

№3 (122) 2012 Выпуск 18

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:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» (НИУ «БелГУ»)

Издатель:

НИУ «БелГУ».
Издательско-полиграфический комплекс НИУ «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 НИУ «БелГУ», доктор социологических наук, профессор

Зам. главного редактора

В.В. Соколов,
проректор по научной работе НИУ «БелГУ», кандидат педагогических наук, доцент

Ответственные секретари:

В.М. Московкин,
доктор географических наук, профессор
кафедры мировой экономики
НИУ «БелГУ»

Е.Н. Кролевецкая,
кандидат педагогических наук,
доцент кафедры педагогики
НИУ «БелГУ»

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ СЕРИИ ЖУРНАЛА

Главный редактор серии

А.В. Присный,
доктор биологических наук, доцент
(НИУ «БелГУ»)

Заместители главного редактора:

О.Е. Лебедева,
доктор химических наук, профессор
(НИУ «БелГУ»)

А.Г. Корнилов,
доктор географических наук, профессор
(НИУ «БелГУ»)

Ответственный секретарь

Ю.Н. Куркина,
кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент (НИУ «БелГУ»)

НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ Белгородского государственного университета Естественные науки

Belgorod State University Scientific Bulletin Natural sciences

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЯ

Особенности анатомического строения древесины тополя белого, произрастающего в Западной Сибири. **Бакулин В.Т.** 5

Особенности биологии *Platanthera chlorantha* (Cust.) Rehb. на территории Валдайской возвышенности. **Хомутовский М.И.** 15

Семейство Крестоцветные (Cruciferae) во флоре Белгородской области. **Колчанов А.Ф., Колчанов Р.А., Фан Чонг Хуан** 23

Семейство Бобовые (Fabaceae) во флоре Белгородской области. **Колчанов Р.А., Колчанов А.Ф., Нго Тхи Зиен Кюеу** 36

Особенности формирования флорокомплексов адвентивных видов в Ровеньском районе Белгородской области. **Курской А.Ю., Тохтарь В.К.** 50

Особенности формирования популяций инвазионных видов *Ambrosia artemisiifolia* L., *Iva xanthiifolia* L., *Xanthium albinum* L. на юге Среднерусской возвышенности. **Волобуева Ю.Е., Тохтарь В.К.** 55

Изучение распространения видов рода *Oenothera* L. в модельных индустриальных регионах Европы. **Тохтарь В.К., Грошенко С.А.** 60

Анализ адвентивной фракции антропогенно трансформированных флор в урбанизированной среде юга Среднерусской возвышенности. **Фомина О.В., Тохтарь В.К.** 66

Опыт культивирования базилика обыкновенного (*Ocimum basilicum* L.) в Башкирском Предуралье. **Анищенко И.Е., Жигунов О.Ю.** 74

Особенности развития цветonoсных побегов из луковок лилий различной величины. **Оспищева Н.В., Сорокопудова О.А.** 78

Создание гибридов между лилией кудреватой и сортами раздела Азиатские гибриды. **Долматов Е.А., Мамонов Е.В., Долматов Д.Е., Долматова А.Е.** 83

Использование ПЦР-анализа для выявления генетического полиморфизма сортов свёклы корнеплодной *Beta vulgaris* L. **Федулова Т.П., Федорин Д.Н.** 94

Влияние инокуляции семян, микроэлементов и регуляторов роста на урожайность и качество зерна люпина белого в условиях юго-западной части Центрально-Черноземного региона. **Наумкин В.Н., Шутьников А.С., Старикова Т.И.** 100

Анализ изменения состава и структуры лесных растительных ассоциаций в градиенте рекреационной нагрузки. **Горшкова Т.А., Хукаленко Е.С., Павлова Н.Н., Амосова Н.В., Рассказова М.М.** 105

«Дуб черешчатый – печеночница обыкновенная» как антропогенная патосистема. **Дунаев А.В., Дунаева Е.Н., Калугина С.В.** 114

