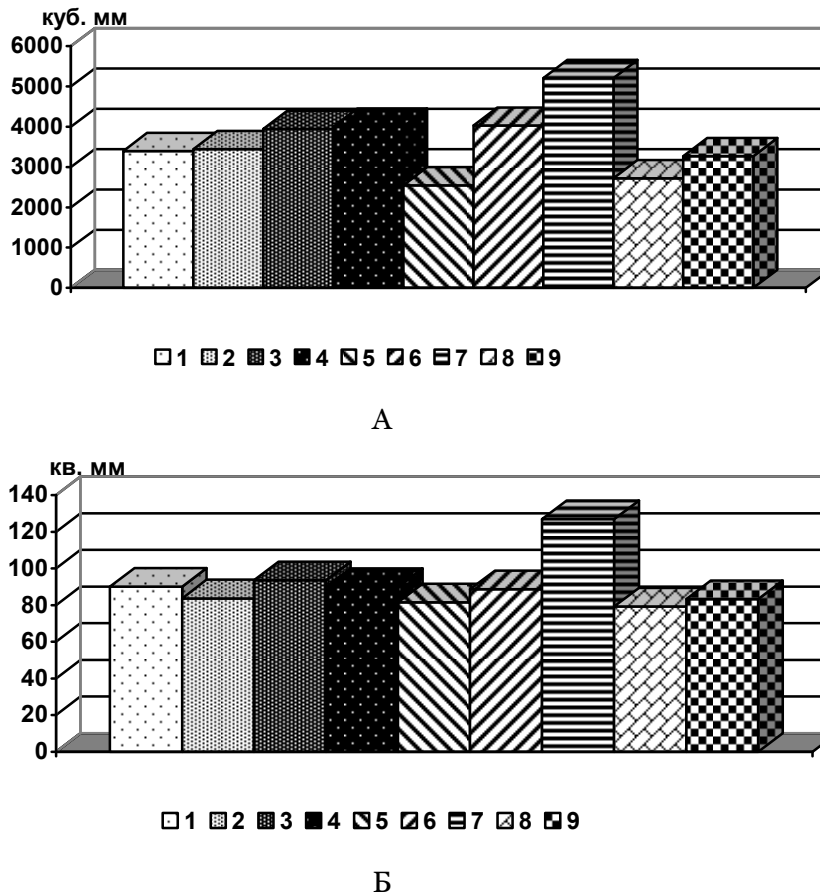


Рис. 2. Расчетные размерные показатели раковин *C. vindobonensis*: А – объем раковины, Б – площадь устья (выборки пронумерованы, как на рис. 1)

Анализируя конхологические особенности цепи австрийской на территории Донецкой области, Н.В. Гураль-Сверлова и В.В. Мартынов выявили уменьшение средних размеров раковины на юге (расстояние с юга на север не превышало 200 км) и в урбанизированных биотопах [3]. Широтная изменчивость размеров раковин описана и для других видов брюхоногих моллюсков. Так, при исследовании географической изменчивости большого прудовика (*Lymnaea stagnalis* L.) П.В. Терентьев показал, что наибольшее влияние на размеры раковин этого вида оказывает географическая широта местности (даже при устранении влияния климатической температуры), а варьирование размеров уменьшается с увеличением широты, но не зависит от долготы местности [4]. Продемонстрировано существование географической изменчивости (широтного тренда) размеров раковин 4 видов пресноводных пульмонат (*L. terebra* (West-erlund), *L. fragilis* (L.), *Planorbis planorbis* (L.), *Anisus leucostoma* (Millet)) в Западной Сибири [2]. На примере семейств Cyclophoridae (Gastropoda: Monotocardia), Pupillidae и Buliminidae (Gastropoda: Geophila) установлено, что размеры раковины наземных моллюсков подчиняются правилу Хеммингсена, а влияние климатической температуры на размеры раковин в пределах одной филогенетической или эколого-географической группы полностью описывается правилом оптимума [5].

Содержательная оценка сходства и различий морфометрической структуры изучаемых популяций с применением кластерного анализа показала следующее. При использовании метода Варда множество популяций на расстоянии 12 э.е. четко разделяется на 2 кластера, в один из которых объединились все популяции из урбоэкосистем, кроме Тореза (рис. 3а). Внутри этого кластера проявляется специфичность популяции из Каменки-Днепровской: она отделяется от остальных составляющих на расстоянии 9,5 э.е. Объединение методом полного включения (наиболее отдаленного со-

седа) еще более четко продемонстрировало специфичность структуры популяции цепей из Каменки-Днепровской (рис. 3б): она отделяется от остального множества на расстоянии 9,5 э.е., тогда как другие популяции объединились в 2 кластера, соответствующих по наполнению кластерам, полученным методом Варда.

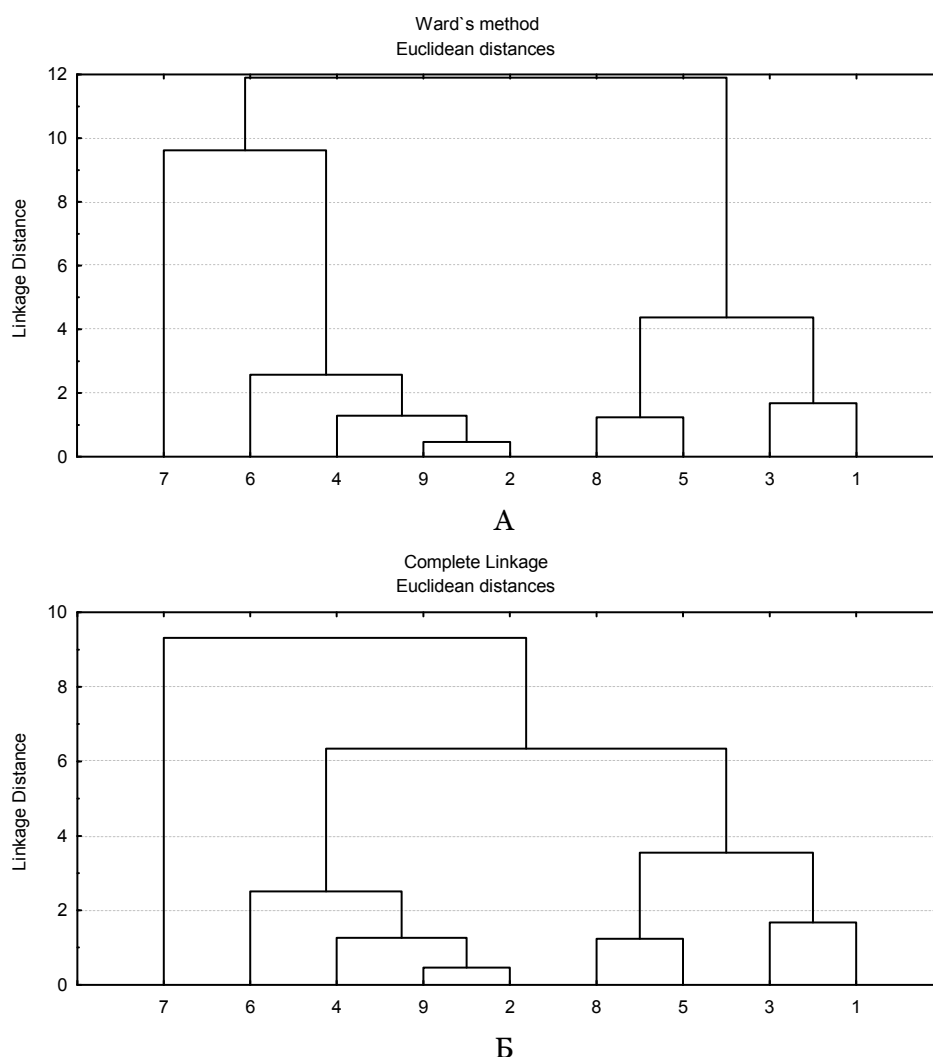


Рис. 3. Дендрограмма подобию морфометрической структуры популяций *C. vindobonensis* из степной зоны Украины: А – объединение методом Варда; Б – методом полного включения (выборки пронумерованы, как на рис. 1)

С учетом полученных результатов на следующем этапе анализировали только популяции описанного кластера (кроме Большой Коренихи). Улитки из исследуемых популяций достоверно различаются по размерам (выборки расположены в направлении уменьшения размеров раковин): Каменка-Днепровская > Садовое > Свердловск ≈ Белгород-Днестровский [18]. Кластерный анализ, в-целом, подтвердил выводы, полученные при морфометрическом анализе: наибольшей специфичностью характеризуется морфометрическая структура популяции из Каменки-Днепровской, наибольшим сходством – из Белгорода-Днестровского и Свердловска (рис. 4).

Общая структура корреляционных связей изученных конхологических параметров в выборках из всех четырех популяций, проанализированная нами ранее, имеет сходный характер: все метрические показатели достаточно тесно скоррелированы между собой и слабо или очень слабо – с числом оборотов раковины. В то же время, 6-ти мерные матрицы интеркорреляций конхологических параметров каждой из популяций имеют специфические черты: у моллюсков из Белгорода-Днестровского пары признаков МД-ВУ и ШУ-ВУ характеризуются слабой теснотой корреляции; у цепей из

Херсона слабо коррелируют устьевые признаки. Моллюскам из Свердловска присущи относительно наибольшие значения коэффициентов параметрической корреляции числа оборотов с пластическими признаками, а цепеям из Каменки-Днепровской – наименьшие (хотя все коррелятивные связи КО с остальными параметрами в обеих выборках характеризуются слабой теснотой) [18, 19].

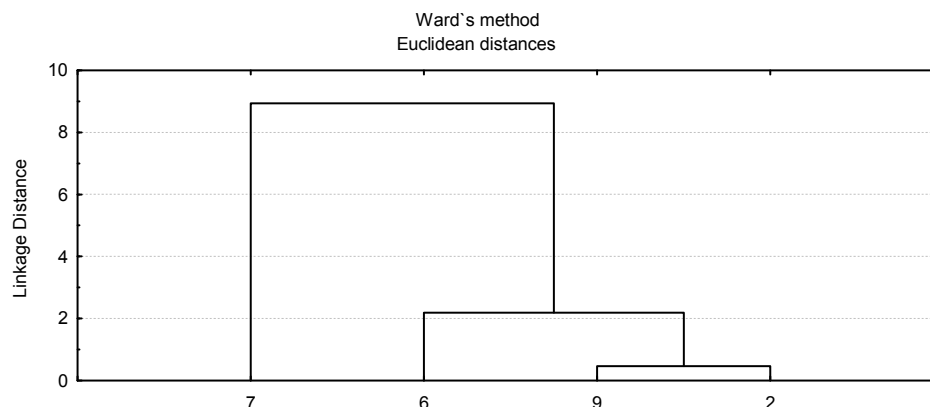


Рис. 4. Дендрограмма подобию морфометрической структуры «городских» популяций *C. vindobonensis* (объединение методом Варда; выборки пронумерованы, как на рис. 1)

Факторизация корреляционных матриц позволила констатировать, что вариабельность данной системы показателей в популяциях, населяющих урбоэкосистемы степной зоны Украины, полностью описывается тремя общими факторами (кроме популяции из Каменки-Днепровской, где обычные операции позволяют выделить только 2 фактора) (табл. 1).

Таблица 1

Вклад ведущих факторов изменчивости линейных признаков раковины *C. vindobonensis* в общую вариабельность

Выборка	Фактор	Собственное значение	Индивидуальная доля, %	Кумулятивная доля, %
Белгород-Днепровский	I	1.285	31.18	31.18
	II	1.054	25.58	56.76
	III	1.789	43.39	100.15
Садовое	I	2.626	60.77	60.77
	II	0.749	17.34	78.11
	III	0.952	22.04	100.15
Каменка-Днепровская-1	I	3.414	77.76	77.76
	II	0.598	13.63	91.39
	III	0.216	4.91	96.30
Каменка-Днепровская-2	I	3.503	87.08	87.08
	II	0.525	13.06	100.14
	III	0.056	1.39	101.53
Свердловск	I	1.829	40.75	40.75
	II	1.041	23.20	63.95
	III	1.625	36.21	100.15

Для исследуемых популяций характерно определенное сходство факторной структуры системы конхологических показателей (табл. 2): в наибольшей степени общими факторами определяется изменчивость основных габитуальных признаков (в первую очередь – радиальных), в наименьшей – КО. В то же время, наблюдаются различия относительных вкладов в общую изменчивость БД и МД: у моллюсков из Садового и Свердловска максимальные значения общностей характерны для БД, у живот-

ных из Белгорода-Днестровского – для МД, а из Каменки-Днепровской – для обоих диаметров. При этом значения общностей БД и МД у моллюсков из Свердловска и Белгорода-Днестровского близки, а общности ВР – существенно ниже; у животных из Садового близки общности ВР и МД. По набору конхологических показателей, вносящих наибольший вклад в интерпретацию отдельных факторов (табл. 3), F₁, выделенный в факторной структуре всех изучаемых популяций, кроме Белгорода-Днестровского (где содержательно близкий фактор определяется только габитуальными параметрами), интерпретирован как фактор общих размеров малоразмерных раковин. F₂, который во всех популяциях определяется ВР и КО, а в Белгороде-Днестровском и Свердловске – еще и МД, можно рассматривать как фактор «удлиненности раковины» (спирализации). F₃ специфичен для каждой из популяций: в Белгороде-Днестровском и Свердловске это фактор радиальных пропорций, в Садовом – осевых размеров (осевых пропорций), в Каменке-Днепровской он либо не извлекается (Каменка-Днепровская-2), либо – определяется только ВУ, описывая менее 5 % общей вариабельности системы (Каменка-Днепровская-1).

Таблица 2

Общности конхологических показателей раковин *C. vindobonensis*

Переменные	Белгород-Днестровский				Садовое				
	Ф1	Ф2	Ф3	общая	Ф1	Ф2	Ф3	общая	
ВР	0.303	0.447	0.129	0.880	0.243	0.372	0.260	0.874	
БД	0.139	0.106	0.656	0.902	0.932	0.034	0.041	1.007	
МД	0.090	0.164	0.684	0.938	0.741	0.030	0.095	0.867	
ВУ	0.521	0.023	0.065	0.609	0.128	0.057	0.431	0.617	
ШУ	0.227	0.018	0.226	0.471	0.582	0.007	0.120	0.709	
КО	0.005	0.296	0.028	0.329	0.000	0.248	0.006	0.253	
Каменка-Днепровская 1				Каменка-Днепровская 2					
	Ф1	Ф2	Ф3	общая	Ф1	Ф2	Ф3	общая	
ВР	0.492	0.246	0.008	0.748	0.490	0.177	-	0.667	
БД	0.932	0.004	0.033	1.001	0.950	0.002	-	0.952	
МД	0.960	0.017	0.001	1.001	0.922	0.014	-	0.936	
ВУ	0.529	0.100	0.167	0.802	0.612	0.065	-	0.676	
ШУ	0.499	0.014	0.005	0.624	0.526	0.011	-	0.537	
КО	0.002	0.217	0.001	0.221	0.004	0.258	-	0.261	
Свердловск									
	Ф1	Ф2	Ф3	общая					
ВР	0.336	0.292	0.146	0.775					
БД	0.219	0.086	0.635	0.940					
МД	0.129	0.173	0.626	0.929					
ВУ	0.670	0.006	0.088	0.764					
ШУ	0.463	0.089	0.086	0.638					
КО	0.013	0.395	0.043	0.451					

Таблица 3

Факторные нагрузки конхологических показателей раковин *C. vindobonensis*

Фактор	Выборка	Переменные					
		ВР	БД	МД	ВУ	ШУ	КО
1	2	3	4	5	6	7	8
I	Бел.-Днестр.	-0.551	-0.373	-0.300	-0.722	-0.477	-0.069
	Садовое	-0.493	-0.965	-0.861	-0.358	-0.763	-0.001
	Каменка-Днепр.-1	-0.701	-0.966	-0.980	-0.728	-0.706	-0.044
	Каменка-Днепр.-2	-0.700	-0.975	-0.960	-0.782	-0.725	-0.061
	Свердловск	-0.580	-0.468	-0.359	-0.818	-0.681	-0.114



Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8
II	Бел.-Днестр.	-0.668	-0.326	-0.405	-0.153	-0.133	-0.544
	Садовое	0.610	0.185	0.173	0.240	-0.084	0.498
	Каменка-Днепр.-1	0.496	0.059	0.129	0.317	0.119	0.466
	Каменка-Днепр.-2	0.421	0.042	0.117	0.254	0.103	0.508
	Свердловск	0.540	0.292	0.416	0.079	0.299	0.628
III	Бел.-Днестр.	-0.360	-0.810	-0.827	-0.255	-0.476	-0.167
	Садовое	-0.510	-0.201	-0.309	-0.657	-0.347	-0.074
	Каменка-Днепр.-1	0.092	-0.181	-0.031	-0.409	-0.069	-0.036
	Каменка-Днепр.-2	-	-	-	-	-	-
	Свердловск	-0.383	-0.797	-0.791	-0.297	-0.293	-0.207

Примечание: полужирным курсивом выделены факторные нагрузки, вносящие существенный вклад в общую изменчивость.

Заключение

В целом, факторная структура изменчивости метрических конхологических параметров популяций *C. vindobonensis*, населяющих в пределах урбоэкосистем степной зоны Украины биотопы с относительно невысокой антропогенной нагрузкой, близка. Наибольшей специфичностью характеризуется факторная структура изменчивости популяции цепеи из Белгорода-Днестровского, что, возможно, связано с высокой реакционной нагрузкой на их местообитание.

Благодарности. Автор искренне признательна к.б.н. Л.Ю. Русиной (Херсонский государственный университет), А.Н. Шкляруку (Региональный ландшафтный парк «Зуевский») и Р.В. Илике (институт последипломного образования, г. Черновцы) за любезно предоставленный для анализа животный материал.

Список литературы

1. Ермаков Е.Л. Регуляция изменчивости количественных признаков в природных популяциях членистоногих (на примере дрозофилы и дафнии) // Проблемы экологии: чтения памяти проф. М.М. Кожова: тез. докл. междунар. научн. конф. и междунар. шк. для мол. ученых (Иркутск, 20-25 сентября 2010 г.). – Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2010. – С. 199.
2. Винарский М.В., Андреев Н.И., Каримов А.В. Широкая изменчивость размеров пресноводных легочных моллюсков (Mollusca: Gastropoda: Pulmonata) в Западной Сибири // Экология. – 2007. – № 5 – С. 369-374.
3. Гураль-Сверлова Н.В., Мартынов В.В. Конхологические особенности популяций *Serapea vindobonensis* (Gastropoda, Pulmonata, Helicidae) на территории Донецкой области // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона: Межведомственный сб. научн. работ. – Донецк: ДонНУ, 2007. – Вып. 7. – С. 85-91.
4. Терентьев П.В. Географическая изменчивость раковины большого прудовика // Вестник Ленинградского ун-та. Биология. – 1970. – № 21. – С. 146-154.
5. Терентьев П.В. Влияние климатической температуры на размеры раковин наземных моллюсков // Зоол. журн. – 1970. – Т. 49, вып. 1. – С. 5-10.
6. Ростова Н.С. Перспективы исследования общей и согласованной изменчивости // Тезисы Междунар. конф. «Вопросы общей ботаники: традиции и перспективы». – Казань, 2006. – эл. ресурс: <http://www.ksu.ru/conf/botan200/>
7. Ростова Н.С. Корреляционный и многомерный анализ: применение в популяционных исследованиях // Современное состояние и пути развития популяционной биологии. Матер. X Всероссийского популяционного семинара. – Ижевск, 2008. – С. 51-56.
8. Лихарев И.М., Раммельмейер Е.С. Наземные моллюски фауны СССР. – М.; Л., 1952. – 512 с.
9. Шилейко А.А. Наземные моллюски надсемейства Helicoidea / Фауна СССР. Моллюски. – Т. 3, вып. 6. – Л.: Наука, 1978. – 384 с.

10. Булавкина О.В. Стойко Т.Г. Дополнение к фауне наземных моллюсков (Gastropoda, Pulmonata) Среднего Поволжья (Пензенская область) // Поволжский экологический журнал. – 2007. – № 3. – С. 245-249.
11. Снегин Э.А., Иванова Е.В. Наземная малакофауна г. Белгорода и его окрестностей // Матер. III междунар. научно-практической конференции «Урбоэкосистемы. Проблемы и перспективы развития» (ИШИМ – 2008). – Ишим: Изд-во ИГПИ им. П.П. Ершова, 2008. – Вып. 3. – С. 205-206.
12. Хлус Л.М. Морфометрична структура природних популяцій *Cepaea vindobonensis* Fer. на теренах України // Наук. вісник Чернівецького університету. Зб. наук. праць. Вип. 223: Біологія. – Чернівці: Рута, 2004. – С. 83-88.
13. Крамаренко С.С., Хохуткин И.М., Гребенников М.Е. Особенности фенетической структуры наземного моллюска *Cepaea vindobonensis* (Gastropoda; Pulmonata; Helicidae) в урбанизированных и природных популяциях // Экология. – 2007. – № 1. – С. 42-48.
14. Сверлова Н.В., Хлус Л.Н., Крамаренко С.С. и др. Фауна, экология и внутривидовая изменчивость наземных моллюсков в урбанизированной среде. – Львов, 2006. – 226 с.
15. Лакин Г.В. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
16. Афифи А., Эйзен С. Статистический анализ: Подход с использованием ЭВМ. – М.: Мир, 1982. – 488 с.
17. Тищенко А.А. О классификации урбанизированного ландшафта применительно к зоогеографическим целям // Поволжский экологический журнал. – 2006. – № 1. – С. 95-102.
18. Хлус Л.Н. Морфометрическая структура популяций *Cepaea vindobonensis* Fer. в урболандшафте степной зоны Украины (корреляционный анализ) // Урбоэкосистемы: проблемы и перспективы развития: материалы V научн.-практ. конф. – Ишим: Изд-во ИГПИ им. П.П. Ершова, 2010. – вып. 5. – С. 183-185.
19. Хлус Л.Н., Козачок З.Г. Морфометрическая структура пространственно разобценных популяций *Cepaea vindobonensis* Fer. из степной зоны Украины // Фундаментальные аспекты биологии в решении актуальных экологических проблем: Матер. междунар. науч-практ. конф., посвященной 100-летию со дня рождения К.В. Горбунова, 10-12 декабря 2008 года, г. Астрахань. – Астрахань: ООО «КПЦ ПолиграфКом», 2008. – С. 254-257.

MORFOMETRIC STRUCTURE OF *CEPAEA VINDOBONENSIS* FER. POPULATIONS IN URBOLANDSCAPE OF UKRAINIAN STEPPE ZONE (THE FACTORIAL ANALYSIS)

L.N. Khlus

*Yury Fedkovich Chernovtsy
National University
Kotsjubinsky St., 2, Chernovtsy,
58000, Ukraine
E-mail: khlus_k@rambler.ru*

The structure of variability of metric conchological parameters of populations land snail *Cepaea vindobonensis* Fer (Geophila: Helicidae) from the urbanized and not urbanized biotopes of a steppe zone of Ukraine is studied. It is established that the factorial structure of variability of morphometric shells parameters of populations which occupy the urboecosystems in a steppe zone biotopes with rather low anthropogenous loading is close. The structure of variability of *C. vindobonensis* population from Belgorod-Dniester has the greatest specificity probably this is connected with a high recreational loading on the biogeocoenosis.

Key words: *Cepaea vindobonensis* Fer., conchological variability, the factorial analysis



УДК 575.22:543.597.828

ЭКОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ И МЕТОДЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОПУЛЯЦИЙ ЖИВОТНЫХ ГОРОДСКИХ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ (НА ПРИМЕРЕ МОДЕЛЬНЫХ ВИДОВ В ГОРОДЕ МОСКВЕ)¹

В.М. Макеева
А.В. Смуров

Музей земледения МГУ
им. М.В. Ломоносова

г. Москва, 119992, Russia

E-mail: vmmakeeva@yandex.ru

Эколого-генетическая диагностика состояния популяций включает: оценку разнообразия генофонда и прогноз длительности существования популяций, который дается на основании их эффективной численности. Диагностика позволяет количественно охарактеризовать степень антропогенного изменения состояния генофонда городских популяций и связать состояние генофонда с необходимостью его оздоровления. Снижение генетического разнообразия на 10-20% характеризует генофонд как стабильный, от 20 до 60% – как кризисный, от 60% и выше – как катастрофический. При соответствии уровня генетического разнообразия двум последним градациям генофонд популяции нуждается в оздоровлении. Представлены результаты эксперимента по оздоровлению (обогащению) генофонда четырех городских популяций модельного вида наземного моллюска – кустарниковой улитки, *Bradybaena fruticum* (Mull.). Контроль и расчет сдвига частот аллелей по признаку полосатости раковин проведен у молодежи следующего поколения улиток.

Ключевые слова: эколого-генетическая диагностика, популяция, генофонд, частоты аллелей, эффективная численность, оздоровление генофонда.

Введение

Одна из наиболее актуальных проблем современности – сохранение биоразнообразия экосистем антропогенных и урбанизированных ландшафтов, занимающих более 60% территории планеты. В антропогенных ландшафтах биоразнообразие сохраняется, главным образом, на особо охраняемых природных территориях (ООПТ). Причем, в последнее десятилетие стали активно создаваться городские особо охраняемые природные территории, располагающиеся в условиях предельно фрагментированного ландшафта, в которых до последнего времени также осуществлялась исключительно территориальная охрана биоразнообразия [1, 2]. В Москве создана сеть городских ООПТ, охватывающих около 16% территории города. Однако, проблема устойчивого сохранения биоразнообразия и, прежде всего видов животных, в рамках традиционного подхода в них не была решена. Доля исчезающих видов позвоночных животных, внесенных в Красную книгу города Москвы, составляет: млекопитающих – 40%, птиц – 50%, рептилий – 60%, амфибий – 70%. В Европе под угрозой исчезновения находится от 40% до 70% видов животных, обитающих на городских ООПТ [3].

Многолетние (с 1975 г.) исследования динамики генофонда популяций модельных объектов (животных), обитающих в условиях антропогенной фрагментации ландшафта Москвы и Подмосковья [4-8], показали, что традиционный подход к охране биоразнообразия, связанный с выделением заповедных территорий (парков, заказников и других особо охраняемых природных территорий), в условиях фрагментированного ландшафта не достаточен для обеспечения устойчивого сохранения биоразнообразия, являющегося основой устойчивости городских экосистем. Это связано с резким изменением состояния генофонда охраняемых мелких изолированных городских популяций, происходящего вследствие отрицательных генетических процессов – дрейфа генов и

¹ Работа выполнена за счет государственного целевого финансирования Департамента прородопользования и охраны окружающей среды города Москвы.

инбридинга [9-11]. Проведённая оценка состояния генофонда (на базе впервые созданной системы городского эколого-генетического мониторинга в г. Москве) выявила резкое обеднение (до 70%) разнообразия генофонда более 50% городских популяций модельных видов животных, по сравнению с эталонными природными [5, 6].

Для решения проблемы устойчивого сохранения биоразнообразия антропогенных экосистем авторами был разработан эколого-генетический подход (методология, концепция, стратегия, технологии), апробированный [4, 8] в системе городских ООПТ, учитывающий состояние экосистем на популяционно-генетическом уровне их организации и те необратимые изменения генофонда, которые возникли в результате антропогенной фрагментации ландшафта. Его разработка началась одновременно с созданием в начале 21 века городских особо охраняемых территорий в г. Москве, когда возникла проблема сохранения и восстановления их биоразнообразия, которая стала решаться в рамках государственной программы по «Восстановлению биоразнообразия города Москвы» (2002-2003гг). Концепция и стратегия охраны для урбанизированных территорий на этом уровне до последнего времени отсутствовала.

Эколого-генетический подход [8] к охране биоразнообразия антропогенных экосистем, включает диагностику состояния экосистем (прогноз и оценку состояния генофонда) и генетические методы восстановления (оздоровления) генофонда ключевых и исчезающих видов охраняемых экосистем. Проведение оценки позволяет оценить степень отклонения генетических параметров (популяций) антропогенных экосистем от природных (эталонных), а также дать прогноз степени их устойчивости и наметить стратегию их стабилизации и восстановления.

Таким образом, эколого-генетический аспект сохранения биоразнообразия заключается в сохранении и восстановлении генофонда популяций с помощью организации искусственных потоков генов.

Генетический дрейф в популяциях может быть уравновешен искусственными миграциями [12]. Это теоретическое положение является основополагающим для разработки эколого-генетического аспекта стратегии сохранения биоразнообразия охраняемых экосистем урбанизированных ландшафтов, т.к. объясняет, каким образом быстрые генетические изменения, происходящие в мелких изолированных популяциях вследствие дрейфа генов и инбридинга, могут быть замедлены или прекращены.

Поток генов не изменяет значения частоты аллелей у вида в целом, а изменяет частоты в поколениях популяций, если они различны у доноров и реципиентов.

Теоретический анализ [13, 14] позволяет утверждать, что скорость миграции порядка 1-2 особей на поколение предотвращает действие дрейфа генов. Однако для целей восстановления популяций животных антропогенных экосистем такой поток явно недостаточен, так как генофонд большинства исследованных популяций находится в критическом состоянии.

Для того чтобы планировать обогащение популяции, необходимо учесть, что изменение частоты гена вычисляется по формуле [15]:

$$\Delta q = m (p_0 q_m - p_m q_0), \quad (1)$$

где p_0, q_0 – частоты генов в городской популяции; p_m, q_m – частоты генов в группе иммигрантов; m – вносимое количество иммигрантов.

При организации искусственного потока генов число мигрантов определяется конкретными сроками восстановительных работ и зависит от состояния генофонда восстанавливаемых и донорских популяций.

Однако, необходимо помнить, что искусственная миграция, необходимая для выживания популяций животных в антропогенных ландшафтах, оказывается фактором, прекращающим эволюционные изменения в этих популяциях. Не вызывает сомнения, что в настоящее время искусственный поток генов дает возможность сохранить генетическое разнообразие в качестве необходимого источника для будущих эволюционных изменений.

Подробно результаты оценки состояния генофонда [5, 6], содержащие обширные таблицы, нет необходимости излагать. Мы представим лишь основные методики и итоговые обобщающие данные прогноза и оценки состояния генофонда, необходимые в качестве основы для разработки практических рекомендаций по оздоровлению



генофонда популяций животных. Кроме того, приведены оригинальные данные результатов эксперимента по обогащению (оздоровлению) популяций с эродированным генофондом.

Материал и методы исследования

Материал. Созданная впервые в России и в мире система городского эколого-генетического мониторинга популяций модельных видов животных состоит из 36 популяций, из них 21 популяция из ООПТ города Москвы. Всего обследовано 20 популяций кустарниковых улиток, из которых 12 обитают на ООПТ г. Москвы, и 16 популяций бурых лягушек, из них 9 городских популяций. Остальные популяции животных были собраны в 5 пунктах Северо-Западного Подмосковья, Новгородской и Калужской областях. Всего исследовано более 30000 раковин моллюсков и более 9000 особей методом электрофореза (1975–2005 гг.), из них около 3000 улиток – по 13 полиморфным изоферментным локусам (2002–2003 гг.). Исследовано 554 лягушки по 7 полиморфным локусам, 21 аллелю.

Методика оценки состояния генофонда городских популяций животных заключается в сравнении состояния их генофонда с генофондом крупных природных эталонных популяций по одним и тем же локусам [5].

Оценка генетического разнообразия популяций проводилась на основе значимых частот аллелей исследованных генных локусов, являющихся количественными параметрами популяций [6].

Расчет прогноза длительности существования популяций проведен в соответствии с формулой, предложенной М.Э. Сулеем [16]:

$$t = 1.5 Ne, \quad (2)$$

где t – число поколений, Ne – эффективная численность популяции.

Для составления прогноза необходимо знание эффективной численности популяции, то есть количества особей, достигших репродуктивного возраста. Она вычисляется по формуле, выведенной на основании формулы Райта [9]:

$$Ne = \frac{4N_m \cdot N_f}{N_m + N_f}, \quad (3)$$

где Ne – эффективная численность популяции, N_m – число самцов, N_f – число самок.

Достоверность сдвига частот аллелей в эксперименте оценивалась с помощью критерия χ -квадрат и F-критерия Фишера [17].

Результаты исследования

Результаты исследования выявили, уменьшение генетического разнообразия 77% популяций животных в городе Москве и 23% популяций в Подмосковье более, чем на 50% [5, 6]. Выявлены причины и механизм уменьшения генетического разнообразия популяций – дрейф генов и инбридинг, активизирующиеся вследствие антропогенной фрагментации ландшафта.

Временной прогноз существования популяций на городских ООПТ рассчитан по результатам мониторинга численности, возрастной и половой структуры популяций (по данным 2002–2003 гг.) [8]. Проведена оценка эффективной численности популяций и дан прогноз длительности существования популяций модельных видов на ООПТ города Москвы: 60% популяций может исчезнуть в ближайшие 100–150 лет, из них 33% – в ближайшие 25–40 лет, 84% популяций могут исчезнуть за 160–200 лет. Менее 20% популяций имеет шанс на длительное существование (около 500 лет).

Выявление степени антропогенного изменения генофонда позволило количественно охарактеризовать его состояние (используя примерные количественные градации), и связать его с необходимостью оздоровления генофонда популяций.

Снижение генетической изменчивости на 10–20% характеризует генофонд популяций как стабильный, от 20 до 60% – как кризисный, от 60% и выше – как катастрофический. Если уровень генетической изменчивости обследованной популяции соответствует двум последним градациям, то её генофонд нуждается в контроле и оздоровлении.

Необходимо подчеркнуть, что генофонд всех популяций, находящихся в критическом состоянии, никогда не восстановится сам, а может быть восстановлен только с помощью человека. Применение генетических технологий оздоровления позволяет восстановить генофонд практически любой популяции исчезающего вида, при условии, что это не единственная существующая популяция.

Результаты эксперимента по обогащению исчезающих популяций кустарниковой улитки.

Нами было проведено экспериментальное подтверждение действенности эколого-генетических методов восстановления популяций [4]. Для этой цели были выбраны популяции, обитающие на ООПТ города Москвы, эффективная численность и генофонд которых был оценен как критический.

Для учета и контроля результатов обогащения были использован полиморфный признак – наличие или отсутствие полосы на раковине.

Обогащение было проведено в 2003 году, контроль – в 2005 г. при обследовании потомства (сеголеток из обогащенных популяций).

Для обогащения использовались несколько популяций доноров из Северо-Западного Подмосквья (Звенигород, Городок, Мешково), а также популяции из Москвы (Лосинный остров, Узкое), т.к. учитывались результаты оценки состояния генофонда [5], в том числе - разнонаправленные изменения частот одного и того же полиморфного локуса исследованных ферментов.

Оценка результатов проведенного эксперимента по обогащению подтвердила эффективность восстановления популяций животных на генетическом уровне. Как показывает табл. 1 во всех случаях выявлен достоверный сдвиг частоты аллеля полосатости раковин (в том числе - в двух случаях при $P = 99\%$). Полученные результаты подтверждают возможность использования обогащения (оздоровления) генофонда в целях сохранения и длительного устойчивого использования популяций животных, обитающих на ООПТ, расположенных в урбанизированных ландшафта [4].

Необходимо отметить, что при обогащении популяций нами было внесено заведомо большое количество особей, достаточное для сдвига частот. Это было сделано не только с целью подтверждения самой возможности изменения генофонда с помощью генетических технологий, но, прежде всего – с практической целью – восстановления генетического разнообразия исчезающих популяций с наиболее сильно эродированным генофондом, что даст им возможность сохраниться в парках города Москвы.

Методические рекомендации по восстановлению генетического разнообразия животных антропогенных экосистем.

Результаты проведенной работы позволяют сформулировать следующие практические рекомендации по оздоровлению генофонда популяций видов животных антропогенных экосистем, большая часть которых универсальна.

1. Для конкретных экосистем выделить набор конкретных популяций видов, которые подлежат восстановлению. Необходимо анализировать популяции не только исчезающих, но и ключевых видов экосистем.

2. Оценить состояние генофонда по возможно большему количеству ферментов и локусов (не менее 5-6 ферментов и 10-12 локусов).

3. Обязательным условием обогащения является генетическое обследование популяций доноров, т.е. крупных природных популяций, желательно из этого же региона, обитающих в аналогичных климатических условиях. Результаты проведенных нами исследований показали, что генофонд донорских популяций (около 23%), обитающих в антропогенных ландшафтах Подмосквья, может быть сильно обеднен.

4. Необходимо учитывать, что в разных популяциях в одном и том же локусе могут происходить разные по направлению изменения частот аллелей, происходящие вследствие процесса фиксации аллелей при дрейфе генов.

5. Для обогащения лучше всего использовать несколько популяций-доноров, у которых возможны противоположные тенденции закрепления аллеля одного и того же локуса.



6. В дальнейшем необходим контроль за состоянием генофонда обогащенных популяций.

Проведение практических мероприятий по обогащению популяций исчезающих видов животных позволит увеличить гетерозиготность и связанную с ней жизнеспособность популяций, что будет способствовать восстановлению всех связей (пищевых, энергетических, информационных и др.) в экосистемах, а значит – устойчивости экосистем в целом.

Эти рекомендации были разработаны и внедрены в практику в рамках государственной программы по восстановлению биоразнообразия города Москвы в 2002-2003 гг. при выполнении трёх целевых проектов по «Восстановлению генетического разнообразия популяций исчезающих видов беспозвоночных и позвоночных животных на ООПТ города Москвы (на примере кустарниковой улитки и бурых лягушек)». В настоящее время они используются при восстановлении биоразнообразия в других крупных городах России, в том числе в С.-Петербурге.

Таблица 1

**Результаты эксперимента по обогащению генофонда популяций
(сравнительные данные 2003-2005 гг., по частоте аллеля полосатости)**

Пункт сбора, численность популяции (N)	Исходная частота аллеля полосатости	Частота аллеля полосатости после обогащения	Изменение частоты аллеля полосатости	F-критерий, степень свободы V	Частота аллеля полосатости; количество экземпляров доноров по возрастным группам – 1, 2, 3)			
					3	2	1	сумма
Воробьевы горы, 250	0.2257	0.4985	0.273	110.13 370	0.5849 38	0.5000 72	0.6164 100	0.3280 210
Битцевский лес, 300	0.5222	0.4132	0.109	7.86 124	0.3651 30	0.3464 50	0.4629 70	0.4082 150
Ботанический сад, 500	0.4706	0.4009	0.070	3.96 247	0.3162 30	0.3873 40	0.3801 90	0.3708 160
Кузьминки, 300	0.1313	0.4472	0.316	125.59 176	0.5774 30	0.5164 30	0.5345 70	0.5407 130

Примечание: стандартные значения F-критерия Фишера: $V_1 = 1$; при $V_2 = 125$, $F_{st} = 3.92 - 6.84, 11.38$; при $V_2 = 300$, $F_{st} = 3.87, 6.72, 10.83$.

Частоты аллелей полосатости до и после обогащения вычислялись по первой возрастной группе.

Результаты проведенных нами исследований по оценке состояния генофонда, научно обоснованный прогноз длительности существования городских популяций животных и эксперименты по обогащению генофонда исчезающих популяций явились основанием для разработки эколого-генетической концепции и стратегии охраны животных, обитающих на городских ООПТ.

Главная идея эколого-генетической концепции охраны животных антропогенных экосистем [4, 8] состоит в признании необходимости и возможности восстановления, сохранения и устойчивого использования природных популяций диких животных, обитающих в городских охраняемых природных экосистемах (ООПТ), используемых в целях рекреации. Эта идея соответствует генеральной линии современной стратегии охраны биоты, сформулированной в конвенции «О биологическом разнообразии»: сохранении в процессе устойчивого использования [18].

Разработанная эколого-генетическая стратегия охраны биоразнообразия антропогенных экосистем, нацелена на переход от исключительно территориальной пассивной охраны и невмешательства к активному восстановлению генофонда популяций, т.е. восстановлению их устойчивости и длительности существования [5, 6, 19].

Цель разработанной эколого-генетической стратегии – создание и внедрение генетических механизмов сохранения и восстановления природных популяций видов животных антропогенных экосистем, в том числе исчезающих и внесенных в Красную книгу города.

Главным условием осуществления новой эколого-генетической стратегии является разработка и внедрение новых генетических методов и технологий [4, 20] сохранения и рационального использования генетических ресурсов в антропогенных экосистемах.

Технология включает несколько последовательных этапов, в которые входит определение, восстановление, поддержание и контроль генетических параметров устойчивости популяций.

Таким образом, при организации режима научного управления городскими ООПТ, осуществляющими охрану биоразнообразия в процессе интенсивной эксплуатации территории в целях рекреации, необходимо использовать разработанный комплексный эколого-генетический подход (методологию, концепцию, стратегию, технологии). Результаты проведенного эксперимента доказали, что этот подход, наряду с территориальным, позволяет эффективно и экономически выгодно планировать мероприятия по сохранению генетического разнообразия, восстановлению популяций исчезающих видов животных и поддержанию устойчивости деградирующих экосистем в целом.

Заключение

В заключение необходимо отметить, что серия работ по разработке и апробации эколого-генетического подхода к охране животных антропогенных экосистем заложила основы нового научного перспективного направления – геноурбанонологии (синтез системной экологии и генетики) [4, 8, 21]. Цель геноурбанонологии состоит в познании генетических параметров и закономерностей сохранения устойчивости и восстановления экосистем антропогенных и, особенно, – урбанизированных ландшафтов. С позиций геноурбанонологии стратегической задачей научной организации городских ООПТ является сохранение генетических параметров экосистем, что означает восстановление качества генофонда популяций одновременно с сохранением и восстановлением их минимальной численности [7, 8]. Очевидно, что эколого-генетическая диагностика является базой для успешного восстановления исчезающих видов, сообществ и антропогенно измененных экосистем. Не вызывает сомнения, что эколого-генетическая диагностика является неотъемлемой частью классической диагностики [22] и роль её в будущем будет только возрастать.

Список литературы

1. Реймерс Н.Ф., Штильмарк Ф.Р. Особо охраняемые природные территории. – М.: Мысль, 1978. – 296 с.
2. Банников А.Г., Рустамов А.К. Охрана природы. – М.: Колос, 1977. – 208 с.
3. Красная книга города Москвы. – М.: АБФ, 2001. – 610 с.
4. Макеева В.М. Эколого-генетические основы охраны животных антропогенных экосистем (на примере Москвы и Подмоскovie): автореферат дисс... д-ра биол. наук. – М., 2008. – 47 с.
5. Макеева В.М., Белоконь М.М., Малюченко О.П. Оценка состояния генофонда природных популяций беспозвоночных животных в условиях фрагментированного ландшафта Москвы и Подмоскovie (на примере кустарниковой улитки, *Bradybaena fruticum* (Mull.)) // Генетика. – 2005. – № 11. – С. 1495-1510.
6. Макеева В.М., Белоконь М.М., Малюченко О.П., Леонтьева О.А. Оценка состояние генофонда природных популяций позвоночных животных в условиях фрагментированного ландшафта Москвы и Подмоскovie (на примере бурых лягушек) // Генетика. – 2006. – Т. 42. – № 4. – С. 1-15.
7. Макеева В.М., Смуров А.В. Эколого-генетические принципы сохранения разнообразия и численности животных антропогенных экосистем (на примере модельных видов в Москве и Подмоскovie). Сборник трудов 3-ей Международной научно-практической конференции «Сохранение разнообразия животных и охотничье хозяйство России» (19-20 февраля 2009 г.). – М., 2009. – С. 58-61.



8. Макеева В.М., Смуров А.В. Эколого-генетический подход к охране биоразнообразия антропогенных экосистем // Известия Самарского научного центра РАН. – 2010. – Т. 12. – № 1(6). – С. 14101-1406.
9. Wright S. Coefficient of inbreeding and relationship // Amer. Natur. – 1922. – Vol. 56. – P. 330-338.
10. Дубинин Н.П. Генетико-автоматические процессы и их влияние на механизмы эволюции // Журн. эксперим. биол. – 1931. – Т. 7. – № 5/7. – С. 463-478.
11. Макеева В.М. Судьба диких животных в городе: теория неизбежности их вымирания. Материалы второй научно-практической конференции «Животные в городе» 15-17 апреля 2002 г. – М.: ИПЭЭ РАН им. А.Н. Северцова, 2003. – С. 7-9.
12. Алтухов Ю.П. Генетические процессы в популяциях: Учебное пособие. 3-е издание, переработанное и доп. – М.: ИКЦ Академкнига, 2003. – 431 с.
13. Wright S. Evolution in Mendelian populations // Genetics. – 1931. – Vol. 16. – P. 97-109.
14. Айала Ф., Кайгер Д. Современная генетика. – М.: Мир, 1987. – Т. 1. – 195 с.
15. Грант В. Эволюция организмов. – М.: Мир, 1980. – 408 с.
16. Сулей М.Э. Пороги для выживания: поддержание приспособленности и эволюционного потенциала // Биология охраны природы. – М.: Мир, 1983. – С. 177-197.
17. Зайцев Г.Н. Методика биометрических расчетов. – М.: Наука, 1973. – 255 с.
18. Конвенция о биологическом разнообразии // Текст и приложение: UNEP/CBD/94/1.D. December 1995. – 34 p.
19. Макеева В.М., Белоконь М.М., Малюченко О.П., Алтухов Ю.П. Эколого-генетический аспект стратегии охраны диких животных антропогенных экосистем // Вестник Томского университета. Приложение. Докл. IV междунар. конф. «Проблемы вида и видообразования». – Томск, 2006. – № 10. – С. 55-53.
20. Макеева В.М., Смуров А.В., Белоконь М.М., Нанаева И.В. Эколого-генетические методы сохранения разнообразия и численности животных антропогенных экосистем (на примере модельных видов животных в Москве и Подмоскowie). Труды съезда генетиков и селекционеров, посвященного 200-летию со дня рождения Ч. Дарвина и Пятого съезда Вавиловского общества генетиков и селекционеров (Москва, 21–27 июня 2009 г.). – М., 2009. – С.122.
21. Макеева В.М. О целесообразности выделения геноурбанонологии в качестве самостоятельного научного направления // Сб. трудов VII Международной научной конференции «Новые идеи в науках о Земле». Т. 4. – М.: Изд-во МГРИ, 2005. – С. 28.
22. Смуров А.В. Основы экологической диагностики. Биологические и информационные аспекты. – М.: Ойкос, 2003. – 188 с.

ECOLOGICAL AND GENETIC DIAGNOSIS OF THE CONDITION AND METHODS OF RESTORING ANIMAL POPULATIONS IN PROTECTED AREAS AS EXEMPLIFIED BY MODEL SPECIES IN MOSCOW

**V.M. Makeeva
A.V. Smurov**

*Museum of the Sciences of the Earth,
Lomonosov Moscow State University
Moscow, 199992, Leninskie goru
(Leninskie Hills)
E-mail: vmmakeeva@yandex.ru*

Ecological and genetic diagnosis of the animal population condition includes: assessing the diversity of the genofond and prognosis of the duration of the existence of population, which is made on the basis of their efficient number. The diagnosing enables to quantify the degree of anthropogenic change in the gene pool condition of city populations and, on the basis of the condition of the gene pool, to make conclusions as to the necessity of its improvement. A reduction in population genetic diversity by 10–20% shows the stability of the gene pool. Any reduction by 20–60% characterizes the gene pool as critical or being in a crisis. The figure above 60% shows a catastrophic condition of the gene pool. The latter 2 grades (20–60%, above 60%) is a sign that the population needs improvement. The article presents some results of an experiment in improvement (enriching) the gene pool of four city populations of a model species – that is a land snail, bush snail *Bradybaena fruticum*, (Mull.). Control and calculation in the shift in allele frequencies on the basis of the lineation of the shells has been carried out on juveniles of the next generation of snails.

Key words: ecological and genetic diagnosis, population, genofond, allele frequencies, efficient number, genofond improvement.

МАТЕРИАЛЫ К ОРНИТОФАУНЕ ПРИГОРОДНЫХ УРОЧИЩ БЕЛГОРОДА

И.Р. Бёме
А.Г. Вакуленко

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

*Россия, 119899, Москва,
Воробьёвы горы, МГУ,
биологический факультет*

E-mail: irbeme@mail.ru

В статье изложены материалы об орнитофауне пригородных урочищ Белгорода. Исследования проводились круглогодично в период с 1999 по 2010 гг. За время исследований отмечено 88 видов птиц. Из них 7 видов включены в Красную книгу РФ и 2 – в региональную Красную книгу.

Ключевые слова: птицы, антропогенное влияние, авифауна, пригородные леса, пригородные урочища, статус сохранности вида в Европе (SPEC), Красная книга РФ, региональная Красная книга.

Введение

В конце XX и особенно начале XXI вв. антропогенное влияние на окружающую среду стал носить явно агрессивный характер, что, естественно, не может негативно не сказываться на состоянии природных комплексов, а впоследствии и на самого человека. Наряду с другими методами индикации состояния окружающей среды, результаты, полученные при изучении орнитофауны в процессе целенаправленных комплексных исследований, также дают ценные результаты для выяснения экологической ситуации в Белгородской области. Особый практический интерес в этом плане представляют пригородные леса и урочища, расположенные в зелёной зоне вокруг городов.

Объекты и методы исследования

Объектом наших исследований являлись птицы, населяющие пригородные лесные массивы. Планомерный и целенаправленный сбор информации о сезонных изменениях видового разнообразия и плотности населения птиц, в том числе и на постоянных маршрутах, проводился с 1999 по 2010 гг. круглогодично в пригородных урочищах г. Белгорода «Сосновка» и «Массив». Наблюдения проводились только в светлое время суток. Урочища находятся в лесопарковой части зелёной зоны Белгорода и примыкают к городу с южной стороны. Урочище «Массив» представляет собой нагорную дубраву на правом берегу Северского Донца. Географические координаты центра исследованного участка: 50°34' с. ш., 36°37' в. д. Урочище «Сосновка» представляет собой сосновый бор искусственного происхождения, занимающий надпойменную песчаную террасу левобережья Северского Донца. Географические координаты центра исследованного участка: 50°33' с. ш., 36°38' в. д.

Результаты исследований

По данным А.С. Будниченко и П.С. Козлова [1, 2] к 80-м годам XX века на территории области предполагалось пребывание 279 видов птиц, из них обитание 118 видов было приурочено к древесно-кустарниковому комплексу (42.3% от общего количества). По данным О.Ю. Харьковской [3] в настоящее время на территории области обитает 283 вида, из них 121 населяет древесно-кустарниковый комплекс (42.8% от общего количества). Всего за весь период исследований в границах обоих участков отмечено 88 видов птиц принадлежащим к 9 отрядам. Из 75 видов, обитающих в урочище «Массив» (нагорная дубрава), 67 являются характерными обитателями данного биотопа и 8 – нехарактерными. В урочище «Сосновка» (сосновый бор) отмечен 71 вид, из них 65 являются характерными обитателями данного биотопа и 6 – нехарактерными. Общими для обоих биотопов являются 58 видов. Информация о птицах урочищ и категории охранного статуса [4, 5, 6, 7, 8] представлены в таблице. Систематическое расположение, русские и латинские название видов приведены по Е.А. Коблику [9].

Таблица

Сведения о фауне птиц в пригородных урочищах Белгорода «Массив» и «Сосновка» за 1999–2010 гг.

№	Русское и латинское название вида	Характер пребывания вида в урочище «Массив»	Характер пребывания вида в урочище «Сосновка»	Характер пребывания вида в ре-гионе	Охранный статус вида
1	2	3	4	5	6
1.	Серая цапля – <i>Ardea cinerea</i>	Пос.	Пос.	Гн-Пер.	Ветн III, Non-SPEC.
2.	Скопа – <i>Pandion haliaetus</i>	Прол.	–	?	КК РФ, КК (Б.о.), Ветн II, BD Annex I, SPEC-3.
3.	Чёрный коршун – <i>Milvus migrans</i>	Прол.	–	Гн-Пер.	Ветн II, BD Annex I, SPEC-3.
4.	Полевой лунь – <i>Circus cyaneus</i>	Прол.	–	Гн-Пер.	Ветн II, BD Annex I, SPEC-3.
5.	Луговой лунь – <i>Circus rufa</i>	–	Прол.	Гн-Пер.	Ветн II, BD Annex I, Non-SPEC.
6.	Болотный лунь – <i>Circus aeruginosus</i>	–	Прол.	Гн-Пер.	Ветн II, BD Annex I, Non-SPEC.
7.	Тетеревятник – <i>Accipiter gentilis</i>	Гн-Ос.	Гн-Ос.	Гн-Ос.	Ветн II, Non-SPEC.
8.	Черепелятник – <i>Accipiter nisus</i>	Гн-Ос.	Гн-Ос.	Гн-Ос.	Ветн II, Non-SPEC.
9.	Европейский товик – <i>Accipiter brevipes</i>	–	Прол.	Прол.	КК РФ, КК (Б.о.), Ветн II, BD Annex I, SPEC-2.
10.	Кашук – <i>Buteo buteo</i>	Гн-Пер.	Гн-Пер.	Гн-Пер.	Ветн II, Non-SPEC.
11.	Могильник – <i>Aquila heliaca</i>	–	Прол.	Прол.	КК РФ, КК (Б.о.), Ветн II, BD Annex I, SPEC-1.
12.	Беркут – <i>Aquila chrysaetos</i>	Пос.	Пос.	Зим.	КК РФ, КК (Б.о.), Ветн II, BD Annex I, SPEC-3.
13.	Орлан-белохвост – <i>Haliaeetus albicilla</i>	Пос.	Пос.	?	КК РФ, КК (Б.о.), Ветн II, BD Annex I, SPEC-1.
14.	Балобан – <i>Falco cherrug</i>	–	Прол.	Прол.	КК РФ, КК (Б.о.), Ветн II, BD Annex I, SPEC-1.
15.	Чеглок – <i>Falco subbuteo</i>	–	Гн-Пер.	Гн-Пер.	Ветн II, Non-SPEC.
16.	Серая куропатка – <i>Perdix perdix</i>	Пос.	–	Гн-Ос.	Ветн III, BD Annex II/1, SPEC-3.
17.	Коростель – <i>Sorex crex</i>	Пос.	–	Гн-Пер.	Ветн II, BD Annex I, SPEC-1.
18.	Вяхирь – <i>Columba palumbus</i>	Гн-Пер.	Гн-Пер.	Гн-Пер.	SPEC-4.
19.	Кольчатая горлица – <i>Streptopelia decaocto</i>	Прол.	–	Гн-Пер.	Ветн III, BD Annex II/2, Non-SPEC.
20.	Обыкновенная горлица – <i>Streptopelia turtur</i>	–	Гн-Пер.	Гн-Пер.	Ветн III, BD Annex II/2, SPEC-3.
21.	Обыкновенная кукушка – <i>Cuculus canorus</i>	Гн-Пер.	Гн-Пер.	Гн-Пер.	Ветн III, Non-SPEC.
22.	Удод – <i>Upupa epops</i>	Гн-Пер.	Гн-Пер.	Гн-Пер.	Ветн II, SPEC-3.
23.	Вертишейка – <i>Jynx torquilla</i>	Гн-Пер.	Гн-Пер.	Гн-Пер.	Ветн II, SPEC-3.
24.	Седой дятел – <i>Picus capus</i>	Гн-Ос.	Гн-Ос.	Гн-Ос.	Ветн II, BD Annex I, SPEC-3.
25.	Большой пестрый дятел – <i>Dendrocopos major</i>	Гн-Ос.	Гн-Ос.	Гн-Ос.	Ветн II, Non-SPEC.
26.	Сирийский дятел – <i>Dendrocopos syriacus</i>	Гн-Ос.	–	Гн-Ос.	Ветн II, BD Annex I, Non-SPEC.
27.	Средний пестрый дятел – <i>Dendrocopos medius</i>	Гн-Ос.	Гн-Ос.	Гн-Ос.	КК РФ, КК (Б.о.), Ветн II, BD Annex I, Non-SPEC.
28.	Малый пестрый дятел – <i>Dendrocopos minor</i>	Гн-Ос.	Гн-Ос.	Гн-Ос.	Ветн II, Non-SPEC.
29.	Хохлатый жаворонок – <i>Galerida cristata</i>	–	Пос.	Гн-Ос.	Ветн III, SPEC-3.

Продолжение табл.

1	2	3	4	5	6
30.	Рогатый жаворонок – <i>Eremophila alpestris</i>	Прол.	–	Зим.	Bern II, Non-SPEC.
31.	Лесной жаворонок – <i>Lullula arborea</i>	Гн-Пер.	Гн-Пер.	Гн-Пер.	Bern III, BD Annex I, SPEC-2.
32.	Лесной конёк – <i>Anthus trivialis</i>	Гн-Пер.	Гн-Пер.	Гн-Пер.	Bern II, Non-SPEC.
33.	Белая трясогузка – <i>Motacilla alba</i>	Лос.	Лос.	Гн-Пер.	Bern II, Non-SPEC.
34.	Обыкновенный жулан – <i>Lanius collurio</i>	Гн-Пер.	Гн-Пер.	Гн-Пер.	Bern II, BD Annex I, SPEC-3.
35.	Обыкновенная иволга – <i>Oriolus oriolus</i>	Гн-Пер.	Гн-Пер.	Гн-Пер.	Non-SPEC.
36.	Сойка – <i>Garrulus glandarius</i>	Гн-Ос.	Гн-Ос.	Гн-Ос.	BD Annex II/2.
37.	Сорока – <i>Pica pica</i>	Гн-Ос.	–	Гн-Ос.	BD Annex II/2.
38.	Галка – <i>Corvus monedula</i>	Прол.	Прол.	Гн-Ос.	BD Annex II/2, SPEC-4.
39.	Грач – <i>Corvus frugilegus</i>	Прол.	–	Гн-Ос.	Non-SPEC.
40.	Серая ворона – <i>Corvus (corone) cornix</i>	Прол.	Прол.	Гн-Ос.	Non-SPEC.
41.	Ворон – <i>Corvus corax</i>	Гн-Ос.	Гн-Ос.	Гн-Ос.	Bern II, Non-SPEC.
42.	Свиристель – <i>Vidua garrulus</i>	Зим.	Зим.	Зим.	Bern II, Non-SPEC.
43.	Крапивник – <i>Troglodytes troglodytes</i>	Прол.	Прол.	Прол.	Bern II, Non-SPEC.
44.	Лесная завирушка – <i>Troglodytes modularis</i>	Зал.	–	Зал.	Bern II, Non-SPEC.
45.	Зелёная перемешка – <i>Hippolais icterina</i>	Гн-Пер.	–	Гн-Пер.	Bern II, Non-SPEC.
46.	Ястребинная славка – <i>Sylvia nisoria</i>	Гн-Пер.	–	Гн-Пер.	Bern II, BD Annex I, Non-SPEC.
47.	Славка-черноголовка – <i>Sylvia atricapilla</i>	Гн-Пер.	Гн-Пер.	Гн-Пер.	Bern II, Non-SPEC.
48.	Славка – <i>Sylvia communis</i>	–	Гн-Пер.	Гн-Пер.	Bern II, Non-SPEC.
49.	Славка-мельничек – <i>Sylvia curruca</i>	–	Гн-Пер.	Гн-Пер.	Bern II, Non-SPEC.
50.	Пополз-веселочка – <i>Phylloscopus trochilus</i>	Гн-Пер.	Гн-Пер.	Гн-Пер.	Bern II, Non-SPEC.
51.	Пополз-теньковка – <i>Phylloscopus collybita</i>	Гн-Пер.	Гн-Пер.	Гн-Пер.	Bern II, Non-SPEC.
52.	Пополз-трещотка – <i>Phylloscopus sibilatrix</i>	Гн-Пер.	Гн-Пер.	Гн-Пер.	Bern II, SPEC-2.
53.	Желтоголовый королек – <i>Regulus regulus</i>	Зим.	Зим.	Зим.	Bern II, Non-SPEC.
54.	Мухоловка-пеструшка – <i>Vicedula hypoleuca</i>	Гн-Пер.	Гн-Пер.	Гн-Пер.	Bern II, Non-SPEC.
55.	Мухоловка-белошейка – <i>Vicedula albicollis</i>	Гн-Пер.	Гн-Пер.	Гн-Пер.	Bern II, BD Annex I, Non-SPEC.
56.	Малая мухоловка – <i>Vicedula (parva) parva</i>	Гн-Пер.	Гн-Пер.	Гн-Пер.	КК (б.о.), Bern II, BD Annex I, Non-SPEC.
57.	Серая мухоловка – <i>Muscicapa striata</i>	Гн-Пер.	Гн-Пер.	Гн-Пер.	Bern II, SPEC-3.
58.	Обыкновенная горихвостка – <i>Phoenicurus phoenicurus</i>	Гн-Пер.	Гн-Пер.	Гн-Пер.	КК (б.о.), Bern II, SPEC-2.
59.	Горихвостка-чернушка – <i>Phoenicurus ochtagrus</i>	Лос.	–	Гн-Пер.	Bern II, Non-SPEC.
60.	Зарянка – <i>Erithacus rubecula</i>	Гн-Пер.	Гн-Пер.	Гн-Пер.	Bern II, Non-SPEC.
61.	Обыкновенный соловей – <i>Luscinia luscinia</i>	Гн-Пер.	Гн-Пер.	Гн-Пер.	Bern II, Non-SPEC.
62.	Рябинник – <i>Turdus pilaris</i>	Гн-Ос.	Гн-Ос.	Гн-Ос.	Bern III, BD Annex II/2, Non-SPEC.

Окончание табл.

1	2	3	4	5	6
63.	Чёрный дрозд – <i>Turdus merula</i>	Гн-Пер.	Гн-Пер.	Гн-Пер.	Верн III, Non-SPEC.
64.	Белобровик – <i>Turdus iliacus</i>	Прол.	–	Прол.	Верн III, BD Annex II/2, Non-SPEC.
65.	Певчий дрозд – <i>Turdus philomelos</i>	Гн-Пер.	Гн-Пер.	Гн-Пер.	Верн III, BD Annex II/2, Non-SPEC.
66.	Деряба – <i>Turdus viscivorus</i>	Прол.	Прол.	Прол.	Верн III, BD Annex II/2, Non-SPEC.
67.	Оглозник – <i>Aegithalos caudatus</i>	Гн-Ос.	Гн-Ос.	Гн-Ос.	Верн III, Non-SPEC.
68.	Пухляк – <i>Parus montanus</i>	Гн-Ос.	Гн-Ос.	Гн-Ос.	Верн II, Non-SPEC.
69.	Хохлатая синица – <i>Parus cristatus</i>	–	Прол.	Зал.	Верн II, SPEC-2.
70.	Московка – <i>Parus ater</i>	?	?	Зал.	Верн II, Non-SPEC.
71.	Лазоревка – <i>Parus caeruleus</i>	Гн-Ос.	Гн-Ос.	Гн-Ос.	Верн II, Non-SPEC.
72.	Большая синица – <i>Parus major</i>	Гн-Ос.	Гн-Ос.	Гн-Ос.	Верн II, Non-SPEC.
73.	Обыкновенная поползень – <i>Sitta europaea</i>	Гн-Ос.	Гн-Ос.	Гн-Ос.	Верн II, Non-SPEC.
74.	Обыкновенная пищуха – <i>Certhia familiaris</i>	Гн-Ос.	Гн-Ос.	Гн-Ос.	Верн II, Non-SPEC.
75.	Домовый воробей – <i>Passer domesticus</i>	–	Пос.	Гн-Ос.	Non-SPEC.
76.	Полевой воробей – <i>Passer montanus</i>	Гн-Ос.	–	Гн-Ос.	Верн III, SPEC-3.
77.	Зяблик – <i>Fringilla coelebs</i>	Гн-Пер.	Гн-Пер.	Гн-Пер.	Верн III, Non-SPEC.
78.	Юрок – <i>Fringilla montifringilla</i>	Прол.	Прол.	Прол.	Верн III, Non-SPEC.
79.	Обыкновенная зеленушка – <i>Chloris chloris</i>	Гн-Ос.	Гн-Ос.	Гн-Ос.	Верн II, Non-SPEC.
80.	Чиж – <i>Spinus spinus</i>	Гн-Ос.	Гн-Ос.	Гн-Ос.	Верн II, Non-SPEC.
81.	Щегол – <i>Carduelis carduelis</i>	Гн-Ос.	Гн-Ос.	Гн-Ос.	Верн II, Non-SPEC.
82.	Копыляк – <i>Acanthis cannadina</i>	Гн-Ос.	Гн-Ос.	Гн-Ос.	Верн I, SPEC-2.
83.	Обыкновенная чечевка – <i>Acanthis flammea</i>	Прол.	Прол.	Зим.	Верн II, Non-SPEC.
84.	Обыкновенная чечевичка – <i>Caprodacus erythrinus</i>	Гн-Пер.	–	Гн-Пер.	Верн II, Non-SPEC.
85.	Клест-еловик – <i>Loxia curvirostra</i>	–	Прол.	Зал.	Верн II, Non-SPEC.
86.	Обыкновенный снегирь – <i>Pyrrhula pyrrhula</i>	Зим.	Зим.	Зим.	Верн III, Non-SPEC.
87.	Обыкновенный дубонос – <i>Coccothraustes coccothraustes</i>	Гн-Ос.	Гн-Ос.	Гн-Ос.	Верн II, Non-SPEC.
88.	Обыкновенная овсянка – <i>Emberiza citrinella</i>	Гн-Пер.	Гн-Пер.	Гн-Ос.	Верн II, Non-SPEC.

Условные обозначения и сокращения.

1. Охранный статус: КК РФ – Красная книга Российской Федерации (основной список); КК (Б. о.) – Красная книга Белгородской области (основной список); Верн II, III – Бернская Конвенция; BD Annex I, II/1, II/2, III/1, III/2 – Директива по птицам; SPEC -1, 2, 3, 4 – статус сохранности вида в Европе.

2. Характер пребывания вида в области и в границах исследуемых участков: Гн-Ос. – гнездящийся оседлый вид; Гн-Пер. – гнездящийся перелётный вид; Зим. – вид преобладает в регионе преимущественно в зимний период, в т. ч. и как кочующий, в зависимости от погодных условий, может встречаться также поздней осенью или ранней весной; Прол. – вид встречается в области на пролёте или встречен пролетающим над урочищем; Зал. – залётный вид; Пос. – вид-посетитель данного урочища, гнездящийся и обитающий в других биотопах исследуемой местности; ? – статус вида не определен; – – вид не отмечен в границах данного урочища за период исследований.

В обоих пригородных урочищах Белгорода отмечено 74 типичных вида, что составляет 62.7% [1, 2] и 61.0% [3], соответственно, от ранее опубликованных данных по области. Биотопическое распределение фауны птиц пригородных лесных массивов выглядит следующим образом (данные в процентах округлены до 0.1):

1. В урочище «Массив» (нагорная дубрава) доминируют дендрофилы – 67 видов, или 89.3%. Кампофилов здесь 4 вида, или 5.3%, лимнофилов – 2 вида, или 2.7%, птиц населённых пунктов – 2 вида, или 2.7%.

2. В урочище «Сосновка» (сосновый лес) также доминируют дендрофилы – 65 видов, или 91.6%. Кампофилы представлены 3-мя видами, или 4.2%, лимнофилы – 2-мя видами, или 2.8%, птицы населённых пунктов – 1-им видом, или 1.4%.

Семь видов из 88-и, отмеченных в урочищах (скопа, европейский тювик, могильник, беркут, орлан-белохвост, балобан, средний пёстрый дятел), включены в Красную книгу РФ [7], два (малая мухоловка и обыкновенная горихвостка) – в региональную Красную книгу [6]. К категории СПЕС-1 относятся четыре вида: могильник, орлан-белохвост, балобан и коростель. Некоторые, более подробные данные по новым, хищным, охраняемым и редким видам уже опубликованы ранее [10, 11, 12, 13]. Также частично опубликованы предварительные результаты зимних учётов [14] и материалы по сезонной динамике наличия видов [15].

Заключение

Несмотря на то, что урочища располагаются в непосредственной близости от города, видовой состав птиц в них довольно разнообразен. Более насыщено типичными обитателями урочище «Массив» (нагорная дубрава) – 67 видов, в урочище «Сосновка» (сосновый лес) отмечено 65 лесных видов. Так как в обследованных массивах выявлено пребывание охраняемых на федеральном и региональном уровнях видов то, вполне логично создание проектов, направленных на охрану этих видов, а также их потенциальных местообитаний.

Список литературы

1. Будниченко А.С. Биотопическое распределение и плотность гнездящихся птиц Белгородской области // Научн. тр. курск. пед. ин-та. – 1980. – Т. 202. – С. 83-107.
2. Будниченко А.С., Козлов П.С. О составе и структуре авифауны Белгородской области // Научн. тр. курск. пед. ин-та, т. 202. Охрана фауны позвоночных животных лесостепной и степной зон Европейской части СССР. – 1980, – С. 64-82.
3. Харьковская О. Ю. Орнитофауна юга Среднерусской возвышенности: видовой состав, динамика и охрана. Дисс. ... канд. биол. наук. – М.: МГУ им. М. В. Ломоносова, 2007. – 292 с.
4. Информационно-аналитические материалы по состоянию охраны растений, животных и их местообитаний в странах Западной Европы и России (на примере Бернской Конвенции, Директивы по охране птиц и Директивы по охране природных местообитаний и дикой фауны и флоры). – М., 2008. – 100 с.
5. Ключевые орнитологические территории России. Т. 1. Ключевые орнитологические территории международного значения в Европейской России / Сост. Т.В. Свиридова. Под ред. Т.В. Свиридовой, В.А. Зубакина. – М.: Союз охраны птиц России, 2000. – 702 с.
6. Красная книга Белгородской области. Редкие и исчезающие растения, грибы, лишайники и животные. Официальное издание / Общ. научн. ред. А.В. Присный. – Белгород, 2005. – 532 с.
7. Красная книга Российской Федерации (Животные) / Гл. ред. В.И. Данилов-Данильян. – М.: АСТ; Астрель, 2001. – 864 с.
8. Рогачева Э.В., Сыроечковский Е.Е. (ред.). Атлас гнездящихся птиц Европы Европейского совета по учётам птиц. (Хагемайер В. Дж. М., Блейнер М. Дж. (ред.), 1997). Сокращённая версия текстовой части на русском языке. – М.: ИПЭЭ РАН, 2003. – 338 с.
9. Коблик Е.А., Редькин Я.А., Архипов В.Ю. Список птиц Российской Федерации. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. – 256 с.
10. Вакуленко А.Г., Бёме И.Р. Сирийский дятел (*Dendrocopos syriacus*, Aves, Piciformes) – новый гнездящийся вид Белгородской области // Бюлл Моск. о-ва испыт. природы / Отд. биол. – 2009. – Т. 114, № 2. – С. 69–72.



11. Вакуленко А.Г., Бёме И.Р. Хищные птицы урочищ г. Белгорода // Изучение и охрана хищных птиц Северной Евразии: материалы V Междунар. конф. по хищным птицам Северной Евразии, Иваново, 4-7 февр. 2008 г. – Иваново / ИвГУ, 2008. – С. 202 – 203.
12. Вакуленко А.Г. Охраняемые виды птиц пригородных урочищ Белгорода // Видовые популяции и сообщества в антропогенно трансформированных ландшафтах: состояние и методы его диагностики. Материалы XI Международной научно-практической экологической конференции. Г. Белгород, 20-25 сентября 2010 г. – Белгород: ИПЦ ПОЛИТЕРРА, 2010. – С. 20.
13. Вакуленко А.Г. Бёме И.Р. Редкие виды птиц пригородных урочищ г. Белгорода // Живые Объекты в условиях антропогенного пресса : материалы X междунар. научн.-практ. эколог. конф., г. Белгород, 15-18 сент. 2008 г. – Белгород: ПОЛИТЕРРА, 2008. – С. 37–38.
14. Результаты зимних учетов птиц России и сопредельных регионов. Лесостепная и степная зона. Белгородская область / сост. Е.С. Преображенская. // Зимний сезон 2006/2007 г. – М., 2007. – Вып. 21. – С. 42–43.
15. Вакуленко А. Г. Некоторые данные по авифауне урочища «Сосновка» // Сборник науч. тр. по материалам междунар. научн.-практ. конф. «Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития 2007». Т. 15. Химия. Медицина, ветеринария и фармацевтика. Биология. Сельское хозяйство. – Одесса: Черноморье, 2007. – С. 56–60.

MATERIALS ON AVIFAUNA OF THE SUBURBAN TRACTS OF BELGOROD

I.R. Beme
A.G. Vakulenko

*Biological Faculty of Moscow
State University*

*Vorobjovi gori, Moscow,
119899, Russia.*

E-mail: irbeme@mail.ru

The article deals with the information on avifauna of suburban tracts of Belgorod. The research on year-round was done in the period of 1999-2010. During this period 88 species of birds were recovered, 7 ones are in the Red Data Book of the Russian Federation and 2 species are in Regional Red Data Book.

Key words: birds, anthropogenic influences, avifauna suburban woods, suburban agricultural areas, Species of European Conservation Concern (SPEC), the Red Data Book of Russian Federation, Regional Red Data Book.

СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ И ПЛОТНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ ГНЕЗДЯЩИХСЯ ПТИЦ В ПОЙМЕННЫХ ДУБРАВАХ СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ Р. БОЛЬШОЙ ИРГИЗ

А.Н. Гудина

*Государственный природный
заповедник «Воронинский»*

*Россия, 393310, Тамбовской обл.,
р.п. Инжавино, ул. Братская, 23*

E-mail: karajvor@mail.ru

Представлены результаты трёх экспедиционных поездок автора 2006–2010 гг. в Саратовское Заволжье. Учёт гнездящихся птиц пойменных дубрав проведен комбинированными методами (маршрутное картирование, круговое картирование) на трёх стационарах (Малая Таволожка, Канаевка и Дмитриевка), расположенных в среднем течении р. Большой Иргиз. Полученные средние показатели численности отдельных видов сравнены с опубликованными в литературе. Проведено сравнение структуры сообществ и численности птиц в двух географических вариантах пойменных дубрав.

Ключевые слова: структура сообществ птиц, численность птиц, гнездовая плотность, пойменные дубравы, река Большой Иргиз.

Введение

Пойменные леса среднего течения р. Большой Иргиз произрастают на границе разнотравно-типчаково-ковыльных и сухих типчаково-ковыльных заволжско-казахстанских степей [1]. Вместе с тем, на данном широтном отрезке (48 – 51° восточной долготы), они фактически (в силу узости полосы разнотравно-типчаково-ковыльных степей) достигают и северной границы Степи. Особенностью прииргизских лесов является и то, что они находятся больше под влиянием аридного климата, чем под влиянием процессов поемности и аллювиальности [2]. Таким образом, дубравы, обладающие здесь по площади, как местообитания животных, отличаются достаточным своеобразием.

Структура населения и численность птиц прииргизских пойменных дубрав до недавнего времени специально не исследовались. Первая попытка изучения этих вопросов относится к 1998 – 2002 гг., когда начинающий исследователь Е.И. Саранцева [3] собирала здесь материал для своей кандидатской диссертации, касающейся и других малых рек Нижнего Поволжья. В публикациях этого автора [4, 5] население птиц дубрав характеризуется только фрагментарно.

Сами же дубравы отнесены в диссертации к первой надпойменной террасе. Это противоречит таксационному описанию б. Пугачёвского и Ивантеевского лесхозов и «Географии Саратовской области» [6], где прииргизские дубравы названы пойменными или отнесены к лесам «пойменного типа». Опросные сведения также подтверждают, что все изучавшиеся нами участки в половодье заливаются водой.

Материал и методы исследований

В период с 2006 по 2010 гг. нами осуществлены три экспедиционные поездки в среднее течение Большого Иргиза (в пределах Саратовской области) с целью изучения структуры населения птиц пойменных дубрав. Все поездки совершались с середины мая по начало июня, в сроки, оптимальные для проведения комплексного учёта птиц. Места сбора материала представлены на рис. 1. В 2006 г. работа проводилась в Пугачёвском лесничестве на трёх ключевых участках (основной стационар находился в с. Малая Таволожка Пугачёвского района). Учёты птиц выполнены на 22 круговых площадках. В 2007 г. в Ивантеевском лесничестве (стационар – в с. Канаевка Ивантеевского района) учёты выполнены на 8 круговых площадках (ключевой участок «Канаевка»). В 2010 г. стационар находился в с. Дмитриевка Пестравского района Самарской области. Учёты выполнялись на двух маршрутах, общей протяжённостью 1200 м, на ключевом участке «Пламенный Гай».

Применялись методы кругового и маршрутного картирования [7]. 11 из 30 круговых площадок обследовались 3–5 раз. Остальные площадки обследовались двукратно. Чтобы компенсировать полноту учёта на круговой площадке, продолжительность визитов увеличивали до 1 ч, вместо 10 мин. в классической модификации [8]. На протяжении одного визита работа распределялась следующим образом. Доминирующие виды картировались в первые 10–15 мин. После этого на них не обращали внимания. Малочисленных же и редких (а также плохо поющих) птиц брали как бы «измором», выявляя их на протяжении всего учётного времени. При этом продолжительность пребывания учётника на площадке в нашей версии составляла 2–3 час. вместо 1,5 час. (9 визитов × 10 мин.) в классическом варианте. Мы считаем, что описанная упрощённая модификация учёта птиц на круговых площадках позволяет для большинства видов получать показатели обилия, близкие к абсолютным.

На маршрутах было выполнено по 5 утренних визитов.



Рис. 1. Места расположения круговых площадок и маршрутов автора для учёта птиц в дубравах среднего течения р. Большой Иргиз

Результаты и их обсуждение

В 2006 г. круговые площадки были заложены в свежей – влажной пойменной дубраве (кв. 26, 54 – 59 Пугачёвского лесничества). Тип условий произрастания – Д_{2-3П}. Преобладающий тип леса – дубняк кленово-ландышевый (Д_{кл}). Состав насаждений – 10 ДПН, возраст – 65–75 лет, полнота – 0.6–0.7. Высота деревьев – 14–17 м, диаметр – 20–24 см. Преобладающий бонитет насаждений – 3. Подлесок из бересклета, средней густоты. Сведения о структуре птичьего населения и численности птиц, полученные методом кругового картирования, представлены в табл. 1.

Таблица 1

Структура населения и численность птиц пойменных дубрав Пугачёвского лесничества (урочища «Малая Таволожка», «Иргиз», «Круглое») в гнездовой период

№ п/п	Виды птиц	Плотность населения, пар/10 га	Участие в населении, %	Встречаемость, %
1	Зяблик	29.5	26.2	100
2	Большая синица	8.4	7.4	86.4
3	Обыкновенная овсянка	7.7	6.8	86.4
4	Лесной конёк	5.7	5.0	54.5
5	Обыкновенная лазоревка	5.2	4.6	68.2
6	Садовая славка	5.0	4.4	59.1
7	Северная бормотушка	4.8	4.2	40.9
8	Серая мухоловка	4.5	4.0	54.5
9	Обыкновенная иволга	4.3	3.8	72.7
10	Обыкновенный соловей	4.1	3.6	50.0
11	Вяхирь	3.6	3.2	72.7
12	Зелёная пеночка	3.6	3.2	40.9
13	Черноголовая славка	3.0	2.6	45.5
14	Малая мухоловка	2.5	2.2	31.8
15	Мухоловка-пеструшка	2.3	2.0	27.3
16	Мухоловка-белошейка	2.0	1.8	31.8
17	Чёрный дрозд	2.0	1.8	40.9
18	Обыкновенная чечевица	2.0	1.8	36.4
19	Пёстрый дятел	1.8	1.6	31.8
20	Певчий дрозд	1.6	1.4	31.8
21	Вертишейка	1.4	1.2	22.7
22	Рябинник	1.4	1.2	18.2
23	Обыкновенная горлица	0.9	0.8	18.2
24	Зелёная пересмешка	0.9	0.8	13.6
25	Обыкновенный дубонос	0.9	0.8	13.6
26	Сойка	0.7	0.6	9.1
27	Славка-завирушка	0.7	0.6	9.1
28	Пеночка-теньковка	0.7	0.6	13.6
29	Речной сверчок	0.5	0.4	4.5
30	Пеночка-трещотка	0.5	0.4	4.5
31	Обыкновенная горихвостка	0.2	0.2	4.5
32	Обыкновенная зеленушка	0.2	0.2	4.5
33	Черноголовый щегол	0.2	0.2	4.5
Итого		112,8	100	

В 2007 г. круговые площадки были заложены в сухой пойменной дубраве (кв. 13–16 Ивантеевского лесничества). Тип условий произрастания – Д₁П. Преобладающий тип леса – дубняк кленово-ландышевый с тёрном (Д_{клт}). Состав насаждений – 10 ДПН, возраст – 70–75 лет, полнота – 0.6–0.7. Высота деревьев – 14–17 м, диаметр – 22–26 см. Преобладающий бонитет насаждений – 3. Подлесок из клёна и бересклета, средней густоты (местами густой). Сведения о структуре птичьего населения и численности птиц, полученные методом кругового картирования, представлены в табл. 2.

Таблица 2

Структура населения и численность птиц пойменных дубрав Ивантеевского лесничества (урочища «Горелый Гай», «Ближний Гай», «Среднее») в гнездовой период

№ п/п	Виды птиц	Плотность населения, пар/10 га	Участие в населении, %	Встречаемость, %
1	2	3	4	5
1	Зяблик	32.5	25.2	100
2	Большая синица	16.9	13.1	100



Окончание табл. 2

1	2	3	4	5
3	Садовая славка	9.4	7.3	75
4	Обыкновенная лазоревка	7.5	5.8	87.5
5	Обыкновенный соловей	6.9	5.3	50
6	Черноголовая славка	5.6	4.4	62.5
7	Северная бормотушка	5.0	3.9	50
8	Обыкновенная овсянка	4.4	3.4	62.5
9	Зелёная пеночка	3.8	2.9	25
10	Обыкновенная иволга	3.1	2.4	50
11	Сойка	3.1	2.4	62.5
12	Мухоловка-пеструшка	3.1	2.4	37.5
13	Зарянка	3.1	2.4	37.5
14	Чёрный дрозд	3.1	2.4	62.5
15	Певчий дрозд	2.5	1.9	37.5
16	Обыкновенная чечевица	2.5	1.9	37.5
17	Обыкновенная горлица	1.9	1.5	37.5
18	Обыкновенный поползень	1.9	1.5	25
19	Вяхирь	1.3	1.0	25
20	Лесной конёк	1.3	1.0	25
21	Пеночка-теньковка	1.3	1.0	25
22	Мухоловка-белошейка	1.3	1.0	12.5
23	Обыкновенная горихвостка	1.3	1.0	12.5
24	Длиннохвостая синица	1.3	1.0	12.5
25	Обыкновенная зеленушка	1.3	1.0	25
26	Пёстрый дятел	0.6	0.5	12.5
27	Серая славка	0.6	0.5	12.5
28	Пеночка-трещотка	0.6	0.5	12.5
Итого		127,2	100	

В 2010 г. 2 маршрута (550 и 650 м) были заложены в сухой пойменной дубраве (кв. 6 и 8 Ивантеевского лесничества). Тип условий произрастания – Д₁П. Преобладающий тип леса – дубняк кленово-ландышевый с тёрном (Д_{клт}). Состав насаждений – 10 ДПН, возраст – 80–85 лет, полнота – 0.6–0.7. Высота деревьев – 15–18 м, диаметр – 24–28 см. Преобладающий бонитет насаждений – 3. Подлесок из клёна и бересклета, средней густоты. Сведения о структуре птичьего населения и численности птиц, полученные методом маршрутного картирования, представлены в табл. 3.

Таблица 3

Структура населения и численность птиц пойменных дубрав Ивантеевского лесничества (урочище «Пламенный Гай») в гнездовой период (по данным маршрутного картирования)

№ п/п	Виды птиц	Плотность населения, пар / 10 га	Участие в населении, %
1	2	3	4
1	Зяблик	35.0	23.9
2	Большая синица	22.5	15.3
3	Мухоловка-белошейка	12.5	8.5
4	Обыкновенная лазоревка	9.2	6.3
5	Обыкновенная овсянка	9.2	6.3
6	Зарянка	8.3	5.7
7	Обыкновенный соловей	5.0	3.4
8	Певчий дрозд	5.0	3.4
9	Зелёная пеночка	5.0	3.4
10	Мухоловка-пеструшка	4.2	2.8
11	Садовая славка	3.3	2.3
12	Малая мухоловка	3.3	2.3
13	Обыкновенный поползень	3.3	2.3
14	Вяхирь	2.5	1.7

Окончание табл. 3

1	2	3	4
15	Обыкновенная горихвостка	2.5	1.7
16	Серая мухоловка	2.5	1.7
17	Обыкновенный дубонос	2.5	1.7
18	Обыкновенная горлица	1.7	1.1
19	Пёстрый дятел	1.7	1.1
20	Малый дятел	1.7	1.1
21	Сойка	1.7	1.1
22	Чёрный дрозд	1.7	1.1
23	Лесной конёк	0.8	0.6
24	Черноголовая славка	0.8	0.6
25	Обыкновенная иволга	0.8	0.6
Итого		146.7	100

Таким образом, доминантами в сообществах птиц пойменных дубрав Прииргизья являются зяблик (*Fringilla coelebs*) и большая синица (*Parus major*), суммарное участие которых в населении составляет 33.6–39.2 %. Третье место по обилию могут занимать обыкновенная овсянка (*Emberiza citrinella*), садовая славка (*Sylvia borin*) и мухоловка-белошейка (*Ficedula albicollis*). В качестве субдоминантов выступают также лесной конёк (*Anthus trivialis*), обыкновенная лазоревка (*Parus caeruleus*), обыкновенный соловей (*Luscinia luscinia*), черноголовая славка (*Sylvia atricapilla*), зарянка (*Erithacus rubecula*) и реже ряд других видов. На показателях численности некоторых видов следует остановиться подробнее.

Северная бормотушка – *Hippolais caligata*. Вероятно, обилие этого вида нами несколько переоценено, так как на протяжении третьей декады мая, когда выполнялось большинство учётов, встречались как уже осевшие на гнездование птицы, так и пролётные особи. Применявшийся же метод кругового картирования в большинстве случаев (в связи малым количеством визитов) не позволял делать выводы о территориальности учтённых бормотушек. На гнездовании этот вид связан не столько с дубравами, сколько с ивовыми зарослями по берегам реки и её стариц, с терновыми кустами по периферии лесных массивов (на границе с лугами).

Зеленая пеночка – *Phylloscopus trochiloides*. Саратовские орнитологи в сводке «Птицы севера Нижнего Поволжья» [9] соглашаются с тем, что на сегодняшний день регулярное гнездование этой птицы в регионе уже не вызывает сомнения, однако приурочивают её распространения только к северным правобережным территориям. Е.И. Саранцева [3] указала зелёную пеночку в качестве редкой гнездящейся птицы долины р. Медведица, но не обнаружила её в долине Большого Иргиза [9]. Между тем, по нашим данным, - это обычная гнездящаяся птица здешних пойменных дубрав (табл. 1 – 3). К тому же, самая многочисленная из пеночек! 31.05.2010 г. на маршруте по р. Б. Иргиз длиной 2.2 км, в окр. с. Дмитриевка Самарской области, нами учтено 6 поющих самцов (5,5 пары / 10 га). В первые годы работы характер пребывания пеночек, учитываемых на протяжении третьей декады мая, оставался для нас неясным (как и у предыдущего вида). В 2010 г. нами была проведена специальная проверка. Оказалось, что все три самца зелёной пеночки, находившиеся под постоянным наблюдением с 22 мая по 4 июня, на протяжении всего периода демонстрировали строго территориальное поведение. Это наводит на мысль, что большинство учтённых нами особей – гнездящиеся птицы.

На основании приведенных выше материалов методом взвешенной средней нами рассчитаны усреднённые показатели плотности населения (табл. 4), которые могут характеризовать сообщество птиц пойменных дубрав в целом.



Таблица 4

Средние взвешенные показатели плотности населения птиц пойменных дубрав среднего течения р. Большой Ирғиз в гнездовой период

№ п/п	Виды птиц	Средняя плотность населения, пар / 10 га			Средняя взвешенная, пар / 10 га (36 га)
		2006 г. (22 га)	2007 г. (8 га)	2010 г. (6 га)	
1	Зяблик	29.5	32.5	35.0	31.1
2	Большая синица	8.4	16.9	22.5	12.6
3	Обыкновенная овсянка	7.7	4.4	9.2	7.2
4	Обыкновенная лазоревка	5.2	7.5	9.2	6.4
5	Садовая славка	5.0	9.4	3.3	5.7
6	Обыкновенный соловей	4.1	6.9	5.0	4.9
7	Северная бормолушка	4.8	5.0	0	4.0
8	Лесной конёк	5.7	1.3	0.8	3.9
9	Зелёная пеночка	3.6	3.8	5.0	3.9
10	Мухоловка-белошейка	2.0	1.3	12.5	3.6
11	Обыкновенная иволга	4.3	3.1	0.8	3.5
12	Черноголовая славка	3.0	5.6	0.8	3.2
13	Серая мухоловка	4.5	0	2.5	3.2
14	Вяхирь	3.6	1.3	2.5	2.9
15	Мухоловка-пеструшка	2.3	3.1	4.2	2.8
16	Певчий дрозд	1.6	2.5	5.0	2.4
17	Чёрный дрозд	2.0	3.1	1.7	2.2
18	Малая мухоловка	2.5	0	3.3	2.1
19	Зарянка	0	3.1	8.3	2.1
20	Обыкновенная чечевица	2.0	2.5	0	1.8
21	Пёстрый дятел	1.8	0.6	1.7	1.5
22	Сойка	0.7	3.1	1.7	1.4
23	Обыкновенная горлица	0.9	1.9	1.7	1.3
24	Обыкновенный поползень	0	1.9	3.3	1.0
25	Обыкновенный дубонос	0.9	0	2.5	1.0
26	Вертишейка	1.4	0	0	0.9
27	Рябинник	1.4	0	0	0.9
28	Обыкновенная горихвостка	0.2	1.3	2.5	0.8
29	Пеночка-теньковка	0.7	1.3	0	0.7
30	Зелёная пересмешка	0.9	0	0	0.6
31	Славка-завирушка	0.7	0	0	0.4
32	Пеночка-трещотка	0.5	0.6	0	0.4
33	Обыкновенная зеленушка	0.2	1.3	0	0.4
34	Малый дятел	0	0	1.7	0.3
35	Речной сверчок	0.5	0	0	0.3
36	Длиннохвостая синица	0	1.3	0	0.3
37	Серая славка	0	0.6	0	0.1
38	Черноголовый щегол	0.2	0	0	0.1
Общая плотность населения птиц		112,8	127.2	146.7	121.6

Всего учтено 38 гнездящихся видов (в конкретных сообществах – от 25 до 33 видов). Что касается уровня общей плотности населения птиц, то наши показатели сопоставимы с аналогичными показателями, рассчитанными Е.И. Саранцевой [3]. Так, минимальная плотность населения отмечена ею для вязово-осоковой дубравы – 73,1 пары/10 га, максимальная – для осоковой дубравы – 143,1 пар/10 га. Для вязово-кленовой дубравы (наиболее близкий к нашему вариант) приводится 129,0 пар/10 га. Что же касается структуры сообщества и численности отдельных видов, то наши данные с данными Е.И. Саранцевой [3] согласуются плохо (табл. 5).

Таблица 5

Сравнение полученных средних показателей плотности гнездования некоторых видов птиц пойменных дубрав среднего течения р. Большой Иргиз с имеющимися в литературе (данные Е.И. Саранцевой из сводки «Птицы севера Нижнего Поволжья» [9]*)

№ п/п	Виды птиц	А Полученные данные, пар/10 га	Б Литературные данные, пар/10 га	Вывод
1	Зяблик	31.1	18.3	A >> Б
2	Большая синица	12.6	31.9	A << Б
3	Обыкновенная лазоревка	6.4	12.1	A << Б
4	Садовая славка	5.7	5.7	A = Б
5	Обыкновенный соловей	4.9	4.6	A ~ Б
6	Обыкновенная иволга	3.5	2.9	A ~ Б
7	Черноголовая славка	3.2	3.4	A ~ Б
8	Серая мухоловка	3.2	1.0–2.3	A > Б
9	Вяхирь	2.9	0.3	A >> Б
10	Мухоловка-пеструшка	2.8	1.8	A > Б
11	Певчий дрозд	2.4	3.6	A ~ Б
12	Чёрный дрозд	2.2	1.6	A ~ Б
13	Зарянка	2.1	0.6	A >> Б
14	Обыкновенная чечевица	1.8	0.6	A >> Б
15	Сойка	1.4	0.3	A >> Б
16	Обыкновенная горлица	1.3	0.3	A >> Б
17	Обыкновенный поползень	1.0	0	A
18	Обыкновенный дубонос	1.0	0.3	A >> Б
19	Вертишейка	0.9	0.3	A >> Б
20	Рябинник	0.9	1.3	A ~ Б
21	Обыкновенная гори-хвостка	0.8	0.8	A = Б
22	Зелёная пересмешка	0.6	0.9	A ~ Б
23	Черноголовый щегол	0.1	6.3	A << Б

* – обозначения: A = Б – показатели обилия равны; A ~ Б – показатели обилия примерно равны; A > Б – полученные показатели обилия больше литературных; A < Б – полученные показатели обилия меньше литературных; A >> Б – полученные показатели обилия значительно больше литературных; A << Б – полученные показатели обилия значительно меньше литературных.

Лишь у 9 сравниваемых видов (39.1 %) показатели обилия оказались близкими или равными. У 10 видов (43.5 %) они были занижены или сильно занижены Е.И. Саранцевой, у 3-х видов (13.0 %), наоборот, сильно завышены. Один вид (обыкновенный поползень) на гнездовании в долине Большого Иргиза саратовскими коллегами до сих пор не был найден. (Нами выводки этой птицы отмечены 26–29.05. 2007 г. на площадках № 23 и № 28, а также в последних числах мая 2010 г. на обоих маршрутах). Ошибочными мы считаем оценки Е.И. Саранцевой обилия доминирующих видов. Так, численность зяблика недооценена, по сравнению с нашими данными, в 1.7 раза, а численность синиц переоценена: большой – в 2.5 раза, лазоревки – в 1.9 раза. Это привело к искажению в работе Е.И. Саранцевой реальной структуры сообщества: зяблик по численности оказался на 2-м месте, а в лидеры с запредельным показателем 31.9 пар/10 га (!) вышла большая синица. В то же время случайный для пойменных дубрав черноголовый щегол Е.И. Саранцевой отнесен к субдоминантам с оценкой в 6.3 пары/10 га (оценка, по сравнению с нашей, завышена в 63 раза!).

Согласно «Карте геоботанического районирования СССР», составленной под руководством Е.М. Лавренко [10], западная часть бассейна р. Большой Иргиз, включая Пугачёвский р-н, была отнесена к Ерусланскому округу полосы *типчакowo-ковыльных степей*, а восточная, включая Ивантеевский р-н, – к Иргизскому округу полосы *раз-*

нотравно-типчачово-ковылных степей. Характер полученных нами данных не позволял провести статистическое сравнение двух географических вариантов сообществ. Поэтому, мы сравнили население птиц, учтённое в обоих районах на одинаковой площади, по 14 га (табл. 6).

Таблица 6

Сравнение численности гнездящихся птиц ивантеевских и пугачёвских пойменных дубрав (на одинаковых по площади выборках в 14 га)*

№ п/п	Виды	Количество гнездящихся пар		Сравнение численности
		И – дубравы Ивантеевского р-на	П – дубравы Пугачёвского р-на	
1	Зяблик	47	42.5	И > П
2	Большая синица	27	11.5	И > П
3	Садовая славка	9.5	9	И ~ П
4	Обыкновенная лазоревка	11.5	8.5	И > П
5	Обыкновенный соловей	8.5	5	И > П
6	Черноголовая славка	5	3	И > П
7	Северная бормотушка	4	5	И ~ П
8	Обыкновенная овсянка	9	12	И < П
9	Зелёная пеночка	6	6.5	И ~ П
10	Обыкновенная иволга	3	6	И < П
11	Сойка	3.5	1.5	И > П
12	Мухоловка-пеструшка	5	5	И = П
13	Зарянка	7.5	0	И
14	Чёрный дрозд	3.5	3	И ~ П
15	Певчий дрозд	4.5	0.5	И > П
16	Рябинник	0	2	И < П
17	Обыкновенная чечевица	2	3	И ~ П
18	Обыкновенная горлица	2.5	1.5	И ~ П
19	Обыкновенный поползень	3.5	0	И
20	Вяхирь	2.5	4.5	И < П
21	Лесной конёк	1.5	12.5	И < П
22	Пеночка-теньковка	1	1.5	И ~ П
23	Мухоловка-белошейка	8.5	4.5	И > П
24	Обыкновенная горихвостка	2.5	0	И
25	Длиннохвостая синица	1	0	И
26	Обыкновенная зеленушка	1	0.5	И ~ П
27	Пёстрый дятел	1.5	3.5	И < П
28	Серая славка	0.5	0	И
29	Пеночка-трещотка	0.5	1	И ~ П
30	Зелёная пересмешка	0	1	П
31	Серая мухоловка	1.5	8	И < П
32	Малая мухоловка	2	4.5	И < П
33	Речной сверчок	0	1	П
34	Черноголовый щегол	0	0.5	П
35	Обыкновенный дубонос	1.5	2	И ~ П
36	Вертишейка	0	3	П
37	Малый дятел	1	0	И
Всего:		189	173.5	И > П

* – обозначения: И = П – показатели обилия равны; И ~ П - показатели обилия примерно равны; И > П – показатели обилия в дубравах Ивантеевского района больше аналогичных показателей для дубрав Пугачёвского района; И < П – показатели обилия в дубравах Ивантеевского района меньше аналогичных показателей для дубрав Пугачёвского района.

Численность 9-и видов была больше в дубравах Ивантеевского района, 8-и – в дубравах Пугачёвского района. Обилие 11 видов оказалось равным или почти равным. 6 видов (зарянка – *Erithacus rubecula*, обыкновенный поползень – *Sitta europaea*,

обыкновенная горихвостка – *Phoenicurus phoenicurus*, длиннохвостая синица – *Aegithalos caudatus*, серая славка – *Sylvia communis* и малый дятел – *Dendrocopos minor*) найдены на гнездовании только на территории Ивантеевского района, 4 (зелёная пересмешка – *Hippolais isterina*, речной сверчок – *Locustella fluviatilis*, черноголовый щегол – *Carduelis carduelis* и вертишейка – *Jinx torquilla*) – только на территории Пугачёвского района. Общее обилие оказалось несколько выше в дубравах Ивантеевского района.

В пойменных дубравах Прииргизья отмечен также ряд видов птиц, численность которых не могла быть оценена применявшимися методами. Это обыкновенная кукушка (*Cuculus canorus*), чёрный коршун (*Milvus migrans*), обыкновенная неясыть (*Strix aluco*) и орлан-белохвост (*Haliaeetus albicilla*). Встречаемость их, по данным кругового картирования, составила 53.3% – у кукушки и по 3.3% – у остальных видов.

Кроме того, в урочище Козацкое Пестравского лесничества (Самарская обл.) обнаружена гнездовая колония серой цапли (*Ardea cinerea*), насчитывавшая в конце мая 2010 г. около 80 жилых гнёзд. Урочище расположено рядом с асфальтированной дорогой, соединяющей сс. Мосты и Дмитриевку.

В качестве дополнительной информации приводим также материалы, собранные нами в конце мая 2007 г. на крупном пойменном озере Калач в окр. с. Сёстры. Здесь обнаружены колониальные поселения цапель и хохотуньи (*Larus cachinnans*). В поливидовой колонии голенастых, располагавшейся в труднодоступных тростниковых зарослях, гнездились 10–15 пар серых, 5–7 пар больших белых (*Egretta alba*) и несколько пар рыжих цапель (*Ardea purpurea*). На плёсе, среди кустов рогоза, располагалось около десятка гнёзд хохотуньи. Вылупление птенцов в них, видимо, уже заканчивалось. В 3–4-х гнёздах ещё содержались сильно насиженные кладки. Эти находки представляют определённый фаунистический интерес, так как, согласно региональной орнитологической сводке [11], большая белая и рыжая цапли – редкие гнездящиеся птицы Саратовской области. Например, нерегулярное гнездование одиночных пар последнего вида установлено только для Дьяковского леса, волжских островов в пределах Ровенского района и в нижнем течении р. Еруслан. Хохотунья – также очень редкая гнездящаяся птица: общий размер саратовской гнездовой группировки оценивается в 50–120 пар [12].

Список литературы

1. Лавренко Е.М. Евразийская степная область // Геоботаническое районирование СССР. – М.; Л.: Изд-во АН СССР. – С. 95 – 110.
2. Липатова В.В. Растительность пойм // Растительность европейской части СССР. – Л.: Наука, 1980. – С. 346–372.
3. Саранцева Е.И. Структура и пространственное размещение сообществ птиц в пойменных экосистемах малых рек Нижнего Поволжья: Дисс. ... канд. биол. наук. – Саратов, 2003. – 260 с.
5. населения птиц долин малых рек Нижнего Поволжья // Вопросы биологии, экологии, химии и методики обучения: Сб. науч. статей. Вып. 4. – Саратов, 2001. – С. 54–55.
6. Дёмин А.М., Макарецова Л.В., Уставщикова С.В. География Саратовской области. – Саратов: Лицей, 2005. – 336 с.
7. Гудина А.Н. Модификации метода картирования территорий, перспективные для орнитомониторинга «обычных видов» // Актуальные вопросы в области охраны природной среды: Инф. сб. ФГУ «Всероссийский научно-исследовательский институт охраны природы». – М., 2009. – С. 78–80.
8. Гудина А.Н. Методы учёта гнездящихся птиц: Картирование территорий. – Запорожье: Дикое Поле, 1999. – 241 с.
9. Птицы севера Нижнего Поволжья. Книга IV. Состав орнитофауны / Завьялов Е.В., Шляхтин Г.В., Табачишин В.Г., Якушев Н.Н., Мосолова Е.Ю., Угольников К.В. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2008. – 280 с.
10. Геоботаническое районирование СССР / Под ред. Е.М. Лавренко. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1947. – 152 с.



11. Птицы севера Нижнего Поволжья. Книга I. История изучения, общая характеристика и состав орнитофауны / Завьялов Е.В., Шляхтин Г.В., Табачишин В.Г., Якушев Н.Н., Хрустов И.А. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2005. – 296 с.

12. Птицы севера Нижнего Поволжья. Книга III. Состав орнитофауны / Завьялов Е.В., Шляхтин Г.В., Табачишин В.Г., Якушев Н.Н., Мосолова Е.Ю., Угольников К.В. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2007. – 328 с.

COMMUNITIES STRUCTURE AND DENSITIES OF BREEDING BIRDS IN FLOOD-LANDS OAK FORESTS AT MIDDLE COURSE OF BIG IRGIZ RIVER

A.N. Gudina

*State Nature Reserve
«Voroninskiy»*

*Bratskaja, 22 Inzhavino,
Tambov Region, 393310, Russia
E-mail: karajvor@mail.ru*

The results of three author's expeditions in 2006 – 2010 years to Saratov Zavolzhje are presented in this paper. The censusing of nesters are used by the combined methods (Route Mapping and Circular Mapping) in three stations (Malaja Tavolozhka, Kanaevka and Dmitrievka) situated in the flood plains oakeries at the middle course of Big Irgiz River. The received mean values on the densities of some species are compared with the data published by other authors. Communities structure and species bird's number are compared in two geographical variants of the flood plain oakeries (Pugachov and Ivanteevca districts).

Key words: nester communities, population structure, number, densities, flood plain oakeries, Big Irgiz River.

УДК 57.591.58

ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ ПОВЕДЕНИЕ БОБРА ОБЫКНОВЕННОГО (*CASTOR FIBER* LINNAEUS, 1758): ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

А.В. Емельянов

Тамбовский государственный
университет
им. Г.Р. Державина

392000, г. Тамбов,
ул. Советская, д. 93

E-mail: EmelyanovAV@yandex.ru

В статье сделан обзор современных представлений об общих принципах территориального поведения млекопитающих на примере бобра обыкновенного (*Castor fiber* L.). Предпринятый анализ доказывает ведущее значение химической коммуникации животных в реализации ими территориальности, организации населяемого пространства и размножения. Обсуждены проблемы и перспективы исследований территориального поведения бобра как модельного вида для изучения вопросов химического общения животных и разработки инновационных систем управления пространственным размещением и интенсивностью размножения вида-эдификатора.

Ключевые слова: территориальное поведение, хемокоммуникация, запаховое мечение.

В исторический период значительным звеном во взаимодействии человека с окружающей средой была эксплуатация необходимых ему ресурсов часто приводящая к их значительному истощению или полному уничтожению. Использование животного мира является тому подтверждением. Это предопределяет интерес к изучению вопросов истории, источников восстановления и результатов реакклиматизационных мероприятий, а так же к разработкам подходов управления численностью и пространственным размещением популяций видов, которых принято считать целевыми (вредителей, охотничье-промысловых, имеющих охранный статус). Прогрессирующее увеличение площадей освоенных человеком ведет к росту напряженности его взаимоотношений с видами, конкурирующими с ним за ресурсы и активно преобразующими населяемый ландшафт, к их числу можно отнести и представителей рода бобров [1, 2, 3, 4]. В наиболее плотно населенных регионах бобр наносит значительный ущерб гидротехническим сооружениям, садам, местам разведения лесных культур и элементам инфраструктуры [5, 6, 7]. Это обуславливает необходимость создания четко разработанных мер по управлению его численностью и пространственным размещением, а также системы рационального промысла. Разработка прогрессивных подходов не возможна без глубокого понимания экологии видов и детерминант их популяционного гомеостаза, особенностей динамических циклов и хорологической структуры [8, 9, 10]. Для создания биологических основ использования поведенческих особенностей животных необходимо знание способов их ориентации, методов реализации территориальности и сигнализации. Активное управление поведением заключается в воздействии на рецепторную систему животных с целью получения определенных поведенческих реакций [11, 12, 13]. Однако широкое применение таких методов требует дополнительного изучения вопросов ольфакторной маркировки. Бобр обыкновенный (*Castor fiber* Linnaeus, 1758) является удобным объектом для изучения вопросов химической коммуникации. В отличие от других модельных видов, на которых изучалось этот тип поведения (соболи, норки, кабарга, полевки и т.д.), он не метит территорию с помощью каловых масс [14], а продукт препуциальных органов и секрет анальных желез имеют легко идентифицируемый запах и оставляются (в большинстве случаев) на характерном субстрате [15, 16, 17]. В настоящее время экспериментально доказана возможность управления территориальным размещением бобра с помощью внесения в природные условия биологически активных веществ, регистрируемых обонятельным анализатором животных [17, 18], адекватное влияние имитации запаха переуплотненной группы на поведенческие и физиологические процессы зверей [19], возможность применения синтетических аналогов феромонов для управления маркировочной активностью и базовым уровнем стресса млекопитающих [20]. Особый интерес пред-



ставляет явление нарушения беременности грызунов, вплоть до выкидыша, при внесении запаховых сигналов в среду их обитания, известное как Брюс-эффект [21]. Выше приведенные факты обуславливают актуальность дальнейшего изучения территориального поведения млекопитающих с целью применения его результатов для управления размещением и размножением животных. Для практического применения таких знаний необходимо обладать информацией о детерминантах и интенсивности маркировочной деятельности, а также размещении и характере использования ключевых элементов охраняемой территории.

Согласно представлениям о системной организации местообитаний особей и их групп, животные, населяя определенную территорию, формируют систему ориентиров и коммуникационных сред; элементы, несущие биологическую информацию, становятся частью популяции, принимая функцию аппарата памяти и управления надорганизменными системами [22]. Это система, названная Н.П. Наумовым [23] «биологическим сигнальным полем», иерархически организована: выделяют биоценологическое, внутривидовое, популяционное и групповое поля. Основной ролью полей является регуляция пространственного размещения особей, внутривидовых взаимоотношений, обеспечения безопасности, рационального использования ресурсов участка обитания. Сигнальные поля воздействуют на различные системы анализаторов, ведущее значение которых определяется биологией видов [23]. Слабо развитое зрение, наличие легколетучих метаболитов и относительно большая обонятельная доля мозга предопределили основную роль обоняния в коммуникации бобра [14, 24]. Восприятие ольфакторных сигналов является причиной изменения уровня стресса, к которому бобры чрезвычайно чувствительны [25], запаховые импульсы вызывают возникновение ответных реакций, являющихся триггерами гомеостатических процессов [26, 27].

Сигнальные поля ольфакторной природы формируются системой пахучих меток, источниками запаха в которых являются метаболиты животного, продукты специфических желез и жизнедеятельность микроорганизмов [28]. Согласно В.Е. Соколову и О.Ф. Черновой [29] кожные железы обыкновенного бобра приурочены к корневым участкам каждого пучка волос (сальные железы), подошвам лап (экринные железы) и позадитазовой области (парные анальные и препуциальные железы). Отношение авторами последних образований к железам противоречит результатам гистологических исследований З.С. Канцельсона, И.И. Орлова [30] и В.В. Криницкого [31], которые установили отсутствие в препуциях железистой ткани и доказали образование специфического вещества при мацерации жидкими продуктами метаболизма ороговевающего эндотелиального слоя мышечных лакун органа. Специальные работы [32, 33] показали, что бактериальная флора покровов тела животных участвует в формировании индивидуального газового облака особи.

Групповые сигнальные поля, формирующиеся парцеллярными группировками животных, реализуются в территориальном поведении, которое управляет плотностью, пространственной структурой популяции и рождаемостью по принципу обратной связи [34]. Информация, содержащаяся в ольфакторных метках, играет роль сигнального фактора невитального действия, запускающего адаптивные механизмы морфофизиологического характера [35]. Все сложные формы поведения (половое, материнское, территориальное), физиологические процессы и состояния (овариальные и вагинальные циклы, беременность, лактация, агрессивность, стрессированность и др.) подвержены влиянию обонятельных сигналов [19, 36, 21, 37, 328, 38, 39]. Изучение различных внутривидовых группировок млекопитающих, их внутри- и межвидовых взаимоотношений позволило выделить несколько функций ольфакторной коммуникации. Так, мечение летучими метаболитами индивидуальных (семейных) участков считается одной из форм притязаний на территорию и механизма пространственного размежевания семей [40, 41, 42, 43, 44]. Это предположение подтверждается полевыми работами зарубежных ученых [45], в опытах которых 82-85% наблюдаемых бобров реагировали на метки «чужих» особей, проявляя при их обнаружении исследовательское поведение и «встречное» меченье. Наблюдения в природе и виварные эксперименты приводят к выводу о том, что запаховая маркировка является реакцией на новизну мест обитания [46, 47, 48, 49]. К такому же выводу пришел В.С. Сизонов

[50], наблюдавший активное мечение литоральной части берега моря волками на Дальнем Востоке. Ряд исследователей отводят этой форме поведения значительную роль в установлении социальной иерархии и ориентации на участке [36, 51, 52, 53]. А.В. Федюшин [14] и В.К. Хлебович [54] предположили значимость меченья в объединении членов семейной группы на участке. Большинство исследователей считают систему запаховых меток функциональным звеном в общении смежных поселений и «плавающей» части популяции [55, 56, 57], а также в управлении хронологической структурой населений, сдерживающего фактора переуплотнения популяции и истощения ресурсной базы.

Адаптивный механизм хемокоммуникации реализуется в управлении территориальным поведением, уровнем социальной напряженности и рождаемости [8, 16, 58]. В.Е. Соколов, А.Н. Терехина [42] и К.-А. Нитше [55] указывали на формирование системой меток зон «комфорта», где вид в полной мере реализует свои биоэкологические потенции.

В качестве запаховых меток бобры сооружают на берегу холмики из близлежащего материала (детрита, почвы, донного грунта) и поливают их смесью секрета анальных желез, продукта препуциальных органов и урины [15, 16, 17]. Кроме этого для мечения используются площадки, лишённые растительности, занесенные илом и занятые несколькими сигнальными холмиками [54, 53, 56, 45]. Рядом авторов отмечается, что для меченья различными видами животных избираются выступающие предметы и используется потирание о грунт [40, 59, 52, 60]. Л.С. Лавров [40] предположил, что тактильное раздражение позадитазовой области бобра является стимулом для выделения бобровой «струи». Непреднамеренная маркировка возможна с помощью подошвенных кожных желез при передвижении животных [61].

Пространственное распределение меток – один из основных аспектов опосредованной хемокоммуникации, поскольку именно оно является базой для наиболее распространённой гипотезы о функциональном значении маркировочного поведения – мечения территории [62]. Доказанным считается преимущественное мечение бобром ключевых мест поселения. Однако одни авторы относят к таковым краевые участки [15, 16, 63, 55, 56, 57, 45], а другие – центральные зоны, приуроченные к жилищам, тропам и местам кормежки [53, 16, 55]. В.С. Кудряшов [64] отметил сезонные различия в пространственном расположении меток на участке обитания (в конце лета и осенью преимущественно метятся места будущей зимовки). Некоторые исследователи связывают местоположение и обилие меток с плотностью заселения водоемов [65, 55]. Однако М. Алексюк [16] и Ф. Роселл, Б. Нолет [56] не обнаружили связи между числом меток и расстоянием до смежных поселений. Д. Мюллер-Шварц и С. Хекман [17], напротив, отметив положительную корреляцию расстояния до ближайшего поселения с числом зарегистрированных на территории меток. Независимые наблюдения за двумя видами бобра (*Castor canadensis* Kuhl, 1820 и *C. fiber* L.) установили, что численность меток всегда выше по течению, даже если ближайший сосед располагался ниже по руслу водотока [16, 57].

По типу использования пространства бобра можно отнести к одиночно-семейным видам [66]. Согласно современным данным [53], его поселения состоят из ряда функционально значимых участков включающих жилища, пути перемещений, места кормежки. Помимо инфраструктурных элементов выделяют буферные участки между поселениями, периферийные и центральные зоны внутри них [16, 17]. Опыты в вивариях над полуводными млекопитающими показали, что тропы формируют и поддерживают пространственную и внутрипопуляционную структуру отношений [67]. Их плотность в природных условиях мало зависит от величины семьи, но характеризует особенности использования пространства [68]. Протяженность троп зависит от доступности корма и увеличивается при его истощении [69]. А. Фрикселл [70] доказал, что бобр использует территорию в соответствии с распределением предпочитаемого корма, но до определенной стадии его истощения, после которой пространство используется не избирательно.

Несмотря на большое число работ по хемокоммуникации бобра остается много неоднозначных констатаций, противоречивых сведений и неизученных аспектов.



Приуроченность к инфраструктурным элементам поселения отражена в большом числе известных работ. Так, Ф. Роселл и др. [57] отметили расположение 34.6% меток на кормовых участках, 6.6% – вблизи убежищ, 5.3% – на тропах-переходах и 53.5% – на индифферентных участках. Д. Мюллер-Шварц и С. Хекман [17] установили близость 85% меток к тропам у хаток или плотин. Необходимо отметить, что прямая экстраполяция результатов работ по ольфакторной коммуникации канадского бобра (*C. canadensis*) на обыкновенного (*C. fiber*) некорректна. Так, данные полученные А.В. Федюшиным [14], В.Е. Соколовым, Г.Н. Щенниковым [71] и Г. Хинце [72] показали достоверные различия в химическом составе анальных желез и долевом участии некоторых веществ в «струе» двух видов бобров. С.А. Корытин [73], изучая ольфакторное поведение близких видов песцов, выявил 13% различия его изменчивости. Опыты по изучению подвижности механизмов адаптации и пространственной ориентации выявили значимые расхождения этих параметров у двух видов бобров [74]. Эти обстоятельства предполагают значительные отличия в характере и интенсивности ответной реакции на запаховые сигналы различных представителей бобровых (*Castoridae*).

Сведения по мечению бобра в большинстве работ отечественных авторов сводятся к предположению его роли в жизни территориальных группировок, без проведения полевых или лабораторных исследований по проверке выдвинутых гипотез. Так, количественная оценка распределения меток по функциональным зонам поселения приведена в единственной работе А.Г. Николаева [53]. Некоторые работы К.-А. Нитше [75] основаны на наблюдениях единичных бобров в вивариях и зоопарках. В территориальном поведении зверя остаются не выясненными вопросы о равномерности использования поселения, продолжительности существования меток, частоты их обновления, приуроченности разных типов меток к различным пространственно-функциональным зонам. Не выяснена роль топических факторов в появлении и обновляемости ольфакторных сигналов. Несмотря на многочисленные данные о разнообразии способов оставления запаховых меток (на площадках, холмиках, участках троп и выступающих предметах), во всех известных работах, за единственным исключением [53], запаховое мечение бобровых изучалось только по сигнальным холмикам.

Разработка и осуществление исследовательских программ по изучению территориального поведения млекопитающих на примере бобра позволит выявить ключевые факторы формирования ольфакторной составляющей биологического сигнального поля, установить причины проявления конкретного вида мечения, ранжировать отдельные части поселения по степени значимости для вида. В перспективе такая информация может быть использована при разработке мер по экологическому управлению размещением бобровых поселений, способов привлечения животных в зоны рефугиумов и сокращения их числа вблизи частных земель, лесопромысловых участков, дамб и других гидротехнических сооружений.

Список литературы

1. Самусенко Э.Г. Роль бобра в прибрежных биоценозах Белоруссии // Научные основы боброводства. – Воронеж: Изд-во Воронежского ун-та, 1984. – С.50-58.
2. Оценка и сохранение биоразнообразия лесного покрова в заповедниках европейской России / Смирнова О.В., Торопова Н.А., Пчелинчева О.В., Шепелева С.А. – М.: Научный мир, 2000. – 193 с.
3. Завьялов Н.А., Крылов А.В., Бобров А.А., Иванов В.К., Дгебуадзе Ю.Ю. Влияние речного бобра на экосистемы малых рек. – М.: Наука, 2005. – 186 с.
4. Башинский И.В. Влияние средообразующей деятельности речного бобра (*Castor fiber* Linnaeus, 1758) на населения амфибий малых рек – Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 2008. – 24с.
5. Grasse J. Beaver ecology and management in the Rockies // J. of forestry. – 1951. – Vol. 49, № 1. – P. 3-6.
6. Chabrek R.H. Beaver – forest relationships in St. Fammani Parish, Lousiane // J. of Wildlife Manadgement. – 1958. – Vol. 22, № 2. – P. 179-183.
7. Laanetu N. Influence of beaver (*Castor fiber* L.) on natural and ameliorated lands // Folia Theriologica Estonia. – 2000. – № 5. – P. 66-74.