Особенности воспроизводства ресурсных характеристик травянистых фитоценозов в антропогенно нарушенных экосистемах лесостепной зоны. **Голуцов П.В.** 124

Листоеды (Coleoptera: Chrysomelidae) подсемейства Cryptoccephalinae в фауне Белгородской области. **Андреева А.С., Присный А.В.** 131

Технический секретарь

Ю.А. Присный,

кандидат биологических наук
(НИУ «БелГУ»)

Члены редколлегии:

Л.Н. Белятинская, доктор химических наук, профессор (НИУ «БелГУ»)

И.В. Батлуцкая, доктор биологических наук, доцент (НИУ «БелГУ»)

А.И. Везенцев, доктор технических наук, профессор (НИУ «БелГУ»)

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

А.Ф. Колчанов, кандидат биологических наук, профессор (НИУ «БелГУ»)

Ф.Н. Лисейский, доктор географических наук, профессор (НИУ «БелГУ»)

С.В. Лукин, доктор географических наук, профессор (НИУ «БелГУ»
государственный университет)

А.Н. Петин, доктор географических наук, профессор (НИУ «БелГУ»)

С.В. Сергеев, доктор технических наук, профессор (НИУ «БелГУ»)

В.Н. Сорокопудов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (НИУ «БелГУ»)

В.К. Тохтарь, доктор биологических наук, старший научный сотрудник (НИУ «БелГУ»)

М.З. Федорова, доктор биологических наук, профессор (НИУ «БелГУ»)

Ю.Г. Чендев, доктор географических наук, профессор (НИУ «БелГУ»)

В.С. Шилова, доктор педагогических наук, профессор (НИУ «БелГУ»)

Подготовка к печати
Т.Г. Лагутина

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

E-mail: prisniy@bsu.edu.ru

Подписано в печать 12.03.2012

Формат 60×84/8

Гарнитура Georgia, Impact

Усл. п. л. 30,69

Тираж 1000 экз.

Заказ 89

Подписной индекс в каталоге агентства
«Роспечать» – 81466,

Оригинал-макет тиражирован
в издательско-полиграфическом комплексе
НИУ «БелГУ»
Адрес: 308015 г. Белгород, ул. Победы, 85

Современное состояние системы класса Gastropoda.

Каневская И.Д. 142

Типология и функциональные особенности клеточных элементов внутренней среды обыкновенного земляного червя (*Lumbricus terrestris* L.).
Присный А.А., Пигалева Т.А. 151

Возрастные изменения биохимических показателей крови и их взаимосвязь с жесткостью мембран гемоцитов у здоровых мужчин и женщин.

Тукин В.Н., Федорова М.З. 155

Состояние вегетативной регуляции сердечного ритма у здоровых детей в различные периоды детства. **Кушир С.М., Стручкова И.В., Макарова И.И., Антонова Л.К. 161**

Динамика умственной работоспособности учащихся 4–11 классов на уроках в течение учебного дня и недели. **Ставцева В.В. 166**

Комбинированные препараты для лечения дизентерии у свиней.

Буханов В.Д., Везенцев А.И., Зуев Н.П., Козубова Л.А., Воловичева Н.А. 174

ХИМИЯ

Синтез модифицированных наногидроксипатитов методом осаждения из растворов и исследование их резорбируемости. **Трубицын М.А., Габрук Н.Г., Олейникова И.И., Ле Ван Тхуан, Доан Ван Дат 180**

Влияние черноморской воды на вещественный состав коммерческого хризотил-асбеста. **Везенцев А.И., Тищенко А.Н. 186**

Бетаинины корнеплодов красной столовой свеклы. **Саенко И.И., Тарасенко О.В., Дейнека В.И., Дейнека Л.А. 194**

Окислительная деструкция индигокармина в присутствии солей магния. **Ерохин К.С., Кишибаев К.К., Лебедева О.Е. 201**

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Прогноз развития территории Старооскольско-Губкинского района Белгородской области с учетом пространственно-временной иерархии процессов окружающей среды. **Уколова Е.В., Петин А.Н., Фурманова Т.Н. 204**

Информационные вопросы изучения землепользования пригородной зоны (на примере Уфимского района Республики Башкортостан).