8. Наумов Н.П. Структура популяций и динамика численности наземных позвоночных // Зоол. журн. – 1967. – Т. 46, вып. 10. – С. 1470-1483.
9. Наумов Н.П. Пространственные структуры вида млекопитающих // Зоол. журн. – 1971. – Т. 50, вып. 7. – С. 965-980.
10. Груздев В.В. Территориальные центры и районы благоденствия и прозябания популяций // Популяционная структура вида у млекопитающих. – М., 1970. – С. 18-20.
11. Корыгин С.А. О видовых и породных отличиях изменчивости обонятельного поведения животных // Экология. – 1970. – № 4. – С. 75-81.
12. Мантейфель Б.П. Экология поведения животных. – М.: Наука, 1980. – 219 с.
13. Чораян О.Г., Степанова В.Я. Информационно-логический анализ физиологического обеспечения поведенческих реакций: Материалы III Всесоюзной конференции по поведению животных. – М.: Наука, 1983. – С. 52-53.
14. Федюшин А.В. Речной бобр. Его история, жизнь и опыты по размножению. – М.: ГЛАВПУШНИНА НКВТ, 1935. – 357 с.
15. Дежкин В.В., Дьяков Ю.В., Сафонов В.Г. Бобр. – М.: Агропромиздат, 1986. – 90 с.
16. Aleksyuk M. Scent-mound communication, territoriality, and population regulation in beaver (*Castor Canadensis* Kuhl.) // J. of Mammology. – 1968. – Vol. 49, № 4. – P. 759-762.
17. Muller-Schwarze D., Heckman S. The social role of marking beaver (*Castor canadensis*) // J. of chemical Ecology. – 1980. – Vol. 6, № 1. – P. 81-95.
18. Nolet B.A., Rosell F. Comeback of the Baever Cator fiber: an overview of old and new conservation problems // Biological Conservation. – 1998. – Vol. 13, № 2. – P. 165-177.
19. Азбукина М.Д. О пахучих железах американской норки // Сб. научно-технической информации (охота, пушнина, дичь). – М., 1967. – Вып. 18. – С. 67-71.
20. Феромонотерапия при шумовых фобиях у собак // Ветеринар. – 2007. – № 6. – С. 10-11.
21. Шовен Р. Поведение животных. – М.: Мир, 1972. – 481 с.
22. Наумов Н.П. Биологические (сигнальные) поля и их значение в жизни млекопитающих // Вестник АН СССР. – 1975. – Вып. 2. – С. 55-62.
23. Наумов Н.П. Сигнальные (биологические поля) и их значение для животных // Ж. общ. биол. – 1973. – Т. 34, № 6. – С. 808-817.
24. Корыгин С.А., Азбукина М.Д. Сезонные изменения в обонятельной чувствительности у животных и влияние на нее тренировки обонятельного анализатора // Химическая коммуникация животных. – М.: Наука, 1986. – С. 287-294.
25. Борисов А.М. Влияние экстремальных факторов на организм бобра // Научные основы боброводства. – Воронеж: Изд-во Воронежского ун-та, 1984. – С. 97-109.
26. Сломин А.Д. Гомеостатическое поведение и поведенческий гомеостаз // Управление поведением животных. – М.: Наука, 1978. – С. 266-270.
27. Рожнов В.В. Опосредованная коммуникация млекопитающих: о смене парадигмы и новом концептуальном подходе в исследовании маркировочного поведения // Зоол. журн. – 2004. – Т. 83, № 2. – С. 132-158.
28. Соколов В.Е., Зинкевич Э.П. Свойства обонятельной системы млекопитающих // Химическая коммуникация животных. – М.: Наука, 1986. – С. 213-219.
29. Соколов В.Е., Чернова О.Ф. Кожные железы млекопитающих. – М.: ГЕОС, 2001. – 647с.
30. Кацнельсон З.С., Орлов И.И. Гистологическое строение так называемых преуциальных желез взрослых желез // Тр. Воронежского гос. зап. – 1954. – Вып. 4. – С.58-65.
31. Криницкий В.В. Продукция боброводства // Тр. Воронежского гос. зап. – 1954. – Вып. 4. – С. 26-29.
32. Соколов В.Е., Зинкевич Э.П. Основные задачи исследования химической коммуникации млекопитающих // Химическая коммуникация животных. – М.: Наука, 1986. – С. 213-219.
33. Соколов В.Е., Ушакова Н.А. Микрофлора и химическая коммуникация животных // Химическая коммуникация животных. – М.: Наука, 1986. – С. 263-271.
34. Панов Е.Н. Поведение животных и этологическая структура популяций. – М.: Наука, 1983. – 423 с.
35. Тыщенко В.П. Сигнальное действие экологических факторов // Ж. общ. биол. – 1980. – Т. 41, № 5. – С. 655-667.
36. Наумов Н.П., Гольцман М.Е. Поведенческие и физиологические реакции млекопитающих на запахи сородичей по виду // Успехи современной биологии. – 1972. – Т. 72. – Вып. 3. – С. 427-443.



37. Айрумян К.А., Папаян С.Б. Маркировочное поведение и значение химических сигналов в жизнедеятельности полевок // Химическая коммуникация животных. – М.: Наука, 1986. – С. 310-315.
38. Соколов В.Е., Заумыслова О.Ю., Зинкевич Э.П. Экспериментальная модель для изучения влияния обонятельных сигналов на агрессивное поведение самцов серых крыс // Химическая коммуникация животных. – М.: Наука, 1986. – С. 325-329.
39. Непринцева Е.С., Белая З.А., Зинкевич Э.П. Синхронизация наступления первого эструса у самок серой крысы при действии химических сигналов самца // Сенсорные системы. – 1996. – Т. 10, № 4. – С. 68-73.
40. Лавров Л.С. Прижизненное получение бобровой струи // Тр. Воронежского гос. зап. – 1960. – Вып. 9. – С. 227-232.
41. Тарасов И.П. О биологическом значении пахучих желез у млекопитающих // Зоол. журн. – 1960. – Т. 39, вып. 7. – С. 1062-1068.
42. Соколов В.Е., Терехина А.Н. Запаховая маркировка территории у грызунов и зайцеобразных // Успехи современной биологии. – 1978. – Т. 86, вып. 2 (5). – С. 240-246.
43. Громов В.С. Этологические механизмы популяционного гомеостаза у монгольских песчанок // Доклады АН. – 1992. – Т. 325, № 6. – С. 1255-1258.
44. Гревцев В.И. К методике прогнозирования численности бобра // Методические основы прогнозирования численности и возможностей добычи пушных зверей: Сб. науч. тр. / ВНИИ охотн. хоз-ва и зверовод. – Киров: ВНИИОЗ, 1994. – С. 91-108.
45. Rosell F., Johansen J., Parker H. Euroasian beavers (*Castor fiber*) behavioral response to simulated territorial intruders // Can. J. Zool. – 2000. – Vol. 78. – P. 931-935.
46. Пасхина Н.М., Лапин В.А. Маркировочная деятельность песчанок // Феромоны и поведение. – М.: Наука, 1982. – С. 99-115.
47. Запаховая маркировка территории у песчанок (Mammalia, Rodentia): [моногр.] / В.Е. Соколов, В.С. Громов; РАН, Ин-т проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова. – М., 1998. – 216 с.
48. Яновский И.Ю. Маркировочное поведение полосатого Мангуста (*Mungos mungo*) // Зоол. журн. – 2003. – Т. 82, № 3. – С. 1144-1149.
49. Емельянов А.В. Роль уровня режима реки в ольфакторном мечении обыкновенного бобра (*Castor fiber* L.) // Роль особо охраняемых природных территорий в сохранении биологического разнообразия: Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 10-тилетию Государственного природного заповедника «Ростовский», 26-28 апреля 2006 г., пос. Орловский, Ростовская область. – Ростов н/Д: изд-во Рост. ун-та, 2006. – С. 289-291.
50. Сизонов В.С. О химической маркировке у волков (*Canis lupus*) // Поведение охотничьих животных. – Киров: ВНИИОЗ, 1981. – С. 83-87.
51. Соколов В.Е., Ляпунова Л.П. Особенности иерархической структуры сообществ серых крыс (*Rattus norvegicus norvegicus*) в условиях вольерного содержания // Феромоны и поведение. – М.: Наука, 1982. – С. 162-179.
52. Соколов В.Е., Приходько В.И. Маркировочное поведение самцов кабарги (*Moschus moschiferus*) при мечении хвостовой железой и функциях пахучих меток // Феромоны и поведение. – М.: Наука, 1982. – С. 201-218.
53. Николаев А.Г. Пространственная структура Воронежской популяции бобров, основы ее охраны и рационального использования: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Воронеж, 1998. – 26 с.
54. Хлебович В.К. Материалы по экологии речного бобра в условиях Воронежского заповедника // Тр. Воронежского заповедника. – 1947. – Вып. 9. – С. 10-22.
55. Nitsche K.-A. Reviermarkierung beim Elbebiber (*Castor fiber albicus*) // Mitt. zool. Ges. – 1985. – Bd. 4, №.12/13. – S.259-273.
56. Rosell F., Nolet B.A. Factors affecting scent-marking behavior in Eurasian Beaver (*Castor fiber*) // J. of Chemical Ecology. – 1997. – Vol. 23, № 3. – P. 673-689.
57. Rosell F., Bergan F., Parker H. Scent-marking in the Eurasian Beaver (*Castor fiber*) as a means of territory defense // J. of Chemical Ecology. – 1998. – Vol. 24, № 2. – P. 207-219.
58. Ulevicius A., Balciuskas Z. Scent marking intensity of beaver (*Castor fiber*) along rivers of different sizes // Z. Säugetierkunde. – 2000. – Vol. 65. – P. 286-292.
59. Машкин В.И., Батулин А.Л. Ольфакторное поведение сурка Мензбира // Феромоны и поведение. – М.: Наука, 1982. – С. 82-98.
60. Соколов В.Е., Васильева Н.Ю., Роговин К.А. К вопросу об эволюции маркировочного поведения у грызунов. Структурный анализ последовательности движений // Зоологический журнал. – 1988. – Т. 67, вып. 2. – С. 251-261.

61. Соколов В.Е. Хемокоммуникация млекопитающих // Вестник АН СССР. – 1975. – Вып. 2. – С. 44-54.
62. Рожнов В.В. Маркировочное поведение // Итоги науки и техники. Зоология позвоночных. – М., 1988. – Т. 15. – С. 152-203.
63. Jvendsen J.E. Patterns of sent fond-maunding in u population of beaver (*Castor canadensis*) // J. Chemical Ecology. – 1980. – № 6. – P. 133-148.
64. Кудряшов В.С. О факторах, регулирующих движение численности речного бобра в Окском заповеднике // Тр. Окского гос. заповедника. – 1975. – Вып. 11. – С. 5-128.
65. Кудряшов В.С. Состав особей в поселениях и внутривидовые отношения у бобров // Рациональное использование запасов речного бобра в СССР. – Воронеж, 1973. – С. 82-85.
66. Наумов Н.П. Меченье млекопитающих и изучение их внутривидовых связей // Зоол. журн. – 1956. – Т. 35, вып. 1. – С. 3-15.
67. Айрумян К.А., Папаян С.Б., Матевосян П.А. Особенности поведения общественных (*M. socialis*) и плоскогорных (*M. guentheri schidlovski*) полевок в лабораторных условиях: Доклады участников II Всесоюзной конференции по поведению животных. Групповое поведение животных. – М.: Наука, 1977. – С. 9-11.
68. Улявичус А. Распределение речного бобра на песчаных равнинах юго-восточной Литвы // Млекопитающие Литвы. – Воронеж, 1990. – С. 113-116.
69. Nolet В.А., Rosell F. Territoriality and time budgets in beavers secuential settlement // Can. J. Zool. – 1994. – № 72. – P. 1227-1237.
70. Fryxsell J.M. The space used by beavers in connection with an abundance of resources // Oikos. – 1992. – Vol.64. – P. 474-478.
71. Соколов В.Е., Щенников Г.Н. Определение видовой принадлежности бобров *Castor fiber* и *Castor Canadensis* (Rodentia, Castoridae) по сравнению анальных желез // Зоологический журнал. – 1990. – Т. 69, вып. 8. – С. 251-263.
72. Hinze G. Biber. Korperbau und Lebensweise, Verbreitung und Geschicht. – Berlin, Akademie-Verlag, 1950. – 216 s.
73. Коротин С.А. Влияние различных запахов на поведение зверей // Тр. ВНИИОЗ. – Вып. 21. – Киров: ВНИИОЗ, 1976. – С. 174-364.
74. Мешкова Н.Н., Фабри К.Э., Бейсебаева А.К. К вопросу об адаптации европейского и канадского бобров в ситуациях новизны // Состояние, перспективы хозяйственного использования и разведения бобра в СССР. – Воронеж, 1989. – С. 94-96.
75. Nitsche K.-A. Zur Reviermarkirung der Biber (*Castor fiber* und *Castor canadensis*) in Gefangenschaft // Mitt. zool. Ges. – 1987. – Bd. 5, №. 1/4. – S. 21-22.

TERRITORIAL BEHAVIOUR OF THE BEAVER (*CASTOR FIBER* LINNAEUS, 1758): PROBLEMS AND PROSPECTS OF RESEARCHES

A.V. Emelyanov

*G.R. Derzhavin Tambov
State University
Sovetskaya St., 93, Tambov,
392000, Russia
E-mail: EmelyanovAV@yandex.ru*

This paper deals with the review of modern points of view about the general principles of the territorial behavior of mammals on the example of beavers (*Castor fiber* L.). The undertaken analysis proves the importance of the chemical communication between animals in their realization of the stocking and reproduction. The problems and prospects of further researches of the beaver's territorial behavior are discussed, the beavers are considered as the model species used for studying chemical interaction between animals and working out the innovative control systems of the stocking and reproduction of the edificatory-species.

Key words: territorial behavior, chemical marks, olfactory marking.



ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛОКАЛЬНОЙ ПОПУЛЯЦИИ КРАПЧАТОГО СУСЛИКА – *Spermophilus suslicus* (GULDENSTAEDT 1770), НАСЕЛЯЮЩЕЙ ГОРОДСКОЕ КЛАДБИЩЕ¹

С.В. Пиванова
Ю.Э. Шубина

Липецкий государственный
педагогический университет
Россия, 398020, г. Липецк
ул. Ленина, 42
E-mail: svpivanova@yandex.ru

Интенсивное хозяйственное использование земель и активные мероприятия по борьбе с грызунами в XIX–XX веках привели к сокращению численности крапчатого суслика (*Spermophilus suslicus* Guld., 1770) в Центральном Черноземье. Для восстановления популяций животного и оптимизации их численности необходимо изучение его экологической адаптации в местах современного обитания на антропогенно-трансформированных территориях. В работе рассматриваются особенности экологии локальной популяции крапчатого суслика на территории городского кладбища. Данные получены с 2006 по 2010 годы на территории кладбища в окрестностях г. Липецка, где обитает около 800 особей данного вида. Средняя плотность группировки составляет 13,8 особей/га. Период активности продолжается с конца марта по третью декаду августа и составляет около 160 дней. Суслики ведут дневной образ жизни, в летнее время активны с 7.00 до 20.00. Среди взрослого населения и сеголеток преобладают самки (56,5 и 55,9% соответственно). Доля размножавшихся самок составляет 84%. Среднее количество эмбрионов у самки – $5,6 \pm 0,3$. На численность группировки в значительной степени влияют антропогенные факторы, в числе которых браконьерский отстрел и гибель на автодорогах.

Ключевые слова: суслики, *Spermophilus suslicus*, численность, суточная активность, сезонная активность, размножение, половой состав, питание.

Введение

Еще сравнительно недавно – 150–200 лет назад – степные ландшафты в Центральном Черноземье не были редкостью [1]. В XX веке в связи с увеличением площади распаханых земель и неумеренным выпасом сельскохозяйственных животных происходило сокращение степных участков в регионе и обеднение биологического разнообразия [2; 3; 4]. В это же время проводились активные мероприятия по борьбе с грызунами, как основными вредителями сельского хозяйства. В результате численность сусликов резко сократилась. Популяции зверьков были раздроблены на мелкие группировки, увеличилась их изоляция вплоть до полного прекращения контактов [5].

В последние годы интенсивные технологии сельскохозяйственного производства и, особенно, использование в растениеводстве широкого спектра химических веществ, делают сельскохозяйственные земли и прилегающие к ним территории непригодными для обитания крапчатого суслика (*Spermophilus suslicus* Guld., 1770). Следствием этого является значительное сокращение его численности во всех областях Центрального Черноземья [6]. Основными местами сохранения популяций этого вида в настоящее время являются балки, овраги, садовые участки, полосы отчуждения вдоль автомобильных и железных дорог [7]. Изучение экологических адаптаций животного на антропогенно-трансформированных территориях представляет большой интерес в связи с необходимостью восстановления популяций и оптимизации их численности. В Липецкой области крупнейшей по занимаемой территории является колония крапчатого суслика, населяющая городское кладбище.

¹Работа докладывалась на XI Международной научно-практической экологической конференции «Видовые популяции и сообщества в антропогенно трансформированных ландшафтах: состояние и методы его диагностики». Белгород. 20–25 сентября 2010 г.

Кладбище площадью около 60 га расположено в 5 км от г. Липецка. Оно создано на месте сельскохозяйственных земель в 1980 г. В растительном покрове кладбища преобладает злаковое разнотравье с разреженными древесно-кустарниковыми насаждениями. Во флоре территории присутствует большое количество интродуцентов.

До заселения территории кладбища крапчатый суслик встречался в близлежащих оврагах и на обочинах дорог. По опросам смотрителей, поселение зверька на кладбище возникло более 15 лет назад.

Целью работы было изучение особенностей экологии локальной популяции крапчатого суслика на территории городского кладбища.

Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

- 1) оценить численность локальной популяции крапчатого суслика;
- 2) выяснить характер размещения колонии крапчатого суслика на территории городского кладбища;
- 3) проанализировать сезонную и суточную активность вида;
- 4) охарактеризовать половую структуру популяции и плодовитость суслика;
- 5) выявить особенности питания крапчатого суслика в районе исследования;
- 6) установить факторы, влияющие на численность крапчатого суслика.

Материал и методы

Материал, послуживший основой для данной статьи, был собран в 2006-2010 годах в окрестностях г. Липецка на территории Косыревского кладбища.

Для сравнения плотности населения крапчатого суслика участки с разным возрастом захоронений условно отнесены к трем категориям: старый (захоронения до конца 80-х годов прошлого века), средневозрастный (захоронения 90-х и 2000-2005 гг.) и новый (захоронения после 2005 года). Рассматриваемые участки отличаются характером почвенного покрова и растительности, а также частотой посещения людьми.

Изучение относительной численности группировки суслика, суточной и сезонной активности животных проводилось в ходе маршрутных учетов в полосе длиной 2,5 км и шириной около 0,001 км. Всего проведено 352 учета. Для оценки сезонной активности и плотности населения использованы данные, полученные в период с 9 до 11 часов утра (время максимальной суточной активности животных).

В исследовании плодовитости крапчатого суслика и особенностей его рациона питания использованы особи, погибшие в результате естественных причин, отстрелянные браконьерами и сбитые на автодороге.

Интенсивность размножения определяли долей беременных или родивших самок. При вскрытии осматривали матку и отмечали наличие эмбрионов или темных плацентарных пятен [8; 9]. Всего вскрыто 63 половозрелых зверька, из которых 33 – самки.

При изучении половой структуры популяции и репродуктивного состояния самок были использованы особи, отловленные сетчатыми живоловками Щипанова 30×10×10 см [10] и содержали в качестве приманки семена подсолнечника.

Для изучения особенностей питания крапчатого суслика проведен анализ содержимого желудков 63 взрослых особей крапчатого суслика. Также проводились наблюдения за кормящимися зверьками, осмотр остатков пищи около входов в норы и на местах кормежки животных.

Статистическая обработка результатов измерений выполнена с помощью программы *Excel*.

Плотность населения зверька

Плотность населения крапчатого суслика на всем пространстве ареала может меняться в пределах от нескольких особей до нескольких сот особей на га. Для причерноморских поселений характерна плотность колоний зверька более 100 особей/га [9; 11]. В северных и восточных поселениях плотность обычно не превышает 20 особей/га [12; 13; 14] и только в отдельные годы поднимается до 100 особей/га [15; 16; 17]. Средняя плотность населения крапчатого суслика на Косыревском кладбище составляет $13,8 \pm 1,1$ особей/га.

Сезонная активность

Пробуждение от зимней спячки у крапчатого суслика наблюдается в конце марта–начале апреля. За период с 2007 по 2010 г. самое раннее пробуждение отмечено 16 марта 2008 г.

Наибольшая плотность населения зверька наблюдается в период выхода молодняка, наименьшая – в конце сезона активности, что связано с расселением сеголеток на новые территории и уменьшением активности половозрелых особей (рис. 1).

Массовое залегание в спячку происходит в середине августа. В 2006-2008 гг. уход в спячку наблюдался в период с 17 по 22 августа [18]. В 2009 и 2010 гг. – на неделю раньше – 10-13 августа, что, вероятно, обусловлено сухой и жаркой погодой, вызвавшей выгорание травяного покрова.

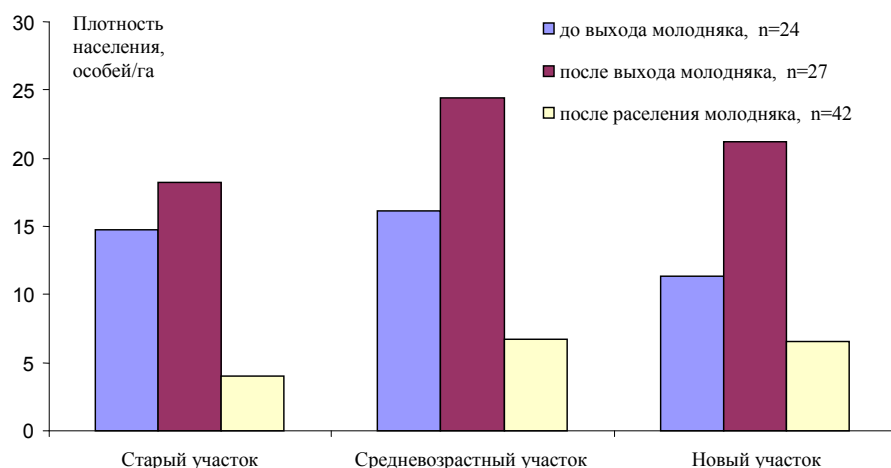


Рис. 1. Сезонная динамика плотности населения крапчатого суслика на разных участках Косырёвского кладбища (n – количество учетов).

Суточная активность

Известно, что крапчатые суслики – дневные животные. По наблюдениям Е.А. Павловой [19], И.И. Барабаш-Никифорова [20] зверьки активны с 6.00 до 21.00 час. На Косыревском кладбище выход животного из нор в середине сезона активности происходит около 7 часов утра. Активный период продолжается, примерно, до 20 часов вечера.

Первый пик активности отмечается с 9.00 до 11.00 часов утра (рис. 2). Спад активности приходится на наиболее жаркие часы, в летнее время – с 12 до 15 часов. Второй пик активности суслика отмечается в послеполуденные часы, что, вероятно, связано со снижением температуры воздуха. Спад активности в середине дня в наиболее жаркие часы отмечен у малого (*Spermophilus pygmaeus* Pall, 1778) и крапчатого сусликов в работах С.Н. Варшавского [21], Г.М. Гурылевой [22], В.А. Лобкова [9].

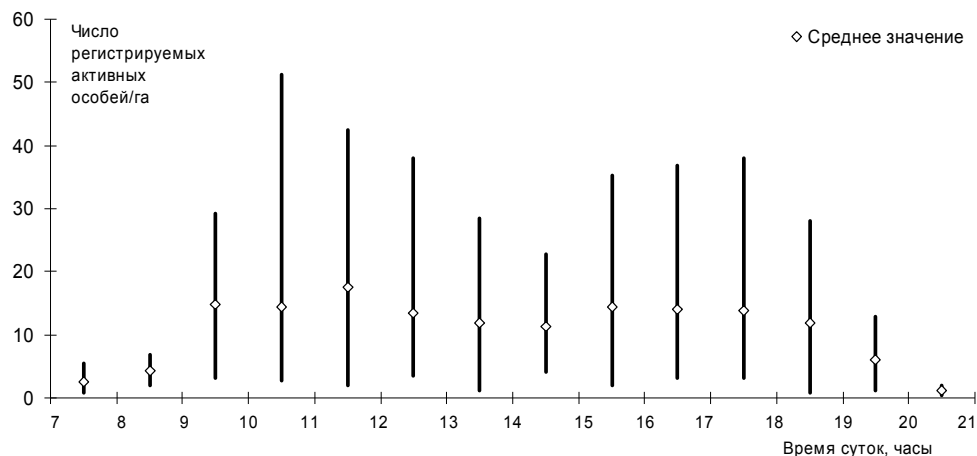


Рис. 2. Суточная активность крапчатого суслика на Косыревском кладбище (n = 352).

На суточную активность крапчатого суслика влияют погодные условия и частота беспокойства зверька людьми на территории городского кладбища.

Половой состав

Пополнение населения каждой популяции за сезон размножения зависит не только от плодовитости самок и степени их участия в размножении, но и от их относительной численности [9]. В своих работах Е.В. Яценковский [23], В.И. Тихвинский [15] отмечают приблизительно равное соотношение полов у крапчатого суслика. В популяции крапчатого суслика, обитающей в пригороде города Липецка, самки численно преобладают над самцами (табл. 1). Соотношение полов с возрастом не меняется.

Таблица 1

Половой состав популяции крапчатого суслика на Косыревском кладбище

Возрастная группа	Самцы, %	Самки, %
Сеголетки (n=62)	43.5	56.5
Половозрелые особи (n=202)	44.1	55.9

Плодовитость

В локальной популяции крапчатого суслика, обитающей в пригороде города Липецка, в 2009-2010 годах доля размножавшихся самок составила 84% от их общего числа. По всей вероятности, высокая доля размножающихся самок в данной популяции имеет компенсаторное значение, восполняя значительную гибель особей от различных причин, обусловленных хозяйственной деятельностью человека, при сохранении достаточной кормовой базы и мест для размножения [24].

По литературным данным, у самок крапчатого суслика в среднем бывает 5-9 эмбрионов [20; 25; 26; 27]. Результаты наших исследований показали, что среднее количество эмбрионов или темных плацентарных пятен у самок крапчатого суслика в рассматриваемой популяции составляет 5.6 ± 0.3 (*lim* 2-9).

В 2008-2009 годах из семи семей сусликов, находившихся под наблюдением, пять имели по 4 детеныша в выводке, одна семья была с 3 и одна – с 8 детенышами. Среднее число детенышей в выводке составило 4.4 [24].

Особенности питания

Как известно, крапчатый суслик относится группе видов, являющихся степными фитофагами [28]. Спектр употребляемых кормовых объектов определяется их встречаемостью в местах обитания и сезоном [9]. По литературным данным, основной рацион крапчатого суслика состоит из вегетативных частей, плодов и семян растений: тысячелистника (*Achillea*), типчака, овсяницы (*Festuca rubra*, *Festuca sulcata*), пырея ползучего (*Agropyron repens*), костра (*Bromus*), лебеды (*Atriplex*), одуванчика (*Taraxacum*), василька (*Centaurea*), земляники (*Fragaria*) [9; 20].

Анализ содержимого желудков 63 зверьков показал преобладание в них растительной пищи в течение всего времени активности. В отдельные периоды наблюдалось массовое поедание животными сезонных кормов.

По результатам наблюдений с конца марта по конец апреля в рационе питания зверьков преобладают корневища, луковицы и молодые побеги диких и культурных растений. В эти месяцы в рационе встречаются так же хлебобулочные изделия, печенье, шоколадные конфеты, карамель, творог, вареные яйца [29]. В мае–июне в рационе преобладали зеленые части растений, преимущественно, из семейств злаковых и сложноцветных.

С июня по август, помимо зеленых частей растений, отмечается поедание зверьками плодов и семян растений. Так, например, в июне–июле в 59% случаев в желудках обнаружены семена земляники (n=17).

Регуляция численности

Численность популяции крапчатого суслика регулируется рядом природных и антропогенных факторов.



На кладбище суслик распространен неравномерно. Наиболее заселен зверьками участок со средним возрастом захоронений. Территории свежих захоронений животные осваивают после того, как восстановится нарушенный поверхностный слой почвы и сформируется травяной покров. Старые участки также малопривлекательны для суслика. Здесь сильно разрастаются деревья и кустарники. Местами образуются сплошные заросли одичавших декоративных травянистых растений и лиан. Со временем территория захоронений теряет сходство со степными и луговыми ландшафтами, исчезают кормовые растения.

Важным фактором, влияющим на численность крапчатого суслика, является хищничество. Нами зафиксированы факты охоты на суслика черного коршуна (77,6%), бродячих собак (20,4%), ласки (2%) (n=49).

В 2009 году на территории городского кладбища за апрель также было найдено 7 мертвых зверьков, что позволяет предполагать возможность инфекционного заболевания.

Суслик часто становится случайной или преднамеренной жертвой человека: он погибает на автодорогах и в результате браконьерского отстрела. В 2009-2010 годах из 66 погибших зверьков 78,8% были отстреляны браконьерами, 10,6% – сбиты машинами, 10,6% погибли в результате естественных причин.

Обитание в антропогенно-трансформированных ландшафтах связано с адаптацией к присутствию человека. По данным Е.В. Яценковского [23] крапчатый суслик не подпускает человека ближе 40 м. По нашим наблюдениям суслик на территории городского кладбища подпускает человека в среднем на 5,3 м (Lim 1,5-30м), после чего зверек скрывается в норе. Аналогичные результаты были получены М.Н. Смирновым и И.А. Минаковым [30] на длиннохвостых сусликах (*Spermophilus undulates* Pall. 1779), обитающих на урбанизированных территориях.

Выводы

Таким образом, в окрестностях г. Липецка городское кладбище в настоящее время является местом стабильного существования группировки крапчатого суслика.

Средняя плотность населения крапчатого суслика составляет 13,8 особей/га. На территории кладбища зверек предпочитает участки с невысоким травяным покровом.

Период активности суслика продолжается с 4 декады марта по 3 декаду августа. Наибольшая численность регистрируемых зверьков наблюдается в последнюю декаду мая и в начале июня, когда происходит выход молодняка из нор.

Суточная активность у крапчатого суслика продолжается с 7.00 до 20.00 часов. Максимальная активность наблюдается с 10 до 11 часов утра.

Среди взрослого населения и сеголеток крапчатого суслика преобладают самки.

Доля размножившихся самок за период наблюдений составила около 84%. Среднее количество эмбрионов у самок крапчатого суслика 5.6 ± 0.3 (Lim 2-9). Среднее число детенышей в выводке 4,4.

Основу рациона крапчатого суслика составляет растительная пища, но употребляют они и продукты питания человека.

На численность популяции вида в значительной степени влияют антропогенные факторы.

Список литературы

1. Негрбов О.П., Побединский Г.А. Среднерусская степь: перспективы сохранения в Воронежской области // Степной бюллетень. — 2001. — № 9. — <http://ecoclub.nsu.ru/books/Step-9/index.htm>.
2. Чибилев А. Ключевые проблемы региональной экологической политики в степной зоне России и сопредельных государств // Степной бюллетень. — 1998. — № 2. <http://www.biodiversity.ru/programs/steppe/bulletin/step-2/index.html>.
3. Левыкин С. В. Теория управления земельными ресурсами агроэкосистем на основе сохранения и реабилитации ландшафтно-биологического разнообразия степей. Автореф. дис. ... докт. геогр. наук. — Астрахань. — 2006. — С. 3.

4. Сарычев В.С. Степи Липецкой области: на грани уничтожения или на пороге новой жизни? // Степной бюллетень. – 2005. – № 117. – С. 38-43.
5. Шилова С.А., Шекарова О.Н. Суслики Евразии. Проблема охраны // Степной бюллетень. – 2005. – № 18. – С. 20-25.
6. Пиванова С.В., Шубина Ю.Э. Городское кладбище как место сохранения популяции крапчатого суслика // Видовые популяции и сообщества в антропогенно трансформированных ландшафтах: состояние и методы его диагностики. Материалы XI Международной научно-практической экологической конференции. 20-25 сентября 2010 г., г. Белгород. – Белгород: ИПЦ ПОЛИТЕРРА, 2010. – С. 177-178.
7. Пиванова С.В. Характер размещения нор крапчатого суслика в природно-антропогенном ландшафте Липецкого района // Актуальные проблемы естественных наук и их преподавания. – Липецк, ЛГПУ. – 2009. – С. 131-134.
8. Новиков Г.А. Полевые исследования по экологии наземных позвоночных. – М.: «Советская наука». – 1953. – С. 326-329.
9. Лобков В.А. Крапчатый суслик Северо-западного Причерноморья: биология, функционирование популяций. – Одесса: АстроПринт. – 1999. – С. 113-120.
10. Щипанов Н.А. Универсальная живоловка для мелких млекопитающих // Зоол. журн. – 1987. – Т. 66. – С. 759-761.
11. Лозан М.Н. Грызуны Молдавии (история становления фауны и экологии рецентных видов). – Кишинев. – 1970. – Т. 1. – С. 1-168.
12. Петровский Ю.Т. Особенности экологии крапчатого суслика в Белоруссии // Зоол. журн. – 1961. – Т. 40, вып. 5. – С. 736-748.
13. Титов С.В. Современное распространение и изменение численности крапчатого суслика *Spermophilus suslicus* в восточной части ареала // Зоол. журн. – 2001. – Т. 80, вып. 2. – С. 230-235.
14. Титов С.В. Современное распространение крапчатого суслика в Поволжье // Фауна и экология животных. – 2002. – № 3. – С. 147-157.
15. Тихвинский В., Соснина Е. Опыт исследования экологии крапчатого суслика методом «экологических индикаторов» // Вопросы экологии и биоценологии. – 1939. – Вып. 7. – С. 141-156.
16. Попов В.А. Млекопитающие Волжско-Камского края. – Казань: Изд-во АН СССР. – 1960. – С. 1-467.
17. Бабицкий А.Ф. Регуляция жизненного цикла крапчатого суслика (*Spermophilus suslicus* Guld, 1770). Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – М. – 2008. – С. 7-9.
18. Пиванова С.В. Сезонная активность крапчатого суслика в природно-антропогенном ландшафте окрестностей г. Липецка // Проблемы экологии и экологической безопасности Центрального Черноземья Российской Федерации: материалы XII Междунар. научн.-практ. конф., г. Липецк, 3 декабря 2008 г. – Липецк: ЛЭГИ. – 2008. – С. 46-47.
19. Павлова Е.А. Суслик. Библиотека промыслового охотника. – М.: Заготиздат. – 1951. – С. 12-30.
20. Барабаш-Никифоров И.И. Звери юго-восточной части Черноземного Центра – Воронеж. – 1957. – С. 219 - 230.
21. Варшавский С.Н. Географические особенности дневной активности малого суслика (*Citellus pygmaeus* Pall.) // Зоол. журн. – 1941. – Т. 20, № 2. – С. 290-301.
22. Гурылева Г.М., Денисов В.П. Суточная активность малого суслика в Саратовской области // Влияние хозяйственной деятельности человека на животный мир Саратовского Поволжья. – Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1969. – С. 87-91.
23. Яценковский Е.В. Суслики в Белоруссии. Записки Белорус гос. ин-та с/х. – Минск, 1925. – Вып. 9. – С. 297-361.
24. Пиванова С.В., Шубина Ю.Э. Размножение крапчатого суслика в пригородной зоне города Липецка // Первые Международные Беккеревские чтения 27-29 мая 2010 г. Волгоградский государственный университет. – Волгоград, 2010. – Ч. 1. – С. 495-496.
25. Мигулин А.А. О числе детенышей у крапчатого суслика. // Захист-Рослиен. – 1925 – Ч. 3-4. – С. 40.
26. Семенов Н.М. Некоторые данные о размножении крапчатого суслика // Журн. опытно-агроном. Ю-В. – 1930. – Т. 8, вып. 1. – С. 215-220.
27. Лобков В.А. О хронографической изменчивости крапчатого суслика // Зоол. журн. – 1978. – Т. 57, № 12. – С. 1897-1899.
28. Титов С.В. Распространение крапчатого суслика в Пензенской области (исторический обзор и предварительные современные результаты) // Материалы Всероссийск. научн.-



практ. конф., посвященной 125-летию И.И. Спрыгина «Проблемы охраны и рационального использования природных экосистем и биологических ресурсов». – Пенза. – 1998. – С. 361-362.

29. Литвинова С.С., Пиванова С.В., Шубина Ю.Э. К вопросу о питании крапчатого суслика в природно-антропогенных ландшафтах Липецкого района // Роль естественных наук в решении проблем современного общества (Материалы Всероссийской студенческой конференции). – Липецк. – 2009. – С. 70-72.

30. Смирнов М.Н., Минаков И.А. К характеристике поведения длиннохвостого суслика (*Spermophilus undulates* Pall.) на урбанизированных территориях // Суслики Евразии (роды *Spermophilus*, *Spermophilopsis*): происхождение, систематика, экология, поведение, сохранение видовой разнообразия. Материалы российской научной конференции. Москва, 16-17 ноября 2005 г. – М.: Т-во научн. изд. КМК. – 2005. – С. 98-99.

THE ECOLOGICAL PECULIARITIES OF THE LOCAL SPOTTED SOUSLIK – *SPERMOPHILUS SUSLICUS* (GULDENSTAEDT 1770) POPULATION INHABITED THE TOWN CEMETERY

S.V. Pivanova
Yu.E. Shubina

Lipetsk Teacher Training University

*Lenina St., 42, Lipetsk,
398020, Russia,*

E-mail: svpivanova@yandex.ru

The agricultural expansion and deratization in the XIX-XX centuries have led to the decrease of spotted souslik (*Spermophilus suslicus* Guld., 1770) population in the Central Chernozem'e. The study of the ecological adaptation of spotted sousliks in their modern habitat is necessary for the restoration and optimization of their population. The ecological peculiarities of spotted sousliks' population inhabiting the town cemetery are under the study. The data have been collected since 2006 from the territory of the cemetery in the vicinity of Lipetsk where about 800 animal units of this species inhabit. The average density of the population is 13.8 animal units per ha. The activity period of spotted sousliks is from March up to the third decade of August and is about 160 days. Spotted sousliks are diurnal species which are active from 7 am till 8 pm. Bitches are about 56.5% among adult species and 55.9% among young. The percent of breeding bitches is 84%. The average number of embryos is 5.6 ± 0.3 . The population dynamics are determined by anthropogenic factors among which are the poaching and traffic accidents.

Key words: spotted sousliks, *Spermophilus suslicus*, density of population, daily activity, seasonal activity, reproduction, sex distribution, nutrition.

ВЛИЯНИЕ ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ПОКАЗАТЕЛИ СИСТЕМЫ КРОВИ И СОЗРЕВАНИЕ СПЕРМАТОЗОИДОВ *RANA RIDIBUNDA* PALL.

А.А. Присный
С.В. Кулько
Т.А. Пигалева

Белгородский государственный
университет

Россия, 308015, г. Белгород,
ул. Победы, 85

E-mail: Prisny@bsu.edu.ru

Приведены особенности реакции морфофункциональных показателей организма *Rana ridibunda* Pall. на воздействие постоянного магнитного поля. Выявлены достоверные изменения показателей гематокрита у животных, подвергшихся воздействию постоянного магнитного поля. У самцов лягушек, подвергшихся воздействию постоянного магнитного поля, достоверно увеличивается число аномальных сперматозоидов. Установлено наличие угнетающего влияния постоянного магнитного поля на кроветворение и репродуктивную систему лягушек.

Ключевые слова: постоянное магнитное поле, кроветворение, гематокрит, сперматозоиды.

Введение

В современном мире мы постоянно сталкиваемся с электромагнитными полями. Компьютеры, линии электропередач, мобильные телефоны, СВЧ-печи, без этих и множества других технических приспособлений жизнь любого современного человека наполнится массой неудобств. Однако, до конца еще невыяснено действие, которое оказывает электромагнитное излучение на организм живого существа. Недооценка роли влияния ЭМП на организм может привести к непредсказуемым последствиям. В связи с этим большое значение приобретает изучение проблемы влияния постоянных и переменных магнитных полей на функционирование организмов животных [1].

В связи с этим, предметом данного исследования являются последствия воздействия электромагнитного излучения на живые объекты. Под последствиями мы здесь понимаем физиологические изменения, которые происходят в организме животного, подвергнувшегося воздействию магнитных полей. Таким образом, цель настоящей работы – изучение влияния постоянного магнитного поля на морфофункциональные показатели организма представителей бесхвостых амфибий.

Объекты и методы исследования

Эксперименты выполнены на лягушках *Rana ridibunda* Pall., находящихся в состоянии анабиоза. Для достижения поставленной цели нами в течение 2008-2009 годов исследовано воздействие постоянного магнитного поля на некоторые морфофункциональные показатели. Были изучены изменения, происходящие в их организме под воздействием поля постоянных магнитов (ферромагнетик, величина магнитной индукции – 2.28 мкТл на расстоянии 5 см).

Лягушки были помещены на три дня в холодильную камеру (контроль и опыт), под опытную группу помещались несколько кусков ферромагнетика. После трехдневного воздействия их извлекали и проводили серию аналитических исследований (гематологические, морфометрические параметры).

Для оценки общего состояния животных проводили взвешивание, измерение длины тела, по которым определяли относительный возраст лягушек. Подсчет эритроцитов проводили в камере Горяева. Концентрацию гемоглобина в цельной крови и в плазме определяли унифицированным гемиглобинцианидным методом [2].

Для достижения поставленной цели были исследованы особенности строения и созревания гамет.

Для получения зрелых половых продуктов в любое время года лягушкам инъецировали суспензию гипофизов. По аналогии с *R. pipiens* рекомендуется в октябре-



декабре вводить суспензию пяти гипофизов, в январе-феврале – четырех, а в марте – трех. Гипофизы можно брать как от самок, так и от самцов, по активности они мало различаются.

Лягушек обездвигивали путем разрушения центральной нервной системы. После вскрытия брюшной полости извлекали половые железы и помещали их в раствор Рингера. Семенники самцов опытной и контрольной группы измельчали ножницами в небольшом сосуде, после чего заливали 10 мл отстоянной воды и оставляли на 3-5 минут, для физиологической активации сперматозоидов. Полученную суспензию изучали под микроскопом.

Всего для опыта было взято 20 лягушек. 10 – группа опыта, 10 – группа контроля.

Статистическая обработка полученных результатов проведена с использованием электронных таблиц «Microsoft Excel 7.0».

Результаты и их обсуждение

При внешнем осмотре отличий между особями группы контроля и группы опыта как до эксперимента, так и после него обнаружено не было.

Нами была произведена серия замеров тела лягушек. Средняя масса лягушки опытной группы до эксперимента составляла 75.44 ± 1.42 г, а после эксперимента значение уменьшилось до 73.77 ± 1.21 г. Максимальная масса лягушки составляла 96.23 г, уменьшилась до 89.23 г, минимальная – 62.18 г (63.11 до эксперимента). Остальные параметры тела лягушек не подверглись изменению.

При сравнении гематологических параметров лягушек контрольной и опытной группы после эксперимента проявляются существенные различия. Так, например, отмечено снижение количества эритроцитов в крови, соответственно с этим происходит уменьшение количества гемоглобина. На 5% снижается содержание форменных элементов в крови, значительно снижается вязкость крови (особенно плазмы), СОЭ и СГЭ. Незначительно изменяется *pH* в сторону увеличения кислотности (табл. 1).

Таблица 1

Гематологические показатели лягушек *Rana ridibunda*

Параметры	Опыт		Контроль		
	самцы (n=6)	самки (n=4)	самцы (n=6)	самки (n=4)	
Количество эритроцитов, 10^{12} л^{-1}	0.242 ± 0.015	$0.219 \pm 0.024^*$	$0,286 \pm 0,025$	$0,317 \pm 0,020$	
Гемоглобин, г/л	50.504 ± 3.451	$42.396 \pm 3.331^*$	$58,056 \pm 3,716$	$54,054 \pm 2,282$	
Гематокрит, %	17.318 ± 1.611	14.250 ± 1.925	$22,000 \pm 1,915$	$18,625 \pm 1,474$	
Вязкость	Кровь	6.393 ± 0.422	$4,829 \pm 0,477^*$	$6,871 \pm 0,605$	$7,633 \pm 0,280$
	Плазма	$2.600 \pm 0.180^*$	$2,000 \pm 0,231$	$5,417 \pm 0,835$	$4,530 \pm 0,451$
	Эр.масса	7.664 ± 0.831	$6,417 \pm 1,408$	$7,783 \pm 1,212$	$7,940 \pm 0,518$
Коэффициент гемоконцентрации, 10^{-13} л	34.128 ± 0.665	$39.165 \pm 0.879^*$	$34,804 \pm 6,618$	$27,222 \pm 1,832$	
СГЭ, пг	$0.707 \pm 0.06^*$	$0.638 \pm 0.07^*$	$2,306 \pm 0,19$	$1,848 \pm 0,12$	
Плазменный гемоглобин, г/л	0.163 ± 0.043		0.179 ± 0.024		
<i>pH</i> крови	8.185 ± 0.042		8.193 ± 0.036		
СОЭ, мм/ч	8.25 ± 0.949		10.738 ± 0.557		
Каталазное число	2.897 ± 0.863		3.256 ± 0.651		

Примечание: * – статистическая значимость достоверности различия с исходными данными при $p \leq 0.05$.

Реакция системы эритрона лягушек на действие постоянного магнитного поля заслуживает более пристального рассмотрения [3]. Большая часть изученных клеток относится к низкостойкой популяции (быстроразрушающейся), вероятно, это связано со структурно-функциональными особенностями строения эритроцитарной мембраны лягушек. Изученный экспериментальный материал подтверждает, что эритроциты лягушек обладают динамическим старением. Для них характерна максимальная продолжительность жизни по сравнению с эритроцитами других видов животных. У бес-

хвостых амфибий она достигает 1000-1400 суток, т.е. старение эритроцитов приближается по своему характеру к старению других неделящихся специализированных клеток организма. При этом эритроциты лягушек способны к обновлению белков ядра и негемоглобиновых белков цитоплазмы. О большей биохимической и биологической полноценности эритроцитов земноводных косвенно свидетельствуют и данные о способности эритроцитов земноводных к фагоцитозу бактерий, попадающих в кровь [4].

В современной биофизике выдвинута концепция окислительной модификации белков, вызываемой аккумуляцией измененных ферментов с возрастом. Установлено, что возрастные изменения внутриклеточных структур являются следствием окислительного повреждения трех основных клеточных макромолекул (нуклеиновых кислот, липидов и белков) активными формами кислорода [5]. Мы предполагаем, что в результате воздействия постоянного магнитного поля, эритроциты лягушек подвергаются окислительному стрессу, что приводит к увеличению проницаемости мембран большей части клеток для ионов H^+ , вследствие чего скорость гемолитического процесса нарастает.

Оценка морфологии сперматозоидов – один из самых субъективных и неоднозначных разделов в спермиологическом исследовании. Обычно, численность морфологически нормальных сперматозоидов составляет 55-60% от общего количества гамет. Тератоспермию определяют в тех случаях, когда количество имеющих нормальное строение сперматозоидов составляет менее 20%. У сперматозоидов подопытных животных длина хвоста преимущественно соответствовала длине головки, граница шейки с хвостом не была выражена, однако наблюдалось большое количество измененных, аномальных сперматозоидов – 48 %, в то время как у животных контрольной группы этот показатель составил около 12 % (табл. 2).

Таблица 2

Морфологические показатели сперматозоидов лягушек *Rana ridibunda*

Параметры	Опыт	Контроль
Патологии шейки, %	11.4±0.95	1.2±0.76*
Патологии хвостика, %	13.3±3.04	5.5±1.05*
Патологии головки, %	23.3±1.13	5.7±2.11*

Примечание: * – статистическая значимость достоверности различия с исходными данными при $p \leq 0.05$.

Ухудшение морфологических показателей часто носит временный характер и встречается при стрессах, токсических воздействиях и др. Также, морфологическая картина эякулята в значительной мере зависит от экологической обстановки в регионе обитания животного. Как правило, количество патологических форм увеличивается у обитателей промышленных зон.

Заключение

Морфометрические показатели лягушек опытной группы до и после воздействия постоянным магнитным полем находились в пределах нормативных значений. При этом выявлено некоторое снижение массы тела. Показатели массы внутренних органов не претерпели достоверных изменений. При этом отмечена тенденция к уменьшению массы печени.

У лягушек опытной группы отмечено достоверное ($p < 0.5$) снижение показателей свертываемости крови и вязкости. Выявлены достоверные изменения показателей гематокрита у животных, подвергшихся воздействию постоянного магнитного поля. Показатели гематокрита снизились на 27% у самцов и на 31% у самок.

У самцов лягушек опытной группы, подвергшихся воздействию постоянного магнитного поля, достоверно увеличивается число аномальных сперматозоидов.

В целом, исследование показало наличие угнетающего влияния постоянного магнитного поля на кроветворение и репродуктивную систему лягушек.

Список литературы

1. Леднев В.В. Биоэффекты слабых комбинированных, постоянных и переменных магнитных полей // Биофизика. – 1996. – Т. 41, № 1. – С. 224-232.



2. Современные методы в биохимии / Под ред. В.Н. Ореховича. – М.: Медицина, 1977. – 392 с.
3. Подковкин В.Г. Влияние электромагнитных полей окружающей среды на системы гомеостаза. – Самара: Изд-во «Самарский университет», 2000. – 108 с.
4. Медведев Ж.А. О некоторых особенностях эритропоэза и старения эритроцитов лягушки // Онтогенез. – 1972. – Т 3, №4. – С. 394–403.
5. Levine R.L., Stadtman E.R. Oxidative modification of proteins during aging // Proc. Acad. Sci. USA. – 2000. – Vol. 899. – P. 191-208.

INFLUENCE OF A CONSTANT MAGNETIC FIELD ON MORPHOPHYSIOLOGY PARAMETERS OF BLOOD SYSTEM AND SPERM CELLS OF *RANA RIDIBUNDA* PALL.

A.A. Prisny
S.V. Kulko
T.A. Pigaleva

Belgorod State University
Pobedy St, 85, Belgorod,
308015, Russia
E-mail: Prisny@bsu.edu.ru

This paper deals with the reaction of the organism *Rana ridibunda* L. on the influence of the constant magnetic field. It reveals the changes in hematocrit of the animals subjected to the constant magnetic field, in particular, frog toms have much more abnormal sperm cells. It is established that the constant magnetic field influences oppressively on the frogs' hematoses and reproductive system.

Key words: constant magnetic field, hemopoiesis, hematocryt, sperm cells.

МЕЖПОПУЛЯЦИОННЫЕ РАЗЛИЧИЯ БИОХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ГЕМОЛИМФЫ *HELIX POMATIA* L.

В.К. Ракочий

Черновицкий национальный
университет
им. Юрия Федьковича

Украина, 58000, г. Черновцы,
ул. Коцюбинского, 2

E-mail: velina-rakochii@rambler.ru

Изучен ряд биохимических параметров гемолимфы наземного брюхоногого моллюска *Helix pomatia* L. (Mollusca: Gastropoda: Geophila: Helicidae) из урбанизированных и неурбанизированных биотопов запада Украины. Проанализирована межпопуляционная изменчивость исследованных параметров. Обнаружены межпопуляционные особенности, которые проявляются достоверно более высоким абсолютным и относительным содержанием гемоцианина в гемолимфе, а также достоверно более низким содержанием общего и негемоцианиновых белков у животных из антропогенно трансформированных ландшафтов по сравнению с территориями, испытывающими слабые антропогенные нагрузки.

Ключевые слова: гемолимфа, гемоцианин, *Helix pomatia* L., межпопуляционная изменчивость, кластерный анализ.

Введение

Улитка виноградная – *Helix pomatia* L. (Mollusca: Gastropoda: Geophila: Helicidae) – широко распространенный на территории Западной Украины вид наземных моллюсков, населяющий разнообразные естественные и антропогенно трансформированные биотопы [1]. Очевидно, в процессе адаптации к различным условиям среды многие физиологические, структурные и биохимические показатели организма становятся отличными у моллюсков из пространственно разделенных популяций. В первую очередь это касается биохимического и гемоцитарного состава гемолимфы, которая первой реагирует на изменение условий жизни. Так, для водных моллюсков неоднократно показана зависимость отдельных биохимических параметров от состояния среды обитания [2, 3]. Изменения таких показателей используются в биоиндикации и мониторинге водной среды [4, 5, 6, 7]. В то же время, изменение состава гемолимфы наземных моллюсков в ответ на действие отдельных поллютантов, а также комплексного загрязнения биотопов, остается малоизученным. Исходя из вышесказанного, целью нашей работы стала оценка межпопуляционных отличий некоторых биохимических показателей плазмы гемолимфы *H. pomatia*, населяющих различные биогеоценозы Северной Буковины и сопредельных территорий.

Половозрелых моллюсков (рис. 1) собирали в административных границах гг. Новоднестровск, Черновцы (в том числе государственный заказник «Цецино» и заказник местного значения «Горячий Урбан»), Чертков, Ивано-Франковск, а также

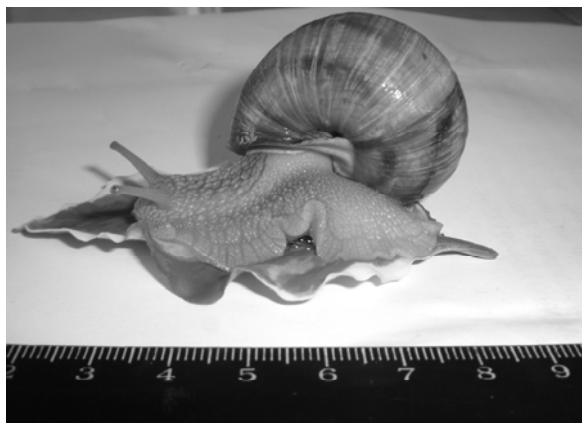


Рис. 1. *Helix pomatia* L.

в окрестностях сел Черновка (Хотинский возвышенный холмисто-грядовый лесной физико-географический район, Прут-Днестровское междуречье), Макаровка (Кельменецкий холмисто-толтровый степной физико-географический район, Прут-Днестровское междуречье) и Долишний Шепот (Берегометский низкогорный лесо-луговой физико-географический район, Бескидские Карпаты) после выхода из зимней диапаузы в период активной жизнедеятельности (апрель–июль 2001–2009 гг.). Гемолимфу

отбирали методом полного обескровливания организма, путем укола стерильной иглы в ногу моллюска. Клеточные элементы осаждали центрифугированием (2000 об./мин., 15 мин.). Содержание общего белка определяли биуретовым методом, общей и свободной меди – по реакции с бато-купроином, липидов – по реакции с сульфова-нилиновым реактивом, железа – по реакции с батофенантролином и кальция – по ре-акции с глиоксаль-бис-оксианилом, концентрацию связанной меди, гемоцианина и негемоцианиновых белков – расчетными методами; рассчитывали долю гемоцианина в общем белке гемолимфы и обеспеченность гемоцианином тела моллюска. Статисти-ческую обработку проводили общепринятыми методами вариационной статистики [8] с использованием программ *Excel 2003* и *Statistica 6.0* [9, 10].

По содержанию общего белка и негемоцианиновых белков исследованные вы-борки делятся на две группы. Популяции с гор Берда (Хотинская возвышенность) и Цецино (государственный заказник в административных границах Черновцов), а так-же сел Черновка, Макаровка и Д. Шепот, характеризуются достоверно более высокими значениями данных показателей по сравнению с городскими популяциями (рис. 2). Внутри каждой группы выборок данные показатели не различаются. В то же время, содержание гемоцианина в плазме гемолимфы животных всех исследуемых популя-ций более стабильно и колеблется в диапазоне 24,4 – 46,61 г/мл, не показывая досто-верных отличий.

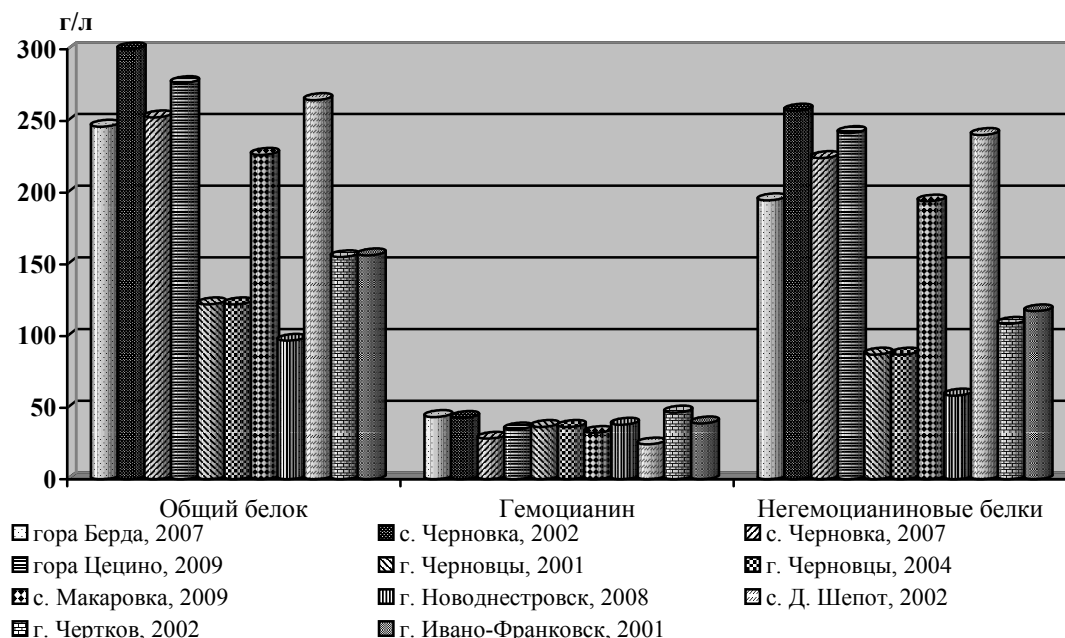


Рис. 2. Межпопуляционные отличия содержания белков в плазме гемолимфы *H. pomatia*

Новоднестровская и черновицкая популяции также характеризуются достоверно более высоким относительным содержанием гемоцианина в гемолимфе (рис. 3). Возможно, это объясняется тем, что в популяциях, длительное время испытывающих антропогенную нагрузку, животные с высоким содержанием гемоцианина в плазме гемолимфы оказываются более адаптированными. Подобная закономерность была выявлена нами ранее для *H. lutescens* [11].