Рахматуллина А.Р., Оборин М.С. 212

Оценка масштабного эффекта белого писчего мела КМА. **Сергеев С.В., Овчинников А.В. 221**

Применение геоэлектрического метода для изучения инженерно-гидрогеологических условий формирования растительного покрова рекультивируемого отвала рыхлых пород на ЛГОК. **Погорелов Ю.С., Сергеев С.В. 226**

Динамика переработки берегов Белгородского и Старооскольского водохранилищ. **Галыгин В.А., Крамчанинов Н.Н., Петин А.Н. 234**

Разработка метода оперативного прогноза развития гидродинамической аварии и затопления территорий на примере г. Ст. Оскол. **Кумани М.В., Апухтин А.В., Петина М.А. 238**

Влияние положения родников в ландшафтах на содержание нитратов в их водах. **Новых Л.Л., Юдина Ю.В., Орехова Г.А. 242**

Современные аспекты управления экологическим туризмом в особо охраняемых природных территориях и заповедниках России на примере национального парка «Приэльбрусье» (Кавказ).

Шевченко С.Н. 251

Сведения об авторах 256

Информация для авторов 259

**№3 (122) 2012
Issue 18**

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:

Federal state autonomous educational establishment of higher professional education
«Belgorod National Research University»

Publisher:

Belgorod National Research University.
Belgorod National Research University Press

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
ПН № ФС 77-21121 May 19, 2005.

EDITORIAL BOARD OF JOURNAL

Editor-in-chief

L.J. Djatchenko,

Rector of Belgorod National Research University, doctor of sociological sciences, Professor

Deputy editor-in-chief

V.V. Sokorev,

Vice-rector for scientific research of Belgorod National Research University, candidate of pedagogical sciences, associate professor

Assistant Editors

V.M. Moskovkin,

Doctor of geographical sciences, Professor of world economy department Belgorod National Research University

E.N. Krolevetskaya,

Candidate of pedagogical sciences, associate professor of Pedagogics department of Belgorod National Research 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. Prisyi,

Doctor of biological sciences, professor (Belgorod National Research University)

Deputies of chief editor:

O.E. Lebedeva,

Doctor of chemical sciences, professor (Belgorod National Research University)

A.G. Kornilov,

Doctor of geographical sciences, professor (Belgorod National Research University)

**Belgorod State University
Scientific Bulletin**

Natural sciences

НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ

Белгородского государственного университета

Естественные науки

CONTENTS

BIOLOGY

Pattern of anatomic structure of wood of *Populus alba* growing in West Siberia. **Bakulin V.T.** 5

Biology of *Platanthera chlorantha* (Cust.) Rehb. in Valdai Elevation. **Khomutovskiy M.I.** 15

The Family (Cruciferae) in the Flora of the Belgorod Region.

Kolchanov A.F., Kolchanov R.A., Fan Chong Huan 23

The Legume Family (Fabaceae) in the Flora of the Belgorod Region.

Kolchanov R.A., Kolchanov A.F., Ngo Thy Siem Kieu 36

Peculiarities of Alien Species Florocomplexes Formation in the Rovenskiy District of the Belgorod Region. **Kurskoy A.Yu., Tokhtar V.K.** 50

Peculiarities of Invasive Species Populations Formation of *Ambrosia artemisiifolia* L., *Iva xanthiifolia* L., *Xanthium albinum* L. in the South of Central Russian Upland. **Volobuyeva Ju.Ye., Tokhtar V.K.** 55

Study of *Oenothera* L. Species Distribution in Model Industrial Regions of Europe. **Tokhtar V.K., Groshenko S.A.** 60

Alien Fraction Analysis of Anthropogenically Transformed Floras in Urbanized Environment in the South of Central Russian Upland. **Fomina O.V., Tokhtar V.K.** 66

The Experience of Cultivation of *Ocimum basilicum* L. in Bashkir Cis-Urals. **Anishchenko I.E., Zhigunov O.Ju.** 74

Characteristics of Floral Shoot Development from Lily Bulbs of Various Sizes. **Ospischeva N.V., Sorokopudova O.A.** 78

The Creation of Hybrids between *Lilium martagon* and Varieties from the Section of Asiatic Hybrids. **Dolmatov E.A., Mamonov E.V., Dolmatova A.E., Dolmatov D.E.** 83

Using PCR-analysis to Reveal Genetic Polymorphism of Beet (*Beta vulgaris* L.) Cultivars. **Fedulova T.P., Fedorin D.N.** 94

Effect of Inoculation of Seeds, Micronutrients and Growth Regulators on Yield and Quality of the Grain of White Lupin in the Southwestern part of Central Black Earth Region. **Naumkin V.N., Shulpekoy A.S., Starikova T.I.** 100

Analysis of Changes in Composition and Structure of the Forest Associations of Plants in the Gradient of Recreational Pressure. **Gorshkova T.A., Hukalenko E.S., Pavlova N.N., Amosova N.V., Rasskazova M.M.** 105

The «English Oak – Beefsteak Fungus» as Anthropogenous Pathosystem. **Dunaev A.V., Dunaeva E.N., Kalugina S.V.** 114

Features of Reproduction of Resource Characteristics of Grassy Phytocoenoses in Anthropogenically Disturbed Ecosystems of a Forest-Steppe Zone. **Goleusov P.V.** 124

The Leaf-Beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) Subfamily Cryptocephalinae in a Fauna of Belgorod Region. **Andeeva A.S., Prisyi A.V.** 131

Current State of the System of the Class Gastropods. **Kanevskaya I.D.** 142

Structural and Functional Features of Haematocytes of an Ordinary Earthworm. **Prisyi A.A., Pigaleva T.A.** 151

Responsible secretary:

Yu.N. Kurkina,
Candidate of agricultural sciences, associate
professor (Belgorod National Research
University)

Technical secretary:

Yu.A. Prisny,
Candidate of biological sciences (Belgorod
National Research University)

Members of editorial board:

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

I.V. Batlutskaya, Doctor
of biological sciences,
professor (Belgorod National Research
University)

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

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

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

F.N. Lisetskyi, Doctor
of geographical sciences, professor
(Belgorod National Research University)

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

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

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

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

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

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

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

V.S. Shilova, Doctor of pedagogical
sciences, professor (Belgorod National
Research 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 12.03.2012
Format 60×84/8
Typeface Georgia, Impact
Printer's sheets 30,69
Circulation 1000 copies
Order 89

Subscription reference in Rospechat'
agency catalogue – 81466

Dummy layout is replicated
at Belgorod State University Publishing House
Address: 85, Pobedy str., Belgorod, Russia, 308015

Age-Dependent Changes in Biochemical Indices of Blood and Their
Relationship with the Stiffness of Membranes of Hemocytes in the Blood
of Healthy Men and Women. **Tukin V.N., Fedorova M.Z.** 155

State of Vegetative Regulation of Heart Rhythm in Healthy Children in Differ-
ent Periods of Childhood. **Kushnir S.M., Struchkova I.V., Makarova
I.I., Antonova L.K.** 161

Dynamics of Intellectual Working Capacity of Pupils 4–11 Grades at Lessons
during Educational Day and Week. **Stavtseva V.V.** 166

Combined Preparations for Treatment of Dysentery of Pigs.
**Bukhanov V.D., Vezentsev A.I., Zuev N.P., Kozubova L.A.,
Volovicheva N.A.** 174

CHEMISTRY

Synthesis of Modified Nano Hydroxyapatite is a Method of Deposition by
Precipitation from Aqueous Solutions and Study of Their Resorbable.
**Troubitsin M.A., Gabruk N.G., Oleynikova I.I., Le Van Thuan,
Doan Van Dat** 180