Для моллюсков из Новоднестровска и Черновки рассчитывали общую обеспе-ченность гемоцианином и обеспеченность им мягкого тела моллюска. Первый показа-тель чаще встречается в литературе, однако, на наш взгляд, он менее информативен, поскольку раковина, масса которой у половозрелого животного составляет примерно 1/6 массы моллюска, не потребляет кислород. Обеспеченность гемоцианином мягкого тела у моллюсков новоднестровской популяции составляла 5.20 ± 0.70 г/кг, а у чернов-ских хеликсов – 5.09 ± 0.92 г/кг не показывая достоверных отличий. В то же время,

данный показатель оказался достоверно более низким у неполовозрелых животных тех же популяций, а также у животных, находящихся в состоянии диапаузы (так, для моллюсков новоднестровской популяции он составляет 3.11 ± 0.26 для субадультиных и 3.01 ± 0.42 – для диапаузирующих особей).

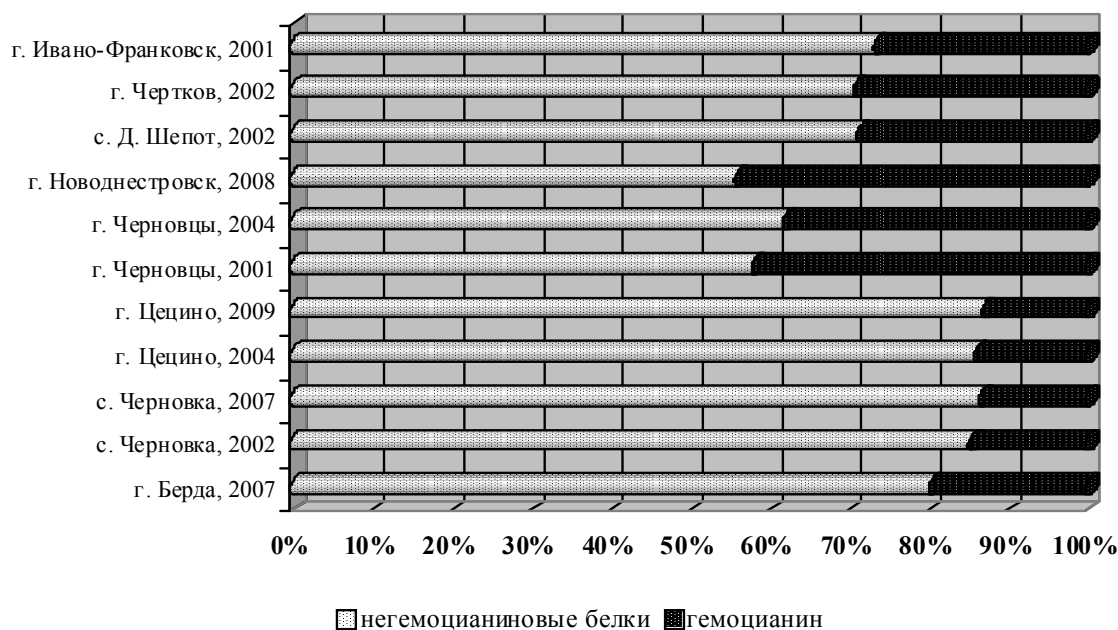


Рис. 3. Относительное содержание гемоцианина в плазме гемолимфы *N. rotatilis* из разных популяций

Достоверных различий по содержанию общей и связанной меди, а также микроэлементов (свободной меди, железа и кальция) у моллюсков исследованных популяций нами не выявлено (табл.). Исключение составляют обе популяции из Черновцов, показывающие достоверно более высокие концентрации всех вышеперечисленных веществ. Вероятно, эти показатели в большей степени зависят от содержания соответствующих катионов в почве и растениях, чем от прочих факторов. С другой стороны, черновицкая популяция, населяющая урболандшафт, характеризуется более высоким содержанием кальция и железа, чем цецинская, испытывающая низкую антропогенную нагрузку.

Таблица
Содержание микроэлементов у моллюсков исследованных популяций

Локальные популяции	Общая медь, мкМ/л	Свободная медь, мкМ/л	Связанная медь, мкМ/л	Железо, мкМ/л	Кальций, мкМ/л
г. Берда, 2004	1837±231.4	98.16±22.62	1697±259.9	11.49±2.96	2.27±0.12
с. Черновка, 2002	1844±156.9	425.07±40.94	1419±43.57	54.03±8.58	11.68±2.06
с. Черновка, 2007	1783±234.3	109.53±16.47	1673±225.8	14.71±2.19	1.42±0.23
г. Цецино, 2009	1601±188.6	241.35±19.55	1366±189.5	17.81±2.17	1.99±0.14
г. Черновцы, 2001	1660±139.9	338.09±30.35	1616±131.3	41.97±4.85	13.64±1.96
г. Черновцы, 2004	1722±140.7	285.97±23.49	1431±138.8	63.09±4.15	12.50±1.43
г. Новоднестровск, 2008	1635±142.1	143.07±14.98	1492±140.3	29.76±6.44	1.76±0.58
с. Макаровка, 2009	1381±39.8	113.27±4.92	1268±38.00	18.23±0.35	0.78±0.06
с. Д. Шепот, 2002	1074±16.61	464.20±72.72	609.8±57.54	62.93±1.47	11.15±2.22
г. Чертков, 2002	2059±451.7	237.93±49.24	1821±439.0	54.23±10.60	10.50±2.91
г. Ивано-Франковск, 2007	1826±421.1	302.50±104.00	1523±317.8	73.72±11.36	18.26±9.05

Наиболее вариабельным показателем, не показывающим каких-либо закономерностей, оказалось содержание липидов в плазме гемолимфы. Данный показатель варьируется в широких пределах от 6.52 ± 1.01 у животных цецинской популяции до 38.53 ± 1.52 – у моллюсков из Черновки.

Таким образом, нами показаны достоверные межпопуляционные различия ряда исследованных параметров, однако большое количество попарных сравнений не дает четкой картины этих различий. Поэтому для более полной оценки различий выбранных биохимических показателей между исследованными популяциями использовали кластерный анализ.

Древовидная кластеризация (по Варду) показала наличие двух кластеров, разделяющихся на расстоянии 2700 э.е. (рис. 4). Первый включает четыре популяции моллюсков, населяющие горные и равнинные местообитания. Второй, более обширный кластер, составляют популяции, обитающие, в основном, на охраняемых или же слабо урбанизированных территориях в административных границах городов, а также в естественных ландшафтах Предгорья.

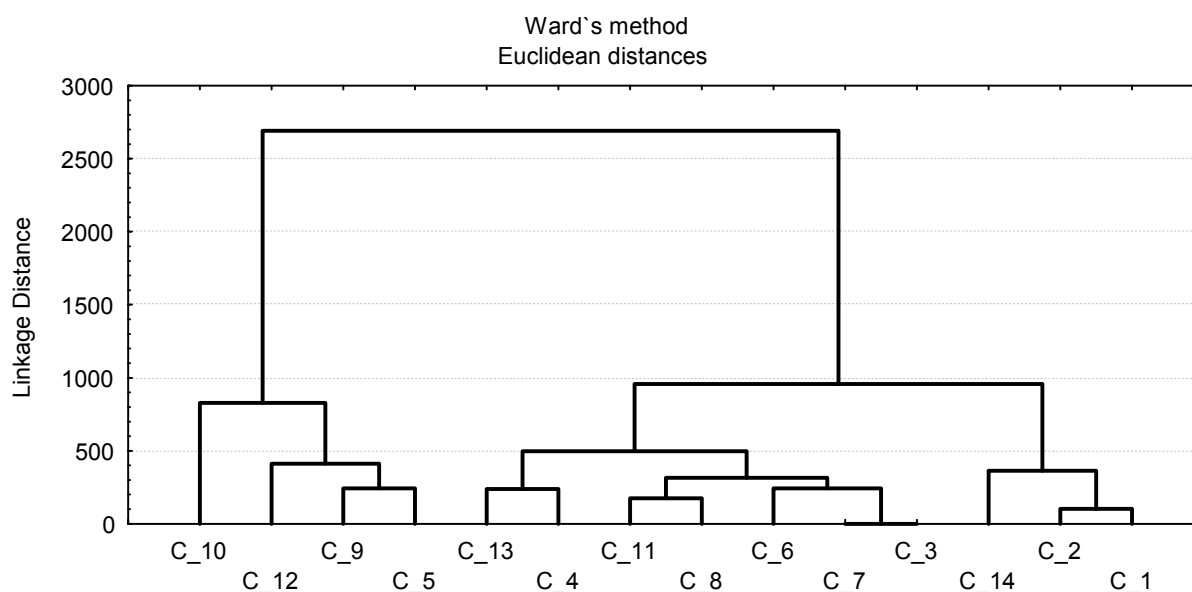


Рис. 4. Дендрограмма сходства популяций виноградной улитки по комплексу биохимических параметров гемолимфы: C_1 – гора Берда (2007 г.); C_2 – с. Черновка (2007 г.); C_3 – «Цецино» (2004); C_4 – «Цецино» (2009); C_5 – с. Макаровка (2009); C_6 – г. Новоднестровск (2007); C_7 – г. Черновцы (2001); C_8 – с. Черновка (2002); C_9 – г. Чертков (2002); C_10 – с. Д. Шепот (2002); C_11 – г. Ивано-Франковск; C_12 – с. Д. Шепот (2007); C_13 – «Горячий Урбан» (2006); C_14 – г. Черновцы (2004)

Таким образом, нами выявлен ряд биохимических параметров плазмы гемолимфы *H. pomatia*, показывающих межпопуляционные отличия: содержание общего и негемоцианиновых белков, абсолютное и относительное содержание геμοцианина. Отмеченные межпопуляционные отличия проявляются достоверно более высоким абсолютным и относительным содержанием гемоцианина в гемолимфе и достоверно более низким содержанием общего и негемоцианиновых белков у животных из антропогенно трансформированных ландшафтов по сравнению с территориями, испытывающими слабую антропогенную нагрузку.

Список литературы

1. Сверлова Н.В., Гураль Р.І. Визначник наземних моллюсків заходу України. – Львів, 2005. – 218 с.
2. Лисовская В.И. Иванович И.А., Холодковская Е.В. Динамика содержания гликогена и липидов у мидий Одесского залива // Эколого-функціональні та фауністичні аспекти

дослідження молюсків, їх роль у біоіндикації стану навколишнього середовища. – Житомир, 2004. – С. 107 - 109.

3. Осокольская О.И., Тимофеев В.А., Моисеев Д.В. Морфологические и биохимические характеристики *Mytilus galloprovincialis* из различным по экологическим условиям районов акватории Карадага // Эколого-функциональні та фауністичні аспекти дослідження молюсків, їх роль у біоіндикації стану навколишнього середовища. – Житомир, 2004. – С. 134-137.

4. Гордзяловский А.В., Макурина О.Н. Водные моллюски – перспективные объекты для биологического мониторинга // Вестник СамГУ – 2006. – Естественнонаучная серия, № 7 (47). – С. 37-38.

5. Костылев Э.Ф., Красота Л.Л., Макаров Ю.Н. Оценка качества морской среды с использованием биомаркеров у мидий // III Международный симпозиум «Экологические проблемы Черного моря». – 2001. – С. 170-171.

6. Cajaraville M.P., Bebianno M.J., Blasco J. and other. The use of biomarkers to assess the impact of pollution in coastal environments of the Iberian Peninsula: a practical approach. // Science of the total environment. – 2000. – Vol. 247 (2 – 3). – P. 295-311.

7. Sarkany Zs., Dordea M., Sarkany-Kiss A. and other. The importance of mollusk communities as pollution indicators in the Wite Gris river// Abst. 12th Intern. Malacol. Congr. – Vigo, 1995. – P. 255-256.

8. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.

9. Лапач С.Н., Чубенко А.В., Бабич П.Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel. – К.: МОРИОН, 2000. – 320 с.

10. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ Statistica. М.: МедиаСфера, 2002. – 312 с.

11. Ракочий В.К., Хлус Л.М. Онтогенетична, міжпопуляційна та міжвидова мінливість деяких біохімічних параметрів плазми гемолимфи молюсків роду *Helix* L. // Науковий вісник Чернівецького університету. Зб. наук. праць. – Чернівці, 2008. – Вип. 417: Біологія. – С. 99-106.

INTERPOPULATION DISTINCTIONS OF *HELIX POMATIA* L. HAEMOLYMPH BIOCHEMICAL PARAMETERS

V.K. Rakochii

Yury Fedkovich Chernovtsy
National University

Kotsjubinsky St., 2, Chernovtsy,
58000, Ukraine

E-mail mail: velina-
rakochii@rambler.ru

The paper considers the biochemical parameters of hemolymph of land gastropods *Helix pomatia* L (Mollusca: Gastropoda: Geophila: Helicidae) from the urbanized and not urbanized biotopes in the west of Ukraine. Interpopulation variability of the investigated parameters is analyzed. The study has revealed interpopulation characteristics which are shown by higher absolute and relative hemocyanine maintenance in hemolymph and by lower maintenance of the general and non-hemocyanin proteins at animals from the urbolandscapes in comparison with the territories without anthropogenous loadings.

Key words: hemolymph, hemocyanine, *Helix pomatia* L., interpopulation variability, cluster analysis.



МИГРАЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ ГЕМОЦИТОВ ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ

С.Д. Чернявских
М.З. Федорова
Д. К. Кует
В. В. Тхань
Н.А. Забиняков

Белгородский
государственный
университет

Россия, 308015, г.Белгород,
ул. Победы, 85

E-mail: Chernyavskikh@bsu.edu.ru

Изучены особенности миграционной активности гемоцитов у представителей разных классов позвоночных животных при различной температуре инкубации в опытах *in vivo* и *in vitro*. Установлено, что ядерные эритроциты низших позвоночных являются клетками, способными к локомоциям. Показано, что в условиях экзогенной гипертермии спонтанная миграционная активность лейкоцитов млекопитающих увеличивается, гемоцитов земноводных - снижается. Повышение температуры инкубации клеток крови в опытах *in vitro* у земноводных и птиц способствует увеличению локомоционной активности, у рыб и млекопитающих - уменьшению изучаемого показателя. У птиц площадь миграции увеличивается за счет лейкоцитов, у рыб - снижается за счет эритроцитов, у земноводных доминирование активности клеток разных пулов в реакциях локомоций нивелируется.

Ключевые слова: миграция, эритроциты, лейкоциты, рыбы, земноводные, птицы, млекопитающие.

Введение

В научной литературе имеется немало работ, посвященных изучению основных этапов фагоцитарного процесса белых клеток крови. Изучены особенности спонтанной и стимулированной разными веществами миграции лейкоцитов при измененных функциональных и патологических состояниях организма [1-4]. Известно, что эритроциты низших позвоночных животных способны к поглощению чужеродных частиц [5]. Насколько выраженными у ядерных эритроцитов являются реакции миграции на сегодняшний день точно не установлено. Необходимость такого рода исследований обусловлена как теоретическим (анализ и сравнительная оценка механизмов приспособительных реакций организма к экстремальным факторам среды), так и практическим (выявление информативных критериев поэтапных нарушений на клеточном уровне, разработка эффективных мер повышения адаптационных возможностей организма) интересом [6].

Целью исследования было изучение особенностей миграционной активности гемоцитов (эритроцитов и лейкоцитов) у представителей разных классов позвоночных животных при температурных воздействиях в опытах *in vivo* и *in vitro*.

Объекты и методы исследования

Проведено 4 серии опытов. В первой, предварительной, - изучали способность ядерных эритроцитов низших позвоночных к локомоциям. Во второй серии опытов определяли миграционную активность лейкоцитов млекопитающих и смешанной популяции гемоцитов земноводных в условиях теплового воздействия на организм. В третьей серии оценивали локомоции клеток крови животных четырех классов (Рыбы, Земноводные, Птицы, Млекопитающие) при разной температуре инкубации (22°C, 37°C, 42°C) в условиях *in vitro*. В четвертой серии, также в опытах *in vitro*, уточняли вклад отдельных пулов клеток в реакции миграции при повышенной температуре инкубации эритроцитов и лейкоцитов.

Кровь для исследований после дачи эфирного наркоза у рыб и земноводных брали из сердца, у птиц - путем венопункции, у млекопитающих - путем декапитации. В качестве антикоагулянта использовали гепарин в количестве 10 ед./мл. Полученную кровь центрифугировали 4 мин. при 1500 об./мин. Собирали нижнюю часть

плазмы, богатую лейкоцитами и лейкоцитарное кольцо. Отмытые и ресуспендированные лейкоциты, а также эритроциты подсчитывали в камере Горяева.

Локомоционную активность оценивали по площади миграции клеток под агарозой. Ареал спонтанного распространения лейкоцитов и эритроцитов служил критерием самопроизвольной миграции. За основу был взят классический метод, описанный в многочисленных работах [7-9] в модификации М.З. Федоровой и В.Н. Левина [10]. В лунки, вырезанные в агарозном геле, нанесенном на предметное стекло, помещали по 3 мкл суспензии гемоцитов, разведенной изотоническим раствором, содержащей около 1 млн. клеток (у земноводных, имеющих большой размер клеток – около 300 тыс. клеток). Стекла с гемоцитами инкубировали в бескислородной среде при разных температурах. Через сутки клетки фиксировали в течение часа глутаровым альдегидом и окрашивали азур-эозином. На малом увеличении микроскопа с помощью окуляр-микрометра определяли площадь спонтанной миграции смешанной популяции гемоцитов или отдельных пулов клеток в зависимости от схемы опыта.

Полученные результаты обрабатывали методами вариационной статистики с использованием специальных программ на персональном компьютере.

Результаты и их обсуждение

В первой серии опытов было показано, что ядерные эритроциты низших позвоночных являются клетками, способными к локомоции. После 24-х часов инкубации при температуре 22°C эритроциты земноводных мигрировали за края лунки более активно, чем лейкоциты (рис. А, Б).

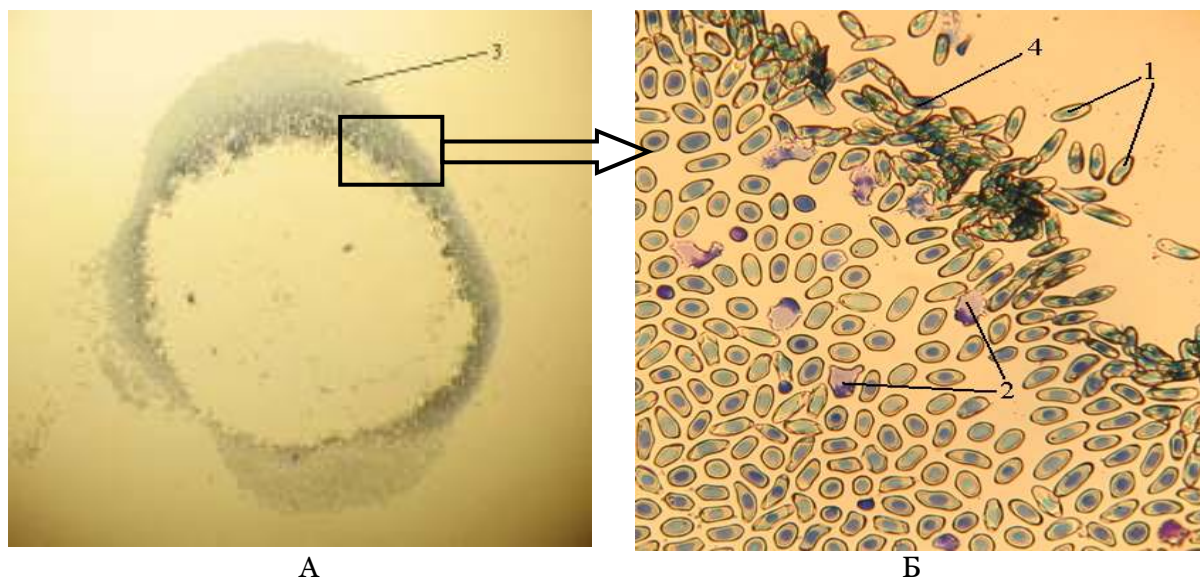


Рис. Распределение клеток крови Земноводных через сутки после инкубации: А – малое увеличение ($\times 40$), Б – большое увеличение ($\times 400$); 1 – эритроциты, 2 – лейкоциты, 3, 4 – края лунки

Во второй серии опытов было установлено, что у земноводных повышение температуры окружающей среды до 37°C и 42°C способствует снижению площади спонтанной миграции клеток крови на 11% и 13% в сравнении с животными, находящимися в естественных условиях микроклимата. У Млекопитающих, напротив, высокая внешняя температура вызывала повышение спонтанной миграции лейкоцитов: 20 мин. перегревания – на 17%, 75 мин. – 37%, 120 мин. – 43% по сравнению с аналогичными показателями интактных животных. При проведении эксперимента были взяты во внимание результаты исследований [11, 12], согласно которым в ряде случаев обнаруживается в известных пределах независимость функционирования тканей пойкилотермных животных от температуры среды. В большом обзоре [13] сделана попытка описать механизмы, лежащие в основе такой независимости (неподчинение закону

Вант-Гоффа-Аррениуса) и получившие название температурной компенсации метаболизма. Хотя само явление температурной компенсации метаболизма было установлено для многих пойкилотермных организмов, как на уровне целого организма, так и на тканевом уровне, однако сведения об изменениях температурной компенсации для реакций клеток крови крайне ограничены. Исходя из этого, изучение миграционной активности гемоцитов холоднокровных, в сравнении с аналогичным показателем теплокровных, представляло интерес. Данные о влиянии температурного фактора на локомоционную активность клеток крови в условиях *in vitro* были получены в третьей серии опытов. Кровь для исследований брали у животных 4-х классов (табл. 1).

Таблица 1

Площадь спонтанной миграции клеток крови холоднокровных и теплокровных животных при разной температуре инкубации (мм²)

Температура инкубации	Класс животных			
	рыбы	земноводные	птицы	млекопитающие
22°C	3.31±0.19	3.73±0.09	3.00±0.07	3.63±0.61
37°C	3.18±0.23	4.41±0.18*	3.13±0.10*	3.21±0.06*
42°C	2.43±0.07* ^o	4.05±0.13* ^o	3.58±0.08* ^o	2.69±0.12* ^o

Примечания: * – достоверность различий по сравнению с температурой 22°C по критерию Вилкоксона ($p < 0,05$); *^o – достоверность различий с температурой 37°C по критерию Вилкоксона ($p < 0,05$).

Как видно из таблицы, наибольшие значения площади миграции гемоцитов зарегистрированы для представителей класса земноводных. Вероятной причиной этого являются большие размеры эритроцитов животных этого класса. Средний объем клеток, рассчитанный из параметров, определенных на зондовом сканирующем микроскопе *Nano Educator* ~400 мкм³. Аналогичные показатели для эритроцитов рыб ~120 мкм³; птиц ~200 мкм³; лейкоцитов млекопитающих ~100-150 мкм³ [14].

При увеличении температуры инкубации гемоцитов до 37°C в опытах с изолированными клетками у представителей классов земноводных и птиц наблюдается увеличение площади локомоций на 18% и 4%, у Млекопитающих снижение на 12% в сравнении с температурой 22°C. Повышение температуры до 42°C способствует увеличению площади миграции гемоцитов земноводных и птиц на 9% и 19% и снижению изучаемого показателя у рыб и млекопитающих на 27% и 26% по сравнению с комнатной температурой. Наиболее высокие значения площади распространения клеток при температуре 42°C зарегистрированы у птиц, что, вероятнее всего, обусловлено высокой температурой тела этой группы животных.

Динамика спонтанной миграционной активности, зарегистрированная в условиях *in vitro*, как для лейкоцитов крови млекопитающих, так и для гемоцитов земноводных, противоположна сдвигам этого показателя, полученного при экзогенной гипертермии. Разнонаправленная динамика изменений спонтанной миграционной активности у представителей теплокровных и холоднокровных животных в опытах *in vivo* и *in vitro* может быть обусловлена неодинаковой средой обитания, эволюционным следствием которых являются разные механизмы температурной адаптации на клеточном уровне, а также влиянием гуморальных факторов в условиях целостного организма.

Согласно некоторым исследованиям [15], можно предположить, что ведущими факторами, вызывающими изменения физиологических свойств гемоцитов, являются свойства мембраны. Последние определяются фазовыми переходами билипидного слоя плазмалеммы с разной критической точкой у представителей теплокровных и холоднокровных животных. Значимость температуры окружающей среды для клеточных мембран как пойкилотермных, так и гомойотермных организмов обусловлена тем, что она определяет так называемые «слабые» взаимодействия между молекулами, регулируя микровязкость липидного бислоя, фазовое распределение липидов, микроокружение белков, белок-липидные взаимодействия и другие характеристики структурной организации мембраны [16].

Полученные результаты нацелили на дальнейшее изучение функциональных свойств гемоцитов с участием клеточной мембраны при более высоких (для класса Птицы) и более низких (для пойкилотермных животных) температурах. При этом оценивали локомоции по отдельности для эритроцитов и лейкоцитов у рыб, земноводных и птиц. У млекопитающих в данной серии опытов использовали только лейкоциты. Результаты проведенных исследований представлены в табл. 2.

Таблица 2

Площадь спонтанной миграции эритроцитов и лейкоцитов различных представителей позвоночных животных при разной температуре инкубации (мм²)

Температура инкубации	Класс животных		
	рыбы	земноводные	птицы
эритроциты			
22°C	4.01±0.13	3.14±0.24	2.60±0.06
37°C	3.65±0.11*	3.32±0.13	-
45°C	-	-	2.71±0.05*
лейкоциты			
22°C	3.46±0.11	3.15±0.20	2.67±0.07
37°C	2.81±0.09	3.32±0.22*	-
45°C	-	-	2.95±0.08*

Примечание: * – достоверность различий по сравнению с комнатной температурой по критерию Вилкоксона ($p < 0,05$).

При повышении температуры инкубации клеток крови у рыб площадь спонтанной миграции эритроцитов снижается на 9%, у птиц – увеличивается на 4%. Миграция лейкоцитов увеличивается при повышении температуры инкубации у земноводных на 5%, у птиц на 10%. Таким образом, можно предположить, что у птиц площадь миграции увеличивается за счет лейкоцитов, у рыб – снижается за счет эритроцитов, у земноводных роль разных пулов клеток в реакциях локомоций равнозначна.

Исходя из полученных данных, можно предположить, что усиление спонтанных локомоций клеток является следствием активации плазмалеммы, вызванной термическим фактором. Косвенным подтверждением этому является работа [17], в которой указывается, что увеличение активности гемоцитов происходит не только при воспалении, но может быть вызвано разными по природе агентами. Все стимуляторы, так или иначе взаимодействуют с плазматической мембраной, меняя ее молекулярную топографию. Ряд авторов [18], изучая механизмы влияния на организм термического фактора, показали, что при тепловом воздействии происходит повышение проницаемости лизосомных мембран и выход в кровоток протеолитических ферментов. Некоторые из этих ферментов обладают свойствами модифицировать структуру поверхностной мембраны эритроцитов, что стимулирует их активацию.

Заключение

В результате проведенных исследований установлено, что ядерные эритроциты низших позвоночных являются клетками, способными к локомоциям. Экзогенная гипертермия тормозит спонтанную миграционную активность гемоцитов земноводных и стимулирует эту реакцию у лейкоцитов млекопитающих. При увеличении температуры инкубации гемоцитов *in vitro* у представителей классов земноводных и птиц наблюдается увеличение площади локомоций, у рыб и млекопитающих – снижение. Площадь миграции у птиц повышается за счет лейкоцитов, у рыб – уменьшается за счет эритроцитов, у земноводных активность клеток разных пулов в реакциях локомоций идентична.

Список литературы

1. Ерюхин И.А., Белый В.Я., Вагнер В.К. Воспаление как общебиологическая реакция: на основе модели острого перитонита. – Л.: Наука, 1989. – 262 с.
2. Маянский А.Н. Фагоцитоз: проблемы и перспективы // Вестник РАМН. – 1993. – №4. – С. 52-55.



3. Козинец Г.И., Высоцкий В.В., Погорелов В.М. и соавт. Кровь и инфекция. – М.: Триада-фарм, 2001. – 456 с.
4. Fedorova M.Z., Chernyavskikh S.D., Zabinyakov N.A., Pavlov N.A., Zubareva E.V. Comparative evaluation of the locomotion activity of vertebrates blood cells // *Biological motility. Achievements and perspectives.* – Pushchino, 2008. – P. 212-213.
5. Prunesco H. Natural and experimental phagocytosis by erythrocytes in Amphibians // *Nature. New Biol.* – 1971. Vol. 231. – № 22. – P. 143-144.
6. Федорова М.З. Реактивность лейкоцитов крови при различных функциональных нарушениях. – Москва-Ярославль, 2001. – 68 с.
7. Nelson R.D., Quie P.G., Simmons R.L. Chemotaxis under agarose: a new and simple method for measuring chemotaxis and spontaneous migration of human polymorphonuclear leukocytes and monocytes // *J. Immunol.* – 1975. – Vol. 115. – P. 1650-1656.
8. *Leukocyte Chemotaxis: Methods, Physiology and Clinical Implication* / John I. Gallin, Paul G. Quie. // Raven Press. – New York. – 1978. – Vol. 13. – № 9. – P. 429.
9. Дуглас С.Д., Куи П.Г. Исследование фагоцитоза в клинической практике. – М.: Медицина, 1983. – 112 с.
10. Федорова М.З., Левин В.Н. Спонтанная миграция нейтрофилов крови в смешанной популяции лейкоцитов и ее изменения под влиянием веществ аутоплазмы при различных функциональных состояниях организма // *Клиническая лабораторная диагностика.* – 2001. – №5. – С. 16-19.
11. Newell R. C. Environmental factors affecting the acclamatory responses of ectotherms. In: *Effects of temperature on ectothermic organisms* (Ed. W. Wieser), Springer-Verlag. – Berlin, Heidelberg, New York, 1973. – P. 151-164.
12. Precht H., Christophersen J., Hensel H., Larcher W. *Temperature and Life* (Ed. H. Precht), Springer-Verlag. – Berlin, Heidelberg, New York, 1973. – P. 779.
13. Хочачка П., Сомеро Д. Стратегия биохимических адаптаций. – М.: Мир, 1977. – 398 с.
14. Федорова М.З., Павлов Н.А., Зубарева Е.В., Надеждин С.В., Симонов В.В., Забияков Н.А., Тверитина Е.С. Использование атомно-силовой микроскопии для оценки морфометрических показателей клеток крови // *Биофизика.* – 2008. – Т. 53, № 6. – С. 555-559.
15. Харакоз Д.П. О возможной физиологической роли фазового перехода «жидкое-твердое» в биологических мембранах // *Успехи биологической химии.* – 2001. – Т. 41 – С. 333-364.
16. Горюнов А.С., Борисова А.Г., Суханова Г.А. Терморезистентность эритроцитов и гемоглобина при акклиматизации радужной форели *Salmo irideus* // *Ж. эвол. биохим. и физиол.* – 2001. – Т. 37. – С. 416-418.
17. Маянский А.Н. Механизмы рекогносцировочных реакций нейтрофила // *Успехи современной биологии.* – 1986. – Т. 102, вып. 3(6). – С. 360-376.
18. Прокопенко Л.Г., Яхонтов Ю.А. Механизм стимуляции иммунного ответа при действии на организм высокой температуры // *Патологическая физиология и экспериментальная терапия.* – 1981. – №6. – С. 62-66.

MIGRATION ACTIVITY OF BLOOD CELLS OF VERTEBRATE ANIMALS AT DIFFERENT TEMPERATURES

S.D. Chernyavskikh
M.Z. Fedorova
D. H. Quyet
V. V. Thanh
N.A. Zabinyakov

*Belgorod State University
 Pobedy St., 85, Belgorod,
 308015, Russia*

E-mail: Chernyavskikh@bsu.edu.ru

The paper concerns the characteristics of hemocyte migration activity of vertebrate animals at different temperatures of incubation in vivo and in vitro tests. It is ascertained that nuclear erythrocytes of lower vertebrates have the ability to locomotion. It is shown that at exogenous hyperthermia conditions spontaneous migration activity of the Mammals' leucocytes is increased and the Amphibian's one is decreased. The temperature growth of blood cells incubation of the Amphibians and the Birds favours the increasing of their locomotion activity. The temperature growth of blood cells incubation of the Fishes and the Mammals favours the decreasing of this indicator. Leucocytes play the main role in cells migration in the experiments with the Birds. The fishes' cells migration is decreased due to the erythrocyte activity. The dominance of the cells activity of different pools in the locomotion reactions is leveled at the Amphibians.

Key words: migration, erythrocytes, leucocytes, the Fishes, the Amphibians, the Birds, the Mammals.

ОЦЕНКА ДЕЙСТВИЯ ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ НА МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛИМФОЦИТОВ КРОВИ В ОПЫТАХ *IN VIVO* И *IN VITRO*¹

Е.В. Зубарева
М.З. Фёдорова
С.В. Надеждин
Н.А. Павлов

Белгородский
государственный
университет

Россия, 308015, г.Белгород,
ул. Победы, 85

E-mail:
zubareva.ekaterina@gmail.com

Проведено изучение влияния экзогенной тепловой нагрузки на морфометрические и функциональные свойства белых клеток крови крыс в опытах *in vivo* и *in vitro*. Установлено, что действие на организм повышенной температуры приводит к уменьшению размеров лимфоцитов и к снижению использования клетками мембранного резерва в условиях гипотонии. Инкубация клеток крови в условиях умеренной тепловой нагрузки вызывает максимальное увеличение объема лимфоцитов на фоне снижения коэффициента уплотнённости.

Ключевые слова: лимфоциты, мембранный резерв, объём клеток, экзогенная гипертермия.

Температура является важнейшим абиотическим фактором среды, адаптация к которому у живых организмов осуществляется через реализацию различных физиолого-биохимических механизмов [1, 2]. Особенности метаболизма гомойотермных животных позволяют поддерживать достаточно стабильные термические условия внутренней среды (эндотермия) [1]. Однако, даже у гомойотермных организмов возможны значительные колебания температуры тела, которые могут возникнуть в результате эндогенной или экзогенной гипертермии [2].

Одной из актуальных проблем современной физиологии является исследование клеточных механизмов адаптации к действию экзогенной гипертермии. Изучение данной проблемы позволит найти ответы на фундаментальные вопросы, касающиеся влияния изменений морфофункциональных характеристик клеток на адаптивные возможности организма [3]. Особенно важным представляется изучение морфометрических и функциональных свойств белых клеток крови, выполняющих в организме комплекс важных функций – участие в реакциях врождённого и адаптивного иммунитета, создание местного микрососудистого сопротивления и органной перфузии [4, 5].

Целью проведённого исследования было изучение динамики морфометрических и функциональных свойств лимфоцитов крови крыс при действии тепловой нагрузки в опытах *in vivo* и *in vitro*.

Объекты и методы исследования

Исследование проведено на лабораторных белых крысах-самцах линии Вистар, весом 300-350 граммов.

При изучении действия интенсивной тепловой нагрузки на морфофункциональные характеристики лимфоцитов *in vivo* животных делили на две группы по 10 особей. Первая группа – «контроль» – интактные животные. Вторая группа – «перегревание животного» – крыс подвергали действию интенсивной тепловой нагрузки в камере объёмом 0/8 м³ с автоматизированным воздухообменом и относительной влажностью 50-60% при температуре 38°C в течение 120 минут [6]. По окончании действия тепловой нагрузки у животных брали кровь. Критерием развития стресс-реакции у крыс группы «перегревание животного» в условиях экзогенной гипертермии, служили морфологические изменения со стороны надпочечников. В цельной

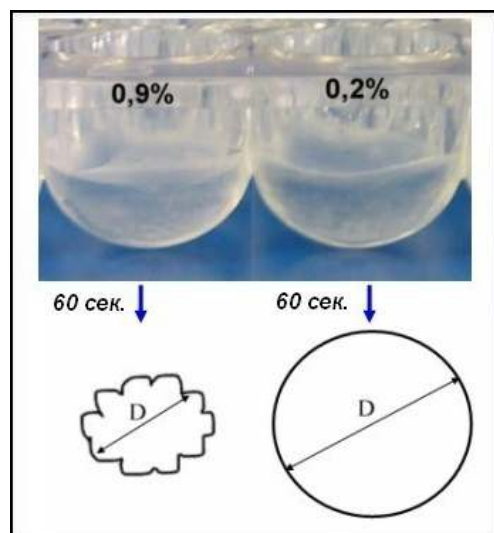
¹ Работа проведена в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы (Государственный контракт № П206 от 23 апреля 2010 г.)

крови определяли количество и соотношение различных форм лейкоцитов унифицированным методом [7]. Также определяли процентное содержание лейкоцитов в красном костном мозге [8].

В ходе экспериментального исследования влияния экзогенной гипертермии на геометрические параметры и функциональные свойства лимфоцитов в опытах *in vitro* кровь крыс (10 особей) делили на две части, при этом одну часть инкубировали при температуре, близкой к температуре ядра тела (группа «перегревание крови (37°C)»), а вторую инкубировали при повышенной температуре (группа «перегревание крови (42°C)»). Время инкубации, в обоих случаях, составляло 30 минут.

Кровь у животных брали путём декапитации после дачи лёгкого эфирного наркоза. В качестве антикоагулянта использовали гепарин в количестве 10 ед./мл. По окончании действия тепловых нагрузок из цельной крови получали суспензию лейкоцитов. Для этого кровь центрифугировали, собирали лейкоцитарное кольцо, примесь эритроцитов разрушали 0,83% раствором хлорида аммония [9,10] и отмывали клетки изотоническим раствором хлорида натрия. Суспензию лейкоцитов использовали для изучения влияния экзогенной гипертермии на морфофункциональные характеристики белых клеток крови.

Для оценки влияния перегревания на использование клеткой мембранного резерва применяли метод гипотонических нагрузок, предложенный М.З. Фёдоровой, В.Н. Левиным [11] (рис.1).



По прошествии времени инкубации лимфоцитов в растворах различной осмолярности из клеток готовили мазки, фиксировали их глутаровым альдегидом (в конечной концентрации 2,5%) и исследовали геометрические параметры (диаметр, высоту, объём) методом полуконтактной атомно-силовой микроскопии на воздухе (СЗМ ИНТЕГРА Вита, фирмы НТ-МДТ, Россия).

Рис. 1. Схема изучения мембранного резерва лимфоцитов крови крыс: 0,9% – инкубация клеток в изотоническом растворе $NaCl$; 0,2% – инкубация клеток в сильно гипотоническом растворе $NaCl$; 60 с – время инкубации клеток в растворе $NaCl$; D – диаметр клетки.

Используя полученные методом АСМ данные, высчитывали площадь поверхности клеток по формуле для шарового сегмента [12]. Мембранный резерв оценивали как разность между площадью поверхности в сильно гипотоническом растворе (истинная площадь поверхности) и площадью поверхности клетки в изотоническом растворе (видимая площадь поверхности). С целью сравнения использования мембранного резерва в гипотонической среде клетками животных контрольной и опытных групп определяли долю мембранного резерва в истинной площади поверхности клетки.

Зная высоту и площадь соприкосновения клетки с подложкой, вычисляли коэффициент уплощённости лимфоцитов по формуле (1):

$$K_u = S'/h, \quad (1)$$

где K_u – коэффициент уплощённости (отн.ед.); S' – площадь соприкосновения клетки с подложкой (мкм^2); h – высота клетки (мкм).

Результаты исследования

Длительная экспозиция животных в условиях экзогенной гипертермии приводит к повышению ректальной температуры крыс, в среднем, на 5°C.

Интенсивная тепловая нагрузка является экстремальным фактором, вызывающим в организме животного развитие стресс-реакции. Об этом свидетельствуют морфологические изменения, которые происходят в надпочечниках (табл. 1).

Таблица 1

Морфологические характеристики надпочечников крыс

Группа	Показатель, единица измерения			
	корковое вещество надпочечников, %	мозговое вещество надпочечников, %	митотический индекс клеток пучковой зоны коры надпочечников, ‰	диаметр ядер клеток пучковой зоны, мкм
Контроль	70.7±0.7	29.3±0.7	0.12±0.01	5.1±0.01
Перегревание животного	77.1±0.7 *	22.8±0.7 *	0 *	5.5±0.02 *

Примечания: ($M \pm m$); * – достоверность различий по сравнению с группой «Контроль» (t критерий Стьюдента для независимых выборок, $p < 0,01$).

В результате экзогенной гипертермии происходит относительное увеличение коркового слоя надпочечников, в котором находится пучковая зона, вырабатывающая основные стрессовые гормоны (кортизол, кортизон, кортикостерон). После инкубации животных в условиях повышенной температуры в течение 2 часов отмечается снижение митотического индекса и увеличение диаметра ядер клеток пучковой зоны коры надпочечников (таблица 1).

Действие экзогенной гипертермии на организм приводит к лейкопении. Количество лейкоцитов в крови животных, подвергавшихся действию интенсивной тепловой нагрузки, снижается до 9.2 тыс./мкл, тогда как у контрольных животных данный показатель составляет 17.9 тыс./мкл. Помимо снижения числа циркулирующих в крови лейкоцитов интенсивная тепловая нагрузка вызывает изменение соотношения разных пулов белых клеток крови животного (табл. 2).

Таблица 2

Лейкоцитарная формула крови

Группа	Лимфоциты, %	Моноциты, %	Нейтрофилы, %	Эозинофилы, %	Базофилы, %
Контроль	69.20±1.20	2.00±0.06	28.20±1.10	0.40±0.05	0.20±0.03
Перегревание животного	78.50±0.90 *	2.50±0.10 *	18.10±0.90 *	0.60±0.06	0.30±0.05

Примечания: ($M \pm m$); * – достоверность различий по сравнению с группой «Контроль» (t критерий Стьюдента для независимых выборок, $p < 0,01$).

Изменения, происходящие в составе костного мозга животных контрольной и опытной групп, внесены в табл. 3.

Таблица 3

Лейкоцитарная формула костного мозга

Группа	Лимфоциты, %	Моноциты, %	Нейтрофилы, %	Эозинофилы, %	Базофилы, %
Контроль	21.17±1.19	4.67±0.33	65.83±1.28	8.33±0.33	0
Перегревание животного	44.17±1.40 *	1.50±0.43 *	52.50±0.72 *	1.83±0.54 *	0

Примечания: ($M \pm m$); * – достоверность различий по сравнению с группой «Контроль» (t критерий Стьюдента для независимых выборок, $p < 0,01$).

Исследование морфометрических параметров лимфоцитов, подвергавшихся действию экзогенной гипертермии в опытах *in vivo* и *in vitro*, проводили методом полуконтактной атомно-силовой микроскопии на воздухе. Полученные в результате эксперимента данные занесены в табл. 4, на рисунке 2 представлены сканограммы лимфоцитов.

Таблица 4

Геометрические параметры лимфоцитов в растворах хлорида натрия различной осмолярности, полученных методом полуконтактной АСМ на воздухе

Группа	Раствор	Показатель, единица измерения			
		D, мкм	h, мкм	S, мкм ²	V, мкм ³
Контроль	И	8.00 ± 0.35	1.14 ± 0.19	28.7	54.94 ± 9.20
	СГ	10.12 ± 0.76 ○	1.12 ± 0.10	35.4	87.35 ± 11.94 ○
Перегревание животного	И	6.62 ± 0.37 *	0.94 ± 0.07 *	19.5	33.46 ± 4.59 *
	СГ	7.21 ± 0.49 *○	0.89 ± 0.09 *○	20.1	34.14 ± 3.96 *
Перегревание крови (37°C)	И	12.02 ± 0.61 *	0.66 ± 0.13 *	25.0	76.85 ± 18.72 *
	СГ	12.31 ± 0.54 *	0.85 ± 0.09 *○	32.8	98.94 ± 12.28 *○
Перегревание крови (42°C)	И	9.55 ± 0.41 *	1.52 ± 0.15 *●	45.6	108.21 ± 12.02 *
	СГ	11.91 ± 0.70 *●	0.99 ± 0.35 *●	37.0	101.05 ± 32.84 *●

Примечания: И – изотонический раствор NaCl; СГ – сильно гипотонический раствор NaCl; D – диаметр клетки (M±m); h – высота клетки (M±m); V – объём клетки (M±m); S – площадь поверхности клетки; * – достоверность различий по сравнению с контрольной группой; ○ – то же по сравнению с изотоническим раствором NaCl; ● – то же по сравнению с группой «Перегревание крови (37°C)»; достоверность различий оценивали по непарному критерию Вилкоксона (p<0,05).

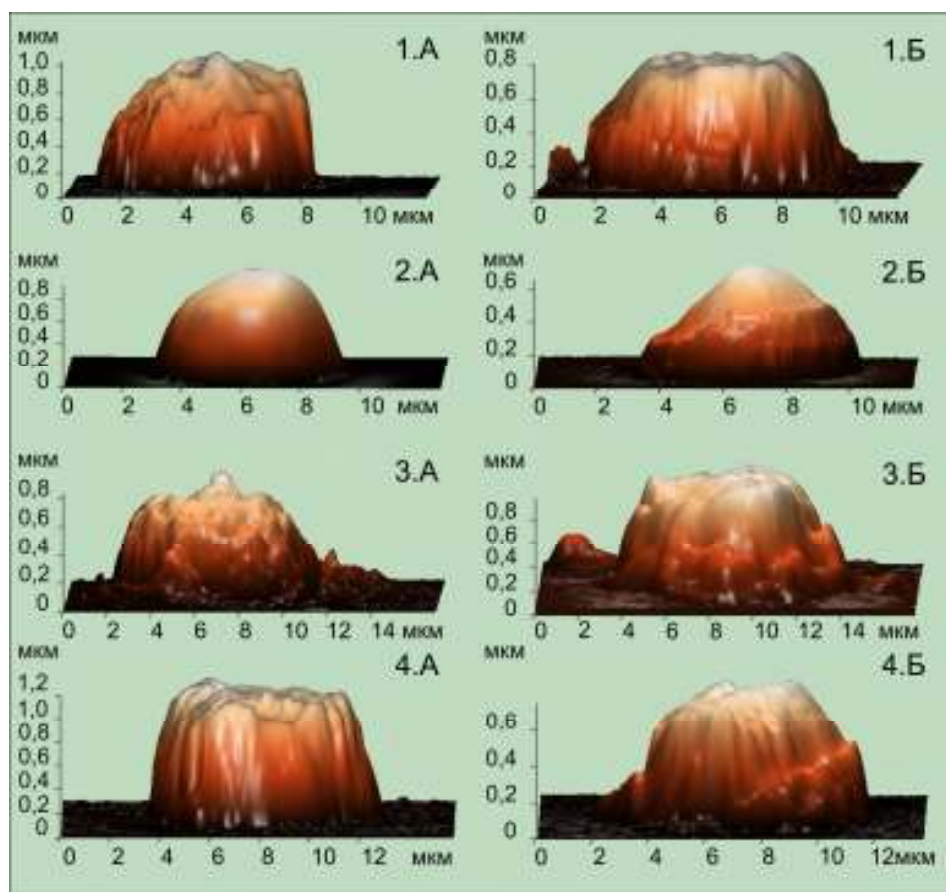


Рис. 2. Сканограммы лимфоцитов крови, полученные методом полуконтактной АСМ на воздухе (СЗМ ИНТЕГРА Вита (фирмы НТ-МДТ, Россия): 1 – «Контроль», 2 – «Перегревание животного», 3 – «Перегревание крови (37°C)», 4 – «Перегревание крови (42°C)»; А – изотонический раствор NaCl; Б – сильно гипотонический раствор NaCl

Действие тепловой нагрузки на клетки в условиях *in vivo* вызывает уменьшение объёма лимфоцитов, по сравнению с соответствующим показателем интактных клеток. Инкубация клеток крови при повышенной температуре приводит к увеличению объёма лимфоцитов, по сравнению с контролем (рис. 3).

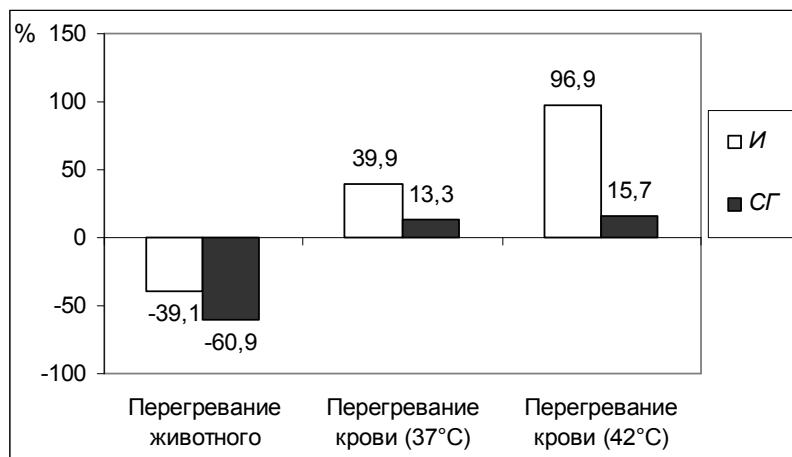


Рис. 3. Отличие объёма лимфоцитов опытных групп от объёма лимфоцитов контрольной группы: И – изотонический раствор NaCl; СГ – сильно гипотонический раствор NaCl

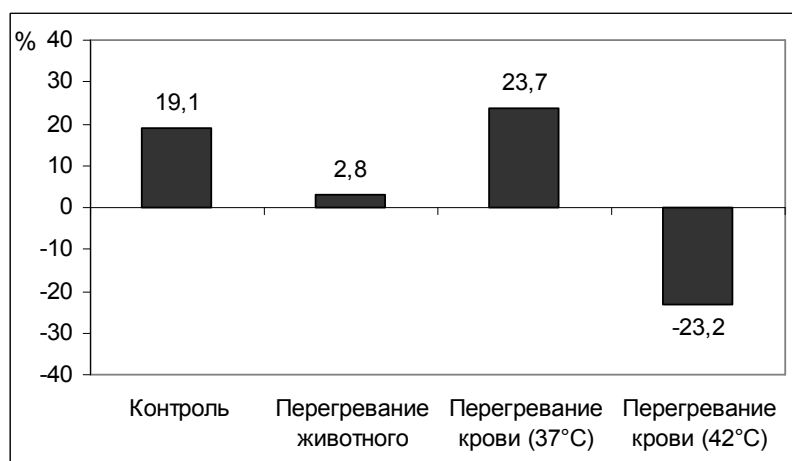


Рис. 4. Доля мембранного резерва в истинной площади поверхности лимфоцитов контрольной и опытных групп

Данные, полученные методом АСМ, демонстрируют снижение использования клетками мембранного резерва в гипотонической среде, в результате влияния на организм интенсивной тепловой нагрузки (рис. 4). Инкубация клеток при температуре диапазона нормы вызывает некоторое увеличение использования лимфоцитами мембранного резерва в сильно гипотонической среде, тогда как действие на клетки температуры 42°C в условиях *in vitro* приводит к снижению площади поверхности клеток в гипотоническом растворе (рис. 4).

Изменение распластанности лимфоцитов на поверхности подложки под влиянием тепловой нагрузки оценивали по коэффициенту уплотнённости клеток (табл. 5).

Таблица 5

Коэффициент уплотнённости лимфоцитов (относительные единицы)

Группа животных	Раствор	
	И	СГ
Контроль	74.1±21.8	109.7±38.6 ○
Перегревание животного	39.4±4.9	64.2±14.7 *○
Перегревание крови (37°C)	254.5±59.9 *	209.5±50.0 *○
Перегревание крови (42°C)	56.5±11.6	225.4±61.9 *●

Примечания: И – изотонический раствор NaCl; СГ – сильно гипотонический раствор NaCl; * – достоверность различий по сравнению с контрольной группой; ○ – то же по сравнению с изотоническим раствором NaCl; ● – то же по сравнению с группой «Перегревание крови (37°C)»; достоверность различий оценивали по непарному критерию Вилкоксона ($p < 0.05$).

Обсуждение результатов исследования

Сравнительная оценка результатов исследования позволила обнаружить особенности влияния экзогенной гипертермии на морфофункциональные характеристики лимфоцитов при действии теплового фактора в условиях *in vivo* и *in vitro*.

Экспериментально установлено, что при перегревании организма животного наряду с повышением температуры тела, сопровождающимся специфическими изменениями со стороны белой крови (лейкопения, лимфоцитоз, нейтропения и моноци-



тоз) на фоне стресс-реакции, вызывающей гиперплазию и снижение митозов в корковом веществе надпочечников и сдвиг лейкоцитарной формулы костного мозга, происходит изменение морфометрических параметров лимфоцитов.

Анализ геометрических показателей лимфоцитов крови крыс позволил выявить, что при действии экзогенной гипертермии на клетки в опытах *in vivo* наблюдается мобилизация функциональных свойств лимфоцитов. Подтверждением активирующего влияния тепловой нагрузки на клетки крови является уменьшение объёма лимфоцитов, сопровождающееся снижением их распластанности на подложке. Обнаруженная в ходе эксперимента компактизация структур лимфоцитов сигнализирует о включении клеточного механизма адаптации животного к действию экстремальной тепловой нагрузки. Наблюдающееся в условиях сниженной осмолярности экономное использование запаса плазматической мембраны лимфоцитами экспериментальной группы животных свидетельствует о высокой функциональной значимости мембранного резерва и может трактоваться как проявление «сберегающего» типа реагирования белых клеток крови [13] в условиях действия экзогенной гипертермии.

В отличие от результатов, полученных в опытах *in vivo*, действие на клетки крови температуры диапазона нормы в условиях *in vitro* сопровождается изменением ряда морфофункциональных характеристик лимфоцитов. При этом в группе «Перегревание крови (37°C)» наблюдается увеличение объёма и распластанности лимфоцитов, а также более полное использование клетками мембранного резерва в условиях гипотонии. Полученные в процессе эксперимента данные подтверждают высокую физиологическую значимость вышеуказанных показателей, относительное постоянство которых в живом организме поддерживается благодаря работе соответствующих функциональных систем.

По данным научной литературы инкубация клеток крови в течение 30 минут при 42°C оценивается как умеренная тепловая нагрузка [14]. Обнаружено существенное влияние данного фактора на морфометрические характеристики и функциональные свойства лимфоцитов. В условиях действия на клетки крови умеренной тепловой нагрузки объём лимфоцитов достигает максимально возможного значения. Объяснением этому может служить увеличение внутриклеточной концентрации Na^+ , H^+ и Ca^{2+} [2] вследствие повышения текучести мембраны [15,16], а следовательно и её проницаемости [16, 17]. Кроме того, что тридцатиминутная инкубация крови при 42°C приводит к увеличению объёма лимфоцитов в изотонической среде, по сравнению с соответствующими показателями клеток группы «контроль» и «перегревание крови (37°C)», лимфоциты группы «перегревание крови (42°C)» в изотоническом растворе являются наименее распластанными, что подтверждает низкий коэффициент уплощённости. Динамика морфологических характеристик клеток, регистрируемая после гипертермического воздействия на кровь [18, 19], может быть обусловлена изменением структуры белковых макромолекул клеток (денатурацией) [2, 16]. Имеются сведения о том, что тепловая нагрузка на клетки способна повлечь за собой перестройку цитоскелета [18], вплоть до полной разборки интактных микротрубочек и инактивации пропорции формирующих их белков [20], что, в свою очередь, определённым образом должно отразиться на морфометрических параметрах лимфоцитов.

Инкубация клеток в условиях повышенной температуры (42°C) вызывает стремительную экспрессию белков теплового шока (БТШ), которые выполняют множество важных защитных функций в клетке [21, 22, 23, 24, 25]. В том числе белки теплового шока препятствуют стресс-индуцированной денатурации других белков [26, 27]. Экспрессия БТШ обычно запускается через несколько минут после начала действия тепловой нагрузки на клетки [2]. Сообщается о том, что некоторые БТШ связаны с белками цитоскелета [18]. Данная связь предполагает вовлечение БТШ в организацию цитоскелета в процессе и/или после тепловой нагрузки [18]. По-видимому, подобные реакции восстановления белковой фракции клетки способны повлечь за собой изменение показателей объёма и площади поверхности лимфоцитов по прошествии даже незначительного периода времени после окончания влияния экзогенного перегревания на клетки крови. Однако уменьшение объёма клетки после снятия действия тепловой нагрузки происходит в условиях, требующих от клетки совершенно противоположной

биологической реакции. Так инкубация лимфоцитов группы «перегревание крови (42°C)» в гипотонической среде в течение одной минуты приводит к снижению объёма, по сравнению с данным показателем в изоосмолярном растворе. В то же время после инкубации клеток группы «Перегревание крови (42°C)» в условиях гипотонии, наряду с уменьшением объёма происходит увеличение распластанности клетки, сопровождающееся повышением коэффициента уплощённости, по сравнению с данным показателем клеток в изотоническом растворе.

Действие на кровь температуры 42°C в течение 30 минут вызывает уменьшение площади поверхности клетки в гипотонической среде о чём свидетельствует отрицательное значение доли мембранного резерва в истинной площади поверхности клетки. То есть перегревание крови при 42°C в течение 30 минут оказывает существенное влияние на функциональное состояние клеток, после которого лимфоцит теряет способность к проявлению соответствующих биологических реакций в ответ на гипотоническую нагрузку.

Заключение

Выявлены различия в изменении морфофункциональных свойств лимфоцитов крови под влиянием экзогенной гипертермии в опытах *in vivo* и *in vitro*.

Установлено, что в результате действия интенсивной тепловой нагрузки на клетки крови в условиях *in vivo* происходит компактизация структур лимфоцитов, которая сопровождается более экономным использованием клетками функционально значимого резерва плазмалеммы в гипотонической среде. Подобный характер изменений морфофункциональных характеристик белых клеток крови при перегревании животного обусловлен реализацией на организменном уровне молекулярно-физиологических процессов регуляции активности клеток. В то время как инкубация лимфоцитов при повышенной температуре в опытах *in vitro* запускает клеточные реакции адаптации, которые осуществляются, преимущественно, посредством физико-химических механизмов. При этом влияние умеренной тепловой нагрузки на клетки крови в условиях *in vitro* приводит к предельно возможному увеличению объёма лимфоцитов на фоне снижения их уплощённости.

Список литературы

1. Смирнов Л.П., Богдан В.В. Температурная преадаптация эктоtermных организмов разной организации: роль жирнокислотного состава липидов // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. – 2006. – Т. 42, № 2. – С. 110-115.
2. Sonna L.A., Fujita J., Gaffin S.L., Lilly C.M. Invited review: effects of heat and cold stress on mammalian gene expression // Journal of Applied Physiology. – 2002. – Vol. 92. – P. 1725-1742.
3. Moseley P.L. Heat shock proteins and heat adaptation of the whole organism // Journal of Applied Physiology. – 1997. – Vol. 83, Issue 5. – P. 1413-1417.
4. Редчиц Е.Г., Парфёнов А.С. Реологические свойства лейкоцитов и их участие в микроциркуляции крови // Гематология и трансфузиология. – 1989. – № 12. – С. 40-45.
5. Иванов К.П., Мельникова Н.Н. Роль лейкоцитов в динамике микроциркуляции в норме и при патологии // Гематология и трансфузиология. – 2004. – № 1. – С. 3-13.
6. Фёдорова М.З., Левин В.Н., Горичева В.Д. Функциональная активность и механические свойства лейкоцитов крови крыс при внешней тепловой нагрузке // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. – 2000. – № 12. – С. 1624-1629.
7. Медицинские лабораторные технологии / Под ред. Карпищенко А.И. – СПб.: Интермедика, 2002. – 408 с.
8. Алексеев Н.А. Клинические аспекты лейкопений, нейтропений и функциональных нарушений нейтрофилов. – СПб.: Фолиант, 2002. – 416 с.
9. Дуглас С.Д., Куи П.Г. Исследование фагоцитоза в клинической практике. – М.: Медицина, 1983. – 112 с.
10. Зимин Ю.И., Редькин А.П. Угнетение нестимулированными лимфоцитами спонтанной миграции лейкоцитов под агаром // Иммунология. – 1987. – № 1. – С. 71-73.
11. Фёдорова М.З., Левин В.Н. Метод комплексного исследования геометрии, площади поверхности, резервных возможностей мембраны и осморегуляции лейкоцитов крови // Клиническая лабораторная диагностика. – 1997. – № 11. – С. 44-46.
12. Выгодский М.Я. Справочник по элементарной математике. – М.: АСТ: Астрель, 2006. – 509 с.



13. Фёдорова М.З. Функциональные свойства и реактивность лейкоцитов крови при изменённых состояниях организма, вызванных факторами различной природы: дис. ... д-ра биол. наук. – Ярославль, 2002. – 293 с.
14. Alfieri R.R., Petronini P.G., Bonelli M.A., Desenzani S., Cavazzoni A., Borghetti A.F., Wheeler K.P. Roles of compatible osmolytes and heat shock protein 70 in the induction of tolerance to stresses in porcine endothelial cells // *The Journal of Physiology*. – 2004. – Vol. 555.3. – P. 757-767.
15. Dynlacht J.R., Fox M.H. Heat-induced changes in the membrane fluidity of Chinese hamster ovary cells measured by flow cytometry // *Radiation Research*. – 1992. – Vol. 130, № 1. – P. 48-54.
16. Nishida T., Akagi K., Tanaka Y. Correlation between cell killing effect and cell membrane potential after heat treatment: analysis using fluorescent dye and flow cytometry // *International Journal of Hyperthermia*. – 1997. – Vol. 13, № 2. – P. 227-234.
17. Roti J.L. Cellular responses to hyperthermia (40-46°C): Cell killing and molecular events // *International Journal of Hyperthermia*. – 2008. – Vol. 24, № 1. – P. 3-15.
18. Wiegant F.A.C., Van Bergen en Henegouwen P.M.P., Van Dongen G., Linnemans W.A.M. Stress-induced thermotolerance of the cytoskeleton of mouse neuroblastoma N2A cells and rat reuber H35 hepatoma cells // *Cancer Research*. – 1987. – Vol. 47. – P. 1674-1680.
19. Henle K.J., Stone A., Chatterjee S.K. Effect of hyperthermia on activity of three glycosyltransferases in Chinese hamster ovary cells // *Cancer Research*. – 1988. – Vol. 48. – P. 5717-5721.
20. Coss R.A., Dewey W.C., Bamburg J.R. Effects of hyperthermia on dividing Chinese hamster ovary cells and on microtubules in vitro // *Cancer Research*. – 1982. – Vol. 42, № 3. – P. 1059-1071.
21. Murapa P., Gandhapudi S., Skaggs H.S., Sarge K.D., Woodward J.G. Physiological fever temperature induces a protective stress response in T lymphocytes mediated by heat shock factor-1 (HSF1) // *The Journal of Immunology*. – 2007. – Vol. 179. – P. 8305-8312.
22. Beck S.C., De Maio A. Stabilization of protein synthesis in thermotolerant cells during heat shock // *The Journal of Biological Chemistry*. – 1994. – Vol. 269, № 34. – P. 21803-21811.
23. Евдонин А.Л., Медведева Н.Д. Внеклеточный белок теплового шока 70 и его функции // *Цитология*. – 2009. – Т. 51, № 2. – С. 130-137.
24. Kregel K.C. Molecular biology of thermoregulation. Invited review: Heat shock proteins: modifying factors in physiological stress responses and acquired thermotolerance // *Journal of Applied Physiology*. – 2002. – Vol. 92. – P. 2177-2186.
25. Li G.C., Mivechi N.F., Weitzel G. Heat shock proteins, thermotolerance, and their relevance to clinical hyperthermia // *International Journal of Hyperthermia*. – 1995. – Vol. 11, № 4. – P. 459-488.
26. Feder M.E., Hofmann G.E. Heat-shock proteins, molecular chaperones, and the stress response: Evolutionary and ecological physiology // *Annual Review of Physiology*. – 1999. – Vol. 61. – P. 243-282.
27. Makarevich A.V., Olexiková L., Chrenek P., Kubovičová E., Fréharová K., Pivko J. The effect of hyperthermia in vitro on vitality of rabbit preimplantation embryos // *Physiological Research*. – 2007. – Vol. 56. – P. 789-796.

THE ESTIMATION OF HEAT LOAD INFLUENCE ON THE BLOOD LYMPHOCYTES' MORPHOFUNCTIONAL CHARACTERISTICS IN THE *IN VIVO* AND *IN VITRO* TESTS

E.V. Zubareva
M.Z. Fedorova
S.V. Nadezhdin
N.A. Pavlov

Belgorod State University
Pobedy St., 85, Belgorod,
308015, Russia

E-mail:
zubareva.ekaterina@gmail.com

It is carried out the research of exogenous heat load influence on the morphometric and functional properties of the rats' white blood cells by means of *in vivo* and *in vitro* tests. It is determined that the influence of the higher temperature on the organism reduces to the diminution of the lymphocyte sizes and the cells use rarely the membranous reserve under the hypotonia. Under the moderate heat load the blood cells' incubation causes the maximal increasing of the lymphocyte volume which is accompanied the decreasing of the flattening coefficient.

Key words: lymphocytes, membranous reserve, cell volume, exogenous hyperthermia.

ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ ЗАГОТОВОК ДЛЯ ИМПЛАНТАТОВ ИЗ НИКЕЛИДА ТИТАНА В ОПЫТАХ *IN VITRO*

С.В. Надеждин
М.Г. Ковалева
А.Я. Колпаков
А.И. Поплавский
М.И. Москаленко
И.О. Яржомбек

Белгородский
государственный
университет

Россия, 308015, г.Белгород,
ул. Победы, 85

E-mail: Kovaleva@bsu.edu.ru

Представлены результаты исследований токсичности в опытах *in vitro* заготовок для имплантатов, выполненных из никелида титана с различными вариантами модифицирования поверхности: бомбардировкой ионами титана, наноразмерным алмазоподобным углеродным покрытием, наноразмерным алмазоподобным углеродным покрытием, легированным азотом. Нанесение углеродного покрытия проводили импульсным вакуумно-дуговым методом. Для оценки токсичности заготовок, выполненных из никелида титана, применяли флуоресцентный метод с оценкой жизнеспособности клеток. Регистрацию флуоресценции флуорохромов и последующий анализ результатов проводили на конфокальном лазерном сканирующем микроскопе Nikon DIGITAL ECLIPSE C1 plus. Показано, что наличие тонких безникелевых барьерных слоев, сформированных на поверхности никелида титана с использованием ионно-плазменных технологий, приводит к повышению его коррозионной стойкости и затрудняет выход ионов никеля в биологическую среду. Установлено, что заготовки из никелида титана, модифицированные наноразмерным алмазоподобным углеродным покрытием, легированным азотом, являются биорезистентными и не оказывают цитотоксического эффекта на жизнеспособность белых клеток крови.

Ключевые слова: имплантат, биосовместимость, биорезистентность, никелид титана, лейкоциты, жизнеспособность клеток, модифицирование поверхности, наноразмерные алмазоподобные углеродные покрытия.

В настоящее время в травматологии и ортопедии накоплен большой опыт по применению имплантатов изготовленных из металлов и сплавов для устранения различных дефектов костной ткани. Одним из перспективных материалов для изготовления имплантатов является никелид титана, который обладает высокими функциональными и биомеханическими свойствами. Однако наличие в сплаве никеля, сдерживает широкое использование сплавов на основе никелида титана для изготовления имплантатов, из-за его токсического воздействия на организм [1, 2, 3]. Одним из способов улучшения физико-химических свойств металлического имплантата из никелида титана является нанесение на его поверхность многофункционального покрытия [4]. Среди методов обработки поверхности наиболее эффективным является нанесение алмазоподобного углеродного покрытия [5], что позволяет решить как проблему выхода токсичных ионов металлов в биологическую среду, так и проблему повышения коррозионной стойкости и износостойкости [6] металла. Металлические имплантаты с алмазоподобным покрытием демонстрируют высокую биосовместимость. Они в отличие от других покрытий не вызывают коагуляцию крови, служат эффективным барьером, предотвращающим диффузию ионов металлов, и могут эффективно использоваться для покрытий имплантатов, контактирующих с костными и мягкими тканями организма [5, 7, 8].

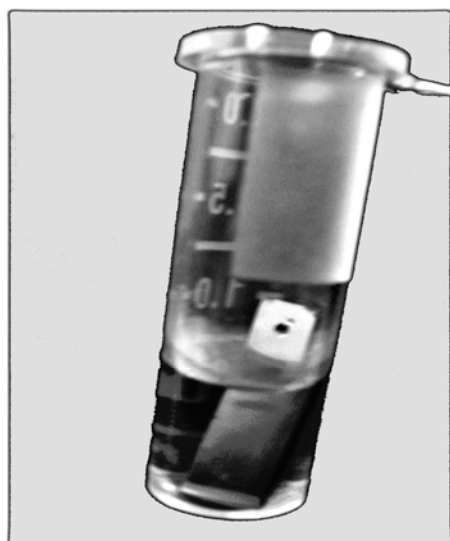
Целью данной работы явилась оценка токсичности заготовок для имплантатов в опытах *in vitro*, выполненных из никелида титана с модифицированной ионно-плазменными технологиями поверхностью.

Материалы и методика эксперимента

В работе были использованы заготовки для имплантатов в виде пластин размером 20×4×1 мм, выполненных из никелида титана: исходного – $TiNi$ (1 группа), мо-

дифицированного титаном – $TiNi-Ti$ (2 группа), наноразмерным алмазоподобным углеродным покрытием – $TiNi-DLC$ (3 группа), наноразмерным алмазоподобным углеродным покрытием легированным азотом – $TiNi-DLC-N$ (4 группа). Образцы первой группы изготавливали электроэрозионной резкой с помощью проволочно-вырезного станка AQ300L, все грани механически шлифовали до зеркального блеска с помощью комплекса оборудования для подготовки образцов Struers. Заготовки второй группы помещали в камеру установки УВНИПА-1-001 на устройство для вращения. В камере создавали вакуум не выше $1 \cdot 10^{-3}$ Па. Образцы подвергали бомбардировке ионами титана, извлекаемыми из плазмы, генерируемой вакуумно-дуговым источником с магнитной системой очистки плазмы от макрочастиц и капель. Для очистки поверхности и внедрения ионов титана к образцу в течение 300 с прикладывали отрицательный ускоряющий потенциал 1000 В, плотность ионного тока составила 5.0 mA/cm^2 . Далее для нанесения слоя титана к образцу в течение 180 с прикладывали отрицательный ускоряющий потенциал 500 В. Для образцов третьей группы формирование покрытий производили по способу, описанному в работе [9], который позволяет снизить величину возникающих внутренних напряжений сжатия. Вначале обработка образцов происходила по схеме, представленной для второй группы. Плотность ионного тока составляла $5.0-7.0 \text{ mA/cm}^2$. Нанесение наноразмерного алмазоподобного углеродного покрытия проводили с использованием импульсного источника углеродной плазмы, подробно описанного в работе [10]. В качестве материала катода использовали особо чистый графит марки МПГ-6. Вакуумную камеру откачивали до давления не выше $2 \cdot 10^{-3}$ Па. Толщина наноразмерного алмазоподобного углеродного покрытия составила 180 нм. Микротвердость системы «подложка-покрытие» $\sim 4 \text{ ГПа}$. Структура полученного покрытия углерода представляет собой мелкодисперсную (аморфную) основу различного фазового состава с включением кристаллов всевозможных модификаций углерода. В четвертой группе заготовки обрабатывали согласно схеме подготовки образцов для третьей группы. Наноразмерные алмазоподобные углеродные покрытия, легированные азотом, были получены путем напуска в камеру азота до давления 0.1 Па . Производительность процесса осаждения наноразмерного алмазоподобного углеродного покрытия, легированного азотом ($C:N$) составила 0.06 nm/импульс соответственно. Частота следования импульсов – 2.5 Гц . Температура подложки при этом не превышала 100°C . Толщина наноразмерного алмазоподобного углеродного покрытия легированного азотом - составила 180 нм. Микротвердость системы «подложка-покрытие» $\sim 4 \text{ ГПа}$. Структура полученного покрытия углерода представляет собой неупорядоченную (аморфную) основу различного фазового состава.

Оценку токсичности образцов проводили согласно методическим рекомендациям [11] в нашей модификации на 30 беспородных белых мышах массой 20-25 грамм, которые случайным образом были поделены на 4 группы по 6 особей в каждой.



Кровь для исследований брали путем декапитации после дачи легкого эфирного наркоза. В качестве антикоагулянта использовали гепарин (10 ед./мл). Лейкоциты из периферической крови получали общепринятым способом. Суспензию лейкоцитов делили на две части (пробы) и вносили в пробирки для микропроб содержащей среду RPMI, одну пробу использовали в качестве контроля, другая являлась опытной. Суспензии белых клеток опытной и контрольной проб для всех групп инкубировали в термостате при $+37^\circ\text{C}$ в течение 30 мин (рис. 1).

Рис. 1. Пластика заготовки для имплантатов, выполненная из чистого никелида титана в пробирке, содержащей суспензию лейкоцитов в среде RPMI

Для оценки токсичности серии заготовок из никелида титана применяли флуоресцентный метод для оценки жизнеспособности клеток двойным окрашиванием - этидиум бромидом (Helicon) и ацетооксиметиловым эфиром кальцеина (Fluka) [12]. Стоковые растворы красителей готовили согласно инструкции производителя. Из стоковых растворов получали рабочий раствор: 4 μM этидиум бромид и 2 μM ацетооксиметилового эфира кальцеина растворяли в 1.5 мл раствора Дульбекко. К 100 мкл суспензии клеток контрольной и опытной групп находящихся в среде RPMI добавляли 10 мкл двухкомпонентного флуоресцентного раствора красителей и инкубировали при +37°C в течение 30 мин. После истечения времени инкубации 100 мкл клеточной суспензии наносили на покровные стекла и дважды отмывали от красителя и компонентов среды. Сканирование образцов и последующий анализ проводили на конфокальном лазерном сканирующем микроскопе Nikon DIGITAL ECLIPSE C1 plus с использованием лазера 488 нм. Оценку жизнеспособности клеток проводили в среде программы «EZ-C1» (версия 3.8). По результатам флуоресцентной/конфокальной лазерной сканирующей микроскопии определяли жизнеспособность клеток. На каждые 100 клеток подсчитывали количество живых (зеленая флуоресценция в цитоплазме) и мертвых клеток (красная флуоресценция в ядре). Жизнеспособность клеток (%) рассчитывали согласно методике, приведенной в работе А.И. Маслова с соавт. [13]:

$$R = \frac{N_n}{N_n + N_d} * 100\% \quad (1)$$

где R – жизнеспособность клеток, %; N_n – количество живых клеток; N_d – количество мертвых клеток.

Результаты и их обсуждение

В ходе эксперимента по оценки токсичности заготовок, выполненных из никелида титана с различными вариантами модифицирования поверхности, было установлено, что количество живых и мертвых лейкоцитов в опытных пробах достоверно отличается от контрольных проб в первой, третьей (при $p < 0.01$) и второй группах (при $p < 0.05$). Так количество живых клеток в первой группе было меньше на 22%, во второй группе на 9%, в третьей группе на 5% и в четвертой группе на 3% по сравнению с контрольными пробами для этих групп (см. табл.).

Таблица

Количество живых и мертвых белых клеток в крови в опытных и контрольных пробах

Проба	Состояние клеток	Группа			
		1 TiNi	2 TiNi-Ti	3 TiNi-DLC	4 TiNi-DLC-N
Контроль	живые клетки, шт.	78.00±2.89	77.83±2.48	82.33±2.73	81.00±3.35
	мертвые клетки, шт.	22.00±1.41	22.17±2.48	17.67±2.73	19.00±3.35
Опыт	живые клетки, шт.	63.50±2.74*	71.33±3.50*	78.17±3.43**	78.67±2.16
	мертвые клетки, шт.	36.50±2.74	28.67±3.50	21.83±3.43	21.33±2.07

Примечание: достоверность различий по сравнению с контролем по критерию Стьюдента * $p < 0.01$; ** $p < 0.05$.

Наибольшее снижение жизнеспособности лейкоцитов по сравнению с контрольными пробами было выявлено в первой группе на 14.5% (пластинка из чистого никелида титана) и во второй группе (поверхность заготовки из никелида титана модифицированная титаном) на 6.5%.

При инкубации белых клеток с заготовками из никелида титана третьей (поверхность заготовки покрыта наноразмерным алмазоподобным углеродным покрытием) и четвертой (поверхность заготовки покрыта наноразмерным алмазоподобным углеродным покрытием легированным азотом) групп снижение жизнеспособности клеток по сравнению с контрольными пробами было не значительное и составило 4.16% и 2.33% соответственно.

В результате исследований установлено, что наиболее токсичными образцами являются заготовки из никелида титана первой группы (исходный, без модифицирования поверхности), это связано с токсическим воздействием ионов никеля вышедших в среду RPMI, в которой инкубировались белые клетки. Менее выраженный токсический эффект установлен во второй и третьей группах, в четвертой группе, где поверхность заготовки из никелида титана была модифицирована наноразмерным алмазоподобным углеродным покрытием легированным азотом отсутствуют достоверные различия по количеству живых и мертвых клеток по сравнению с контрольными пробами.

Заключение

Наличие тонких безникелевых барьерных слоев, сформированных на поверхности никелида титана с использованием ионно-плазменных технологий, приводит к повышению его коррозионной стойкости и биорезистентных свойств заготовок для имплантатов, изготовленных из никелида титана. Установлено, что заготовки из никелида титана, модифицированные наноразмерным алмазоподобным углеродным покрытием, легированным азотом являются биорезистентными и не оказывают цитотоксического эффекта на жизнеспособность белых клеток крови.

Работа выполнена с использованием оборудования Центра коллективного пользования научным оборудованием БелГУ «Диагностика структуры и свойств наноматериалов» в рамках госконтракта ФЦП №П748 «Разработка технологии получения комбинированного наноструктурного биопокрытия на модифицированной поверхности никелида титана».

Список литературы

1. Shtansky D.V., Levashov E.A., Glushankova N.A., D`yakonova N.B., Kulinich S.A., Petrzhik M.L., Kiryukhantsev-Korneev F.V., Rossi F. Structure and properties of CaO- and ZrO₂-doped TiC_xN_y coatings for biomedical applications // Surface and Coatings technology. – 2004. – Vol.182. – P.101-111.
2. Hauert R. A review of modified DLC coatings for biological applications // Diamond and related materials. – 2003. – V.12. – P.583-589.
3. Mark g. Alderson, Teresa W. Tough, Terri Davis-Smith, Steve Braddy, Ben Falk, Kenneth A. Schooley, Raymond G. Goodwin, Craig A. Smith, Fred Ramsdell, and David H. Lynch. Fas Ligand Mediates Activation-induced Cell Death in Human T Lymphocytes // J. Exp. Med. – 1995. – Vol.181. – P.71-77.
4. Lightfoot A., Martin J. and Amendola A. Fluorescent viability stains overestimate chondrocyte viability in osteoarticular allografts // The American Journal of Sports Medicine. – 2007. – Vol.35, No.11. – P.1817 – 1823.
5. Li D.J., Niu L.F. Influence of N atomic percentages on cell attachment for CN_x coatings // Bull. Mater. Sci. – 2003. – Vol.26, №4. – P.371-375.
6. Cui F.Z., Li D.J. A review of investigations on biocompatibility of diamond-like carbon and carbon nitride films // Surface and Coatings Technology. – 2000. – Vol.131. – P.481-487.
7. Grill A. Diamond-like carbon coatings as biocompatible materials – an overview // Diamond and Related Materials. – 2003. – Vol.12. – P.166-170.
8. Колпаков А.Я., Инкин В.Н., Уханов С.И. // Способ формирования сверхтвердого аморфного углеродного покрытия в вакууме: Пат. РФ № 2240376.
9. Эффекты памяти формы и их применение в медицине // Под ред. А.А. Монасевича. – Новосибирск: Наука, 1993 – 744 с.
10. Chemical and electrochemical aspects of biocompatibility of titanium and its alloys. P. Kovacs, G.A. Davidson: Medical appl. of titanium and its alloys: the material and biological issues. ASTM STP 1272, S.A. Braun and J.E. Lemons Eds., American Society for Testing and Materials, 1996 – P.167-178.
11. Oonishi H. Proc. Sec. World Congress on Biomaterials, Washington, 1984 – p. 183.
12. Применение метода щелочного гель-электрофореза изолированных клеток для оценки генотоксических свойств природных и синтетических соединений: Методические рекомендации: – М., 2006. – 27 с.
13. Маслов А.И., Дмитриев Г.К., Чистяков Ю.Д. // Импульсный источник углеродной плазмы для технологических целей // Приборы и техника эксперимента. – 1985. – №3. – С.146-149.

TOXICITY ESTIMATION OF OBJECTS FOR THE TITANIUM NICKELIDE IMPLANTS IN THE *IN VITRO* EXPERIMENTS

**S.V. Nadezhdin
M.G. Kovaleva
A.Ya. Kolpackov
A.I. Poplavskij
M.I. Moscalenko
I.O. Yarzhombek**

Belgorod State University

*Pobedy St., 85, Belgorod,
308015, Russia*

E-mail: Kovaleva@bsu.edu.ru

The paper deals with the results concerning the toxicity of the implant blank received by means of in vitro tests. These blanks are made of titanium nickelide with various types of surface modification. Different types of modification includes: titanium ions bombardment, nanodimensional diamond-like carbonic coating, nanodimensional diamond-like carbon coating, doped with nitrogen. Carbonic overcoating is held with the help of the pulsed vacuum-arc technique. The fluorescent method with the subsequent cell viability was applied for estimation of the object toxicity prepared from the titanium nickelide. The fluorescence registration of the fluorochroms and following result analysis are held on the confocal laser scanning microscope Nikon DIGITAL ECLIPSE C1 plus. It is shown that the presence of thin nickel-free barrier layers, formed on the surface of the titanium nickelide with the use of ionic-plasmous technologies, results the increase of its corrosion resistance and complicates nickel ionic coming out in the biological environment. It is determined that the blanks from titanium nickelide modified with nanodimensional diamond-like carbonic coating and alloyed nitrogen can be considered as bioresistant without any cytotoxic effect on white blood cells' viability.

Key words: implant, biocompatibility, bioresistance, titanium nickelide, leukocytes, cell viability, modified surfaces, nanodimensional diamond-like carbonic coatings.



ХИМИЯ

УДК 615.011.3 + 615.011.4 + 615.012.1

РАЗРАБОТКА МОНТМОРИЛЛОНИТ СОДЕРЖАЩЕЙ МАТРИЦЫ БИОАКТИВНОГО СОРБИРУЮЩЕГО РАНЕВОГО ПОКРЫТИЯ

**К.Н. Касанов¹, В.А. Попов¹
М.В. Успенская², В.С. Соловьев²
Д.Н. Макин², А.И. Везенцев³
Н.Ф. Пономарева³, В.М. Мухин⁴**

¹ Военно-медицинская академия
им. С.М. Кирова
Россия, 194044, г. Санкт-Петербург,
ул. Академика Лебедева, 6
E-mail: kasanov_kiria@mail.ru

² Санкт-Петербургский государственный
университет информационных технологий,
механики и оптики
Россия, 197101, г. Санкт-Петербург,
Кронверкский проспект, 49
E-mail: mv_uspenskaya@mail.ru

³ Белгородский государственный
университет
Россия, 308015 г. Белгород, ул. Победы 85
E-mail: vesentsev@bsu.edu.ru

⁴ НПО «Неорганика»
Россия, 144001, Московская обл.,
г. Электросталь, ул. К.Маркса, 4
E-mail: neorg.el@mail.ru

Представлены результаты исследования механических и физико-химических свойств композиционных материалов раневого покрытия в зависимости от используемого модификатора. Показано, что введение Na-монтмориллонита в качестве модификатора матрицы раневого покрытия значительно увеличивает ее прочностные параметры и позволяет получить материал, который превосходит по сорбции белковых молекул (альбумина) другие полученные образцы.

Ключевые слова: раневое покрытие, гидрогелевые матрицы, монтмориллонит, сорбция белковых молекул, набухание.

Введение

Применение раневых покрытий, т.е. сорбционно-апликационного метода, на сегодняшний день является основой терапии гнойных и ожоговых ран, позволяющей создать наиболее благоприятные условия для купирования воспаления и ранней активации процессов репарации.

В настоящее время на рынке медицинских технологий представлен широкий спектр раневых покрытий. В качестве их матрицы производители используют материалы на основе природных и синтетических полимеров различной химической природы и структуры, что существенно отличает механизм биологического действия раневых покрытий. Однако практическое использование раневых покрытий нередко проводится без учета особенностей вещественного состава и свойств используемых материалов.

Необходимо отметить, что задачи современного раневого покрытия значительно отличаются в разные фазы раневого процесса. В 1-ой фазе использование раневых покрытий преимущественно направленно на подавление раневой инфекции, нормализацию местного гомеостаза, и активную адсорбцию раневого экссудата. Во 2-й и 3-й фазах раневого процесса покрытия должны обеспечивать активацию обменных процессов в тканях, осуществлять направленную стимуляцию репаративных процессов.

Целью представленной работы стала разработка современного патогенетически обоснованного раневого покрытия. Для реализации поставленной цели необходи-

мо учитывать, с одной стороны, основные задачи покрытия в зависимости от фазы течения раневого процесса, с другой стороны, физико-химические свойства и особенности биологического действия различных матриц покрытий.

Безусловно, выполнение столь объемной и разноплановой, с точки зрения используемых методов, работы не может замыкаться на одном научно-исследовательском учреждении. В рамках проведения исследований налажено сотрудничество со многими исследовательскими, образовательными и научно-производственными организациями страны, широко используются лабораторно-технические возможности профильных кафедр и НИЛ ВМА им. С. М. Кирова.

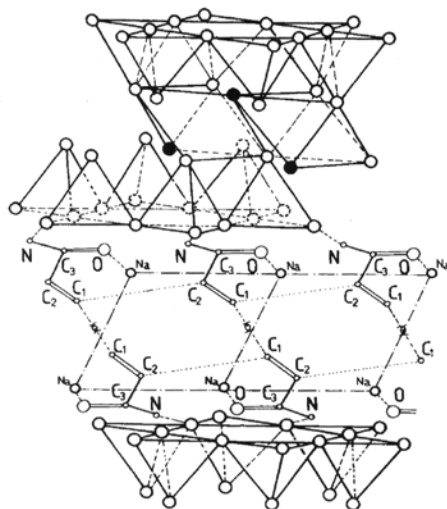
В качестве матриц раневых покрытий в нашей работе использованы следующие типы сорбирующих материалов:

1. Нано-гель-пленка бактериальной целлюлозы, разработанная на базе Института высокомолекулярных соединений РАН (ИВС РАН, г. Санкт-Петербург).
2. Различные типы гидрогелевых пленок (акриловые, акриламидные), разработанные совместно СПб технологическим институтом и СПбГУ ИТМО (г. Санкт-Петербург).
3. Угольные раневые покрытия (АМН и АУТ-М), разработанные НПО «Неорганика» (г. Электросталь).
4. Модифицированные монтмориллонитом гидрогелевые пленки, СПбГУ ИТМО и БелГУ (г. Белгород).

Задачами исследования являются сравнительная оценка структурных особенностей раневых покрытий, изучение параметров сорбции компонентов раневого экссудата, а также разработка способа модифицирования гидрогелевых матриц.

Для улучшения сорбционных свойств, структурных и прочностных характеристик гидрогелевых матриц раневых покрытий предложено использование в качестве модификатора мелкодисперсного порошка монтмориллонита структурного типа 2:1 с набухающей кристаллической решеткой. В нашей работе использованы различные типы монтмориллонита: природные, обогащенные и Na-формы, изготовленные на кафедре общей химии БелГУ.

Синтез композитных материалов проводили на базе СПбГУ ИТМО. В качестве полимерной матрицы использовали акриловый гидрогель, в качестве наполнителя – Na-монтмориллонит (I) с различной концентрацией. Гидрогель получен на основе акриловой кислоты (II) и акриламида (III) в массовом соотношении (II) : (III) = 70:30. Синтез осуществляли путем радикальной полимеризации в водной среде при температуре 50 °С. В качестве инициатора, использовали систему: персульфат аммония – тетраметилэтилендиамин, а N,N' – метиленбисакриламид в качестве сшивающего агента [1]. Степень нейтрализации акриламида составляла $\alpha = 0.9$. Полимеризация проводилась при начальной концентрации мономеров 30 масс.% и сшивающего агента – 0.3 масс.%. Время синтеза композиций в водной среде составляло 0.5–5 ч [2, 3].



Таким образом, были получены образцы полимерных матриц раневых покрытий, представляющие собой нанокомпозиты с интеркалированной структурой, вследствие внедрения молекул полимера в межслоевое пространство частиц слоистого силиката структурного типа 2:1 (рис. 1) [4 – 6].

Рис. 1. Схематическая структура бимолекулярного слоя акриламида интеркалированного в межслоевое пространство Na-монтмориллонита [6]

Одной из задач введения в полимерную матрицу наполнителя было улучшение физико-химических и механических свойств композиций [7, 8]. На рис. 2 представле-

на установленная нами зависимость предела прочности на разрыв наполненных полимеров от концентрации монтмориллонита. Показано, что увеличение предела прочности композита зависит от концентрации наполнителя. Полученную зависимость можно описать уравнением:

$$Q = 72.66e^{0.253[B]},$$

где [Б] – концентрация монтмориллонита, масс. %, Q – предел прочности на разрыв, кПа.

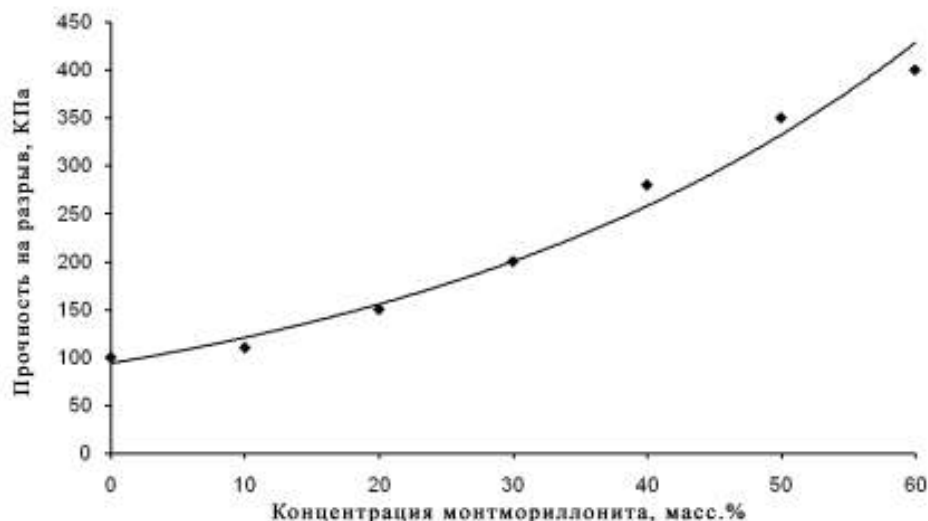


Рис. 2. Зависимость предела прочности на разрыв наполненных полимеров от концентрации монтмориллонита

Таким образом, введение Na-монтмориллонита в качестве модификатора матрицы раневого покрытия значительно увеличивает ее прочностные параметры, что важно при практическом применении покрытий. Так, замена раневых покрытий с гелевой основой при перевязках часто сопровождается их разрывом и фрагментированием, значительно увеличивая время проводимых врачебных манипуляций.

Не менее важным для полученных композиций является изменение их сорбирующей активности. Изучение сорбционных характеристик полученных композитов проводили в сравнении с различными видами матриц раневых покрытий, указанными ранее. Так на первом этапе в качестве абсорбата была использована дистиллированная вода. При введении в композицию наполнителя происходит изменение сорбционной способности системы. Как установлено из рис.3, равновесная степень водоудержания увеличивается с увеличением содержания наполнителя. Это можно объяснить тем, что монтмориллонит является природным влагоабсорбентом и внутримолекулярным взаимодействием между частицами наполнителя и полимерной матрицей [9, 10].

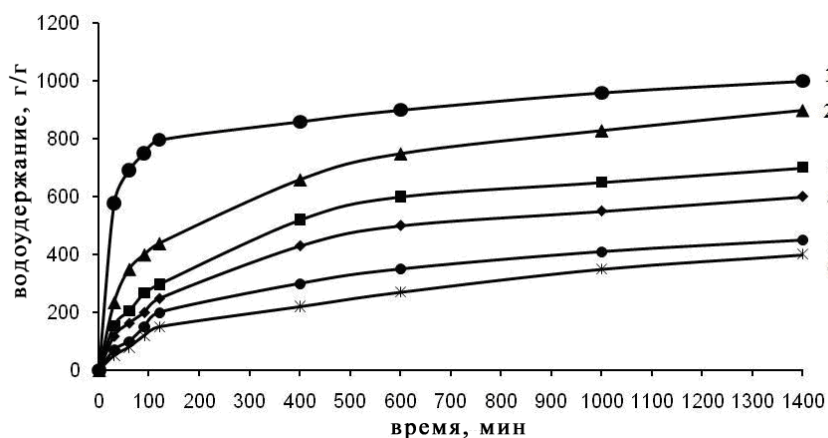


Рис. 3. Кинетические кривые набухания полимерных композиций в дистиллированной воде при $T=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ с различной массовой долей монтмориллонита: масс. %: 1 – 60%, 2 – 50%, 3 – 30%, 4 – 0%, 5 – 10%, 6 – 5%

Благодаря наличию на поверхности монтмориллонита подвижных противоионов Na^+ -монтмориллонитовые глины имеют способность к водоудержанию, а следовательно и к набуханию, в воде в 12–14 раз больше, чем другие рассматриваемые образцы [11, 12].

На втором этапе выполнено исследование кинетики набухания различных матриц покрытий в 10% растворе альбумина, являющегося основным компонентом раневого экссудата. На рис. 4 и 5 представлены графики набухания акриловой матрицы с различным содержанием наполнителя и других типов покрытий.

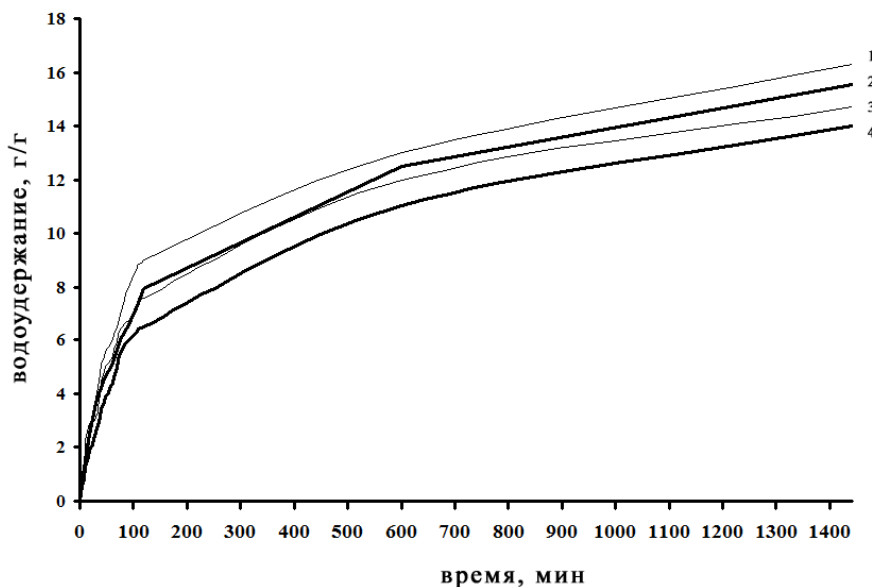


Рис. 4. Кинетические кривые водоудержания акриловой композиции в 10% растворе альбумина с различной долей наполнителя масс. %: 1 – 2%, 2 – 10%, 3 – 0%, 4 – 5%

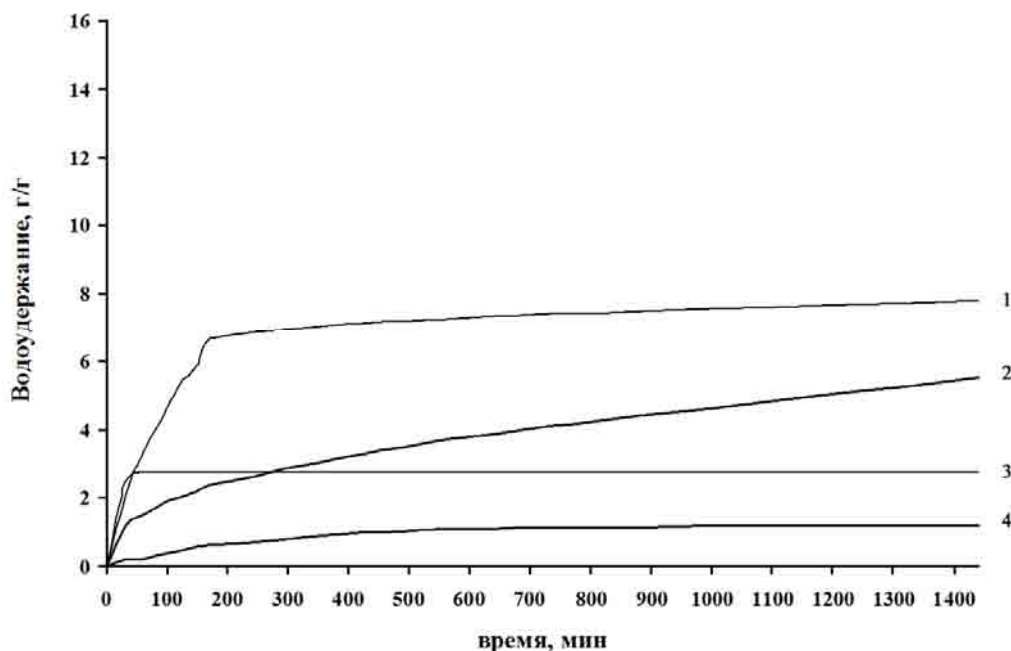


Рис. 5. Кинетические кривые водоудержания матриц раневых покрытий в 10% растворе альбумина: 1 – бактериальная целлюлоза неотжатая, 2 – угольное покрытие АУТ-М, 3 – бактериальная целлюлоза отжатая, 4 – угольное покрытие АМН

Из представленных графиков установлено, что водоудержание модифицированных Na -монтмориллонитом образцов акрилового гидрогеля в растворе альбумина значительно превосходит другие матрицы раневых покрытий: угольный сорбент АМН в 14 раз, бактериальную целлюлозу, не отжатую в 6 раз, сорбент АУТ-М в 3 раза. Срав-

нительно одинаковые значения водоудержания получены для образцов акрилового композита с 2% масс. содержанием монтмориллонита и отжатый бактериальной целлюлозы, составляющие в среднем около 16 г/г.

Для оценки возможности адсорбции раневыми покрытиями белковых молекул, в том числе антигенных, проведено исследование по изучению кинетики сорбции альбумина человеческого (диаметр 15-20 нм) на фотоколориметре КФК-3 (рис. 6).

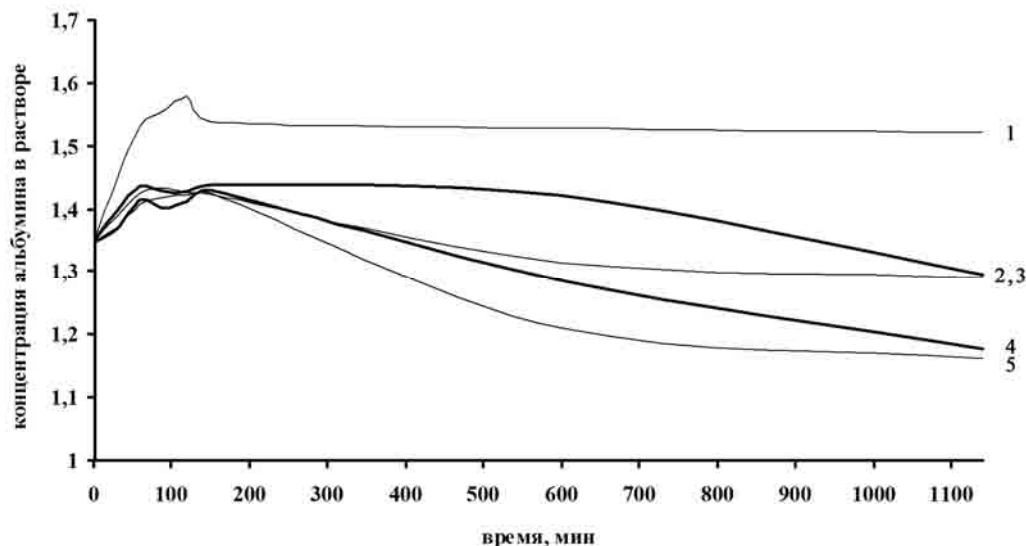


Рис. 6. Кинетические кривые сорбции альбумина различными матрицами раневых покрытий: 1 – исходная концентрация альбумина в растворе, 2 – бактериальной целлюлозой отжатый, 3 – бактериальной целлюлозой неотжатый, 4 – угольное покрытие АУТ-М, 5 – гидрогелевый композит с 2% масс. содержанием *Na*-монтмориллонита

Как следует из результатов, представленных на рис. 6, полученные гидрогелевые матрицы раневых покрытий, модифицированные *Na*-монтмориллонитом, превосходят по сорбции белковых молекул (альбумина) другие представленные образцы. Достаточной сорбционной емкостью к альбумину так же обладает угольное покрытие АУТ-М (НПО «Неорганика»).

Таким образом, на основании полученных данных можно сделать вывод, что использование *Na*-монтмориллонита в качестве наполнителя гидрогелевой матрицы раневого покрытия значительно улучшает физико-механические свойства и сорбционную способность покрытия. В частности увеличение концентрации наполнителя напрямую влияет на прочность матрицы, что значительно облегчает использование гидрогелевых покрытий в медицинской практике. Наглядно показано, что введение в состав акрилового гидрогеля монтмориллонита повышает его способность к набуханию, как функции водоудержания, в дистиллированной воде и растворе альбумина, а также сорбционную активность для белковых молекул, в том числе в сравнении с другими образцами матриц раневых покрытий. Следовательно, матрицы на основе акрилового гидрогеля, модифицированные монтмориллонитовым наполнителем, могут быть использованы для разработки биологически активных сорбирующих раневых покрытий.

Список литературы

1. Zhao X., Zhu S., Hamielec A.E., Pelton R.H. Kinetics of polyelectrolyte network formation in free-radical copolymerization of acrylic acid and bisacrylamid // *Macromol. Symp.* – 1995. – № 92. – P. 253–300.
2. Чвалун С.Н., Новокшенова Л.А., Коробко А.П., Бревнов П.Н., Полимер – силикатные нанокompозиты: физико – химические аспекты синтеза полимеризации in situ // *Российский Химический Журнал.* – 2008. – Т. LII, № 5. – С. 52–58.
3. Королев Г.В., Могилевич М.М., Голиков И.В. Сетчатые полиакрилаты. Микрогетерогенные структуры, физические сетки, деформационно–прочностные свойства. – М.: Химия, 1995. – С. 25.

4. Оудиан Дж. Основы полимерной химии. – М: Мир, 1974. – 614 с.
5. Seon Jeong Kim, Sang Jun Park. Properties of smart hydrogels composed of polyacrylic acid/poly (vinyl sulfonic acid) responsive to external stimuli // *Smart mater. struct.* – 2004. – № 13. – P. 317–322.
6. Deu Gao, Robert B. Heimann. Structure and mechanical properties of superabsorbent poly(acrylamide)-montmorillonite composite hydrogels // *Polymer Gels and Networks.* – 1993. – Vol. 1, № 4. – P. 225-246.
7. Michael Alexandre, Philippe Dubois. Polymer-layered silicate nanocomposites: preparation, properties and uses of a new class of materials // *Materials Science and Engineering.* – 2000. – Vol. 28 – P.1–63.
8. Нуфури А.Д., Липатова Т.Э. Физическая химия полимерных композиций. – Киев: Наукова думка, 1974. – С. 28–31.
9. Евсикова О.В., Стародубцев С.Г., Хохлов А.Р. Синтез, набухание и адсорбционные свойства композитов на основе полиакриламидного геля и бентонита натрия // *Высокомолекул. соед.* – 2002. – Т.44, №5. – С. 802-808.
10. Ping-Sheng Liu, Li, Ning-Lin Zhou, Jun Zhang, Shao-Hua Wei, Jian Shen Waste polystyrene foam-graft-acrylic acid / montmorillonite superabsorbent nanocomposite // *Journal of applied polymer science.* – 2007. – Vol. 104, № 4. – P. 2341-2349.
11. Kajtna J., Sebenik U. Šebenik. Microsphere pressure sensitive adhesives –acrylic polymer/montmorillonite clay nanocomposite materials // *International Journal of Adhesion and Adhesives.* – 2009. – Vol. 29, № 5. – P. 543-550.
12. Gharib M. Taha, Kamal Abou Elmagd. Bentonite as a Natural Adsorbent for the Sorption of Iron from the Ground Water Exploited from Aswan Area, Egypt // *Ground Water Monitoring & Remediation.* – 2004. – Vol. 24, № 1. – P.47-52.

THE DEVELOPMENT OF THE MONTMORILLONITE CONTAINING MATRIX OF THE BIOACTIVE SORBING TRAUMATIC COATING

**K.N. Kasanov¹, V.A. Popov¹
M.V. Uspenskaya², V.S. Soloviev²
D.N. Makin², A.I. Vesentsev³
N.F. Ponomareva³, V.M. Mukhin⁴**

¹*Russian Military Medical Academy
Akademika Lebedeva St., 6, St.-Petersburg,
194044, Russia
E-mail: _kiria@mail.ru*

²*National Research University ITMO,
Kronverkskiy prospect, 49, St. Petersburg,
197101, Russia
E-mail: mv_ustpenskaya@mail.ru*

³*Belgorod State University
Pobedy St., 85, Belgorod, 308015, Russia
E-mail: vesentsev @bsu.edu.ru*

⁴*SPA «Neorganika»
Karl Marx, 4, Electrostal, Moscow region,
144001, Russia
E-mail: neorg.el@mail.ru*

The paper represents the research results of mechanical, physical and chemical characteristics of the traumatic coating composite depending on the used modifier. It is shown that the introduction of Na-montmorillonite as a modifier of the traumatic coating matrix increases greatly its strengthening parameters and allows to receive the material which has high sorption properties (the sorption of protein molecules – albumin) in comparison with another samples.

Key words: traumatic coating, hydrogel matrix, montmorillonite, sorption of protein molecules, swelling.



ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ *L*-ЛИЗИНА С ДОДЕЦИЛСУЛЬФАТОМ НАТРИЯ

И.И. Гермашева
Н.А. Глухарева
Г.В. Прохорова

Белгородский
государственный
университет

Россия, 308015 г. Белгород,
ул. Победы 85

E-mail: glukhareva@bsu.edu.ru

С использованием кондуктометрического метода изучено поведение смесей *L*-лизина с анионным поверхностно-активным веществом додецилсульфатом натрия, обнаружено образование ассоциатов додецилсульфата и лизина по аминогруппе (*N*-комплекс) и по карбоксильной группе (*H*-комплекс). Определены некоторые коллоидно-химические характеристики комплексов, установлено, что *H*-комплекс более растворим при низкой температуре, чем *N*-комплекс, а относительные количества *N*-комплекса и *H*-комплекса в системе зависят от соотношения алкилсульфат-лизина и от *pH*.

Ключевые слова: поверхностно-активные вещества, алкилсульфаты, лизин, температура Крафта, критическая концентрация мицеллообразования, электропроводность.

Введение

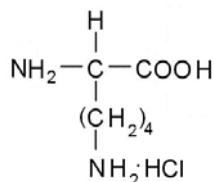
Биологическая ценность белка определяется количеством и соотношением отдельных аминокислот. Недостаток каждой из незаменимых аминокислот в пищевом или кормовом рационе приводит к нарушению обмена веществ, замедлению роста и развития. Сейчас в мире большую часть аминокислот производят на основе микробиологического синтеза [1]. Так, технология производства лизина (левовращающей формы *L*-лизина) основана на биосинтезе из мелассного, крахмального или другого вида сырья с последующей ионообменной очисткой препарата с получением кристаллического *L*-лизина. Ионообменная технология имеет ряд недостатков, поэтому актуальной является разработка альтернативных методов выделения аминокислот, например, с использованием поверхностно-активных веществ (ПАВ). Известно, что белки, протеины, а также входящие в их состав аминокислоты могут образовывать комплексы с анионными, катионными и неионными ПАВ [2-4]. Для разработки научных принципов извлечения аминокислот из смесей и их разделения с целью получения на их основе препаратов биологического, технического и медицинского назначения необходимо изучение взаимодействий в смесях ПАВ с аминокислотами.

Цель настоящей работы – изучение взаимодействия анионного поверхностно-активного вещества додецилсульфата натрия с *L*-лизином.

Экспериментальная часть

В работе использованы следующие вещества.

- *L*-лизин моногидрохлорид кристаллический – α, ϵ -диаминокапроновая кислота, оптически активная левовращающая форма:



- Анионное поверхностно-активное вещество – додецилсульфат натрия $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{OSO}_3\text{Na}$.

- Капроновая кислота $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$.

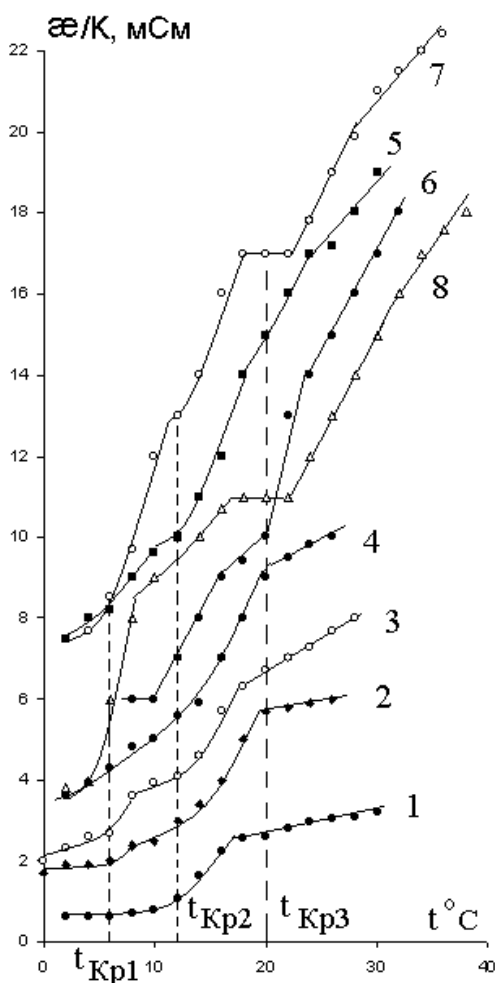
Для изучения взаимодействия *L*-лизина с додецилсульфатом натрия использовали кондуктометрический метод, в частности, получали температурную зависимость электропроводности. Для этого при нагревании готовили растворы, содержащие ПАВ,

L-лизин или их смеси. Растворы охлаждали и выдерживали в течение суток при температуре, близкой к 0 °С, для формирования кристаллогидратов. Образовавшуюся суспензию помещали в кондуктометрическую ячейку и измеряли электропроводность при нагревании со скоростью 0.3-0.5 град/мин. По политермам электропроводности определяли температуру начала мицеллообразования – температуру Крафта, а также отмечали особенности растворимости.

Поверхностное натяжение растворов измеряли методом отрыва кольца с помощью тензиометра «Krüss».

Результаты и обсуждение

На рис. 1 представлены политермы электропроводности водных растворов додецилсульфата натрия при его постоянном содержании в системе (2%, т.е. 0,069 моль/л) с добавками лизина (от 0.2 до 3.2%) при $pH=5.5$.



Политерма 1, полученная для додецилсульфата натрия, имеет обычный вид, характерный для индивидуального ПАВ. На ней четко проявляется температура начала мицеллообразования, т.е. температура Крафта $t_{Kp2}=12$ °С. Все остальные политермы имеют вид, характерный для смесей ПАВ [5-7]. На них имеется несколько перегибов и «ступенек», что можно объяснить образованием двух видов ассоциатов, или комплексов ПАВ-лизин.

На всех политермах можно отметить начало заметного роста электропроводности при температуре около $t_{Kp1} = 6$ °С, что соответствует, по-видимому, растворению комплекса, образованного додецилсульфатом по карбоксильной группе лизина. Комплексу, образуемому по протонированной аминогруппе $-NH_3^+$, тогда отвечает более высокая температура Крафта $t_{Kp3}=20$ °С. Температура t_{Kp2} , видимая на некоторых политермах, соответствует t_{Kp} самого додецилсульфата натрия.

Рис. 1. Политермы электропроводности водного раствора додецилсульфата натрия ($C=0.069$ моль/л) в присутствии L-лизина с концентрацией моль/л: 1 – 0; 2 – 0.014; 3 – 0.028; 4 – 0.040; 5 – 0.068; 6 – 0.11; 7 – 0.136; 8 – 0.22. $pH = 5.5$.

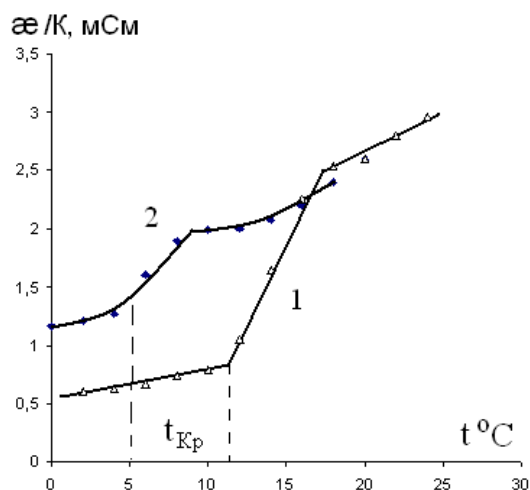
Подтверждением образования ассоциата лизина с анионным ПАВ по карбоксильной группе (Н-комплекса) является взаимодействие додецилсульфата с капроновой кислотой – структурным аналогом лизина. На рис. 2 приведена политерма электропроводности додецилсульфата в присутствии капроновой кислоты, излом на которой можно объяснить образованием комплекса по карбоксильной группе с температурой Крафта $t_{Kp}=4-5$ °. Следует отметить также, что описано, например, образование молекулярных комплексов алкилсульфатов с длинноцепочечными спиртами [8].

Образование комплекса по аминогруппе (N-комплекса) можно объяснить следующим образом. Изoeлектрическая точка лизина $pI = 9.6$ [9], и при $pH = 5$ он существует в катионной форме. Группы $-NH_3^+$ взаимодействуют с анионом алкилсульфата, образуя соль додецилсульфат лизина, которую можно рассматривать как вариант по-

верхностно-активного вещества с органическим гидрофобным противоионом. Такие поверхностно-активные вещества составляют отдельную группу и имеют характеристики, отличные от ПАВ с неорганическим противоионом [3, 10].

Для смесей додецилсульфата натрия с лизином (см. рис. 1) с увеличением содержания лизина электропроводность раствора возрастает, и становится все более выраженным излом при $t_{кр3}$, то есть равновесие смещается в сторону образования *N*-комплекса.

Рис. 2. Политермы электропроводности: 1 – водного раствора додецилсульфата натрия (0.069 моль/л), 2 – раствора додецилсульфата натрия (0,035 моль/л) в присутствии капроновой кислоты (0.017 моль/л).



Для установления коллоидно-химических характеристик комплексов додецилсульфата с лизином их выделили из смеси следующим образом. Суспензию, содержащую 0.069 моль/л додецилсульфата и 0.136 моль/л лизина, которой соответствует политерма 7 на рис.1, разделили на осадок и раствор при температуре 12°C. Выделенные кристаллы высушили, методом двухфазного титрования определили содержание додецилсульфата в выделенных кристаллах и в фильтрате.

Построили изотермы поверхностного натяжения в зависимости от концентрации ПАВ (рис.3). Для сравнения приведена изотерма поверхностного натяжения самого лизина (кривая 1). Кривая 2 – изотерма для раствора выделенных из смеси кристаллов, на ней отмечается небольшой минимум с последующим выходом на плато, и можно определить критическую концентрацию мицеллообразования вещества (ККМ), равную 0.0025 моль/л (в расчете на додецилсульфат натрия), что в 3 раза меньше ККМ самого алкилсульфата. А вот изотерма фильтрата (кривая 3), несмотря на большое содержание додецилсульфата натрия (0.087 моль/л, что в 10 раз выше ККМ самого алкилсульфата) еще не выходит на плато, т.е. этой концентрации не достаточно для мицеллообразования. На рис. 4 приведены соответствующие политермы электропроводности для кристаллов и фильтрата. По политерме 2 хорошо определяется температура Крафта *H*-комплекса.

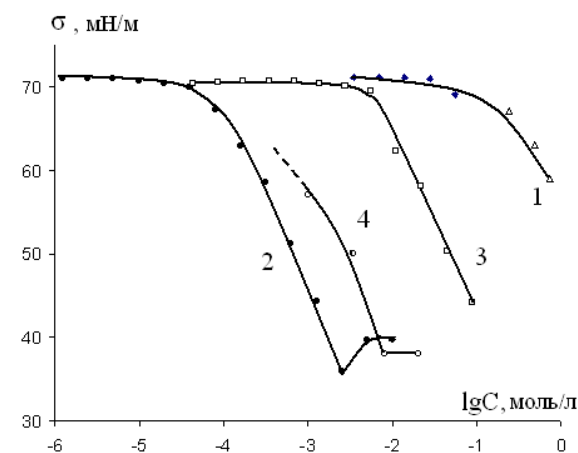


Рис. 3. Изотермы поверхностного натяжения водных растворов: 1 – лизин (треугольники – значения по литературным данным); 2 – кристаллы, выделенные при 12 °С из смеси додецилсульфат натрия/лизин 0,069+0,136 моль/л; 3 – фильтрат; 4 – додецилсульфат натрия.

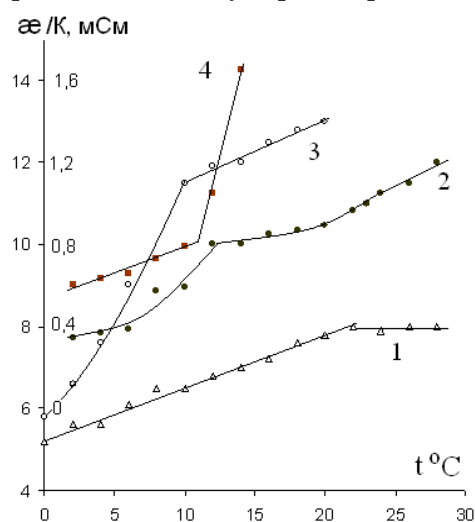


Рис. 4. Политермы электропроводности водных растворов: 1 – лизин гидрохлорида, $C=0,11$ моль/л; 2 – кристаллы, выделенные при 12 °С из смеси додецилсульфат натрия/лизин 0,069+0,136 моль/л, $C_{AC-12} = 0,01$ моль/л; 3 – фильтрат после выделения кристаллов, $C_{AC-12} = 0,087$ моль/л; 4 – додецилсульфата натрия $C=0,069$ моль/л.