Influence of the Black Sea Water on Material Structure of Commercial
Chrysotile-Asbestos. **Vezentsev A.I., Tishchenko A.N.** 186

Betacyanins of Red Beetroot Root. **Saenko I. I., Tarasenko O.V.,
Deineka V.I., Deineka L.A.** 194

Oxidative destruction of indigocarmine in the presence of magnesium salts.
C.S. Yerohin, K.K. Kishibaev, O.E. Lebedeva 201

EARTH SCIENCES

Prognosis of Development of the Territory of the Starooskolsko-Gubkinsky
District of the Belgorod Region Taking into Account of Space-Time Hie-
rarchy of Processes of the Environment. **Ukolova E.V., Petin A.N.,
Furmanova T.N.** 204

Information Questions of Land Use Study of Suburban Area (from the ex-
ample of the Ufa district of Bashkortostan). **Rakhmatullina A.R.,
Oborin M.S.** 212

Assess the Large Scale Effect of KMA White Chalk. **Sergeev S.V.,
Ovchinnikov A.V.** 221

Application of a Geoelectric Method for Study of Influence of Engineering-
Hydro-Geological Conditions on Formation of a Vegetative Cover of a Recul-
tivated Dump of Loose Rocks in Lebedinsky Ore Dressing Industrial Com-
plex. **Pogorelov Y.S., Sergey S.V.** 226

Dinamics of Processing of the Shores of Belgorod and Stary Oskol Reser-
voirs. **V.A. Galygin N.N. Kramchaninov A.N. Petin** 234

Devising of a Method of the Operative Forecast of Hydrodynamic Failure
and Territories Flooding Development from the Example of Stary Oskol.
Kumani M.V., Apuhtin A.V., Petina M.A. 238

The Impact of the Location of the Springs in the Landscapes on
the Content of Nitrates in Their Waters. **Novykh L.L., Yudin Y.V.,
Orekhova G.A.** 242

Modern Aspects of Management of Ecological Tourism of Especially
Protected Natural Territories and Reserves of Russia from the Example
of National Park «Prielbrusye» (Caucasus). **Shevchenko S.N.** 251

Information about Authors 256

Information for Authors 259



БИОЛОГИЯ

УДК 581.81 : 582.681.81

ОСОБЕННОСТИ АНАТОМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ ТОПОЛЯ БЕЛОГО, ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

В.Т. Бакулин

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, Россия,
630090, г. Новосибирск,
ул. Золотодолинская, 101

E-mail: botgard@ngs.ru

Впервые приводится характеристика анатомического строения древесины тополя белого, произрастающего в поймах рек Западной Сибири на северо-восточной границе его ареала. Показана изменчивость габитуса волокон либриформа, а также различных элементов сосудистой ткани и сердцевинных лучей в зависимости от возраста дерева и района его произрастания. Выявлены некоторые структурные изменения в строении древесины по мере продвижения с юга на север.

Ключевые слова: тополь белый, Западная Сибирь, анатомия древесины, либриформ, сосуды, сердцевинные лучи.

Введение

Древесина тополей служит сырьем для производства целлюлозы, бумаги, вискозы, спичек и других товаров. Однако, до настоящего времени изученность особенностей ее анатомического строения у разных видов тополя не одинакова. В частности, анатомическое строение древесины тополя белого *Populus alba* L. (*Salicaceae*) исследовано недостаточно. Имеющиеся в научной литературе данные не многочисленны [1-3]. Из всех показателей, характеризующих волокна, в основном измерена их длина. Другие же параметры – диаметр и толщина стенки – исследованы слабо. Очень мало данных о варьировании габитуса волокон в зависимости от возраста дерева, а также о структуре других элементов, составляющих древесину (сосудов, сердцевинных лучей). Причем, исследования выполнены на образцах европейского происхождения. Изучение особенностей анатомического строения древесины тополя белого из разных районов Западной Сибири, где проходит северо-восточная граница его ареала, ранее не проводилось. В связи с этим предпринята попытка в некоторой мере восполнить этот пробел.