Таким образом, можно сформулировать коллоидно-химические свойства двух комплексов додецилсульфата натрия с лизином (табл.).

Таблица
Коллоидно-химические характеристики комплексов, образуемых додецилсульфатом натрия с лизином

Комплексы	$t_{кр}$, °C	$\sigma_{мин}$, мН/м	ККМ, моль/л
N-комплекс	20	40	0.0025
H-комплекс	5-6	<43	>0.087

H-комплекс с $t_{кр}=5^{\circ}\text{C}$, и N-комплекс с $t_{кр}=20^{\circ}\text{C}$. При $pH=8.9$, близком к изоэлектрическому значению, образуется, по-видимому, преимущественно H-комплекс с небольшой примесью N-комплекса (участок *аб* на политерме 2) в присутствии свободного додецилсульфата с $t_{кр}=12^{\circ}\text{C}$. При $pH=11.5$ образуется, по-видимому, только H-комплекс. При увеличении pH электропроводность возрастает, поскольку H-комплексы более растворимы.

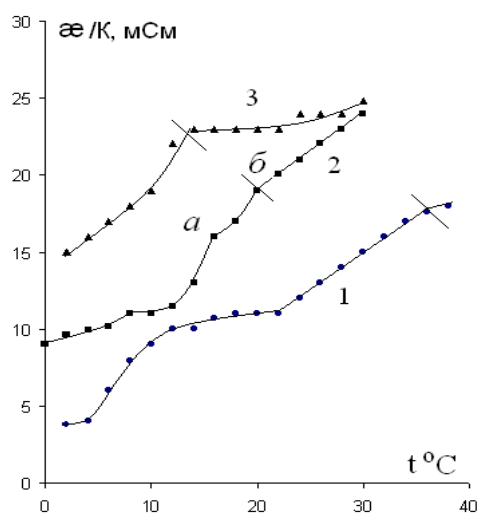


Рис. 5. Политермы электропроводности додецилсульфата натрия в присутствии лизина (0.069 моль/л + 0.22 моль/л) при различных значениях pH : 1 – 5.5-6; 2 – 8.86; 3 – 11.5

Равновесие между комплексами додецилсульфат-лизин двух типов зависит от pH . На рис. 5 представлены политермы электропроводности додецилсульфата в присутствии лизина при различных значениях pH – 5; 8.9; 11.5. При $pH=5-6$ в растворе сосуществуют оба комплекса:

Таким образом, образование N-комплекса по аминокетам происходит в области pH меньше изоэлектрической точки, а образование H-комплекса происходит преимущественно в области $pH>9$, то есть по карбоксилатной группе, но и нейтральная карбоксильная группа способна образовывать H-комплекс. Этот вывод подтверждается экспериментальными данными о взаимодействии алкилсульфатов с капроновой кислотой, которые описаны выше, а также соответствует имеющимся литературным данным – так, в работе [11] при исследовании ионного взаимодействия катионных ПАВ с анионным полэлектролитом – полиакриловой кислотой отмечается, что к такому взаимодействию способны не только частицы, несущие отрицательный заряд в щелочной среде, но и нейтральные.

Закключение

На основании исследования модельной системы додецилсульфат натрия/L-лизин установлено, что лизин образует с алкилсульфатом комплексы двух типов – по аминокетам (N-комплекс) и по карбоксильной (карбоксилатной) группе (H-комплекс), отличающиеся по растворимости. Относительные количества N-комплекса и H-комплекса в системе зависят от соотношения алкилсульфат-лизин и от pH . С увеличением содержания лизина равновесие смещается в сторону образования N-комплекса. В то время как комплекс по аминокетам образуется при $pH<9$ (изоэлектрическая точка), H-комплекс образуется в широком интервале pH , в том числе и в нейтральной изоэлектрической области. Таким образом, можно подобрать ПАВ и такие условия, которые будут избирательно образовывать преимущественно целевой комплекс.

Работа выполнена в рамках исполнения субподрядного договора по договору 13G.25.31.00069 от 22.10.10 за счет субсидии.



Список литературы

1. Попова Т.И. Развитие биотехнологии в СССР. – М.: Наука, 1988. – 200 с.
2. Мицеллообразование, солюбилизация и микроэмульсии / Под ред. К.Миттела. – М.: Мир, 1980. – 598 с.
3. Холмберг К., Йёнссон Б., Кронберг Б., Линдман Б. Поверхностно-активные вещества и полимеры в водных растворах. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 528 с.
4. Schwuger, M.J. Über die Wechselwirkung zwischen Proteinen und Tensiden an der Modellsubstanz Zein // Kolloid – Z.Z. für Polym. – 1969. – Bund. 233. – № 1-2. – S. 898-905.
5. Schwuger, M.J. Einfluß von Gegenionen auf die Kraft-Punkte und die Adsorption von n-Tetradecylsulfaten // Kolloid – Z.Z. für Polym. – 1969. – Bund. 233. – № 1-2. – S. 979-985.
6. Гермашева, И.И. Параметры точки Крафта: методы определения, влияние структуры ПАВ и растворителя, практическое значение // Успехи коллоидной химии / Под ред. А.И. Русанова. – СПб.: Химия. – С. 82–107.
7. Глухарева Н.А., Плетнев М.Ю. Точки Крафта некоторых смесей на основе индивидуальных натриевых мыл // Коллоидн. журн. – 1995. – Т.57. – №2. – С. 272-274.
8. Гермашева И.И., Малкина В.В., Нисиневич Л.С. *H*-комплексы алкилсульфатов как новые ПАВ // Поверхностно-активные вещества и сырье для их производства. Сборник тезисов докладов IX конференции. – Белгород, 1996. – С. 24-25.
9. Органическая химия: Учебн. для вузов: В 2 кн. / В.Л. Белобородов, С.Э. Зурабин, А.П. Лузин, Н.А. Тюкавкина / Под. ред. Н.А. Тюкавкиной. – М.: Дрофа, 2002. – Кн. 1: Основной курс. – 640 с.
10. Alehyen S., Bensejjay F., Achouri M.El, Pérez L., Infante M.R. Study of the Interaction Between Methyl Orange and Mono and Bis-Quaternary Ammonium Surfactants // J. Surfact. Det. – 2010. Vol. – V. 13. – №2. – P. 225-231.
11. Kogei, K., Theunissan E., Reynaers H. Effect of polyion charge density on the morphology of nanostructures in polyelectrolyte-surfactant complexes // Langmuir. – 2002. – Vol. 18. – № 23. – P.8799-8805.

THE INTERACTION OF L-LYSINE AND SODIUM DODECYLSULFATE

I.I. Germasheva
N.A. Glukhareva
G.V. Prokhorova

*Belgorod State University
Pobedy St., 85, Belgorod,
308015, Russia*

E-mail: glukhareva@bsu.edu.ru

The behavior of mixtures of L-lysine and a surfactant sodium dodecylsulfate has been studied using conductometry. This method has helped to reveal the formation of associates of dodecylsulfate and lysine via amine group (*N*-complex) and carboxyl group (*H*-complex). Some colloid characteristics of the complexes were determined, in particular, *H*-complex was found to be more soluble at low temperature in comparison with *N*-complex. Relative quantities of both complexes in the system depend on the ratio alkylsulfate-lysine and *pH*.

Key words: surfactants, alkylsulfates, lysine, Kraft temperature, critical concentration of micelle formation, electroconductivity.

ХИМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ФЛАВОНОИДОВ БУДРЫ ПЛЮЩЕВИДНОЙ (*GLECHOMA HEDERACEA* L.)

Д.И. Писарев
О.О. Новиков
В.Н. Сорокопудов
А.С. Шабельникова
Н.Н. Нетребенко

*Белгородский государственный
университет*

*Россия, 308015 г. Белгород,
ул. Победы, 85*

E-mail: bukhanov@bsu.edu.ru

В статье изложены данные о химическом изучении травы будры плющевидной как перспективного источника флавоноидов. Методами масс-спектрометрии, тонкослойной хроматографии и УФ-спектрофотометрии в траве будры плющевидной обнаружены лютеолин-7-гликозид, апигенин, апигенин-7-гликозид, кофейная кислота. Полученные результаты можно использовать для дальнейших химических и фармакологических испытаний данного растения.

Ключевые слова: трава будры плющевидной, флавоноиды, апигенин-7-гликозид, лютеолин-7-гликозид, кофейная кислота.

Введение

Природные флавоноидные соединения являются одними из наиболее доступных источников лечебных средств, поскольку они широко распространены среди цветковых растений и достаточно хорошо изучены в химическом и фармакологическом отношении.

В настоящее время во многих странах продолжают исследования по созданию новых поколений препаратов на их основе.

Проблема рационального поиска новых растительных источников этой группы биологически активных веществ (БАВ) приобретает особую актуальность. В этой связи определённый интерес представляет будра плющевидная. В химическом отношении данное растение изучено недостаточно. Однако, богатая сырьевая масса, разнообразие биологически активных веществ и использование в народной и научной медицине создали предпосылки для более глубокого и всестороннего её исследования.

Будра плющевидная – представитель семейства губоцветных, это многолетнее травянистое растение высотой до 60 см. Распространена по всей Европейской части России (кроме Севера), на Кавказе, в Сибири (южная часть); за пределами России – в Казахстане, Украине, Белоруссии, странах Прибалтики. Неприхотливое растение, обитает на влажных лугах, лесных опушках, полянах, по берегам рек и ручьёв в лесной и лесостепной зонах. В народной медицине будра плющевидная используется в качестве отхаркивающего, мочегонного, желчегонного, противовоспалительного и болеутоляющего средства [1, 2, 3].

Целью настоящего исследования явилось обоснование возможности использования будры плющевидной в качестве перспективного источника флавоноидов.

Для реализации поставленной цели задачей настоящего исследования явилось химическое изучение флавоноидов будры плющевидной.

Для выделения суммы флавоноидов измельчённое воздушно-сухое сырьё травы будры плющевидной в количестве 50,0 г, помещали в колбу на 250 мл, заливали спиртом этиловым 96%-ным и настаивали в течение 24 часов. Полученное извлечение сливали и заливали свежей порцией экстрагента. Всего было сделано пять сливов. Полученные извлечения объединяли, сгущали под вакуумом с помощью ротационного испарителя ИР-1, остаток растворяли в 4-х кратном количестве воды очищенной и оставляли в холодильнике на 72 часа. Выпавший осадок липофильных веществ, отфильтровывали и полученную сумму обрабатывали в делительной воронке хлороформом. Маточник после экстрагирования хлороформом обрабатывали этилацетатом до обесцвечивания этилацетатного слоя. В дальнейшем для изучения флавоноидного состава использовали этилацетатное извлечение, которое упаривали под вакуумом в

ротационном испарителе ИР-1. Полученный остаток растворяли в минимальном количестве спирта этилового 96%-ного и сумму флавоноидов осаждали хлороформом.

Полученную фракцию (Φ_1) отфильтровывали, после чего она представляла собой жёлтую кристаллическую массу, давала положительную цианидиновую пробу по Синоду и по Брианту, что свидетельствует о гликозидной форме флавоноида.

Фракцию Φ_1 растворяли в спирте этиловом 96%-ном и снимали УФ-спектр на спектрофотометре СФ-56. В УФ-спектре соединение имеет две полосы поглощения с максимумами в области 353 нм (I) и 257 нм (II), а также «плечо» при 268 нм, что характерно для флавонов со свободной ортодиоксигруппой в кольце "В" (рис. 1).

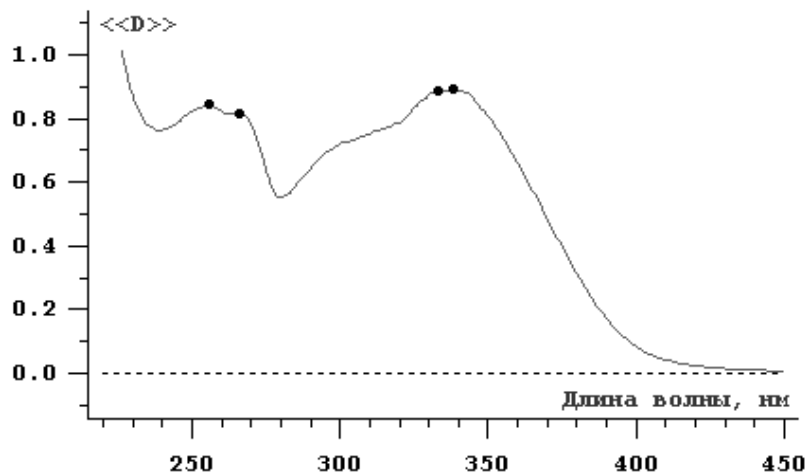


Рис. 1. УФ-спектр фракции Φ_1

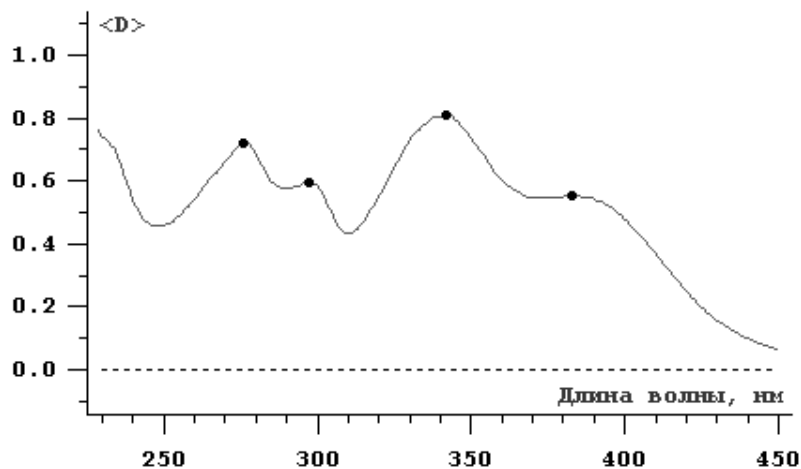
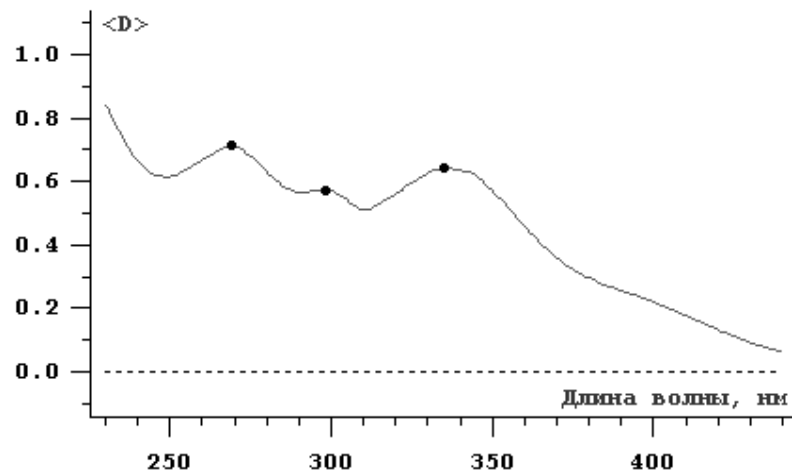


Рис. 2. УФ-спектр поглощения фракции Φ_1 с добавлением алюминия хлорида



Анализ УФ-спектров соединения с использованием шифт-реактивов, позволяет выявить расположение гидроксильных групп и место гликозидирования. В качестве шифт-реактивов использовали 5%-ный спиртовой раствор алюминия хлорида. Характерный батохромный сдвиг первой полосы ($\lambda = 50$ нм) исчезающий при добавлении кислоты хлористоводородной указывает на то, что в положениях 5, 3' и 4' имеются свободные гидроксигруппы (рис. 2, 3).

Под влиянием ацетата натрия не наблюдался батохромный сдвиг максимумов, что указывает на отсутствие свободной гидроксигруппы в положении C_7 .

Детекцию масс-спектра исследуемой фракции проводили на масс-спектрометре «Autoflex II» «MALDI TOF/TOF» фирмы Bruker Daltonics.

Рис. 3. УФ-спектр поглощения фракции Φ_1 после добавления алюминия хлорида и кислоты хлористоводородной.

Пробу полученной суммы наносили на мишень «MTP 384 target plate matt steel TF», высушивали и сверху наноси-

ли каплю матрицы. В качестве матрицы использовали α -цианокоричную кислоту, регистрацию спектров вели с помощью программы «Flex Control», обработку данных осуществляли в программе «Flex Analis». В Результате получен спектр, на котором наблюдается наиболее интенсивный пик иона с зарядом $m/z = 287.315$ соответствующий пику агликона флавона – лютеолина и менее интенсивный пик иона $m/z = 449.238$ отвечающий его моногликозидной форме (рис. 4).

Таким образом, по совокупности исследования нами установлено, что вещество фракции Φ_1 представляет собой лютеолин-7-гликозид.

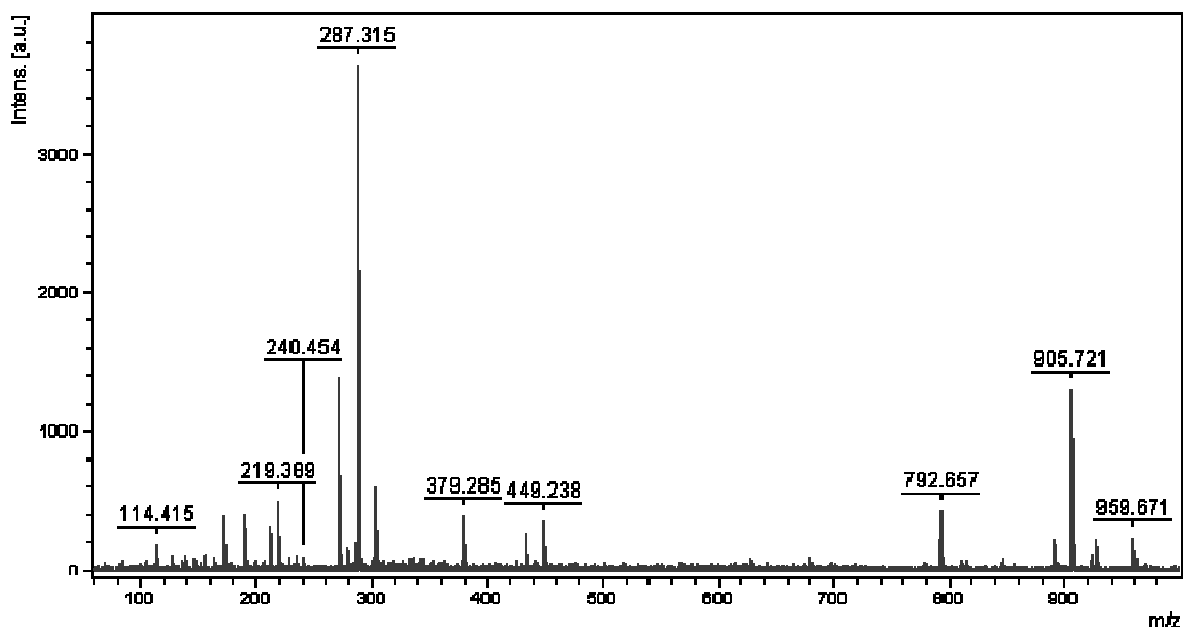


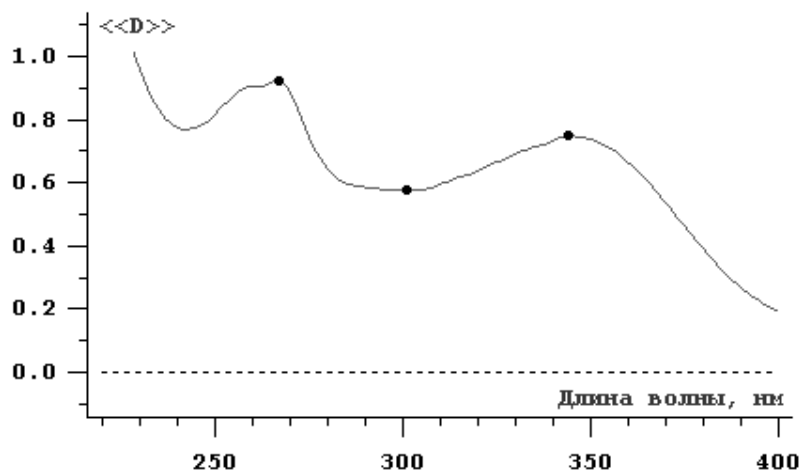
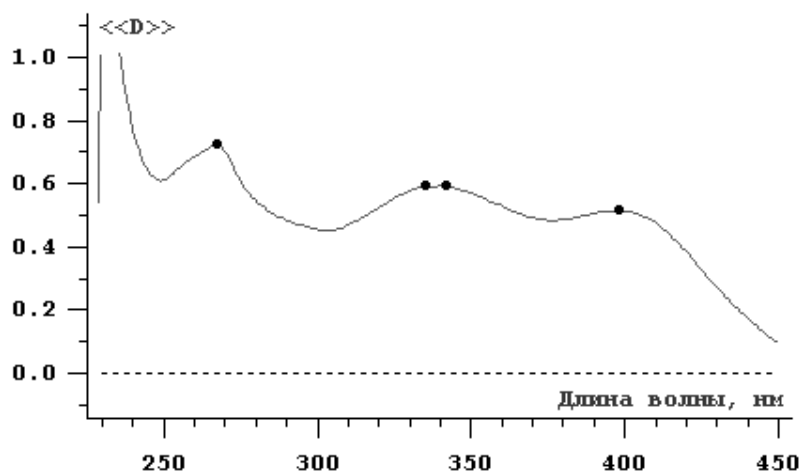
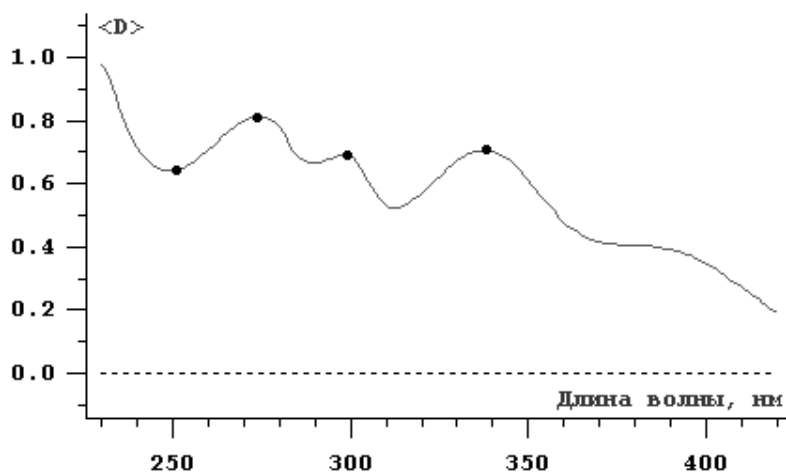
Рис. 4. Масс-спектр вещества фракции Φ_1

Шрот после обработки спиртом этиловым 96%-ным заливали спиртом этиловым 70% до зеркала и мацерировали в течение суток. Извлечение сливали, и сырьё снова заливали экстрагентом. Всего было сделано пять сливов. После объединения сливов получили 3,0 л извлечения, которое фильтровали и стужали на испарителе ротационном ИР-1М3 до густой консистенции. Сгущенную сумму разбавляли 4-кратным объёмом воды и оставляли на сутки в холодильнике. Выпавший после охлаждения смолистый осадок отфильтровывали. Фильтрат переносили в делительную воронку и обрабатывали несколькими порциями хлороформа до обесцвечивания слоя органического растворителя и далее этилацетатом. Этилацетатное извлечение сушили натрием сульфатом безводным и стужали на ротационном испарителе (фракция II).

Далее оставшуюся испытуемую сумму подвергали фракционированию на колонке с полиамидным сорбентом (колонка 40×0.5 см, полиамид в виде суспензии в спирте этиловом 50%). Фракцию II предварительно смешивали с небольшим количеством сорбента, загружали в колонку и элюировали водными спиртами в соотношениях 5:5, 6:4, 7:3, 8:2, 9:1 и чистым спиртом этиловым. Фракции собирали по 10–15 мл. Состав элюата контролировали с помощью УФ-спектрофотометра. Фракции, содержащие одинаковые компоненты, объединяли и стужали под вакуумом на водяной бане. После объединения были выделены вещества X_{1-4} , которые на основании проведённых качественных реакций и изучения хроматограмм отнесены к флавоноидам и оксикоричным кислотам.

Вещество X_1 В УФ-спектре вещества наблюдались максимумы λ_{max} 268, 337 нм, что характерно для флавонов (рис. 5).

Характерный батохромный сдвиг первой полосы ($\lambda = 50$ нм) при взаимодействии с алюминия хлоридом (рис. 6) и исчезающий при добавлении кислоты хлористоводородной (рис. 7) указывает на свободную гидроксигруппу в положении 5.

Рис. 5. УФ-спектр вещества X_1 Рис. 6. УФ-спектр вещества X_1 после добавления алюминия хлоридаРис. 7. УФ-спектр вещества X_1 с алюминия хлоридом после добавления кислоты хлористоводородной

Батохромия с ацетатом натрия на 17 нм говорит о наличии свободного гидроксила у C_7 .

В масс-спектре исследуемого вещества (рис. 8) наблюдался интенсивный пик иона с зарядом $m/z = 271.355$.

Таким образом, при совокупности исследования установлено, что вещество X_1 является апигенином.

Вещество X_2 в УФ-спектре имеет две полосы поглощения с максимумами в области 335 нм (I) и 268 нм (II), что характерно для флавонов с паразамещением в боковом фенильном радикале (рис. 9).

Анализ УФ-спектров соединений с диагностическими добавками (алюминия хлорид) указывает на то, что в положениях 5 и 4' имеются свободные гидроксигруппы (рисунок 10).

Под влиянием ацетата натрия не наблюдается батохромного сдвига максимумов, что указывает на отсутствие свободной гидроксигруппы в положении C_7 .

В масс-спектре вещества наблюдался интенсивный пик иона с зарядом $m/z = 271,352$ соответствующий агликону апигенину и менее интенсивный пик иона с зарядом $m/z = 433,221$ соответствующий его гликозидной форме (рис. 11).

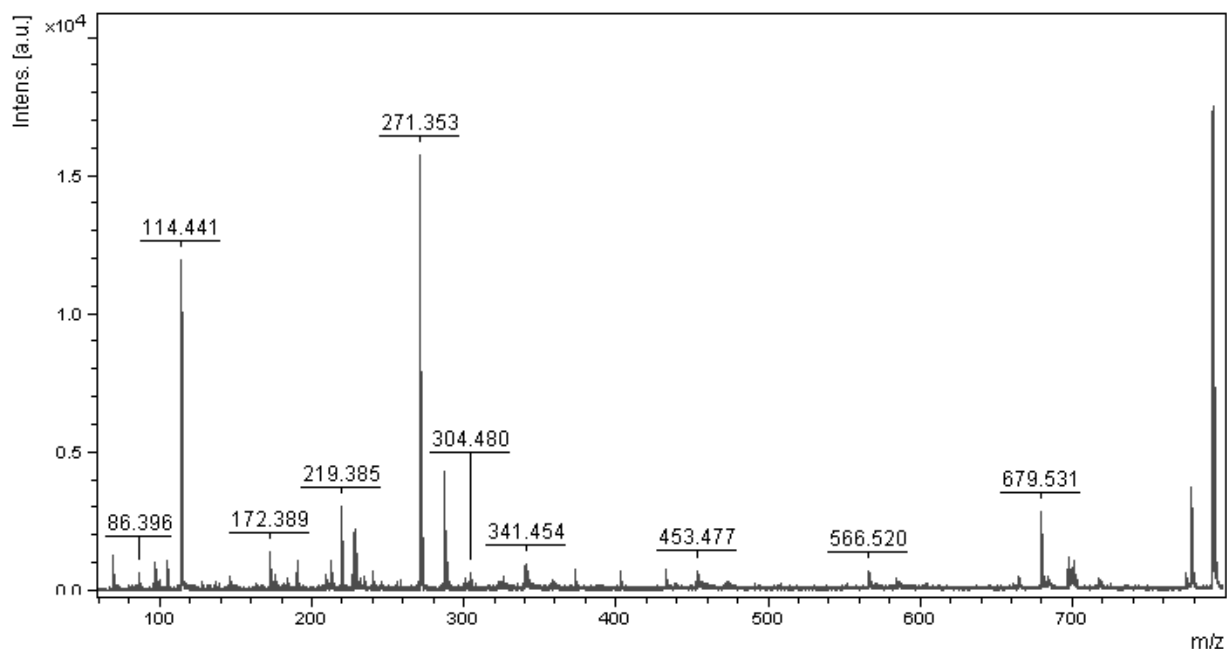


Рис. 8. Масс-спектр вещества X₁

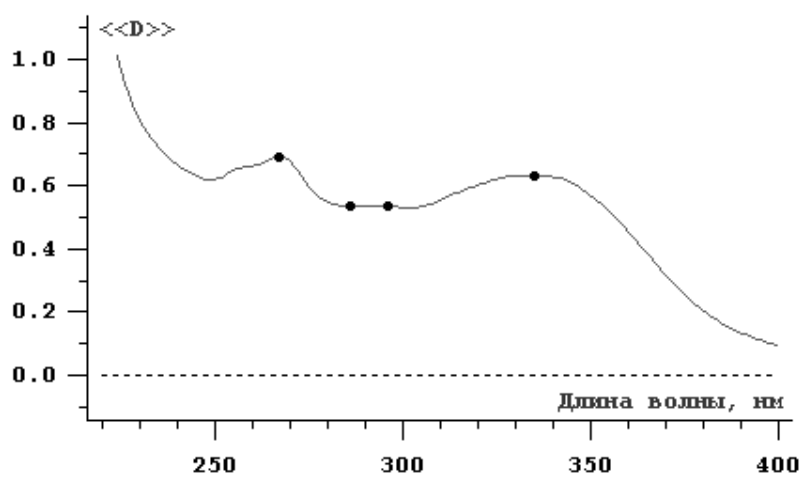


Рис. 9. УФ-спектр вещества X₂

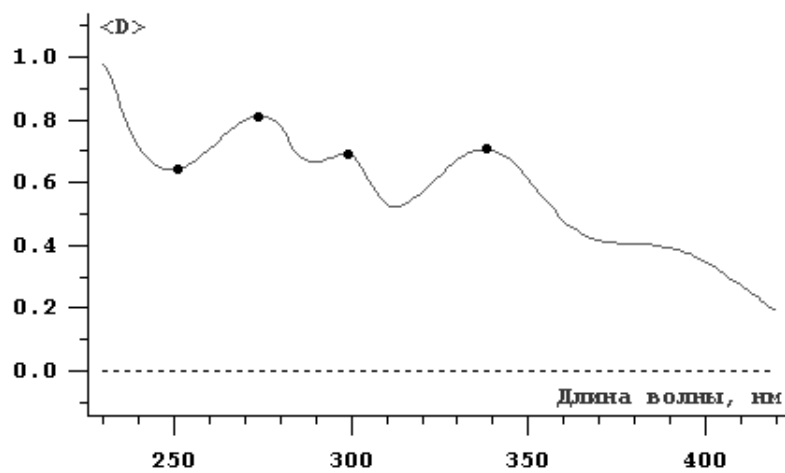


Рис 10. УФ-спектр вещества X₂ с алюминия хлоридом

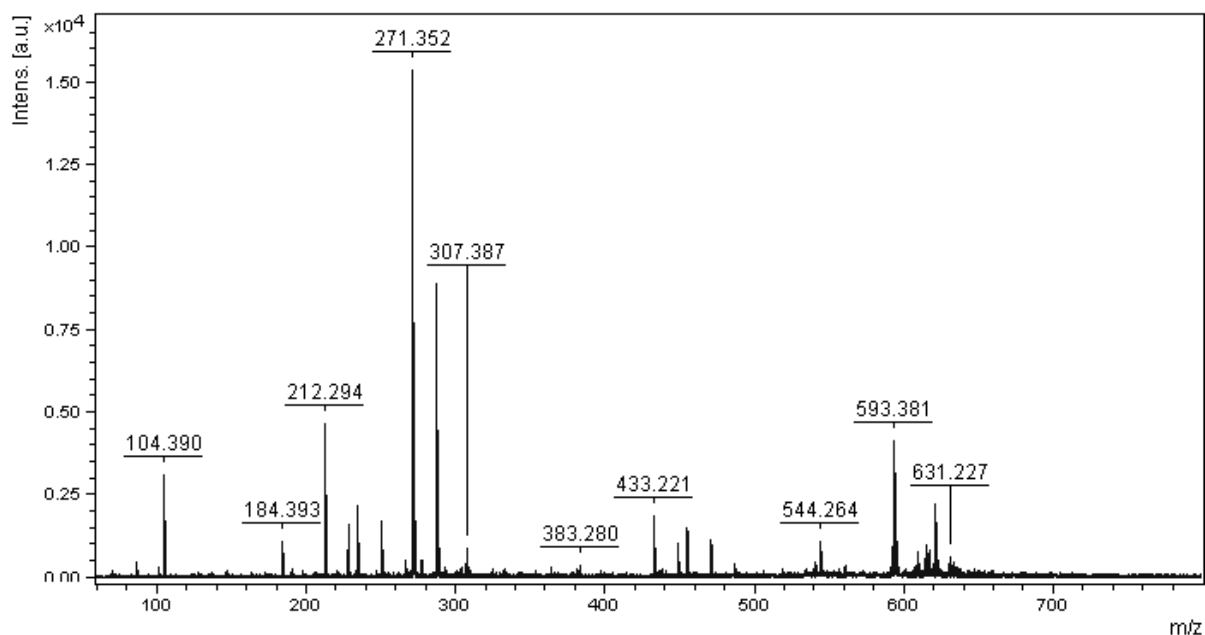


Рис. 11. Масс-спектр вещества X_2

Таким образом, по совокупности результатов исследования нами доказано, что соединение X_2 представляет собой апигенин-7-гликозид.

Далее установлено, что вещество X_3 соответствует ранее выделенному веществу Φ_1 .

Вещество X_4 в Уф-спектре имело максимумы поглощения при $\lambda = 330$ нм, 305 нм и 262 нм, что характерно для оксикоричных кислот (рис. 12).

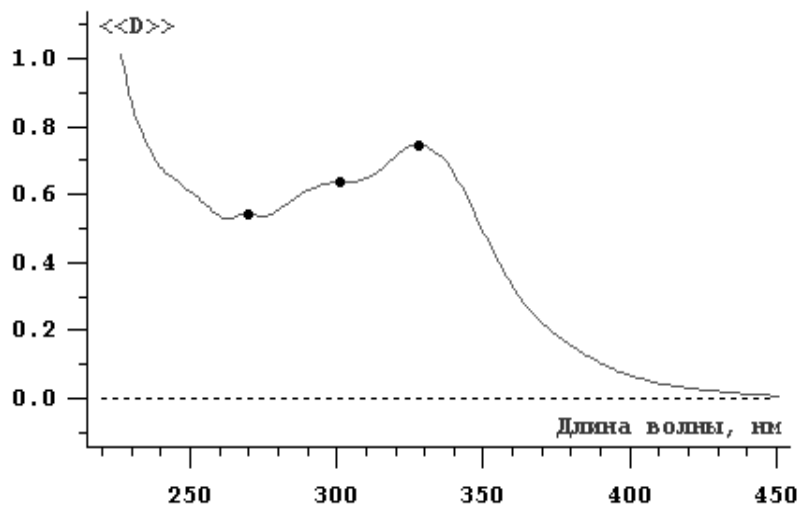


Рис. 12. УФ-спектр вещества X_4

В масс-спектре данного вещества находился один интенсивный пик иона с зарядом $m/z = 219,286$ (рис. 13), что соответствует калиевой форме кофейной кислоты.

Таким образом, на данном этапе исследований химического состава будры плющевидной удалось выделить и идентифицировать флавоноиды апигенин, апигенин-7-гликозид, лутеолин-7-гликозид, кофейную кислоту. Полученные результаты можно рекомендовать для дальнейших химических и фармакологических испытаний данного растения.

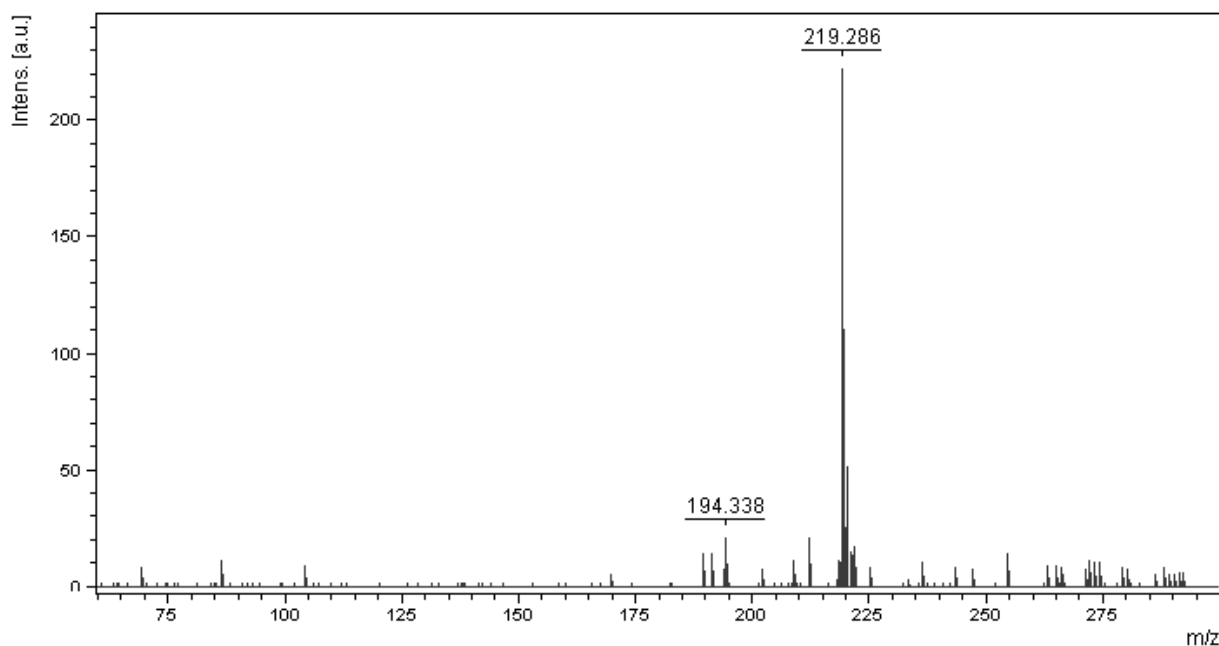


Рис. 13. Масс-спектр вещества X₄

Список литературы

1. Дикорастущие полезные растения России / Отв. ред. А.Л. Буданцев, Е.Е. Лесиовская. – СПб.: Изд-во СПХФА, 2001. – 663 с.
2. Растительные лекарственные средства / Под ред. Н.П. Максютинной. – Киев: Здоров'я, 1985. – 102 с.
3. Энциклопедический словарь лекарственных растений и продуктов животного происхождения: учеб. пособие / Под ред. Г.П. Яковлева, К.Ф. Блиновой - СПб.: Изд-во СПХФА, 2002. – 407 с.

THE CHEMICAL STUDY OF THE TUNHOOF (*GLECHOMA HEDERACEA* L.) FLAVONOIDS

D.I. Pisarev, O.O. Novikov
V.N. Sorokopudov
A.S. Shabel'nikova
N.N. Netrobenko

Belgorod State University
Pobedy St., 85, Belgorod,
308015, Russia
E-mail: Pisarev@bsu.edu.ru

The article presents the data on the chemical study of tunhoof herb as a promising source of flavonoids. Luteolin-7-glucoside, apigenin, apigenin-7-glucoside, caffeic acid were found in the tunhoof herb by means of thin layer chromatography and ultraviolet spectrophotometry. Further chemical and pharmacological tests of the plant can be recommended.

Key words: herb of tunhoof, flavonoids, apigenin-7-glucoside, luteolin-7-glucoside, caffeic acid.



НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 551.4+574.5

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЭКЗОГЕННЫХ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Л.И. Белоусова*Белгородский
государственный
университет**Россия, 308015, г. Белгород,
ул. Победы, 85**E-mail: Belousova_L@bsu.edu.ru*

В статье рассмотрены условия образования и развития экзогенных геоморфологических процессов на территории Белгородской области. Оценена их роль в формировании эколого-геоморфологической ситуации, предложены конкретные меры по минимизации их негативного влияния на условия проживания и хозяйственную деятельность человека.

Ключевые слова: экзогенные геоморфологические процессы, природные и антропогенные факторы развития ЭГП, типы ЭГП, эрозия, оползни, карст, суффозия, абразия, эоловые и техногенные процессы.

Территория Белгородской области составляет 27.1 тыс. км² и характеризуется широким разнообразием как природно-климатических, так и геологических условий, которые обуславливают развитие в ее пределах широкого спектра экзогенных геоморфологических процессов (ЭГП). Некоторые из них (эрозионные, оползневые, эоловые, карстовые, суффозионные, абразионные процессы и явления) оказывают негативное влияние на условия проживания и хозяйственную деятельность человека. Наряду с естественными экзогенными процессами значительное развитие имеют и техногенные процессы. Их проявление обусловлено, прежде всего, крупномасштабной разработкой железорудных месторождений и добычей общераспространенных полезных ископаемых, прокладкой различных коммуникаций (дорог и продуктопроводов), промышленным и гражданским строительством, созданием гидротехнических объектов и т. д. В результате совокупного проявления различных видов ЭГП ежегодно увеличиваются площади непригодных к использованию земель, разрушаются дороги, хозяйственные объекты и жилые постройки. В связи с этим вероятность возникновения чрезвычайных ситуаций в Белгородской области очень высока. Снижение эколого-геоморфологической опасности и риска требует наличия достоверных данных о региональных особенностях развития ЭГП и их влиянии на условия проживания и хозяйственную деятельность человека [5, 6, 7].

Среди перечисленных выше экзогенных геоморфологических процессов наиболее значимыми в экологическом отношении являются эрозионные, оползневые, карстовые, суффозионные и абразионные, которые в совокупности формируют эколого-геоморфологическую ситуацию на территории Белгородской области (рис. 1).

Линейная эрозия является доминирующим процессом и определяет в целом пораженность области экзогенными процессами. Величина коэффициента густоты эрозионного расчленения территории области колеблется от 0.2 до 1.9–2.0 км/км². Минимальные значения (0.2–0.7 км/км²) характерны для северо-западной ее части и приурочены к верховьям р. Сейм и его притоков. Здесь рельеф характеризуется сглаженными формами водоразделов шириной 3.0–4.0 км, с абсолютными отметками высот 270–276 м. Глубина эрозионного вреза балок и старых оврагов составляет 10–15 м. Молодые овраги и промоины по бортам балок практически не наблюдаются. Для се-

веро-восточной части свойственна средняя степень эрозионного расчленения – от 1.2 до 1.6 км/км². Бассейн р. Северский Донец, нижнее течение р.р. Ворскла и Оскол, бассейны р.р. Тихая Сосна и Айдар выделяется высоким коэффициентом густоты эрозионного расчленения – от 1.5 до 2.0 км/км². Для этой части территории области характерен и значительный глубинный врез оврагов и балок до 50-60 м. Однако наибольшими значениями коэффициентов густоты эрозионного расчленения (1.6-2.0 км/км²) характеризуются северо-восточная и восточная части области. Здесь, на площади распространения ледниковых отложений и покровных суглинков, наблюдается чередование балок и оврагов с узкими (1.5–2.0 км) и извилистыми водоразделами, с абсолютными отметками высот 220-240 м. Глубина вреза балок составляет 45-60 м.

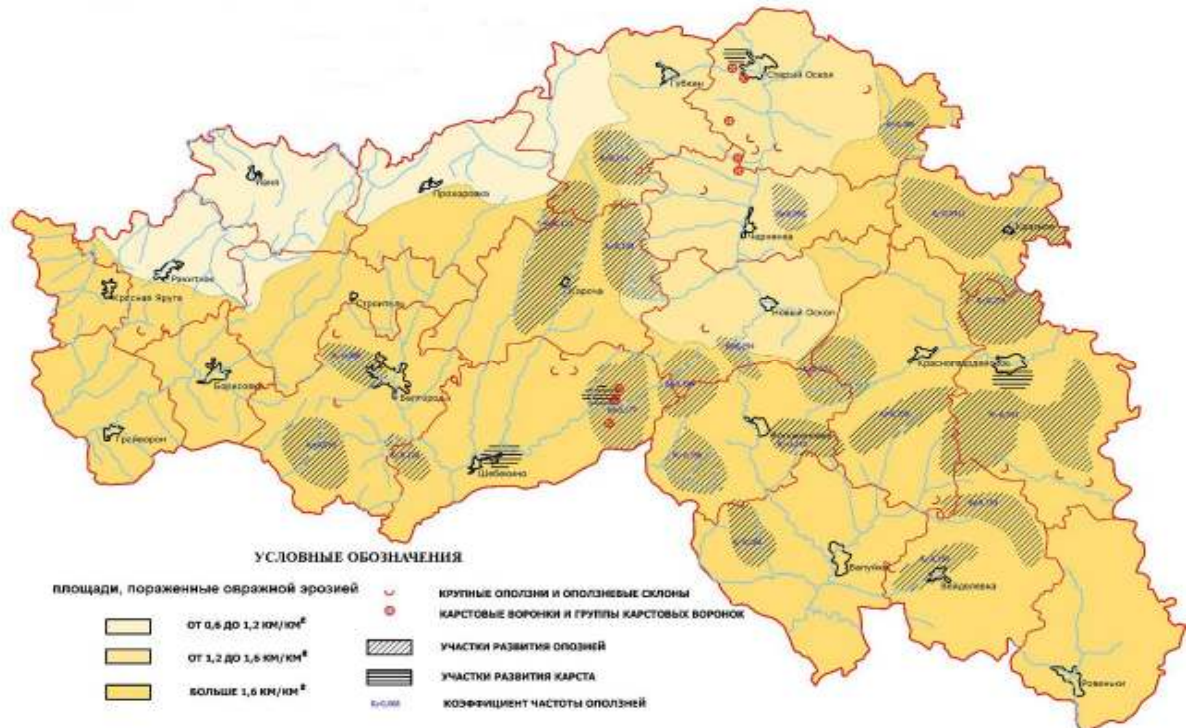


Рис. 1. Карта интенсивности проявления ЭГП на территории Белгородской области (по данным ГП «Белгородгеомониторинг»)

Интенсивное эрозионное расчленение – один из главных показателей неблагоприятного эколого-геоморфологического состояния Белгородской области. Наибольшую опасность эрозия представляет для почвенного покрова и, прежде всего пашни, как наиболее уязвимой категории земель из-за слабой защищенности ее поверхности растениями. Из 2145.8 тыс. га сельхозугодий области 1597.6 тыс. га (60%) поражено эрозией, 22.6 тыс. га находится под оврагами. В результате интенсивной эрозии с пахотных земель области ежегодно смывается от 7 до 14,5 млн. тонн почвы, а это в 2-7 раз больше естественного почвообразовательного процесса. В пределах трех выделенных почвенно-эрозионных районов (Юго-Западного, Центрального и Юго-Восточного) ежегодные потери гумуса составляют 442.2 тыс. тонн, что равносильно 2.5 млн. тонн навоза. Ежегодные потери азота, фосфора и калия в этих районах из-за смыва соответственно составляют: 18.1; 95; 43.2 тыс. тонн [5].

Кроме того, многие эрозионные формы рельефа служат местом складирования промышленных и бытовых отходов, а они, как известно, характеризуются слабой защищенностью подземных водоносных горизонтов, вследствие чего загрязняющие вещества могут легко проникать на значительную глубину и представлять потенциальную опасность для человека, использующего такие воды для питьевого водоснабжения.

Второй не менее опасный экологический фактор, определяющий напряженную эколого-геоморфологическую ситуацию в области, - широкое распространение ополз-



невых процессов. На основе анализа топографических карт, аэрофотоснимков и полевых исследований нами выявлены основные ареалы распространения оползней. Результаты исследований показали, что самыми пораженными являются восточная и центральная части области, несколько менее – юго-западная. Ландшафтно-оползневые системы Белгородчины формируются, главным образом, на меловом и палеогеновом субстрате преимущественно с деформациями пород четвертичного возраста. Они различаются по морфологическим признакам, размерам, механизму смещения, возрасту и глубине захвата горных пород и отличаются большим разнообразием. При этом наиболее сильно оползнями поражены не склоны долин рек, а овражно-балочные системы, в пределах которых выклиниваются воды палеогенового водоносного горизонта (левобережье р. Потудани, верховья рек Черной Калитвы, Тихой Сосны, Корочи). В качестве важной региональной особенности ландшафтно-оползневых систем Среднерусской возвышенности В.Н. Бевз [1] выделяет оползневые цирковидные балки в мелу, подстилаемые палеогеновыми глинами и четвертичными суглинками, а также оползни «киевского» типа, характерной чертой которых является наличие обширного цирка вверху и узкого потока оползневых масс в нижней части склона. Довольно часто встречаются оползни вдоль автомобильных дорог. Они развиваются в местах подрезки склонов, сложенных лёссовидными суглинками и глинами.

Суффозионные явления в области широко развиты. Приурочены они в основном к поймам и первым двум надпойменным террасам рек Северского Донца, Оскола, Сейма, а также к бассейнам малых рек северо-восточной части области, особенно в местах распространения флювиогляциальных отложений. Проявляется суффозия на земной поверхности в виде блюдцеобразных понижений и западин диаметром от нескольких до 50-200 м и глубиной до 1-1.5 м.

Карстовые формы рельефа в пределах области распространены спорадически. На одних участках они полностью отсутствуют, на других – встречаются довольно часто. Современный меловой карст наиболее активно развивается на участках, где трещиноватые мело-мергельные породы близко располагаются к поверхности и не перекрываются водоупорными образованиями. Максимальная плотность мелового карста на территории области достигает 50 шт./км². Особенно сильно закарстованы между-речные пространства Убли – Котла, верховья рек Корочи, Кореня, Тихой Сосны, Черной Калитвы, Айдара. По морфолого-генетическому признаку выявленные карстовые формы относятся к поверхностным, подземным и погребенным и представлены преимущественно воронками [2, 3].

Эоловые процессы на территории области также не имеют широкого распространения. Они встречаются в виде песчаных бугров на террасах наиболее крупных рек: Северского Донца, Оскола, Ворсклы, Тихой Сосны. В большей части эоловые формы закреплены лесными посадками и не оказывают негативного влияния на окружающую природную среду.

Исследования современного геотехноморфогенеза показали, что территория Белгородской области относится к регионам с интенсивными и дифференцированными по площади техногенными воздействиями на литогенную основу и рельеф. В геоморфологическом отношении этот процесс проявляется, прежде всего, в прямом воздействии на земную поверхность путем изменения ее очертаний и создания новых, не свойственных исходному рельефу отрицательных и положительных форм рельефа.

Наиболее масштабные нарушения земной поверхности связаны с открытой добычей полезных ископаемых. Добыча железорудного сырья в Старооскольско-Губкинской горнопромышленной зоне привела к появлению техногенного мезорельефа (карьеров глубиной более 250-300 м и отвалов вскрышных пород высотой от 60 до 100 м). Только из Лебединского и Стойленского карьеров ежегодная добыча сырой руды составляет около 60 млн т. Этот объем можно представить в виде куба плотной породы с ребром 250 м. Площадь зоны прямого нарушения земной поверхности, занятая под карьеры и промышленные объекты, достигает 16 тыс. га [8].

Техногенный морфогенез привел к коренному изменению природного рельефа. Так вскрышными породами были засыпаны овраги, в результате чего на месте отрицательных форм образовались положительные формы рельефа высотой до 50-80 м и более.

В ходе горных работ на дневную поверхность были перемещены геологические отложения с новым химическим составом, которые в экологическом отношении представляют опасность для окружающей среды. Кроме того, горные работы, проводимые в этом районе, способствовали активизации экзогенных и геодинамических процессов (эрозионных, оползневых, обвально-осыпных, просадочных, дефляционных и т.п.).

Массовая разработка мела, песка, глины малыми карьерами (328 шт.) также приводит к формированию антропогенного рельефа, что в значительной степени усиливает агрессивность экзогенных процессов, как на склонах самих карьеров, так и на прилегающих к ним территориях.

Общие сведения о пространственном распространении и развитии ЭГП на территории Белгородской области представлены в табл. 1, 2, 3, 4.

Таблица 1

Общие сведения о развитии экзогенных геологических процессов на территории Белгородской области (по данным ГП «Белгородгеомониторинг»)

№	Типы ЭГП	Площадь территории (протяженность линейных участков) развития ЭГП, км ² (км)	Пораженность, %	Количество выявленных проявлений ЭГП	Плотность проявлений ЭГП, ед./км ²
1	Оползневой	2500	9.2	270	0.01
2	Карстовый	1500	5.5	210	0.008
3	Эрозионные процессы (овражная эрозия)	16200	59.8	4800	0.177
4	Суффозионный	1900	7.0	350	0.013
5	Эрозионные процессы (плоскостная эрозия)	600	2.2	90	0.003
6	Эоловая аккумуляция	300	1.1	30	0.001
7	Заболачивание	100	0.4	10	0.0004

Таблица. 2

Пораженность территории административных районов эрозией (в числителе – пораженность в км², в знаменателе – то же в % от площади района)

Административные районы	Площадь района, км ²	Пораженность территории эрозией			
		общая	сильная	средняя	слабая
1	2	3	4	5	6
Алексеевский	1765.1	1150 / 65	230 / 13	575 / 32	345 / 20
Белгородский	1627.8	986 / 61	246 / 15	493 / 30	247 / 15
Борисовский	650.4	371 / 57	111 / 17	111 / 17	149 / 23
Валуйский	1709.6	1192 / 70	179 / 10	715 / 42	298 / 18
Вейделевский	1356.3	888 / 65	178 / 13	444 / 32	266 / 20
Волоконовский	1287.7	1037 / 80	207 / 16	674 / 52	156 / 12
Грайворонский	853.8	524 / 61	183 / 21	157 / 18	184 / 22
Губкинский	1526.6	845 / 55	211 / 14	296 / 19	338 / 22
Ивнянский	871.1	708 / 81	177 / 20	425 / 49	106 / 12
Корочанский	1464.1	650 / 44	130 / 9	195 / 13	325 / 22
Красненский	851.9	651 / 76	391 / 46	130 / 15	130 / 15
Красногвардейский	1762.6	882 / 50	88 / 5	397 / 22	397 / 23
Краснояржужский	479.2	449 / 94	202 / 42	202 / 42	45 / 10
Новооскольский	1401.6	707 / 50	141 / 10	247 / 18	319 / 22
Прохоровский	1378.7	904 / 66	316 / 23	316 / 23	272 / 20
Ракитянский	900.9	769 / 85	308 / 34	384 / 43	77 / 8
Ровеньский	1369.2	692 / 50	173 / 12	208 / 15	311 / 23
Старооскольский	1693.5	923 / 55	277 / 16	277 / 16	369 / 23



Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6
Чернянский	1227.5	438 / 36	88 / 7	88 / 7	262 / 22
Шебекинский	1865.9	1043 / 56	156 / 8	469 / 25	418 / 23
Яковлевский	1089.8	391 / 36	78 / 7	78 / 7	235 / 22
Всего по Белгородской области	27133.5	16200 / 60	4070 / 15	6881 / 25	5249 / 20

Примечания: сильная степень пораженности – более 25 % территории,
средняя степень пораженности – 5-25 % территории,
слабая степень пораженности – менее 5 % территории.

Таблица 3

**Пораженность территории административных районов оползнями
(в числителе – пораженность в км², в знаменателе – то же в % от площади района)**

Административные районы	Площадь района, км ²	Пораженность территории оползнями			
		общая	сильная	средняя	слабая
Алексеевский	1765.1	184 / 10,4	74 / 4,2	92 / 5,2	18 / 1,0
Белгородский	1627.8	167 / 10,3	74 / 4,5	82 / 5,0	11 / 0,8
Борисовский	650.4	39 / 6,0	8 / 1,2	8 / 1,2	23 / 3,6
Валуйский	1709.6	201 / 11,8	90 / 5,3	60 / 3,5	51 / 3,0
Вейделевский	1356.3	157 / 11,6	71 / 5,2	39 / 2,9	47 / 3,5
Волоконовский	1287.7	171 / 13,3	77 / 5,2	51 / 4,0	43 / 3,3
Грайворонский	853.8	25 / 2,9	2 / 0,3	5 / 0,6	18 / 2,0
Губкинский	1526.6	90 / 5,9	18 / 1,2	22 / 1,5	50 / 3,2
Ивнянский	871.1	52 / 6,0	10 / 1,2	10 / 1,2	32 / 3,6
Корочанский	1464.1	127 / 8,7	38 / 2,6	51 / 3,5	38 / 2,6
Красненский	851.9	126 / 14,8	63 / 7,4	38 / 4,4	25 / 3,0
Красногвардейский	1762.6	158 / 9,0	55 / 3,2	63 / 3,6	40 / 2,2
Краснояржуский	479.2	23 / 4,8	3 / 0,6	6 / 1,2	14 / 3,0
Новооскольский	1401.6	104 / 7,4	26 / 1,8	31 / 2,2	47 / 3,4
Прохоровский	1378.7	123 / 8,9	37 / 2,7	43 / 3,1	43 / 3,1
Ракитянский	900.9	26 / 2,9	2 / 0,2	8 / 0,9	16 / 1,8
Ровеньский	1369.2	178 / 13,0	89 / 6,5	53 / 3,9	36 / 2,6
Старооскольский	1693.5	99 / 5,8	20 / 1,2	25 / 1,5	54 / 3,1
Чернянский	1227.5	109 / 8,9	33 / 2,7	33 / 2,7	43 / 3,5
Шебекинский	1865.9	228 / 12,2	103 / 5,5	114 / 6,1	11 / 0,6
Яковлевский	1089.8	113 / 10,4	40 / 3,6	45 / 4,2	28 / 2,6
Всего по Белгородской области	27133.5	2500 / 9,2	933 / 3,4	879 / 3,2	688 / 2,6

Примечания: сильная степень пораженности – более 25 % территории,
средняя степень пораженности – 5-25 % территории,
слабая степень пораженности – менее 5 % территории.