Объекты и методы исследования

Полевой материал собран в естественных насаждениях, произрастающих в поймах рек Западной Сибири. Ниже приводится размещение мест сбора материала по мере продвижения с юга на север:

р. Алей, окрестность с. Устьянка (Локтевский район Алтайского края). Состав насаждения 10 тополь белый (Тб), полнота 1.01, класс бонитета Ia. Возраст модельного дерева 36 лет, высота 20.0 м, диаметр ствола 29.0 см;

р. Алей, окрестность с. Локоть, 150 м от автотрассы (Локтевский район Алтайского края). Состав насаждения 5 Тб 5 тополь черный (Тч), полнота 0.91, класс бонитета I. Возраст модельного дерева 50 лет, высота 23.8 м, диаметр ствола 36.0 см;

р. Алей, окрестность с. Шипуново (Шипуновский район Алтайского края). Состав насаждения 10 Тб, полнота 1.27, класс бонитета Ib. Возраст модельного дерева 40 лет, высота 22.7 м, диаметр ствола 34.0 см;

р. Катунь, близ пос. Междуречье (Бийский район Алтайского края). Состав на-



саждения 10 Тб, полнота 1.10, класс бонитета Ib. Возраст модельного дерева 35 лет, высота 30.3 м, диаметр ствола 55.5 см.

р. Бобровка (среднее течение, правый берег). Первомайский район Алтайского края. Дикie заросли осокоря, березы, сосны и осины с общей полнотой 0.4. Класс бонитета Ia. Единично встречается тополь белый. Возраст модельного дерева 32 года, высота 20.0 м, диаметр ствола 28-30 см;

р. Обь, окрестность с. Рыбное, урочище Борок (Каменский район Алтайского края). Состав насаждения 8 Тб 2 Тч ед. береза (Б), полнота 1.07, класс бонитета Ia. Возраст модельного дерева 60 лет, высота 28.6 м, диаметр ствола 43.5 см;

р. Обь, правый берег, напротив г. Камень-на-Оби (Каменский район Алтайского края). Состав насаждения 6 Тб 4 Тч, полнота 0.78, класс бонитета Ib. Возраст модельного дерева 56 лет, высота 29.3 м, диаметр ствола 40.0 см;

р. Иня, правый берег (окрестность г. Новосибирска). Группа деревьев. Состав 10 Тб, полнота 0.98, класс бонитета Ia. Возраст модельного дерева 35 лет, высота 22.6 м, диаметр ствола 29 см;

р. Обь, окрестность с. Дубровино, близ протоки Уень (Мошковский район Новосибирской области). Состав насаждения 9 Тб 1 Б ед. Тч, полнота 1.03, класс бонитета Ia. Возраст модельного дерева 56 лет, высота 28.0 м, диаметр ствола 32.5 см;

р. Обь, окрестность с. Крутливо (Болотнинский район Новосибирской области). Состав насаждения 6 Тч 4 Тб + ива (И) ед. Б, ель (Е), кедр (К), полнота 1.26, класс бонитета I. Возраст модельного дерева 61 год, высота 22.8 м, диаметр ствола 32.5 см;

р. Обь, о. Телячий (Болотнинский район Новосибирской области). Состав насаждения 6 Тб 4 Б, полнота 1.0, класс бонитета I. Возраст модельного дерева 62 года, высота 26.0 м, диаметр ствола 37.5 см;

р. Обь, левый берег острова Орлов, близ с. Уртам (Кожевниковский район Томской области). Состав насаждения 9 Тб 1 Б, полнота 0.8, класс бонитета I-II. Возраст модельного дерева 48 лет, высота 24.0 м, диаметр ствола 20.0 см;

р. Обь, напротив с. Кожевниково (Кожевниковский район Томской области). Группа деревьев. Состав насаждения 10 Тб, полнота 1.22, класс бонитета I-Ia. Возраст модельного дерева 49 лет, высота 24.0 м, диаметр ствола 38.5 см;

р. Обь, правый берег протоки «Третья речка», напротив с. Кожевниково (Кожевниковский район Томской области). Это наиболее северная точка исследований. Состав насаждения 7 Тб 3 Тч, полнота 0.76, класс бонитета Ib. Возраст модельного дерева 57 лет, высота 28.6 м, диаметр ствола 53.0 см;

На выделенных участках леса заложены пробные площади, на каждой из которых было свалено среднее модельное дерево. Спилены сделаны с высоты ствола, равной 1,3 м от поверхности почвы, а также с 1/2 и 3/4 его длины. Образцы древесины брали на южной стороне ствола из средней части годовичных колец, соответствующих возрасту 1, 10, 30, 50 лет. Средняя часть годовичного кольца использована для исследования в связи с тем, что имеется значительная разница по насыщенности сосудами между ранней и поздней древесиной. Измерение элементов древесины осуществлялось на трех взаимно перпендикулярных сечениях – поперечном, радиальном и тангентальном, а также на мацерированном материале. Для мацерации образцы кипятили в азотной кислоте с добавлением хлорновато-кислого калия ($KClO_3$). Полученную массу осторожно промывали дистиллированной водой и затем готовили препараты, используя методические разработки различных авторов [4-6]. В качестве красителя применен слабый раствор сафранина. Препараты изучали под микроскопом при разном увеличении. Число измерений для каждого типа элементов – 25-50. Исследованию подвергнуты сосуды, лучи и волокна либриформа. Длина члеников сосудов измерялась от конца одного клювика до конца другого.

Результаты и обсуждение

Сосудистые элементы. Древесина тополя белого рассеянно-сосудистого типа. Сосуды многочисленные. На поперечном срезе они не создают какого-либо определенного рисунка, наблюдается лишь некоторое скопление более или менее крупных

из них в весеннем приросте годичного кольца. Размер их сравнительно плавно уменьшается по мере перехода от ранней части годичного кольца к более поздней, где их диаметр достигает своего минимума.

Просветы сосудов расположены одиночно, парами, цепочками и группами по 3–9. Одиночные просветы округлые, овальные, слегка радиально удлинённые. Просветы, соединённые по 2 – угловато-округлые, а в цепочках и группах по 3–9 очертание их обычно угловатое, сплюснутое. В районе исследований среднее число просветов в одной цепочке или группе равно 2.5 ± 0.02 , что превышает аналогичные показатели у тополя черного из Западной Сибири (2.0 ± 0.02) и тополя душистого (2.2 ± 0.02) [7, 8].

У деревьев из разных районов произрастания наиболее распространены просветы, расположенные парами. В среднем они составляют 42.7% общего количества обследованных (5671 шт.). За ними следуют просветы, объединённые в цепочки по 3 (23.7%). На просветы, объединённые в цепочки и группы по 4–9, приходится всего лишь 16.7% (табл. 1). Одиночные просветы сосудов расположены диффузно и составляют в среднем 16.9% общего количества всех учтенных просветов.

При всем кажущемся хаотичном распределении в годичном кольце просветов на одиночные, парные, цепочки и группы, следует отметить две довольно устойчивые их особенности. Наибольшее число одиночных просветов (18.9–20.0%) наблюдается на образцах древесины, взятых из южных районов Западной Сибири (р. Алей, Алтайский край) и постепенно уменьшается по мере продвижения на север (в Томскую область), где их численность достигает своего минимума (14.4%). Наряду с этим, среднее число просветов, объединённых в цепочки или группы, наоборот постепенно увеличивается с юга на север. Различия по этому показателю достоверны.

В 30-летнем годичном кольце радиальный диаметр просветов одиночных сосудов у особей из разных популяций колеблется от 80.7 до 97.5 мкм, а тангентальный – 50.3–57.3 мкм, причем у северных образцов древесины эти показатели заметно меньше, чем у южных. Однако северные образцы содержат большее число сосудов на 1 мм^2 и более высокое объединение их в группы, чем южные. О структурных изменениях в водопроводящей системе ранее сообщалось рядом исследователей, изучавших анатомию древесины других видов растений, произрастающих в экстремальных условиях севера или высокогорья [9–11]. Вероятно эти изменения имеют адаптивное значение, направленное на сохранение общей площади водопроводящих путей для обеспечения нормального водоснабжения растения в более суровых условиях [11].