Таблица 4

**Пораженность территории административных районов карстом
(в числителе – пораженность в км², в знаменателе – то же в % от площади района)**

Административные районы	Площадь района, км ²	Пораженность территории карстом			
		общая	сильная	средняя	слабая
1	2	3	4	5	6
Алексеевский	1765.1	117 / 6,6	35 / 2,0	59 / 3,3	23 / 1,3
Белгородский	1627.8	40 / 2,5	6 / 0,4	10 / 0,6	24 / 1,5
Борисовский	650.4	21 / 3,2	3 / 0,5	4 / 0,6	14 / 2,1
Валуйский	1709.6	168 / 9,8	76 / 4,4	67 / 3,9	25 / 1,5
Вейделевский	1356.3	70 / 5,2	10 / 0,8	18 / 1,3	42 / 3,1
Волоконовский	1287.7	66 / 5,1	16 / 1,3	23 / 1,8	27 / 2,0
Грайворонский	853.8	19 / 2,2	2 / 0,2	3 / 0,3	14 / 1,7

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6
Губкинский	1526.6	99 / 6,5	30 / 2,0	40 / 2,6	29 / 1,9
Ивнянский	871.1	30 / 3,4	6 / 0,7	9 / 1,0	15 / 1,7
Корочанский	1464.1	92 / 6,3	28 / 1,9	32 / 2,2	32 / 2,2
Красненский	851.9	39 / 4,6	10 / 1,2	16 / 1,8	13 / 1,6
Красногвардейский	1762.6	73 / 4,2	15 / 0,8	18 / 1,0	40 / 2,4
Краснояржужский	479.2	22 / 4,6	4 / 0,8	8 / 1,7	10 / 2,1
Новооскольский	1401.6	56 / 4,0	11 / 0,8	17 / 1,2	28 / 2,0
Прохоровский	1378.7	89 / 6,4	27 / 1,9	40 / 2,3	22 / 1,6
Ракитянский	900.9	51 / 5,7	15 / 1,7	20 / 2,3	16 / 1,7
Ровеньский	1369.2	70 / 5,1	18 / 1,3	28 / 2,0	24 / 1,8
Старооскольский	1693.5	155 / 9,1	62 / 3,6	54 / 3,2	39 / 2,3
Чернянский	1227.5	49 / 4,0	10 / 0,8	15 / 1,2	24 / 2,0
Шебекинский	1865.9	149 / 8,0	52 / 2,8	45 / 2,4	52 / 2,8
Яковлевский	1089.8	25 / 2,3	3 / 0,2	8 / 0,7	14 / 1,4
Всего по Белгородской области	27133.5	1500 / 5,5	439 / 1,6	534 / 2,0	527 / 1,9

Примечания: сильная степень пораженности – более 25 % территории;
средняя степень пораженности – 5-25 % территории;
слабая степень пораженности – менее 5 % территории.

Анализ выше представленных данных об интенсивности проявления ЭГП на территории Белгородской области, дает возможность предположить, что дальнейшее хозяйственное освоение ее территории, связано с большим эколого-геоморфологическим риском и требует значительных затрат на защиту промышленных и гражданских объектов, транспортных коммуникаций и водохозяйственных объектов от негативного влияния экзогенных геоморфологических процессов. Опыт освоения и использования староосвоенных территорий с интенсивным проявлением ЭГП показывает назревшую необходимость инженерно-геологического и экологического нормирования, жесткого регламентирования хозяйственной деятельности. Для решения указанных задач необходимо создание постоянно действующего регионального мониторинга ЭГП.

Работа выполнена при поддержке Госконтракта № П536 Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009- 1013 год»

Литература

1. Бевз В.Н. Региональные ландшафтно-оползневые системы мелового юга Среднерусской Возвышенности (в пределах лесостепной зоны) // России в прошлом и настоящем: история, экономика, культура: Тез. докл. Междунар. конф.: Белгород: Изд-во Белгородского государственного университета, 1998. – С. 153-155.
2. Мильков Ф.Н. К географии и морфологии активного мелового карста на юге Среднерусской возвышенности // Изв. Воронежск. отд. Геогр. о-ва СССР. – 1957. - Вып. 1. – С. 35-41.
3. Михно В.Б. Карстово-меловые геосистемы Русской равнины. – Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1990. – 200 с.
4. Михно В.Б. Меловые ландшафты Восточно-Европейской равнины. – Воронеж: 1993. – 234 с.
5. Петин А.Н., Носов М.Д. Эколого-геоморфологический анализ территории Белгородской области //Геоморфология гор и равнин: взаимосвязи и взаимодействие: Междунар. совещ., XXIV пленум геоморфолог. комис. РАН. - Краснодар, 1998. - С. 192-195.
6. Петин А.Н., Петина В.И., Гайворонская Н.И. Геоэкологические аспекты изучения техногенного морфогенеза Белгородской области // Региональное природопользование и экологический мониторинг : тез. докл. регион. науч. конф. - Барнаул, 1996. – С. 270-273.
7. Природные условия и ресурсы Белгородской области /А.Н. Петин, Г.Н. Григорьев, Л.Л. Новых, В.Н. Квачев // Очерки краеведения Белгородчины. – Белгород, 2000. – С. 213-262.
8. Петина В.И., Гайворонская Н.И., Белоусова Л.И. Ретроспективный и современный анализ техноморфогенеза староосвоенного региона с использованием материалов дистанционного зондирования земной поверхности // Научные ведомости БелГУ, Сер. Естественные науки. – 2010. – № 15 (86), вып. 12. – С. 164-170.



THE PECULIARITIES OF DEVELOPMENT AND PROLIFIRATION OF EXOGENOUS GEOMORPHOLOGIC PROCESSES ON THE TERRITORY OF THE BELGOROD REGION

L.I. Belousova

Belgorod State University

*Pobedy St., 85, Belgorod,
308015, Russia*

E-mail: Belousova_L @bsu.edu.ru

The article concerns the problems of the exogenous geomorphologic processes, their regional characteristics and proliferation on the territory of the Belgorod region. It also considers their role in the formation of ecogeomorphologic situation on the region territory. The article gives some definite solutions about the minimization of their negative influence on the living conditions and human economic activity.

Key words: exogenous geomorphologic processes, natural and antropogenic factors of EGP development, the types of GPN, erosion, land sliders, karst, abrasion, piping, eolian and technogenic processes.

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ УТИЛИЗАЦИИ ОБОРОТНЫХ ВОД ХВОСТОХРАНИЛИЩА АЛМАЗОНОСНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ «МИР» В РЕСПУБЛИКЕ САХА-ЯКУТИЯ

**И.П. Бурлуцкая¹
И.В. Погорельцева²**

¹ Белгородский государственный университет
Россия, 308007, г. Белгород,
ул. Победы, 85

² ТЦ «Белгородгеомониторинг»
Россия, 308023 г. Белгород,
ул. Студенческая 18, оф. 220
E-mail: iriskavbelgorode@mail.ru

Изложены результаты интерпретации анализа и обобщения гидрогеологических исследований алмазоносного месторождения «Мир» (Республики Саха-Якутия). Приведены свойства оборотных вод хвостохранилища, параметры метеоро-ичерского горизонта, рекомендуемого для их закачки, прогноз динамики, возможные сценарии в зависимости от сроков и объемов закачки. Даны рекомендации по дальнейшему направлению работ.

Ключевые слова: водоносный горизонт, оборотные воды, хвостохранилище, закачка, напоры, скважины, опытно-промышленный участок.

Введение

В административном отношении Мало-Ботуобинский алмазоносный район входит в состав Мирнинского района Республики Саха (Якутия). Крупным населенным пунктом района является г. Мирный – центр алмазодобывающей и обрабатывающей промышленности Западной Якутии.

Завершение открытых горных работ на месторождении трубки «Мир» привело к снижению производительности обогатительной фабрики № 3, что предопределило трудности эксплуатации хвостохранилища, поскольку наращивание его емкости происходило за счет намыва хвостов обогащения, сбрасываемых и распределяемых у плотины.

Дефицит хвостов привел к избытку оборотных вод, который во избежание аварийных ситуаций ликвидировался за счет организации их частичного сброса в поверхностные водотоки, а это, в свою очередь, создавало проблемы согласования сброса с природоохранными органами, так как по отдельным компонентам в сбрасываемых водах фиксировалось превышение предельно-допустимых концентраций.

Целью исследований было доказать принципиальную возможность сброса маломинерализованных вод хвостохранилища обогатительной фабрики №3 в подмерзлотный метеоро-ичерский водоносный комплекс (МИВК).

В процессе исследований был собран и проанализирован материал по исследованию влияния закачки оборотных маломинерализованных вод хвостохранилища обогатительной фабрики № 3 в подмерзлотный метеоро-ичерский водоносный комплекс на гидродинамический режим подземных вод, притоки в карьер «Мир» и дренажную систему рудника «Интернациональный» с использованием гидродинамической модели фильтрации подземных вод.

Размеры района исследований в плане выбраны таким образом, что бы его внешние границы оказывали минимальное влияние на гидродинамические процессы, протекающие в районе разработок месторождений трубки «Мир» и «Интернациональная», а так же на участках обратной закачки дренажных рассолов за Восточным разломом (ОПУ) и утилизации промстоков в водоносный комплекс за Западным разломом (УОЗ). Площадь района исследований составила 1332 км² и включает представительную часть области развития метеоро-ичерского водоносного комплекса с полигонами обратной закачки дренажных и сточных вод, отработанное пространство карьеров, систему дренажа и водоотведения (рис. 1).



Рис.1. Схема расположений объектов Мирнинского ГОКа (ОПУ – опытный участок обратной закачки дренажных рассолов)

Гидрогеологические условия

Геологическое строение Мало-Ботубинского района, к которому приурочена трубка «Мир», определяется принадлежностью его к зоне сочленения восточной части Тунгусской и западной части Вилуйской синеклиз.

Вскрытый разрез характеризуется более чем двухкилометровой толщиной чередующихся терригенно-карбонатных и галогенно-карбонатных отложений, залегающих на породах докембрийских кристаллических образований.

Кимберлитовая трубка сложена однообразными по составу породами: кимберлитовыми брекчиями (93%) и кимберлитами.

Вмещающие рудное тело породы подразделяются на семь свит палеозойского комплекса (рис.2).

Основным гидрогеологическим объектом, осложняющим горнотехнические условия отработки кимберлитовой трубки «Мир», является метегеро-ичерский водоносный комплекс (МИВК), имеющий повсеместное распространение и залегающий под толщей многолетнемерзлых пород, которые являются верхним водоупором. Нижняя граница многолетнемерзлых пород приурочена к верхоленской свите и соответствует абсолютным отметкам $-5 - +20$ м. В целом отмечается общее пологое погружение кровли комплекса с юго-запада на северо-запад и северо-восток. Нижним водоупором служат долериты и нижележащие соленосные породы чарской свиты, находящиеся на абсолютных отметках $-160 - -180$ м. Общая мощность водоносного комплекса составляет $150-200$ м. Суммарная эффективная мощность колеблется от 50 до 80 м. Водо-вмещающими породами являются трещиноватые и кавернозные известняки и доло-

миты, представляющие собой пласты-коллекторы, с прослоями слабопроницаемых гипсоангидритов.

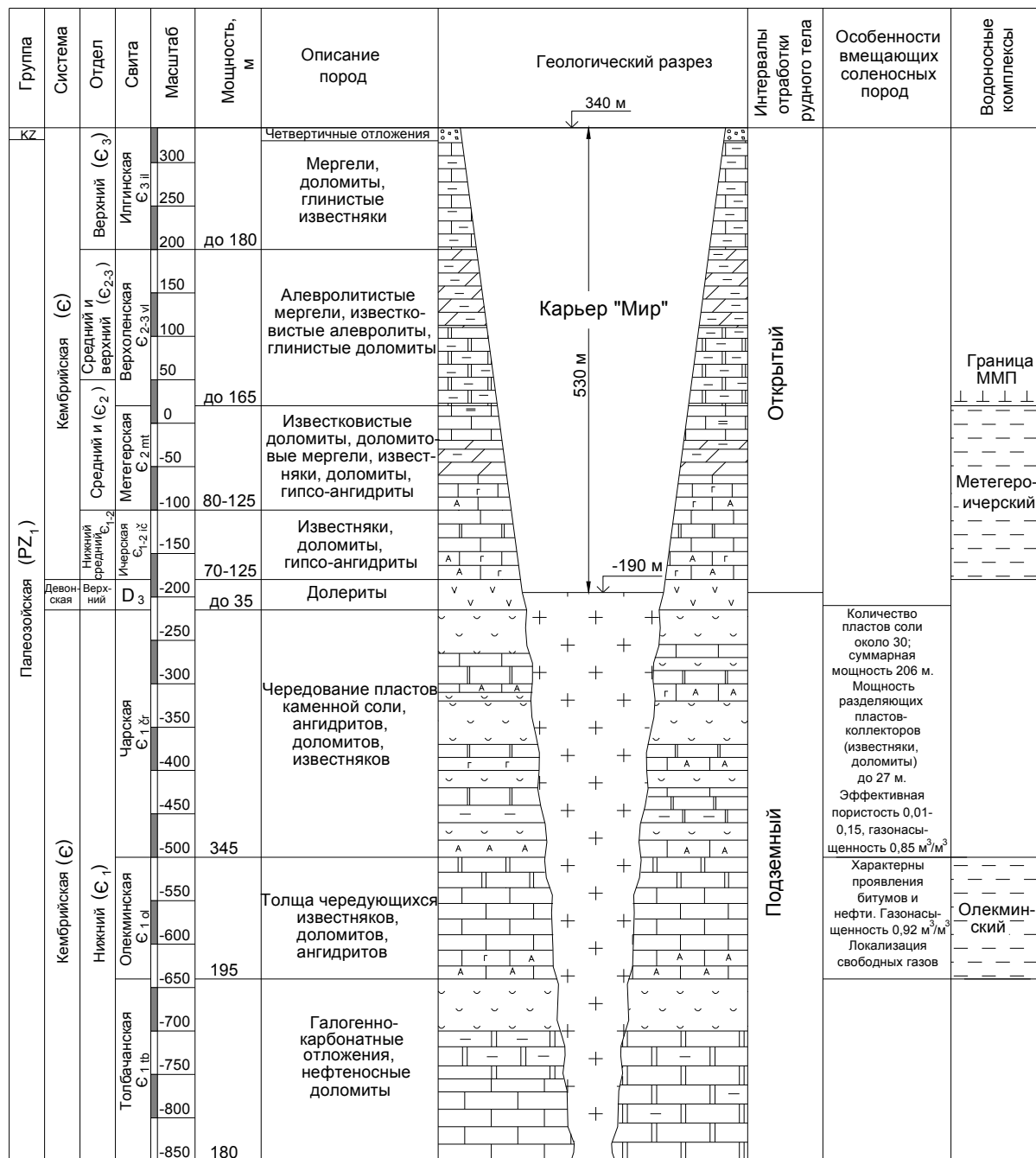


Рис. 2. Вертикальный геолого-гидрогеологический разрез трубки «Мир»

Глубокозалегающий и водообильный метегеро-ичерский водоносный комплекс характеризуется:

- развитием в массиве пород трещинно-порово-кавернозных типов коллекторов;
- наличием в разрезе толщ, являющихся надежными водоупорами и склонных к выщелачиванию при активизации фильтрационных процессов;
- газоносностью подземных вод, кимберлитов и вмещающих пород;
- полосообразным строением водоносных пластов;
- региональным характером формирования фильтрационных свойств;
- агрессивностью подземных вод;

- пространственной изменчивостью физических и химических свойств рассолов;
- преобладанием упругих запасов подземных вод в общей структуре водного баланса.

Результаты исследований

С целью уточнения параметров закачки вод хвостохранилища обогатительной фабрики № 3 в МИВК были выполнены расчеты аналитическим методом для обоснования системы закачки, размещения скважин для закачки вод хвостохранилища, а также расчет общего повышения уровня на участке закачки, определение расчетных расходов на участках водопроводной сети.

По полученным в результате расчетов аналитическим методом повышения уровня данным была построена графоаналитическая модель фактического распределения кровня подземных вод МИВК на конец 2007 г. (рис. 3) и графоаналитическая модель распределения уровней на 14 году закачки (рис. 4, 5).

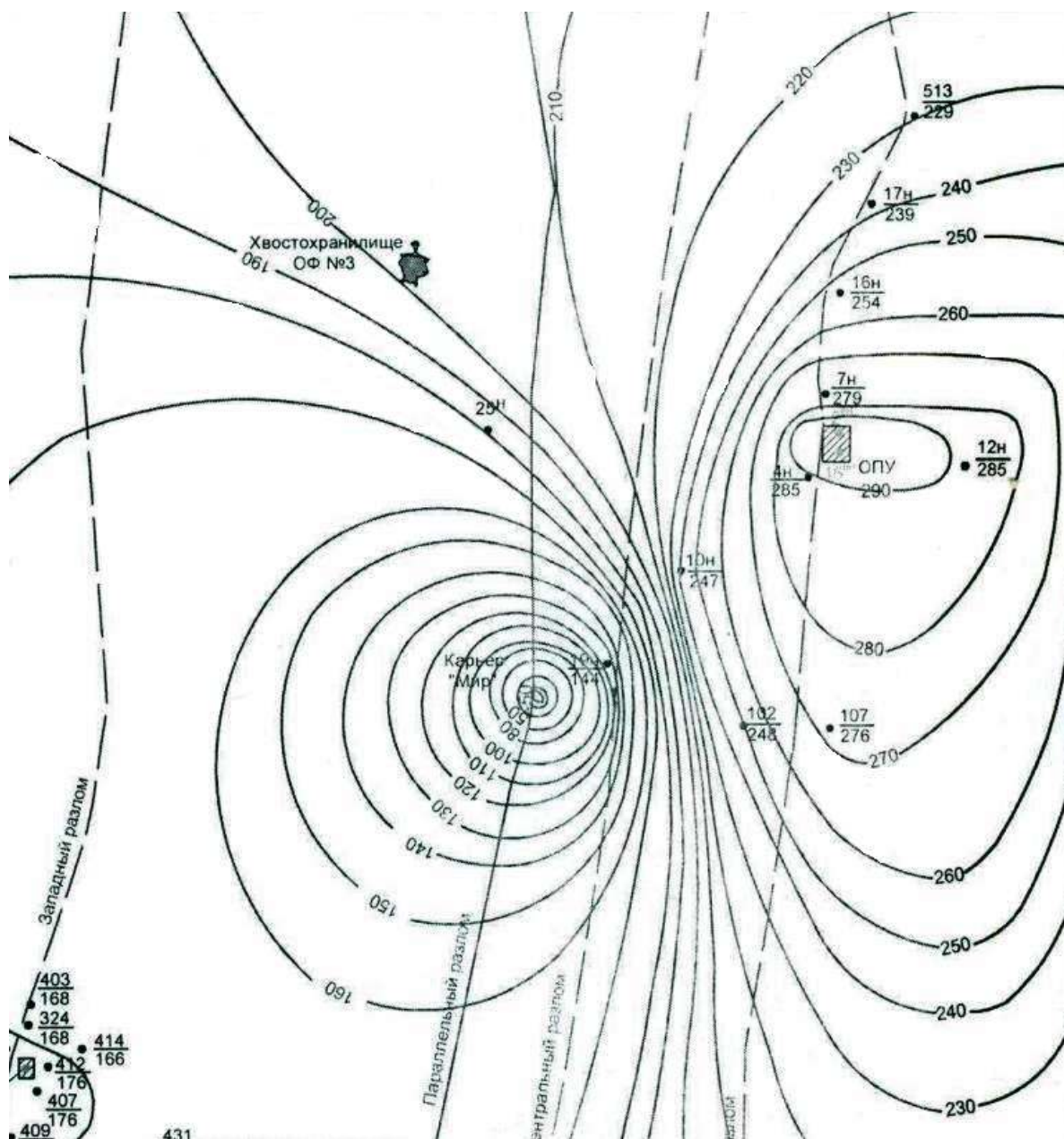


Рис.3. Фактическое распределение уровня подземных вод метегеро-ичерского водоносного комплекса на конец 2007 г.

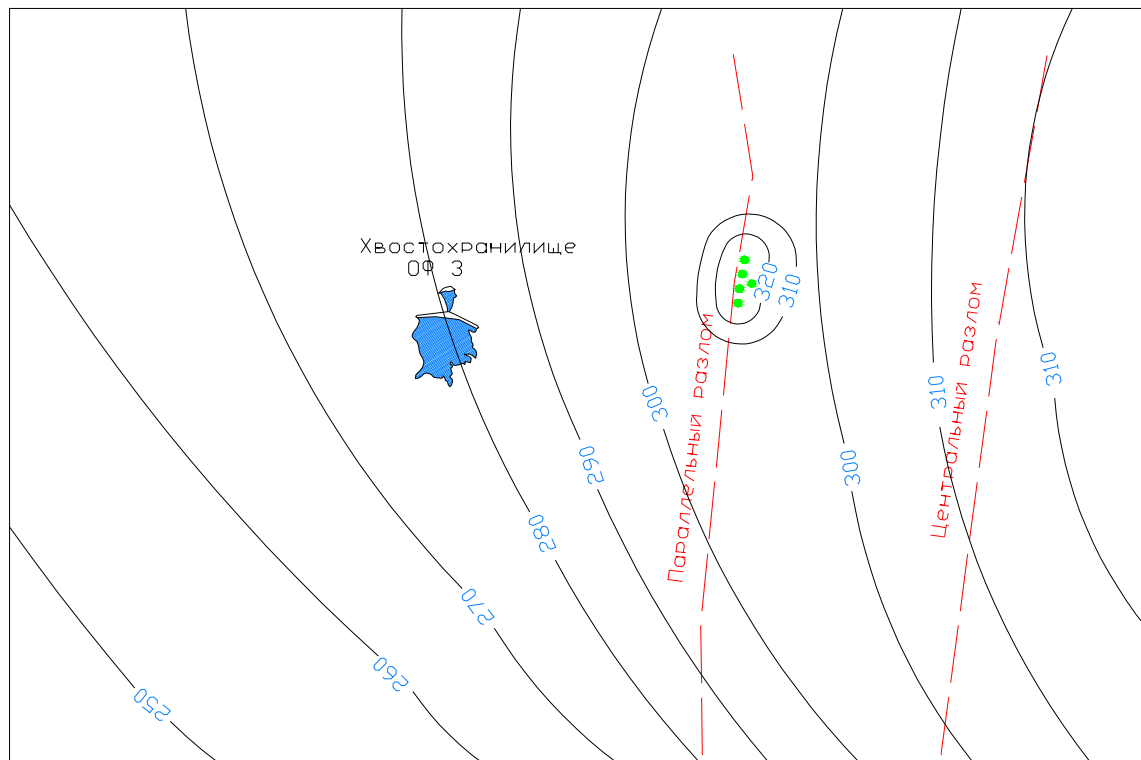


Рис. 4. Прогнозное распределение уровня подземных вод метегеро-ичерского водоносного комплекса на 14-м году закачки

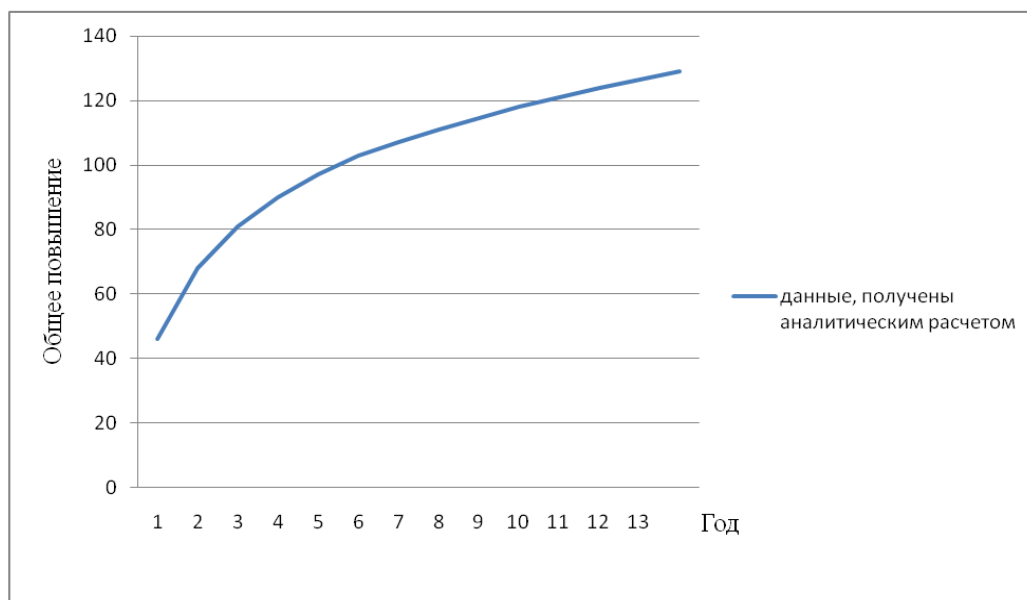


Рис. 5. Общее повышение уровня закачных вод на проектируемом участке закачки в течение 14 лет

По карте на начало закачки начальный уровень вод находится на отметках 190-200 м. Повышение уровня за 14 лет составило, согласно выполненным расчетам, 129 м.

Таким образом, на 14-м году закачки уровни вод МИВК в районе закачных скважин по расчетам дипломанта должны составить 319-329 м.

Анализ графоаналитической модели распределения уровней на 14 году закачки показывает, что 14 лет закачки могут быть предельным сроком, так как в районе скважин 25н и 10н наблюдается увеличение напоров, что может послужить прорыву закачных вод к карьеру.

Одновременно можно выделить поле гидроизогипс $+300$ м $+320$ м, которое охватывает участок закачки вод ОФ№ 3 и участок ОПУ, что можно интерпретировать как установление гидродинамической связи между этими участками.

Выводы и рекомендации

Полученные результаты являются оценочными, так как приведенные данные, полученные в результате интерпретации имеющейся информации можно рассматривать как прогнозные.

Поэтому для обеспечения надежности прогнозов необходимо провести опытно-промышленную закачку с проведением полного комплекса геологических, гидрогеологических и гидрогеохимических исследований на небольшом количестве скважин. Участок расположения этих скважин отнести к категории опытно-промышленных (рис. 6).

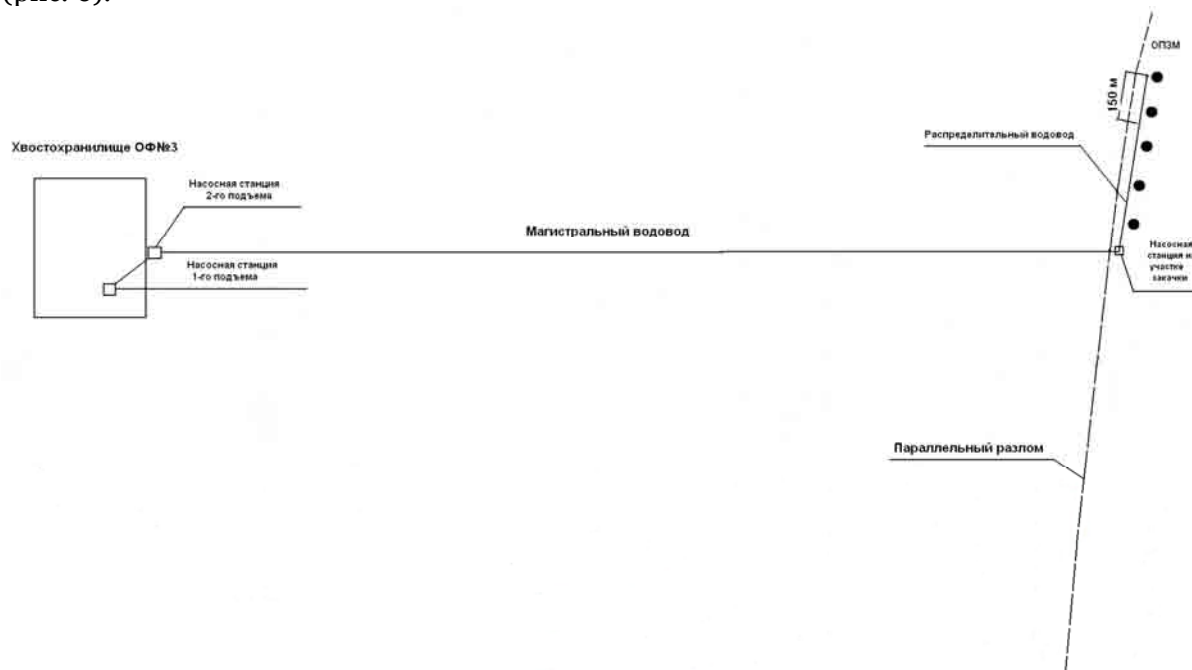


Рис.6. Система захоронения маломинерализованных вод хвостохранилища ОФ №3:

- – закачная скважина; ОПЗМ – опытно-промышленное закачное месторождение

Список литературы

1. Погорельцева И.В. Гидрогеологические предпосылки технического использования подземных вод хвостохранилища фабрики №3 месторождения «Мир» // Сб. материалов 5-й междунар. научн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодые – наукам о Земле», г. Москва, 2010 г. – М., 2010. – С. 15.
2. Снежинская Т.О. Особенности применения лучевого дренажа техногенных грунтов в районе промплощадки рудника «Мир» // Сб. материалов 5-й междунар. научн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодые – наукам о Земле», г. Москва, 2010 г. – М., 2010. – С. 18.
3. Бурлуцкая И.П. Экологические и гидрогеохимические проблемы утилизации вод хвостохранилищ твердых полезных ископаемых на примере железорудных месторождений Курской магнитной аномалии и алмазоносных месторождений республики Саха-Якутия // Сб. материалов 1-й междунар. научн. конф. «Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и сопредельных странах». – Москва-Белгород, 2010. – С.20-21.

THE HYDROGEOLOGICAL CONDITIONS OF THE REWATERS UTILIZATION IN THE TAILING DUMP OF THE DIAMOND DEPOSIT "MIR" IN THE REPUBLIC OF SAKHA, YAKUTIA

I.P. Burlutskaya¹
I.V. Pogorel'tsev²

¹ *Belgorod State University*

*Pobedy St., 85, Belgorod,
308015, Russia*

¹ *TC "Belgorodgeomonitoring*

*Studencheskaja St., 18, Belgorod,
308023, Russia*

E-mail: iriskavbelgorode@mail.ru

The paper presents the research results of the hydro geological analysis and generalization of the diamond deposits "Mir" (the Republic of Sakha, Yakutia). It also provides the properties of rewaters in the tailing dump, the parameters of metegero-icherskogo horizon recommended for their pumping, the dynamics forecast, the possible scenarios depending on the period and the volume of pumping. Here are done the recommendations for the further direction of the study.

Key words: aquifer, rewaters, tailing dump, pumping, water pressure, wells, pilot station.



ОПЫТ РАЗРАБОТКИ БОГАТЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД ЯКОВЛЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КМА

С.В. Сергеев¹

А.И. Лябах²

Д.А. Зайцев¹

¹ Белгородский государственный университет
Россия, 308015, г. Белгород,
ул. Победы, 85

² ООО «Металл-групп»
Яковлевский рудник,
Россия, 309076, п. Яковлево,
ул. Южная, 12

E-mail: sergeev@bsu.edu.ru

Рассмотрены результаты практических работ вовлечения в отработку запасов богатых железных руд Яковлевского месторождения в сложных горно-геологических и гидрогеологических условиях Курской магнитной аномалии (КМА). Дана оценка сложности геологического строения месторождения. Показаны основные направления проектных решений, позволяющие сочетать высокие технико-экономические показатели с безопасным ведением горных работ.

Ключевые слова: богатые железные руды, водоносный горизонт, защитная потолочина, деформации, водопроводящие трещины, безопасность горных работ.

Яковлевское железорудное месторождение открыто в 1953 г. при производстве разведочных работ на уголь Обоянской ГПП треста «Курскгеология». Начиная с этого периода, на месторождении непрерывно велись поисковые и разведочные работы [1-3], а также доразведка первоочередного участка отработки, выполненная Белгородской железорудной экспедицией с дневной поверхности [4] и геологической службой Яковлевского рудника из подземных горных выработок [5].

С 2002 г. на базе запасов Центрального участка Яковлевского месторождения предприятием ООО «Металл-групп» осуществляется строительство и ввод в эксплуатацию Яковлевского рудника с выделением I очереди строительства производительностью 1,0 млн. т сырой руды в год. Разработка месторождения ведется в пределах шахтного поля протяженностью 1600 м подземным способом.

В металлогеническом отношении месторождение расположено в северной части Белгородского железорудного района КМА. В его геологическом строении принимают участие два резко различных комплекса пород, образующих два структурных этажа: нижний – сложнодислоцированный докембрийский кристаллический фундамент и верхний, сложенный осадочными породами фанерозоя.

Породы кристаллического фундамента Яковлевского месторождения, с которыми связаны богатые железные руды, залегают под покровом осадочной толщи на глубине 470-550 м. Древняя погребенная поверхность кристаллического фундамента представляет всхолмленную равнину с наклоном в юго-западном направлении 3-4 м на 1 км [6].

В структурном отношении месторождение представляет собой синклиналиную складку, получившую название Яковлевской синклинали. К крыльям этой синклинали приурочены Яковлевская и Покровская полосы железистых кварцитов. Ядро ее заполнено породами оскольской серии. Общая протяженность синклинали превышает 70 км, а ширина ее в пределах детально разведанного участка составляет по выходам железистых кварцитов от 1200 м до 1600 м. Общее простирание основной структуры месторождения северо-западное – 320°. Падение пород в крыльях синклинали северо-восточное, моноклинальное. В большинстве случаев угол падения пород в пределах рудного поля колеблется от 60° до 70°, реже бывает более пологим или более крутым.

Основная рудная залежь расположена на западном крыле Яковлевской синклинали и имеет общую длину до 41 км. В настоящее время детально изучен только Центральный участок протяженностью 10.1 км.

Кристаллический фундамент сложен магматическими и метаморфическими породами архея и нижнего протерозоя. В разрезе стратифицированной толщи выделяют четыре серии пород: обоянскую, михайловскую, курскую и оскольскую (рис. 1). Первые две свиты архейского возраста, остальные – нижнепротерозойского.

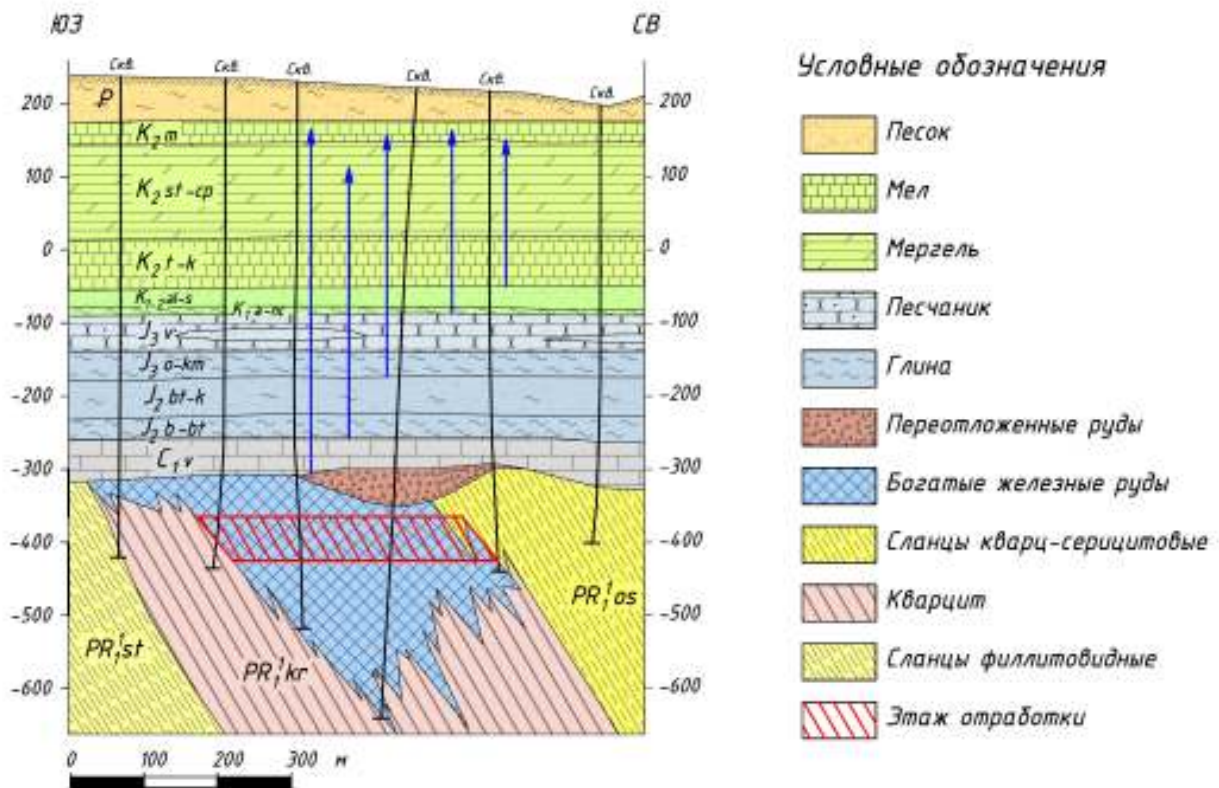


Рис. 1. Схематический геологический разрез Яковлевского месторождения

Продуктивной на железные руды является коробковская железорудная свита курской серии. С ней связаны все железорудные месторождения КМА. В ее составе выделяются две железорудные и две сланцевые подсвиты. Главенствующая роль в составе железорудной свиты на Яковлевской и Покровской залежах принадлежит железистым кварцитам, а подчиненное значение в ней занимают сланцы. К зоне выветривания железистых кварцитов приурочены богатые железные руды, залегающие плащеобразно «на головах» крутопадающей толщи железистых кварцитов. Ширина залежей колеблется от 200 м до 600 м. Вертикальная мощность руды подвержена значительным колебаниям и изменяется от 20-50 м у лежачего бока и до 350-400 м у висячего бока рудной залежи.

На месторождении выделяются два генетических типа богатых железных руд: коренные или элювиальные и переотложенные. Коренные богатые железные руды представляют собой продукты латеритного выветривания железистых кварцитов различных типов, а переотложенные – продукты размыва и переотложения коренных руд. Переотложенные руды имеют подчиненное значение и составляют около 3-5% от общих запасов. Элювиальный тип руд является основным, определяющим экономическую ценность месторождения.

В зависимости от количественного соотношения главных рудообразующих минералов на месторождении выделяются следующие основные минералогические типы руд:

- железнослюдяковые, железнослюдяково-мартитовые и мартитовые;
- мартито-гидрогематитовые;
- гидрогематито-гидрогетитовые;
- карбонатизированные и хлоритизированные (железнослюдяково-мартитовые, мартито-гидрогематитовые, гидрогематито-гидрогетитовые).



Каждый из этих типов руд приурочен к соответствующему типу железистых кварцитов, что предопределяет их пространственную обособленность. На месторождении остаточные руды представлены, в основном, рыхлыми тонкопористыми разновидностями железослюдкового и железослюдково-мартитового состава. Руды обладают характерным синеватым оттенком. В физическом отношении руды данного типа являются рыхлыми порошковатыми, пористыми, местами уплотненными или со слабой структурной связью.

Мартиито-гидрогематитовые руды довольно широко распространены на месторождении. Окраска их прослойно-пятнистая от темно-красной до буровато-коричневой. Руды большей частью не крепкие, слабо уплотненные, с тонкоплитчатой отдельностью.

Содержание железа зависит от минерального состава руд. Наиболее его высокие концентрации (более 60%) отмечаются в железослюдковых и мартиито-железослюдковых рудах, а в мартиито-гидрогематитовых и гидрогематито-гидрогетитовых количество железа всегда ниже.

Балансовые запасы богатых железных руд Яковлевского месторождения составляют более 9.6 млрд. т, характеризуются высоким качеством (содержание $Fe_{общ.}$ более 60%) и как природное агломерационное сырье не имеют аналогов в России. Процентное распределение основных компонентов богатых железных руд месторождения приведено в табл. 1.

Таблица 1

**Среднее содержание основных компонентов богатых железных руд
в Яковлевском месторождении**

Участки	Содержание, %				
	$Fe_{общ.}$	SiO_2	Al_2O_3	P	S
Шахтное поле Яковлевского рудника	61.7	5.8	1.9	0.030	0.09
В целом по месторождению	60.5	5.00	2.33	0.020	0.10

В соответствии с Классификацией запасов месторождений твердых полезных ископаемых разрабатываемое Яковлевское месторождение отнесено ко второй группе сложности.

Рудная залежь имеет изменчивую форму. Нижняя граница богатых руд очень неровная. Руды в виде языков и карманов уходят на значительную глубину, достигающую 200-500 м от поверхности докембрия. Характер контактов руд с подстилающими кварцитами неодинаков – от резких контактов до постепенных переходов. Мощность переходной зоны непостоянна и изменяется от 1-2 м до 20-25 м.

Рудное тело характеризуется сложным внутренним строением, которое обусловлено следующими факторами:

- чередованием различных минералогических разновидностей железистых кварцитов, за счет которых образовалась рудная залежь;
- наличием пликативных нарушений различных порядков, вызывающих многократное увеличение или уменьшение мощности отдельных горизонтов;
- смещением отдельных разновидностей руд вследствие развития дизъюнктивных нарушений;
- проявлением горизонтальной зональности, вызванной процессами карбонатизации и хлоритизации рыхлых руд.

Из-за неравномерной выветрелости материнских пород кристаллического фундамента, параметры физико-механических свойств руд сильно варьируют, что оказывает влияние на их устойчивость в обнажениях и состоянии пройденных подземных горных выработок.

Выявлена неоднородность сложения рудного массива, выраженная в тонкоплосчатом строении, чередовании рыхлых богатых железных руд с прослойками карбонатизированных и хлоритизированных плотных разновидностей, высокая пористость и наличие перемятых зон с нарушенной структурой.

Яковлевское месторождение, как и остальные месторождения КМА, характеризуется сложными гидрогеологическими и инженерно-геологическими условиями.

Гидрогеологические исследования на месторождении были начаты еще в 1955 г. и продолжаются по настоящее время.

Сложность гидрогеологических условий определяется следующими факторами:

- большой глубиной отработки полезного ископаемого;
- приуроченностью полезного ископаемого к комплексу неравномерно трещиноватых пород и высокопористых руд, имеющих довольно низкую проницаемость;
- наличием в кровле рудного тела мощного и водообильного нижнекаменноугольного водоносного горизонта;
- высокими гидростатическими напорами подземных вод в рудной толще и, перекрывающем ее, нижнекаменноугольном водоносном горизонте;
- неоднородностью по проницаемости водовмещающих пород нижнекаменноугольного и руднокристаллического водоносных горизонтов.

В гидрогеологическом разрезе месторождения выделено семь основных водоносных горизонтов, пять из которых обладают значительной водообильностью и высокими гидростатическими напорами. Водоносные горизонты приуроченные к геологическим формациям фанерозоя: палеоген-неогеновый, турон-маастрихтский, альб-сеноманский, волжский, келловейский, нижнекаменноугольный; и архей-протерозоя: руднокристаллический.

Водоносные горизонты верхней части осадочной толщи (в четвертичных, палеоген-неогеновых и частично меловых отложениях) характеризуются безнапорным режимом, сезонными колебаниями уровней подземных вод, вследствие имеющейся гидравлической связи с поверхностными водами. В породах нижней части распространена система напорных водоносных горизонтов с напорами от 200 м в альб-сеноманском до 480 м в нижнекаменноугольном водоносном горизонте [7].

Гидрогеологическими исследованиями установлено, что в формировании водопритоков к подземным горным выработкам участвуют руднокристаллический и нижнекаменноугольный водоносные горизонты.

Нижнекаменноугольный водоносный горизонт распространен повсеместно и приурочен к толще известняков с прослоями сланцеватых и углистых глин в нижней части разреза. Мощность водоносного горизонта 20-80 м. Коэффициент фильтрации изменяется в широком диапазоне от 0.01 до 12.5 м/сут. Водообильность известняков находится в прямой зависимости от степени трещиноватости и закарстованности. Наиболее проницаемы известняки верхней части толщи, распространенные над железорудной полосой и в северо-восточной зоне висячего бока месторождения. Водопроницаемость пород составляет 100-150 м²/сут. В условиях естественного режима напоры подземных вод над кровлей известняков достигали 381-479 м.

Руднокристаллический водоносный горизонт приурочен к выветрелым и трещиноватым зонам кристаллического фундамента архей-протерозойского возраста, представленными богатыми железными рудами, железистыми кварцитами, кристаллическими сланцами и плагиогранитами. Водоносность пород определяется пористостью, региональной трещиноватостью древней коры выветривания и редкими тектоническими трещинами открытого типа. Наиболее проницаемыми являются рыхлые разности богатых железных руд, коэффициент фильтрации которых изменяется от 0.04 до 0.28 м/сут. Наименее проницаемы кварциты и кристаллические сланцы, с коэффициентом фильтрации не более 0.01 м/сут. Водопроницаемость пород горизонта изменяется в широких пределах от 2 (сланцы, кварциты, плагиограниты) до 50 м²/сут (богатые железные руды). Водоносный горизонт напорный. Напор над кровлей водоносного горизонта в естественных условиях достигал 405-510 м. В пределах существующего шахтного поля водоносный горизонт осушен до нижней границы ведения горных работ.

Оба горизонта гидравлически связаны между собой, однако наличие глинистых отложений в подошве нижнекаменноугольного горизонта мощностью до 31 м, а также плотных переотложенных руд и карбонатизированных бокситовых образований в кровле руднокристаллической толщи мощностью до 60 м затрудняют взаимосвязь указанных горизонтов.



Целенаправленное и комплексное изучение геологических, гидрогеологических и инженерно-геологических условий месторождения позволило отказаться от некоторых первоначальных проектных решений.

К 1985 г. в сложных горно-геологических условиях с применением метода заморозки пород было пройдено два шахтных ствола №1 и №2 глубиной по 734 м каждый и ствол №3 глубиной 680 м, в околоствольном дворе пройдено 7 тыс. м³ горизонтальных выработок, что позволило уточнить геологию и гидрогеологию осадочной толщи и пород кристаллического фундамента.

По разработанному в 1970 г. институтом ВИОГЕМ техническому проекту осушение шахтного поля предусматривалось комбинированным способом: предварительное водопонижение в нижнекаменноугольном водоносном горизонте с помощью 47 водопонижающих скважин, пробуренных с дневной поверхности; последующее осушение известняков карбона системой дренажных горных выработок на горизонте минус 300 м, и осушение рудного тела системой узлов дренажных скважин, сооружаемых с горизонта минус 400 м. Суммарный водоприток к системе осушения был определен в размере 3200 м³/ч [8].

В 1988-1992 гг. с целью изучения условий взаимосвязи подземных вод нижнекаменноугольного и руднокристаллического водоносных горизонтов на месторождении проведены опытное, а затем и опытно-производственное водопонижения. Откачка из руднокристаллической толщи составила от 54 до 158 м³/ч, из нижнекаменноугольных известняков – до 900 м³/ч [9].

На основе положительного результата водопонижений сделан вывод о низкой проницаемости пород разделяющего слоя между нижнекаменноугольным водоносным горизонтом и рудным массивом, что явилось благоприятным фактором при строительстве и эксплуатации Яковлевского рудника и позволило с 10 февраля 1992 г. произвести отключение поверхностной системы водопонижения, которая не эксплуатируется и по настоящее время.

В связи с доразведкой участка отработки Яковлевского рудника [5], выполненной с целью определения границ участка первой очереди и повышения обеспеченности запасами богатой железной руды, получен практический опыт сооружения наклонно-восстающих скважин по богатым железным рудам в условиях остаточных напоров в нижнекаменноугольном и руднокристаллическом водоносных горизонтах. Это подтвердило техническую возможность осушения рудного массива посредством сооружения и эксплуатации наклонно-восстающих скважин на руднокристаллический водоносный горизонт без предварительного снятия напоров в выше залегающих известняках нижнего карбона.

Техническим проектом «Проект I очереди строительства на 1,0 млн. т сырой руды в год» по результатам выполненной НИР НТЦ «НОВОТЭК» [10] и рекомендаций СПГГИ им. Г.В. Плеханова (ТУ) [11] принята безопасная глубина ведения очистных работ на руднике под неосушенным нижнекаменноугольным водоносным горизонтом, составляющая 52 м, а с учетом коэффициента запаса, равного 1,25–65 м.

Основным положением при проведении расчетов безопасности глубины отработки было условие отсутствия водопонижения в нижнекаменноугольном водоносном горизонте, то есть при восстановленном уровне после прекращения водопонижения в карбоне.

Проектом обоснован подземный способ осушения месторождения, оптимальный по технической реализации и затратам, соответствующий горно-геологическим условиям, требующий четкого выполнения проектных решений и наличия комплексного мониторинга за состоянием гидрогеологических условий при развитии очистных работ.

Основными устройствами для осушения рудного тела являются дренажные узлы, включающие горизонтальные и наклонно-восстающие скважины. Кроме того, все разведочные и технологические скважины осушают руднокристаллический массив, также значительный дренажный эффект оказывает система горных выработок.

Дренажные узлы сооружаются на горизонте минус 425 м и предусматривают опережающие снятие напоров в рудной толще при несдренированных напорах ниж-

некаменноугольного водоносного горизонта. Узлы представляют собой камеры, из которых проходится веер наклонно-восстающих скважин под углами 0° - 90° к горизонту, шаг между камерами 100 м. В каждой камере в зависимости от интенсивности водопроявлений и конкретных геологических условий сооружается 3-5 наклонно-восстающих скважин длиной 60-100 м.

По результатам гидрогеологических наблюдений за первое полугодие 2010 г. общий водоприток к подземным горным выработкам шахты изменялся в диапазоне от 427 до 450 м³/ч, средний составил 442 м³/ч. В 2009 г. величина общего водопритока находилась в пределах от 434 до 472 м³/ч, при среднегодовом 452 м³/ч [12]. Анализ гидрогеологической отчетности показал, что за последние 10 лет поступление шахтных вод к водоотливному комплексу было в пределах 420-480 м³/ч, что не выходит за рамки принятых проектных величин. Образующиеся шахтные воды поступают к насосной станции подземного водоотливного комплекса по сети водоотводных канавок.

Главный водоотливной комплекс расположен в подземных выработках околоствольного двора ствола № 2 на горизонте минус 425 м. Здесь установлены 6 насосов ЦНСГ-850-720, из которых 3 насоса в работе, 2 в резерве и 1 в ремонте. Таким образом, производительность главного водоотлива составляет 2550 м³/ч. Существующие технические средства рудничного водоотлива имеют значительный резерв и обеспечивают откачку нормального суточного притока рабочими насосами менее чем за 20 часов.

Фактические данные подтверждают, что за счет существующих дренажных мероприятий произошло значительное расширение депрессионной воронки в руднокристаллическом водоносном горизонте в зоне ведения горных работ, при этом в положении пьезометрической поверхности подземных вод в нижнекаменноугольных известняках достигнута некоторая стабилизация с незначительным снижением уровня.

Для отработки запасов Яковлевского месторождения «Проектом I очереди строительства на 1,0 млн. т сырой руды в год» в качестве основной системы принята система разработки нисходящими слоями с закладкой выработанного пространства твердеющими смесями под защитной потолочиной высотой 4,5 м.

Система разработки с нисходящей послойной выемкой и закладкой выработанного пространства под искусственной потолочиной является традиционной системой, которая применяется в наиболее тяжелых горнотехнических условиях при неустойчивых рудах и вмещающих породах. Основным ее достоинством является полнота выемки полезного ископаемого и возможность контроля процесса сдвижения. В первую очередь возводится железобетонная потолочина, под защитой которой производится очистная выемка нисходящими слоями (рис. 2). После проходки каждая выработка армируется и закладывается литой закладочной смесью. В условиях Яковлевского месторождения при отработке малопрочных руд эффективно реализовывается очистная выемка с механической отбойкой руды комбайнами.

При выборе системы разработки учитывались горно-геологические особенности месторождения: необходимость предотвращения образования водопроводящих трещин в предохранительном целике, способных образовать гидравлическую связь между нижнекаменноугольным водоносным горизонтом и выработки рудника при отработке запасов руд большой мощности с низкими прочностными свойствами. При использовании такой системы процесс сдвижения пород и земной поверхности носит медленный и плавный характер, позволяющий минимизировать деформации в толще охранного рудного целика под карбоновым водоносным горизонтом. При этом провалы и крупные трещины не образуются, а величины сдвижений и деформаций невелики и определяются усадкой закладки, степенью заполнения ее выработанного пространства и выемочной мощностью обрабатываемого рудного тела.

Шахтное поле в пределах этажа отработки подготовлено Откаточным горизонтом минус 425 м и Вентиляционно-закладочным горизонтом минус 370 м, а также автотранспортными уклонами для доставки материалов и оборудования.

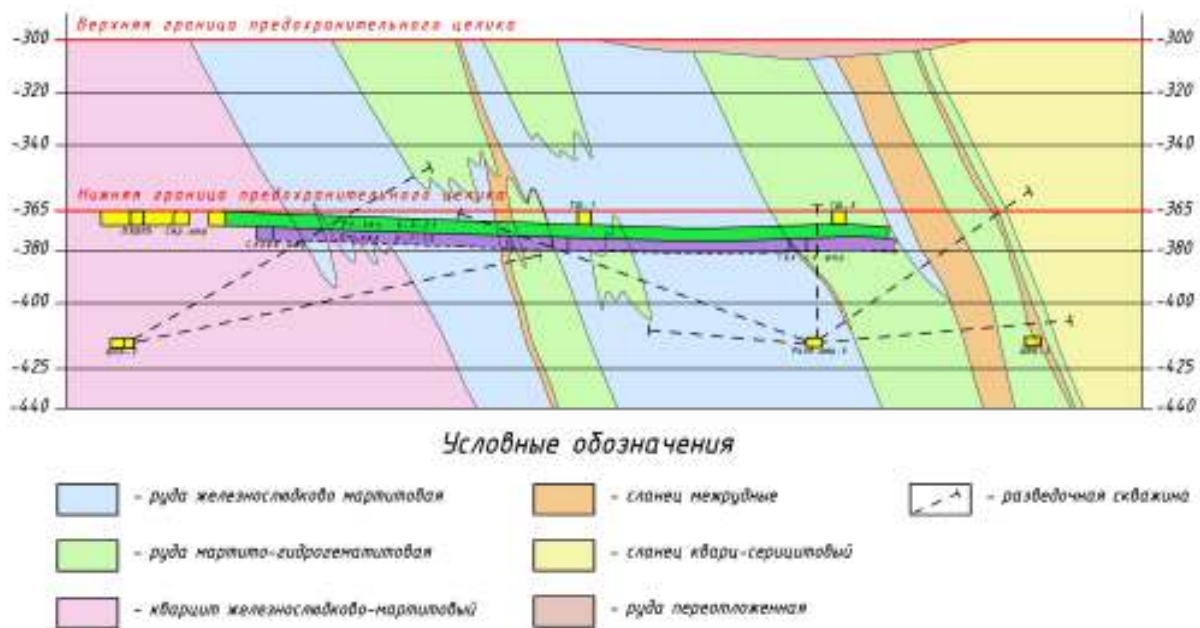


Рис. 2. Геологический разрез по 21 линии ортов (разработка нисходящими слоями)

Учитывая сложные горно-геологические условия отработки месторождения, для добычи руды применяется современное высокопроизводительное горношахтное оборудование. Нарезные и очистные работы ведутся проходческими комбайнами (П110-01, Terex ITC 120 - F2), для транспортировки руды к рудоспускам используются погрузочно-доставочные машины TORO-400, TORO-301DL, МПД-4. При буровзрывном способе отбойки руды применяется буровая самоходная техника мелкошпурового бурения (AXERA, MONOMATIK). Восстающие выработки проходятся буровым станком RHINO-408, позволяющим осуществлять в условиях Яковлевского рудника бурение скважин глубиной до 50 м с конечным диаметром 2,5 м.

Развитие горных работ предполагает завершение строительства защитной потолочины в подготовленных и эксплуатируемых блоках №№ 1, 2-4, 5, 6 и поэтапный переход на отработку основных слоев в этих блоках.

В соответствии с проектными решениями защитное перекрытие формируется следующим образом: рудный массив обрабатывается параллельными заходками с креплением металлической крепью. Закладочные работы ведутся с минимальным оставанием по времени после завершения очистных работ. Сначала производится армирование нижнего (несущего) слоя потолочины сварной сеткой с размером ячеек 100×100 из проволоки Ø 5-6 мм в комбинации с вертикальной арматурой, затем следует закладка в две стадии. Вначале закладывается нижний слой выработки на высоту 2,5 м с нормативной прочностью 10 МПа, после схватывания и усадки нижнего слоя доливается верхняя часть заходки малопрочной закладкой с нормативной прочностью 1 МПа. Нормативная прочность закладки на нижележащих очистных слоях под защитной потолочиной составляет 4 МПа, при этом будут использоваться «облегченные» схемы армировки закладочного массива.

Защитная потолочина обрабатывается заходками сечением в черне – 20,8 м², в свету – 17,8 м² с креплением арочной трехзвенной податливой крепью типа КМП-А3, при этом рамная металлическая крепь должна иметь надежный контакт с контуром выработки за счет забутовки и затяжки. При качественном креплении заходок данный вид крепи себя полностью оправдывает, единственный его недостаток – высокая стоимость спецпрофиля СВП-22. На участках с устойчивыми рудами возможно проведение опытно-промышленных испытаний анкерной крепи.

Очередность отработки заходок в панели на слое определяется из условия устойчивости обнажения вертикальной стенки закладочного массива в смежной заходке, но не ранее, чем будет набрана необходимая прочность закладочного массива в

возрасте 28 суток в этой заходке. Под защитной потолочиной запасы руды отрабатывается слоями высотой 4.0 м и шириной очистной заходки 4.9 м.

Дальнейшее развитие горных работ должно сопровождаться комплексным мониторингом геологической среды. Приоритетным направлением в условиях безопасного ведения горных работ фактически под водоносным объектом (на основании СНиП 2.06.14-85) является контроль и своевременное предупреждение образования активной гидравлической связи между руднокристаллическим и нижнекаменноугольным водоносными горизонтами.

Рациональный подход в организации разработки богатых железных руд Яковлевского месторождения, увеличение производительности и развитие производства железорудной продукции многоцелевого назначения способны создать в Белгородском железорудном районе уникальное горнорудное предприятие, аналогов которому нет в отечественной и зарубежной практике. После окончания строительства Яковлевского рудника и по мере наращивания объемов добычи, он по своим технико-экономическим показателям способен занять достойное место в списке таких подземных рудников, как Комбинат «КМАруда» и Запорожский железорудный комбинат, которые сохраняют свою конкурентоспособность в условиях современного рынка наравне с предприятиями, применяющими открытую разработку полезного ископаемого.

Список литературы

1. О геологоразведочных и поисковых работах, произведенных на Яковлевском железорудном месторождении Белгородского железорудного района КМА по состоянию на 1 октября 1958 г. Кн. 1. Геологическое строение Яковлевского месторождения, его запасы и перспективная оценка. Общая оценка Белгородского железорудного района КМА: Отчет / Геологическое управление центральных районов; Рук. работ С.И. Чайкин, М.Н. Сахарова и др. – М., 1958. – 329 с.
2. О результатах доразведки Яковлевского месторождения КМА на глубину по состоянию на 1 декабря 1961 г.: Отчет (промежуточный) / Белгородская железорудная экспедиция; Рук. работ С.И. Чайкин, М.Н. Сахарова, Е.С. Каргальцева. – Белгород, 1961. – 179 с.
3. О геологоразведочных и поисковых работах на Яковлевском месторождении КМА: Отчет / Белгородская железорудная экспедиция; Рук. работ В.Н. Клекль, С.Т. Кулешов, И.И. Романов. – Белгород, 1969. – 172 с.
4. О бурении разведочных скважин на участке первоочередной отработки Яковлевского месторождения (1982-1986 гг.): Отчет / Белгородская железорудная экспедиция; Рук. работ В.Д. Татьянин, Ю.А. Трубников. – Белгород, 1986. – 192 с.
5. О доразведке участка первоочередной отработки Яковлевского рудника из подземных горных выработок: Отчет / А/О Яковлевский рудник; Рук. работ А.И. Лябах, А.Н. Богомаз. – п. Яковлево, 1993. – 48 с.
6. Орлов, В.П. Железные руды КМА / В.П. Орлов, И.А. Шевырев, Н.А. Соколов; Под ред. В.П. Орлова. – М.: Изд-во Геоинформарк, 2001. – 616 с.
7. О геологоразведочных и поисковых работах, произведенных на Яковлевском железорудном месторождении Белгородского железорудного района КМА по состоянию на 1 октября 1958 г. Кн. 2. Гидрогеологические и инженерно-геологические условия Яковлевского месторождения Белгородского железорудного района КМА: Отчет / Геологическое управление центральных районов; Рук. работ А.А. Саар, В.Д. Бабушкин и др. – М., 1958. – 254 с.
8. Проект осушения шахтного поля Яковлевского рудника КМА. Т. I. Пояснительная записка: Технический проект / ВИОГЕМ. – Белгород, 1970. – 321 с.
9. О доразведке гидрогеологических условий, подсчету запасов дренажных вод в увязке с рациональной схемой осушения Яковлевского железорудного месторождения по состоянию на 01.08.1992 г.: Отчет / НТЦ «НОВОТЭК»; Рук. работ М.Г. Чмаро. – Белгород, 1993. – 112 с.
10. Выполнить обоснование безопасных условий отработки Яковлевского железорудного месторождения под неосушенным нижнекарбонным водоносным комплексом без сооружения водонепроницаемых перемычек. Согласование результатов в Госгортехнадзоре России: Отчет о НИР / НТЦ «НОВОТЭК»; Рук. работ Г.Н. Гензель. – Белгород, 2004. – 122 с.
11. Научное сопровождение строительства и ввода в эксплуатацию Яковлевского рудника. Этап 2. Экспертная оценка и анализ принятых ранее решений по гидрогеологической защите горных работ и предотвращению внезапных прорывов воды в горные выработки. Разработка рекомендаций по защите подземных и наземных объектов от деформаций налегающих пород в результате разработки рудного тела. Разработка рекомендаций по выбору системы



разработки для участка первоочередной отработки рудного тела: Отчет о НИР / СПГГИ им. Г.В. Плеханова (ТУ); Рук. работ В.Л. Трушко. – СПб., 2003. – 162 с.

12. О гидрогеологических и инженерно-геологических работах за 2009 год (мониторинг подземных вод): Отчет / ООО «Металл-групш»; Рук. работ А.И. Лябах, Д.А. Зайцев. – П. Яковлево, 2010. – 20 с.

THE EXPERIENCE OF THE RICH IRON ORES OPENCAST OF JAKOVLEVSKY DEPOSIT KMA (KURSK MAGNETIC ANOMALY)

S.V. Sergeev¹

A.I. Ljabah²

D.A. Zaytsev¹

¹ *Belgorod State University
Pobedy St., 85, Belgorod,
308015, Russia*

² *ООО «Metal-group»
Jakovlevsky mine*

*Yuznaya St., 12, Jakovlevo,
309076, Russia*

E-mail: sergeev@bsu.edu.ru

The paper considers the practical work results of involving in the refining of rich iron ores resources from the Jakovlevsky deposit under the difficult mountain-geological and hydro-geological conditions of the Kursk Magnetic Anomaly (KMA). It is given the complexity estimation of the deposit geological structure. The paper also shows the basic directions of the design decisions allowing to combine high technical and economic indicators with the safe conducting of minings.

Key words: rich iron ores, aquifer, protective roof, deformation, aqueduct cracks, the safety of minings.

ПРИРОДНЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ТУРИЗМА В УРАЛО-СИБИРСКОМ РЕГИОНЕ (НА ПРИМЕРЕ ПЕРМСКОГО КРАЯ И РЕСПУБЛИКИ ХАКАСИЯ)

М.С. Оборин¹

В.В. Непомнящий²

¹ *Пермский филиал
Санкт-Петербургского
института внешнеэкономиче-
ских связей, экономики и права
Россия, 614000, г. Пермь,
ул. 9 Мая, 21*

² *Заповедник «Хакасский»
Россия, 655017, г. Абакан,
ул. Цукановой, д.164, а/я 189*

E-mail: matvey_uk@rambler.ru

В статье рассмотрены природные перспективы развития экологического туризма с использованием особо охраняемых природных территорий на примере Пермского края и Республики Хакасия. Приведена характеристика природно-рекреационного потенциала регионов. Выявлены особенности использования некоторых особо охраняемых природных территорий в целях экологического туризма и рекреации.

Ключевые слова: рекреация, экологический туризм, особо охраняемые природные территории.

В последние годы в связи с ухудшением состояния окружающей среды идет поиск альтернативных направлений использования природных ресурсов в туристических и рекреационных целях. Одним из таких новых направлений является экологический туризм, который активно развивается во всем мире.

Экологический туризм в мировой и российской туриндустрии играет все возрастающую роль, с каждым годом приобретая всё большую популярность. Всемирная туристская организация признала экологический туризм наиболее динамично развивающимся и перспективным направлением туризма в мире. Министерство спорта, туризма и молодежной политики РФ назвало этот вид туризма приоритетным по развитию на территории России на ближайшее десятилетие.

Что же такое экологический туризм? Какие бывают виды экотуризма? Какие региональные природные особенности равнинных, среднегорных и межгорных территорий составляют основу для развития местного экологического туризма?

Экотуризм (по мнению международного общества экотуризма (TIES)) – это путешествие в природные территории, которое сохраняет окружающую среду и улучшает благосостояние местного населения.

Экотуризм – это туризм, заключающий в себе путешествия в места относительно нетронутой природы, с целью получить представление о природных и культурно-этнографических особенностях данной местности, который не нарушает при этом целостности экосистем и создает такие экономические условия, при которых охрана природы и природных ресурсов становится выгодной для местного населения.

Для многих стран, экотуризм является основной отраслью национальной экономики. В Коста-Рике, Эквадоре, Непале, Кении, Мадагаскаре, Таиланде экотуризм представляет собой значительную часть валового внутреннего продукта и экономической деятельности. Экологический туризм – это возможность соприкоснуться с природой в ее первозданной красоте. Экотуризм прививает бережное отношение к природе, повышает экологическую культуру путешественников, научает уважать интересы местного населения и способствует охране природы. Туризм становится экологическим тогда, когда, ступая на туристическую тропу, турист начинает осознавать всю ответственность перед природой, которую берет на себя.

Природа России предоставляет большие потенциальные возможности для развития экотуризма: здесь много мест, еще не тронутых процессами урбанизации. В России тоже есть на что посмотреть: озеро Байкал, вулканы Камчатки, Алтай, бескрайние



леса Дальнего Востока, степные и аквальные системы Хакасии, лесостепные, лесные, водные и горные ландшафтные комплексы Пермского Прикамья.

Когда говорят о путешествиях в природу, то часто применяют термин природный туризм (экотуризм). Это ниша на туристском рынке, имеющая высокие темпы роста, а одновременно, – концепция, положение которой шире понятия совместимости (имеется в виду положительное воздействие человека на природу). Экотуризм является составной частью природного туризма, который по объему больше чем ниша этого рынка. Понятие «экотуризм» широко используется в современной деятельности особо охраняемых природных территорий, которые часто являются ядром развития этого направления деятельности.

В значительной степени потенциал развития экологического туризма определяет разнообразие (или своеобразие) природных условий региона, немаловажное значение имеет и инфраструктура, необходимая для развития экотуризма. Последнее, характеризуется крайне низким уровнем развития практически во всех регионах страны. Ниже рассмотрим природные условия обеспечивающие потенциал развития экологического туризма на примере Пермского края и Республики Хакасия.

Пермский край находится на западных склонах Среднего и Северного Урала, на стыке двух частей света – Европы (99,8%) и Азии (0,2%) [6]. Он занимает территорию более 160 тысяч квадратных километров (больше территории многих европейских государств), с севера на юг регион протянулся на 645 км, а с запада на восток – на 420 км.

Орография. Главной особенностью рельефа Пермского края являются Уральские горы. Западная часть Пермского края (75-80% территории) расположена на окраине Восточно-Европейской равнины, где преобладает низменный и равнинный рельеф. На востоке расположились Уральские горы, занимающие 20-25% территории края [6]. В далекой древности (около 285 млн. лет назад) на месте современных Уральских гор плескалось древнее Пермское море, из отложений которого и сформировались горные породы и полезные ископаемые.

Микроклиматические особенности. Оценка климатических условий для организации лечебного отдыха и экологического туризма может проводиться как для летних, так и для зимних рекреационных занятий здоровых взрослых людей. Реакции на погоду жителей средней полосы страны, жителей Крайнего Севера и южных районов могут в некоторой степени отличаться. При оценке принято, что человек одет в соответствии с погодой данного дня, участвует в летних рекреационных занятиях, приравняемых физиологами к нетяжелой физической работе.

Выделяют девять типов погоды, которые разделены на пять оценочных категорий: комфортные, жаркие дискомфортные, жаркие субкомфортные, прохладные субкомфортные, холодные дискомфортные. Для рассматриваемого региона погода почти во все времена года относится к комфортной, но иногда могут наступать аномальные дискомфортные климатические периоды (резкое похолодание или сильная жара).

Климат описываемой территории умеренно континентальный, благоприятный для отдыха и оздоровления, его следует отнести к положительным лечебно-рекреационным и туристическим факторам, несмотря на некоторую нестабильность погоды. Продолжительность солнечного сияния в среднем за год на территории края составляет 1750-1800 ч., что несколько меньше обеспеченности солнечной радиацией в Сочи (2000 ч) и в Кисловодске (2100 ч) и соответствует тренирующему режиму [2-4].

Согласно курортологическому районированию Нечерноземной зоны РСФСР, проведенному Институтом курортологии в 1986 году, большая часть края относится к Уфимско-Сылвенскому курортологическому району, отличающемуся более благоприятными ландшафтно-климатическими условиями для развития местного климатолечения, что позволяет реализовывать активные виды деятельности экологического туризма.

Лето умеренно-теплое. Самый теплый месяц – июль. Средняя температура июля на северо-востоке региона +15°C, а на юго-западе – +18,5°C. Абсолютный максимум температуры достигает +38°C. Длительность вегетационного периода (с температурой выше +5) колеблется от 145 до 165 дней.

Можно выделить лишь один негативный фактор, который может помешать экотуристам – довольно частая повторяемость опасных метеорологических явлений (туманы, грозы, метели и т.п.).

По комплексной оценке биоклиматических характеристик территория относится к районам с щадяще-тонизирующим, тренирующим воздействием биоклимата и благоприятна для круглогодичной лечебной рекреации и экологического туризма.

Гидрологические ресурсы. Водные ресурсы Пермского края весьма значительны. По количеству естественных и искусственных водоемов, по водным и гидроэнергетическим ресурсам Пермский край занимает первое место на Урале. С территории края стекает около 54 кубических километров воды в год. Все реки региона составляют основу гидрографической сети региона, относятся к бассейну реки - Камы, крупнейшего левого притока Волги. По длине Кама (1805 км) – шестая река в Европе после Волги, Дуная, Урала, Дона и Печоры. Абсолютное большинство ее притоков – малые, то есть менее 100 км [6]. 42 реки Прикамья имеют длину более 100 км каждая, но из них только Кама и Чусовая (табл. 1) относятся к разряду больших рек (более 500 км).

Таблица 1

**Протяженность основных рек
Пермского края**

Названия рек	Протяженность, км
Кама	1805
Чусовая	529
Сылва	493
Колва	460
Вишера	415
Яйва	403
Косьва	283
Коса	267

Реки Предуралья очень живописны и разнообразны по характеру течения. Некоторые из них – равнинные (это все правые притоки Камы: Коса, Уролка, Кондас, Иньва, Обва и левые: Весляна, Лупья, Южная Кельтма, Тулва, Сайгатка). У них спокойное течение, извилистое русло с многочисленными меандрами, островами, протоками, водной растительностью. Их поймы изобилуют старицами, озерами и часто заболочены. Всё здесь способствует для развития активных видов экотуризма: прогулки, познавательные экскурсии

Левобережные притоки Камы, берущие начало в Уральских горах, в верховьях – типично горные реки с быстрым течением. По берегам этих рек часто встречаются обнажения различных горных пород и живописные скалы. Русло изобилует перекатами, порогами и небольшими водопадами. Выходя на равнину, реки теряют свой горный характер. Здесь все условия для развития как пассивных, так и активных (экстремальных) видов экотуризма.

В Пермском крае находится 2 крупных водохранилища – Камское и Воткинское на р. Каме и небольшое – Широковское на р. Косьве.

Подземные минеральные воды. На территории Пермского края разведаны уникальные в лечебном плане минеральные воды. Наибольшим сочетанием таких вод бальнеологического и питьевого назначения обладает Усть-Качкинская курортно-рекреационная зона – нативные сероводородные и йодобромные рассолы, а также питьевая минеральная вода «Усть-Качкинская». Кроме минеральных вод край богат иловыми и сапропелевыми глинами, которые широко используются на курорте «Ключи» и других водогрязелечебницах края.

Растительность. Основным типом растительности на территории Пермского края являются леса, занимающие 70% территории. В темнохвойных лесах, образованных елью и пихтой, ель явно преобладает. В светлохвойных доминирует сосна.

По мере продвижения с севера на юг региона постепенно увеличивается доля лиственных пород, изменяются подлесок, кустарниковый ярус, травянистый и напочвенный покров. В северных районах равнинной части края елово-пихтовые леса распространены крупными сплошными массивами. Под пологом их темно и влажно, поэтому подлесок и травяной покров развиты слабо, а в напочвенном покрове преобладают зеленые мхи, на возвышениях рельефа – заячья кислица, в понижениях – кукушкин лен [4,5,6]. Они выделены в подзону средней тайги. К югу от широты города Березники к ели и пихте на выходах известняков примешивается липа. В этих лесах, образующих подзону южной тайги, разнообразнее кустарниковый ярус, моховой по-



кров вытесняется травянистой растительностью. Южнее города Оса леса вновь меняются. Из широколиственных пород, кроме липы, появляются клен, ильм, вяз, иногда дуб, а среди кустарников – бересклет бородавчатый и лещина обыкновенная. Это – подзона широколиственно-таежных лесов (рис. 1).

Республика Хакасия расположена в южной части Сибирского региона, в пределах Саяно-Алтайской горной системы. Территория Хакасии охватывает в левобережье реки Енисей Минусинскую котловину, а также обрамляющие ее горные хребты Кузнецкого Алатау и Западного Саяна. Впадина характеризуется степными, холмисто-увалистыми и низкогорными ландшафтами с редкими перелесками и замкнутыми понижениями, заполненными многочисленными озерами. Горные районы покрыты типичной таежной растительностью и изобилуют чистыми горными реками. Климат резко континентальный с холодной и продолжительной зимой и коротким теплым летом.

Основу природных рекреационных ресурсов Хакасии составляют: 1) аквальные комплексы (более 500 озер из них 24 озера со степенью минерализации более 10 г/дм³, большая часть водоемов благоприятна для купания); 2) ландшафтное и биологическое разнообразие (Республика расположена в пределах степного, лесостепного, подтаежного, горно-таежного и высокогорных поясов). Историко-культурный потенциал представлен главным образом археологическими памятниками (около 30 тысяч памятников древней истории: наскальные рисунки, руины древних городов, оборонительные укрепления, горные плавильни и святилища, тысячи древних могильников и захоронений). Значительная часть объектов имеет хорошую транспортную доступность. Общая площадь особо охраняемых природных территорий Хакасии (ООПТ) составляет 461,5 тыс. га – 7,6% от всей площади Республики. В настоящее время на территории Республики Хакасия действуют следующие особо охраняемые природные территории: ФГУ «Государственный заповедник Хакасский», музей-заповедник «Казановка», государственные природные заказники Республиканского значения «Июсский», «Боградский», «Каратошко-Инейский»; памятники природы регионального значения.

Необходимо отметить, что благоприятные климато-рекреационные условия летнего периода позволяют конкурировать степной части Хакасии практически с любым регионом Сибири. Так, температурные характеристики колеблются в пределах 24°–32°C, большое количество дней с солнечным сиянием, маловетренная или безветренная погода. Климатические условия летнего периода делают район пригодным для рекреационного и лечебно-оздоровительного туризма, развитие последнего возможно даже в зимнее время. Наличие интереснейших объектов для экскурсий, таких как курганы и могильники, большое количество памятных стел и менгиров, возможность прикоснуться к истории древних народов, заселявших Минусинскую котловину в глубокой древности, всё это делает район чрезвычайно привлекательным для туристов экскурсионно-познавательного и археологического направлений. Живописные окрестности предопределяют развитие спортивного, пешеходного и конного туризма. Район весьма перспективен для создания зон активного отдыха, поэтому пользуются популярностью такие направления экстремального туризма как, виндсерфинг, кайтсерфинг, также ряд других водных видов (моторные лодки, водные гидроциклы и др.), водные лыжи.

Бальнеологические ресурсы Хакасии представлены минеральными водами и лечебными грязями (табл. 2).

Для территории Республики известны следующие типы минеральных вод: лечебно-столовые воды для целей розлива и санаторно-курортного использования без специфических компонентов; со специфическими компонентами – лечебные бромные средней и высокой минерализации, радоновые, мышьяковистые, термальные и субтермальные воды. Из всего разнообразия типов минеральных вод к настоящему времени изучены и используются (или намечаются к использованию) лишь лечебно-столовые воды для целей розлива и санаторно-курортного использования без специфических компонентов, а также радоновые воды.

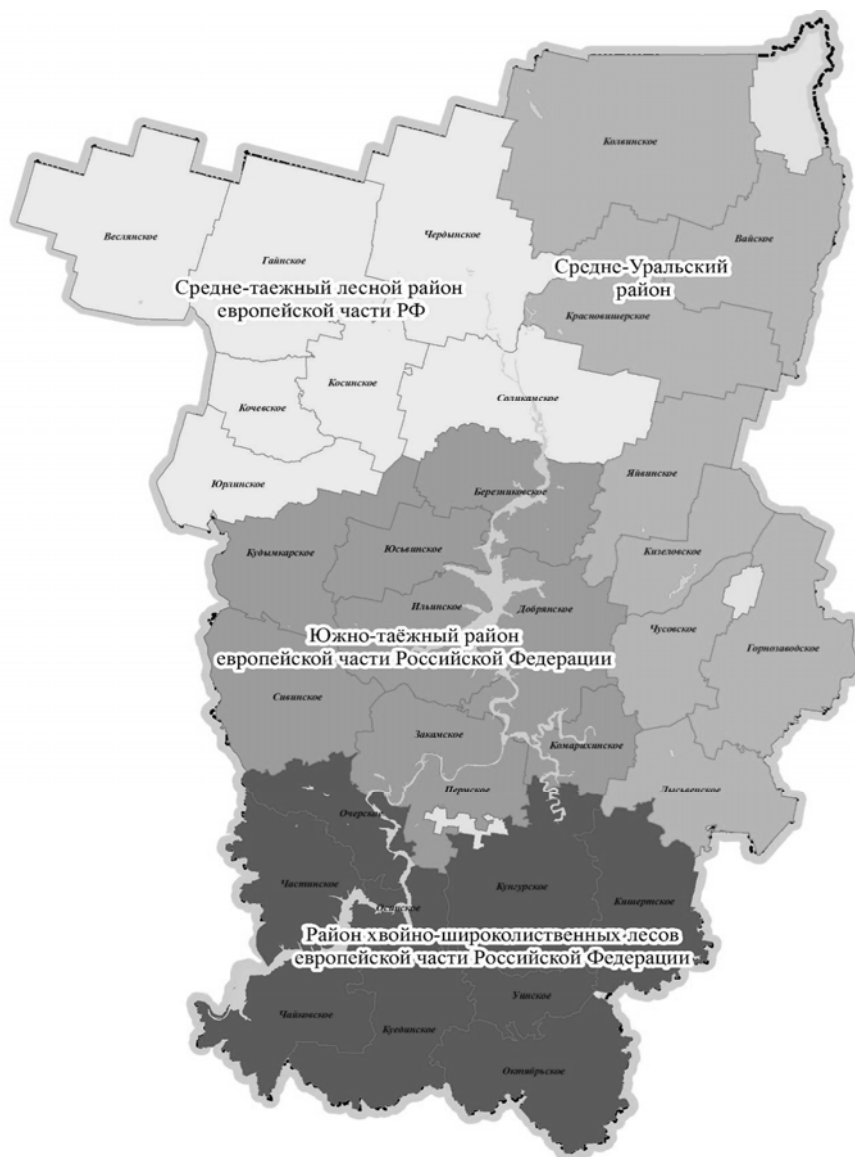


Рис. 1. Карта-схема расположения основных лесных районов (подзон) на территории Пермского края

Особо охраняемые природные территории

Заповедные территории во всем мире давно являются объектами не только природоохранного назначения, но и важнейшим инструментом экологического просвещения населения. Способы и методы повышения экологической культуры различны: начиная от пропаганды в средствах массовой информации до введения специализированных дисциплин в школах и колледжах. Однако, необходимо заметить, что западные традиции организации заповедного дела отличаются от Российских. Одной из отличительных особенностей отечественного заповедного дела является слабое развитие экологического просвещения населения. Между тем, кто как не заповедники и другие. Особо охраняемые природные территории (ООПТ) могут квалифицированно организовать и вести эколого-просветительскую деятельность. Федеральный Закон Российской Федерации «Об особо охраняемых природных территориях» и ряд других нормативно-правовых актов в числе основных задач, возложенных на заповедники, предусматривает ведение заповедниками эколого-просветительской деятельности. Экологический туризм в своих концептуальных и методологических основах базируется на принципах экологического просвещения и бережного отношения к природным и культурно-историческим ландшафтам.

Таблица 2

Физико-химические показатели донных отложений озёр Республики Хакасия [1]

Объекты	Влажность, %	Зольность, %	pH гязи	pH граз.	Объемный вес, г/см ³	Сопровождающие сдвиги, дин/см ³	Засоренность, %	Минерализация, гр. р-ра, г/дм ³	Сорг., %	Органические в-ва, %	Теплоёмкость, кал/г гр.	Прогнозные ресурсы, млн. м ³	Запасы, млн. м ³
Усть-Абаканский район													
Улук-Коль	39.72	76.88	8.8	8.89	1.7	6269	2.28	67.64	1.71	2.94	0.52	0,4	
Терлек-Коль	40.04	86.46	9.3	9.5	1.8	3965	0.72	51.88	0.98	1.69	0.52	0,1	
Хамыс-Коль	46.02	82.07	8.8	9.0	1.7	5641	0.19	26.89	1.75	3.01	0.54	0,15	
Аёвское	45.91	81.47	7.5	7.4	1.69	5028	0.93	164.16	1.84	3.17	0.57	0,07	
Алтайский район													
Алтайское-1	36.16	84.19	8.4	8.4	1.67	8829	3.96	81.88	2.83	4.87	0.49		0,408
Алтайское-2	38.67	86.87	8.8	8.7	1.64	3434	1.70	88.06	1.68	2.90	0.51		
Богородский район													
Горькое	54.54	72.14	8.5	8.6	1.47	3924	2.60	22.12	1.85	3.19	0.64	1,26	
Бейский район													
Солёное	44.01	85.45	7.5	8.1	1.59	1962	2.67	41.09	3.18	5.47	0.55	0,038	
Аскизский район													
Солёное (Хан-куль)	63.79	90.61	7.6	8.2	1.65	2943	12.55	19.88	2.32	4.00	0.71	0,02	
Ширинский район													
Красненькое-1	56.24	82.36	7.85		1.00	1778	0.29	112.47	4.50	7.76	0.65	0,14	
Красненькое-2	49.22	83.68	7.6	7.9	1.16	3924	0.78	65.05	3.83	6.60	0.59	0,045	
Красненькое-3	40.07	84.69	7.0	7.8	1.30	3850	1.65	88.01	3.12	5.30	0.52	0,19	
Джирим	50.04	78.78	8.2	8.5	1.14	4088	1.13	13.96	3.87	6.67	0.60	1,778	
Власьево	73.97	72.34	8.0	8.4	1.30	3581	0.20	4.64	8.44	14.55	0.78	1,877	18,1
Шира	79.42	74.49	8.1	8.3	1.10	2500	0.08	19.24	5.70	9.85	0.84		0,165
Утичьё-3	56.00	77.10	7.4	7.95	1.37	4535	0.17	19.15	3.69	6.37	0.81		0,08
Шунет	44.69	69.92	7.5	8.03	1.60	2453	15.88	19.19	6.63	11.43	0.56		
Тус	46.20	73.80	7.7	8.1	1.39	3543	3.00	206.40			0.47	1,325	
Слабительное-2	34.62	82.91	8.1	8.4	1.66	7071	5.34	97.29	1.80	3.09	0.43	0,072	
Слабительное-3	42.30	72.81	7.9	7.9	1.34	9994	1.49	159.98	4.89	8.43	0.54	0,072	
Беле (перешеек)	33.66	86.87	8.2	8.5	1.77	1921	0.47	11.40	1.17	2.02	0.47	?	
Фыркал	62.03	81.97	7.2	8.1	1.27	4088	0.22	0.45	1.33	2.29	0.73	0,38	
ИТОГО												7,917	18,753

Современная система ООПТ Пермского края начала формироваться с 80-х годов XX века. Научными изысканиями занимались ученые географического и биологического факультетов Пермского государственного университета (Г.А. Воронов, С.А. Овеснов, А.И. Шепель и другие). Наибольший вклад принадлежит кафедре биогеоценологии и охраны природы, которую возглавлял профессор Г.А. Воронов. Сегодня система ООПТ, по данным Управления по охране окружающей среды Министерства природных ресурсов Пермского края [10], представлена федеральными, региональными и местными объектами, количество которых составляет 335. (табл. 3). Федеральные ООПТ – государственные природные заповедники «Басеги» и «Вишерский». Региональные ООПТ (282) представлены государственными природными заказниками (20), памятниками природы (114), историко-природными комплексами и объектами (5), природными резерватами (46) и охраняемыми ландшафтами (97). На территории края имеется также 51 ООПТ местного значения.

Таблица 3

Особо охраняемые природные территории Пермского края [5, 10]

Значение, категории и профиль ООПТ	Количество, шт.	Площадь		
		тыс. га	% от общей площади ООПТ	% от площади края
Федерального значения:	2	279.16	19.17	1.74
- государственные природные заповедники	2	279.16	19.17	1.74
Регионального (краевого) значения, в т.ч.:	282	1167.21	80.15	7.29
Государственные природные заказники:	20	455.79	31.30	2.85
- биологические охотничьи	19	453.5	31.14	2.84
- ландшафтные	1	2.29	0.16	0.01
Памятники природы:	114	6.11	0.42	0.04
- ландшафтные;	67	4.66	0.32	0.03
- ботанические;	23	1.03	0.07	0.01
- биологические;	2	0.02	-	-
- геологические;	21	0.38	0.03	-
- гидрологические	1	0.02	-	-
Историко-природные комплексы	5	0.37	0.03	-
Охраняемые ландшафты	97	696.41	47.82	4.35
Природные резерваты:	46	8.53	0.59	0.05
- ландшафтные;	10	2.44	0.17	0.015
- ботанические;	34	5.96	0.41	0.035
- зоологические;	1	0.01	-	-
- геологические	1	0.12	0.01	-
Местного значения	51	9.9	0.66	0.06
ИТОГО	335	1456.27	100.0	9.1

Общая площадь особо охраняемых природных территорий Хакасии составляет 418,4 тыс. га от общей площади Республики.

На территории Республики Хакасия расположены: ФГУ «Государственный природный заповедник «Хакасский» (рис.2); (Общая площадь заповедника составляет 267,6 тыс. га. В заповедник входят девять изолированных участков. Каждый участок представляет собой своеобразный биоценоз, отличающийся от таковых на других участках, что делает заповедник комплексным. Уникальность заповедника в том, что он – единственный в России – включает в себя степь, лесостепь, подтайгу, горную тайгу и высокогорья, а также водоемы всех типов (озера, в том числе целебные и высокогорные, малые, средние реки.) государственные зоологические заказники («Богградский», «Каратошско-Инейский», «Июсский») республиканского значения общей площадью 146 тыс. га;

памятники природы республиканского значения («Абазинский бор», «Бондаревский бор», «Очурский бор», «Смирновский бор»), общая площадь которых составляет 4,8 тыс. га.

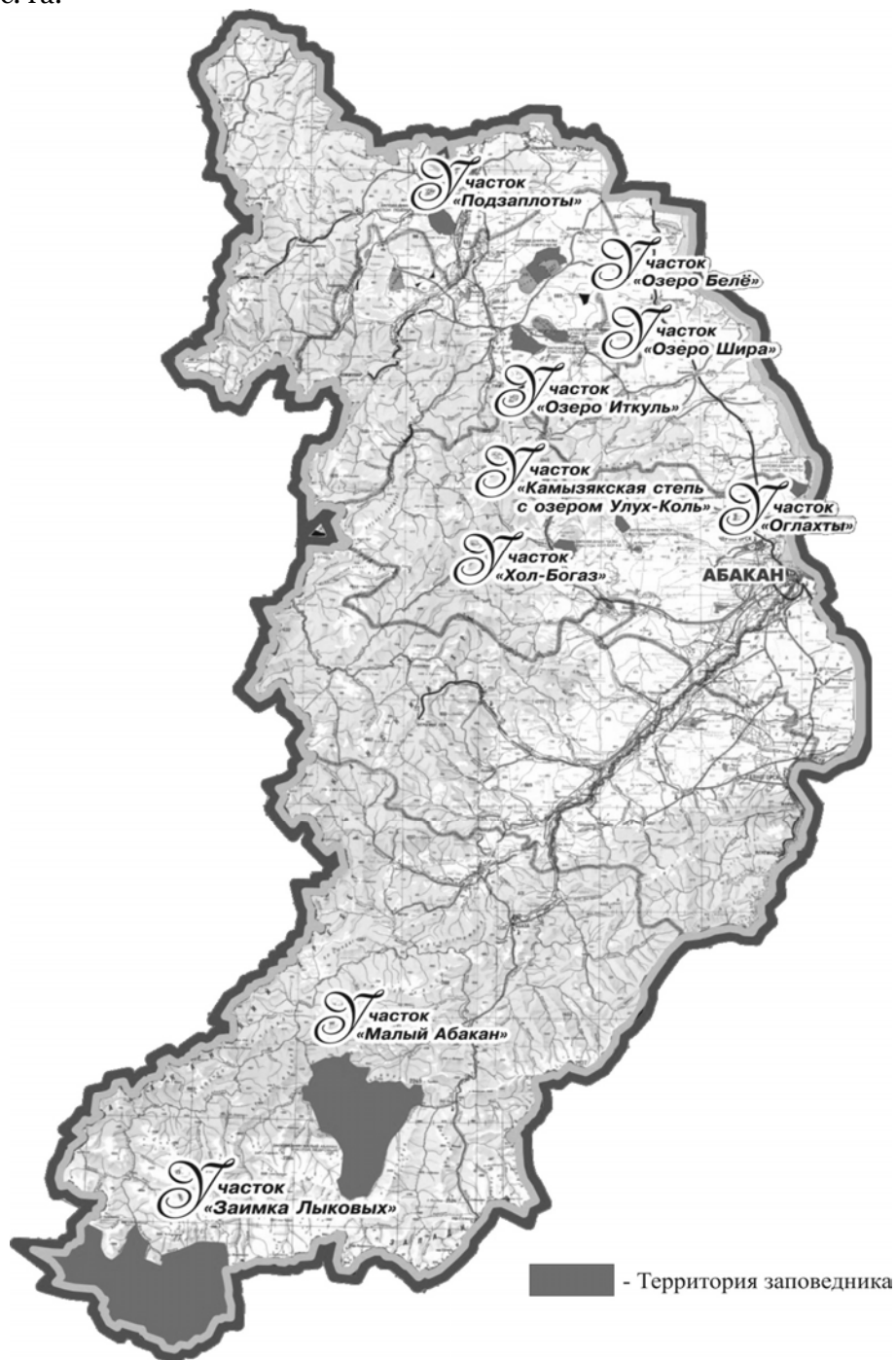


Рис. 2. Карта-схема расположения кластерных участков заповедника «Хакасский»

В настоящее время какая-либо интеграция ООПТ с региональной социально-экономической системой на территории Хакасии практически отсутствует, либо находится в процессе становления. Под интеграцией ООПТ с региональной социально-экономической системой понимается тесная координация хозяйственной и природоохранной деятельности всех учреждений, предприятий и организаций в границах территории сотрудничества, наличие здесь единой согласованной социально-

экономической и экологической политики, совместных хозяйственных планов и программ (проектов). Подразумевается существенный вклад ООПТ в социально-экономическое развитие региона за счет привлечения инвестиций, финансовых потоков, налоговых поступлений, создания благоприятных условий для роста доходов и занятости местного населения и др.

Как альтернативу экотуризму некоторые авторы предлагают программу устойчивого жизнеобеспечения населения (УЖН) в национальных и природных парках, являющихся одним из компонентов стратегии управления национальными парками. Однако и сами программы УЖН отводят туризму ключевую роль в развитии ООПТ и улучшению условий жизни местного населения.

Для того, чтобы процесс интеграции ООПТ развивался поступательно, необходимо решить ряд задач:

необходимо выработать единую стратегию и координацию действий на всех уровнях;

важно разработать механизм определения допустимых рекреационных нагрузок и мониторинга экологических последствий туризма;

решить комплекс организационно-экономических вопросов, таких как разработка турпродукта, маркетинговые исследования, разработка специализированной подробной информации о районе, где будет проводиться тур, развитие инфраструктуры;

привлечь к процессу интеграции местное население, тем самым изменить отношение местных жителей к ООПТ, привлечь их к сотрудничеству.

Представляется очевидным, что наибольшим потенциалом в развитии экологического туризма обладают ООПТ, однако существует необходимость в выборе приоритетных направлений и территорий для развития экотуризма. Решение данной задачи требует количественного и качественного обоснования приоритета для конкретной территории. В настоящее время существует множество методик оценки рекреационного потенциала территорий. Однако возникает вопрос: как можно оценить потенциал заповедных территорий? Классические методы оценки в такой ситуации неэффективны, так как планирование развития рекреационной деятельности будет упираться в природоохранный режим территорий. С другой стороны, рекреационный потенциал уникальных уголков природы, каковыми является большая часть заповедных территорий, априори будут привлекательны для отдыхающих.

Для комплексной оценки экотуристского потенциала Пермского края и Республики Хакасия рассмотрим факторы и формы проявления различных видов экологического туризма.

Поступательному развитию экологического туризма в рассматриваемых регионах препятствует комплекс причин, среди главных выделим:

1) отсутствует нормативно-правовая база в России для развития экотуризма на территории ООПТ;

2) неразвитость инфраструктуры (характерна для всего комплекса развития туризма в Хакасии выражающаяся в отсутствии малобюджетных средств размещения, мест отдыха и досуга, доступного и комфортного транспорта, а также специализированных элементов экотуристской инфраструктуры - визит центры, оборудованные экотропы и видовые площадки и т.п.);

3) слабая разработанность экотуристских продуктов на территории регионов;

4) низкая вовлеченность местного населения в туристско-экскурсионную деятельность;

5) малая известность Хакасии как туристского региона, неполное позиционирование Пермского края на российском и международном уровнях.

Таким образом, рассматривая две уникальные территории для развития экологического туризма – Пермский край и Республику Хакасию, необходима особая методика оценки применительно к экотуристскому потенциалу, учитывающая особенности заповедного режима и методов управления экотуристской деятельностью на охраняемых территориях. Рассмотрим наиболее простой подход к оценке потенциала территории с определением количественных показателей, отражающих основные природные и социально-культурные особенности заповедных и сопредельных территорий (табл. 4).

Таблица 4

Факторы и формы проявления различных видов экологического туризма на территории Республики Хакасия

Факторы развития экологического туризма	Формы проявления	
представительность ООПТ во всех природных зонах и высокое биологическое разнообразие	разнообразие видов экологического туризма (потенциал развития отдельных видов не одинаков)	летние эколагеря; дополнения к деловым поездкам; трекинги; «классические» познавательные экотуры; научные туры; лечебные туры; «приключенческие» программы дополнения к поездкам в санатории, дома отдыха и др.; сплавы по рекам на рафтах и катамаранах; наблюдение птиц (birdwatching); полевые практики для студентов; экскурсии для местных школьников и взрослых; конные туры; ботанические туры; совместные исследования, экспедиции; велосипедные туры; археологические туры; лыжные туры; культурные, этнографические туры
высокая концентрация дополнительных объектов экскурсионного показа	возможность большей диверсификации экскурсионных маршрутов, комбинированные туры, высокая познавательная ценность маршрутов, снижение транспортных расходов.	
транспортная доступность основных объектов экотуризма	снижение себестоимости тура, разнообразие маршрутов, возможность организации кратковременных экскурсий.	
возможность совмещать экскурсии с купально-пляжным отдыхом	повышенная привлекательность туров, расширение целевых сегментов потребителей туризма.	

При составлении классификационных признаков мы использовали разработки, предложенные такими исследователями, как Е.А. Котляров (1978); А.А. Минц (1973); Н.С. Мироненко, И.Т. Твердохлебов (1981); В.С. Преображенский (1975); Ю.А. Веденин (1990); Е.Г. Кропинова, (1997); В.В. Храбовченко (2003); Т.В. Бочкарева (2003); Е.Ю. Ледовских, Н.В. Моралева, А.В. Дроздов (2002). Все выделенные классификационные признаки мы объединили в три группы (табл. 5): первичные (природные условия), вторичные (социально-культурные) и лимитирующие.

Таблица 5

Классификационные признаки, используемые для оценки экотуристского потенциала территорий

Первичные (природные условия)	Вторичные (социально-культурные)	Лимитирующие
1	2	3
красота/многообразие ландшафта (горы, водоемы и др.)	близость к международному аэропорту или туристскому центру	опасные природные явления (камнепады, селевые потоки, лавины и т.д.)
высокое биоразнообразие	длительность и комфортность путешествия в пункт назначения (наличие аэродрома, состояние дорог) должны быть соотносимы с уровнем привлекательности объекта, наличие сезонных сложностей с проездом по дорогам	опасные или ядовитые виды животных
наличие крупных видов животных	наличие других природных достопримечательностей в стране временного пребывания (возможность обзорного тура)	кровенососущие и паразитические насекомые

Окончание табл. 5

1	2	3
наличие других интересных видов животных (прежде всего птиц)	наличие дополнительных достопримечательностей на пути к месту назначения или в окрестностях	неблагоприятные политические условия в регионе (терроризм)
возможность реально наблюдать за дикими животными	места археологических раскопок	
интересные формы растительности (например, тропический лес)	местные обычаи, этнография, сохранение традиционного уклада жизни	
наличие редких и эндемичных видов флоры, фауны или элементов ландшафта	наличие или реальность создания комфортабельных, средств транспорта	
«девственность» (ненарушенность) природных комплексов	возможность организации качественного питания	
возможности для купания (пляж, море, водопад)	наличие системы оказания базовых медицинских услуг	
возможность организации экотуров круглогодично	наличие знающего и квалифицированного персонала (гиды-экологи и др.)	
наличие и разнообразие возможностей для активного отдыха (рафтинг, подводное плавание, скалолазание, конный, треккинг)	наличие опыта в проведении экотуров и экологических экскурсий	
места палеонтологических раскопок	наличие необходимого туристского инвентаря для проведения экотуров	
комфортная температура, влажность воздуха, продолжительность благоприятного сезона)	наличие средств размещения	
наличие малождливой погоды	наличие оборудованных смотровых площадок и экологических троп	

Предлагаемый подход не является абсолютным и может дополняться или видоизменяться применительно к конкретной территории. Вместе с тем, он позволяет на первом этапе рекреационного освоения определить приоритетные территории с последующим выбором наиболее перспективных видов экотуризма.

Сохранение биоразнообразия и охрана природы в целом могут быть не дотационной статьёй в бюджете, а вполне рентабельным, саморегулирующимся механизмом. Конечно, это не означает, что органы государственной власти должны перестать уделять внимание природоохранной деятельности; напротив, государство должно направить необходимые средства на популяризацию и устойчивое функционирование ООПТ, что в свою очередь приведет к качественно новому подходу в отношениях с окружающей средой и будет способствовать формированию благоприятного имиджа регионов.

Список литературы

1. Булатов А.А., Дубовик Н.Е., Борисюк Г.А., Власов С.В., Хвостов В.М., Шманина Е.Г. Минерально-сырьевые ресурсы Республики Хакасия. Состояние и перспективы развития / Под ред. А.А. Булатова. – Абакан, 2008. – 140 с.
2. Оборин М.С. Современное состояние лесов на территории курорта «Усть-Качка» и их роль в оздоровительном процессе // XII Межвуз. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых «Экология: проблемы и пути решения». – Пермь, 2004. – С. 95-98.
3. Оборин М.С. Развитие местного экологического туризма в Прикамье // Туризм, география и экология: Материалы IX Всероссийской научно-практической туристско-краеведческой конференции с международным участием. – Нижневартовск: Изд-во Нижне-варт. гуманит. ун-та, 2010. – С. 262-267.



4. Оборин М.С. Усть-Качкинская курортно-рекреационная зона как Эколого-социально-экономическая система. Дисс...канд. геогр. наук. – Пермь, 2007. – 225 с.
5. Особо охраняемые природные территории Пермской области: Реестр / Отв. ред. С.А. Овеснов. – Пермь: Изд-во Книжный мир, 2002. – 464 с.
6. Назаров Н.Н., Шарыгин М.Д. География Пермской области. – Пермь, 1999. – 157 с.
7. Непомнящий В.В. Экологический туризм и устойчивое развитие: проблемы и перспективы // Проблемы устойчивого развития в современной географической науке и образовании: Материалы Всероссийской молодежной школы-семинара / Под ред. Н.С. Евсеевой, Н.В. Осинцевой. – Томск: Дельтаплан, 2004. – С.174-178.
8. Непомнящий В.В. Повышение экологической культуры населения посредством развития экологического туризма в охраняемых природных территориях // Экология Южной Сибири и сопредельных территорий. Вып. 10. / Отв. ред. В.В. Анюшин. – Абакан: Изд-во Хакасского гос. университета им. Н.Ф. Катанова, 2006. – Т.2. – С. 92.
9. Непомнящий В.В. Методика оценки экотуристского потенциала территории на примере заповедника «Хакасский» // Перспективы развития социально-культурного сервиса и туризма в Кузбассе и сопредельных территориях: материалы II региональной научно-практической конференции, г. Новокузнецк 15 мая 2009 г. / Отв. ред. к.г.н. В.В. Непомнящий. – Новокузнецк: филиал ГУ КузГТУ в г. Новокузнецке, 2009. – С. 18-24.
10. <http://www.permecology.ru/>

THE NATURAL PROSPECTS OF THE ECOLOGICAL TOURISM DEVELOPMENT IN THE URALS AND THE SIBERIAN REGION (ON THE EXAMPLE OF THE PERM' REGION AND THE REPUBLIC OF KHAKASIYA)

M.S. Oborin¹

V.V. Nepomnashchiy²

*¹ The Perm' branch of St. Petersburg
Institute of Foreign Economic
Relations, Economics and Law*

*9 May Str. 21, Perm',
614000, Russia*

*² The State Natural Reserve
"Khakasskiy"*

*Tsukanova St. 164, Abakan, 655017,
Russia*

E-mail: matvey_uk@rambler.ru

The paper considers the natural prospects of the ecological tourism development with the using of the specially guarded natural territories (on the example of the Perm' region and the Republic of Khakasiya). It also characterizes the natural and recreation potential of these regions. It is shown the peculiarities of some specially guarded natural territories for using them in ecological tourism and recreation.

Key words: recreation, ecological tourism, specially guarded natural territories.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- Батлуцкая И.В.** – доктор биологических наук, профессор, Белгородский государственный университет
- Белоусова Л.И.** – старший преподаватель, Белгородский государственный университет
- Бёме И.Р.** – доктор биологических наук, профессор, биологический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова
- Бурлуцкая И.П.** – кандидат геолого-минералогических наук, доцент, Белгородский государственный университет
- Бурченко Т.В.** – аспирант, Белгородский государственный университет
- Вакуленко А.Г.** – соискатель, биологический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова
- Василенко М.И.** – кандидат биологических наук, доцент, БГТУ им.В.Г.Шухова, кафедра промышленной экологии, доцент
- Везенцев А.И.** – доктор технических наук, профессор, Белгородский государственный университет
- Во Ван Тхань** – магистрант, Белгородский государственный университет
- Гермашева И.И.** – кандидат химических наук, старший научный сотрудник, НПО АО «Синтез-ПАВ»
- Глухарева Н.А.** – кандидат химических наук, доцент, Белгородский государственный университет
- Гудина А.Н.** – кандидат биологических наук, заместитель директора по научной работе, Государственный природный заповедник «Воронинский»
- До Хыу Куэт** – магистрант, Белгородский государственный университет
- Дунаев А.В.** – кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник, ботанический сад Белгородского государственного университета
- Дунаева Е.Н.** – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая отделом, ботанический сад Белгородского государственного университета
- Евтушенко Н.Д.** – кандидат биологических наук, профессор, Харьковский национальный аграрный университет имени В.В. Докучаева, Харьков, Украина
- Емельянов А.В.** – кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой, Тамбовский государственный университет им. Г.Р.Державина
- Забиняков Н.А.** – магистрант, Белгородский государственный университет
- Забродина И.В.** – ассистент, Харьковский национальный аграрный университет им. В. В. Докучаева, Харьков, Украина
- Заика Ю.И.** – студентка, инженерно-экологический институт Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова
- Зайцев Д.А.** – инженер-гидрогеолог, ООО «Металл-Групп» Яковлевский рудник
- Зеленская Н.Н.** – кандидат географических наук, доцент, Филиал МГУ им. М.В. Ломоносова в г. Пушкино Институт фундаментальных проблем биологии РАН; старший научный сотрудник, Приокско-Террасный государственный природный биосферный заповедник
- Зубарева Е.В.** – аспирант, Белгородский государственный университет
- Калугина С.В.** – кандидат биологических наук, старший преподаватель, Белгородский государственный университет
- Каменек Л.К.** – доктор биологических наук, профессор, Ульяновский государственный университет



- Касанов К.Н.** – курсант, факультет подготовки врачей для Военно-морского флота, Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург
- Климентова Е.Г.** – кандидат биологических наук, доцент, Ульяновский государственный университет
- Ковалева М.Г.** – кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник ЦКП ЦКП Белгородского государственного университета «Диагностика структуры и свойств наноматериалов»
- Колесников Д.А.** – заведующий сектором электронной микроскопии, ЦКП Белгородского государственного университета «Диагностика структуры и свойств наноматериалов»
- Колтаков А.Я.** – кандидат физико-математических наук, заведующий НИЛ проблем разработки и внедрения ионно-плазменных технологий, Белгородский государственный университет
- Колчанов А.Ф.** – кандидат биологических наук, профессор, Белгородский государственный университет
- Колчанов Р.А.** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Белгородский государственный университет
- Коцарева Н.В.** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Белгородская государственная сельскохозяйственная академия»
- Кудайбергенова А.К.** – старший преподаватель, Иссыкульский государственный университет им. К. Тыныстанова, г. Каракол, Кыргызстан
- Кулько С.В.** – магистрант, Белгородский государственный университет
- Купцова А.А.** – аспирант, Ульяновский государственный университет
- Курской А.Ю.** – магистрант, Белгородский государственный университет
- Лазарев А.В.** – доктор биологических наук, профессор, Белгородский государственный университет
- Лябах А.И.** – главный геолог, ООО «Металл-Групп» Яковлевский рудник.
- Макеева В.М.** – доктор биологических наук, старший научный сотрудник, Музей земледования Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова
- Макин Д.Н.** – аспирант, Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики
- Москаленко М.И.** – студентка, Белгородский государственный университет
- Мухин В.М.** – доктор технических наук, начальник лаборатории активных углей, НПО «Неорганика», Московская обл., г. Электросталь
- Надеждин С.В.** – кандидат биологических наук, доцент, Белгородский государственный университет
- Непомнящий В.В.** – кандидат географических наук, государственный заповедник «Хакасский», г. Абакан
- Нетребенко Н.Н.** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Белгородский государственный университет
- Новиков О.О.** – доктор фармацевтических наук, профессор, заведующий кафедрой, Белгородский государственный университет
- Оборин М.С.** – кандидат географических наук, Пермский филиал Санкт-Петербургского института внешнеэкономических связей, экономики и права
- Павлов Н.А.** – аспирант, Белгородский государственный университет
- Пиванова С.В.** – аспирант, Липецкий государственный педагогический университет
- Пигалева Т.А.** – магистрант, Белгородский государственный университет

- Писарев Д.И.** – кандидат фармацевтических наук, доцент, Белгородский государственный университет
- Погорельцева И.В.** – специалист-гидрогеолог, ТЦ «Белгородгеомониторинг»
- Пономарева Н.Ф.** – аспирант, Белгородский государственный университет
- Поплавский А.И.** – младший научный сотрудник, НИЛ проблем разработки и внедрения ионно-плазменных технологий, Белгородский государственный университет
- Попов В.А.** – доктор медицинских наук, профессор, Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург
- Присный А.А.** – кандидат биологических наук, доцент, Белгородский государственный университет
- Прохорова Г.В.** – аспирант, Белгородский государственный университет
- Ракочий В.К.** – Аспирант, Черновицкий национальный университет имени Юрия Федьковича
- Рачинская А.В.** – научный сотрудник, Украинский научный центр экологии моря, г. Одесса, Украина
- Романькова А.А.** – аспирант, Белгородский государственный университет
- Сергеев С.В.** – доктор технических наук, профессор, Белгородский государственный университет
- Смуров А.В.** – доктор биологических наук, профессор, Музей земледения Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова
- Соловьев В.С.** – аспирант, Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики
- Сорокопудов В.Н.** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Белгородский государственный университет
- Сорокопудова О.А.** – доктор биологических наук, профессор, Белгородский государственный университет
- Станкевич С.В.** – аспирант, Харьковский национальный аграрный университет имени В.В. Докучаева, пгт. Рогань, Харьковская область, Украина
- Стецович А.С.** – аспирант, Белгородский государственный университет
- Успенская М.В.** – доктор технических наук, профессор, Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики
- Федоренко Н.В.** – соискатель Харьковский национальный аграрный университет имени В.В. Докучаева, пгт. Рогань, Харьковская область, Украина
- Федорова М.З.** – доктор биологических наук, профессор, Белгородский государственный университет
- Хлус Л.Н.** – кандидат биологических наук, доцент, Черновицкий национальный университет имени Юрия Федьковича
- Чернявских С.Д.** – кандидат биологических наук, доцент, Белгородский государственный университет
- Шабельникова А.С.** – студентка, Белгородский государственный университет
- Шубина Ю.Э.** – кандидат биологических наук, доцент, Липецкий государственный педагогический университет
- Шульпекова Т.П.** – аспирант, Всероссийский НИИ селекции и семеноводства овощных культур, Одинцовский р-н, Московской области
- Яржомбек И.О.** – студентка, Белгородский государственный университет



**Правила оформления статей в журнал
«Научные ведомости Белгородского государственного университета»:
серия «Естественные науки»**

В журнале «Научные ведомости Белгородского государственного университета» публикуются статьи теоретического, методического и прикладного характера, содержащие оригинальный материал исследований автора (соавторов) по разделам «Науки о Земле», «Химия» и «Биология» ранее нигде не опубликованные. Обзорные статьи публикуются по заявкам редколлегии или в особых случаях.

Статьи представляются в редколлегию в печатном (1 экз.) и электронном виде с использованием Microsoft Word для Windows. Поля страницы (формата А-4): левое – 3 см, другие по 2 см. Текст – шрифтом Times New Roman, 12 pt, межстрочный интервал – одинарный, красная строка (абзац) – 1,25 см., выравнивание по ширине. Страницы не нумеруются. Объем статей не должен превышать 12 страниц, включая иллюстративный и графический материал, список литературы.

Перед названием статьи необходимо указать УДК (слева вверху). Название статьи оформляется строчными буквами, жирным шрифтом (12 pt) с выравниванием по центру. Ниже через два интервала указать инициалы и фамилии авторов жирным шрифтом (12 pt) с выравниванием по центру. Ниже через два интервала указать адрес места работы с указанием почтового индекса, e-mail автора (соавторов) – обычный шрифт (10 pt) с выравниванием по центру.

Аннотация статьи (резюме) должна располагаться ниже на два пробела от последнего адреса места работы авторов – обычный шрифт (10 pt) с выравниванием по ширине. В конце аннотации необходимо указать ключевые слова (5–7).

В конце статьи на английском языке приводятся название, инициалы и фамилии авторов, места работы авторов с почтовыми и электронными адресами, аннотация и ключевые слова с теми же правилами оформления, что и на русском языке.

В статье должны четко и сжато излагаться современное состояние вопроса, описание методики исследований и обсуждение полученных результатов. Заглавие статьи должно полностью отражать ее содержание. Рекомендуется стандартизировать структуру статьи, используя подзаголовки: Введение (теоретический анализ), Объекты и методы исследования (экспериментальная часть), Результаты и их обсуждение, Заключение (Выводы), Список литературы.

Если статья выполнена при поддержке гранта или на основе доклада, прочитанного на конференции, то необходимо сделать соответствующую сноску в заголовке статьи (см. пример).

К статьям, направляемым в редколлегию, должна быть приложена авторская справка: Фамилия, Имя, Отчество, научная степень, ученое звание, место работы, должность, точный почтовый адрес, контактный телефон, факс, e-mail.

К статьям, выполненным аспирантами или соискателями научной степени кандидата наук, необходимо приложить рекомендацию, подписанную научным руководителем (если руководитель не является соавтором).

Редколлегия направляет полученные статьи на рецензирование.

Редколлегия оставляет за собой право вернуть статью на доработку.

Условия публикации. В течение календарного года автором (авторским коллективом) в журнале может быть опубликовано не более 4-х статей. К публикации принимаются материалы подписчиков журнала (не менее чем полугодовая подписка). Копия квитанции прилагается к материалам, направляемым для публикации.

Более подробную информацию о правилах оформления статей для серии «Естественные науки» и условиях публикации можно получить по адресу http://www.bsu.edu.ru:8806/dok_fakt.htm

Пример оформления статьи

УДК 51-72:530.145

Полуклассическое приближение к исследованию двумерных гамильтоновых систем на основе метода нормальных форм¹

Н.А. Чеканов¹, В.Н. Тарасов², Н.Н. Чеканова³

¹ Белгородский государственный университет, Россия, 308007, г. Белгород, ул. Студенческая, 14, e-mail: Chekanov@bsu.edu.ru

² Академия гражданской защиты Украины, Украина, 61023, г. Харьков, ул. Чернышевского, 94

³ ННЦ Харьковский физико-технический институт, Украина, 61108, г. Харьков, ул. Академическая, 1

Изложена процедура приведения классического гамильтониана к нормальной форме Биркгофа-Густавсона. При помощи правила соответствия Вейля по классической нормальной форме некоторых интегрируемых и неинтегрируемых систем построены их квантовые аналоги и найдены приближенные энергетические спектры и волновые функции. Показано, что полученный таким образом энергетический спектр с хорошей точностью воспроизводит точный спектр в той области энергий, где при классическом рассмотрении этой же системы движение регулярно, а в области, где классическое движение переходит в хаотическое, согласие между обоими спектрами резко ухудшается. Установлено, что ...

Ключевые слова: классический гамильтониан, нормальная форма Биркгофа-Густавсона, правило соответствия Вейля, энергетический спектр, волновая функция, метод квантования.

К настоящему времени установлено существование детерминированного хаоса в различных классических динамических системах [1, 2]. Известно, что детерминированный или классический хаос возможен в консервативных гамильтоновых системах даже с двумя степенями свободы [3], а также и в одномерных гамильтоновых системах, но зависящих от времени [4].

В данной работе рассмотрены консервативные гамильтоновы системы с двумя степенями свободы

В работе исследованы ...

Список литературы

1. Лихтенберг А., Либерман М. Регулярная и стохастическая динамика. – М.: Мир, 1984. – 528 с.
2. Степановский Ю.П. Атом водорода во внешнем поле как ангармонический осциллятор // УФЖ. – 1987. – Т.32. – С. 1316-1321.
3. Соловьев Е.А. Адиабатические инварианты и проблема квазиклассического квантования многомерных систем // ЖЭТФ. – 1978. – Т.75, вып.4. – С. 1261-1268.
4. Gutzwiller M.C. Chaos in Classical and Quantum Mechanics. – New York: Springer, 1990. – 432 p.
5. Henon M. Integrals of the Toda lattice // Phys. Rev. – 1974. – Vol. 9, №4. – P. 1921-1923.

A Semiclassical Approach to the Investigation of the Two-Dimensional Hamiltonian Systems by the Normal Form Method

N.A. Chekanov¹, V.N. Tarasov², N.N. Chekanova³

¹ Belgorod State University, Studencheskaja Str., 14, Belgorod, 308007, Russia, e-mail: Chekanov@bsu.edu.ru

² Civil defence Academy of Ukraine, Chernyshevsky Str. 94, Kharkov, 61023, Ukraine

³ National Scientific Center, Kharkov Institute for Physics and Technology, Akademicheskaj Str. 1, Kharkov, 61108, Ukraine

The receiving procedure of classical Hamiltonian to the Birkhoff-Gustavson normal form is described. With help of the Weyl correspondence rule for the classical normal forms of some integrable and nonintegrable systems their quantum counterparts are constructed and approximated energy spectra and wave functions are found. It is shown that thus obtained energy spectra are represented good exact ones in an energy domain where the classical motion is regular but agreement is worsen strongly at the energy domain where the classical regular motion is going into chaotic one. It is established that ...

Key words: classical Hamiltonian, Birkhoff-Gustavson normal form, Weyl correspondence rule, energy spectra, wave function, method of quantization.

¹ Работа выполнена при частичной грантовой поддержке РФФИ: №03-02-17695, №03-02-16263

Подписка на журнал осуществляется через отделения связи.

				Ф. СП 1															
				Министерство связи Российской Федерации															
АБОНЕМЕНТ на				газету				81466											
				журнал															
НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ БЕЛГОРОДСКОГО				(индекс издания)															
ГОС. УН-ТА. ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ				Кол-во															
(наименование издания)				компл.															
На 2011 год по месяцам																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12								
		+			+			+			+								
Куда																			
(почтовый индекс) (адрес)																			
Кому																			
линия				отреза															
								ДОСТАВОЧНАЯ				81466							
пв				место				лигер				КАРТОЧКА				(индекс издания)			
На				газету НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ БЕЛГОРОДСКОГО															
				журнал (наименование издания)															
				ГОС. УНИВЕРСИТЕТА. ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ															
Стои- мость				подписки				руб.				Кол-во компл.							
				посредств переадресовки				руб.											
На 2011 год по месяцам																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12								
		+			+			+			+								
				Город															
				Село															
(почтовый индекс)				Область															
				Район															
код улицы				Улица															
дом				корпус				квартира				(фамилия, и. о.)							