Сосуды состоят из отдельных, плотно сомкнутых друг с другом тонкостенных члеников. На мацерированном материале членики цилиндрической формы, длина их превышает диаметр в 6–8 раз. Перфорации простые, крупные, округлые или овальные. Расположены они на слабо наклонных конечных (поперечных) стенках. Средняя длина члеников колеблется от 610.2 мкм (пойма р. Алей, с. Устьянка) до 683.6 мкм (пойма р. Оби, с. Кругликово). Коэффициент вариации этого признака ($CV=15.8\text{--}17.7\%$) показывает средний уровень его изменчивости по эмпирической шкале С.А. Мамаева [12] (табл. 2).

На обоих концах членика сосуда имеются клювики разной длины. Пределы изменчивости длины клювиков (*min-max*) значительны – от 0 до 278 мкм. Средняя величина их у разных особей колеблется от 60.6 до 71.1 мкм. Коэффициент вариации очень высокий ($CV=61.1\text{--}70.8\%$). В пределах одного членика длина клювиков неодинакова и часто отличается в 2 раза и более. Суммарная длина двух клювиков каждого членика тоже величина переменная, хотя и менее вариабельна ($CV=45\text{--}48\%$), чем длина одного клювика.

Межсосудистые поры довольно крупные с хорошо развитым окаймлением. Расположены они очередно (косо, по спирали), чаще всего сближенно или почти сомкнуто. Окаймление пор округлое, у сомкнутых – округло-угловатое. Внутренние отверстия их слегка вытянутые, щелевидные, не достигающие границы окаймления. Диаметр межсосудистых пор характеризуется очень низким уровнем изменчивости ($CV=2.5\text{--}8.2\%$). Число пор по ширине сосуда 5–7 (единично 8) или 6–7 (ед. 8) шт. в Алтайском крае и 6–7 в Томской области.



Таблица 1

Группировка просветов сосудов на поперечных срезах древесины тополя белого в 30-летнем годичном кольце (от сердцевины ствола к периферии) на высоте 1.3 м

Район произ- растания то- поля, № п/п.	Осмотрено со- судов, шт./%	Просветы сосудов										среднее число в одной цепочке или группе	достоверность различий по критерию Стьюдента, $t_{факт}$
		одиночные	объединенные в цепочки по:										
			2	3	4	5	6	7	8	9			
1	762	144	348	193	56	15	6				2.3±0.03		
	100	18.9	45.7	25.3	7.3	2.0	0.8				контроль		
2	828	165	352	189	87	29	6				2.4±0.04		
	100	20.0	42.5	22.8	10.5	3.5	0.7						
3	900	164	386	231	79	40					2.4±0.03	2.3*	
	100	18.2	42.9	25.7	8.8	4.4							
4	650	115	266	144	84	35	6				2.5±0.04	4***	
	100	17.7	40.9	22.2	12.9	5.4	0.9						
5	794	119	342	189	80	40	24				2.6±0.04	6***	
	100	15.0	43.1	23.8	10.1	5.0	3.0						
6	727	105	324	167	72	15	36		8		2.6±0.05	5.1***	
	100	14.4	44.6	23.0	9.9	2.1	4.9		1.1				
7	1010	147	404	233	74	45	54	28	16	9	2.9±0.05	10.3***	
	100	14.6	40.0	23.0	7.3	4.5	5.3	2.8	1.6	0.9			
Итого, шт.	5671	959	2422	1346	532	219	132	28	24	9	2.5±0.02		
%	100	16.9	42.7	23.7	9.4	3.9	2.3	0.5	0.4	0.2			

* $P < 0.05$, *** $P < 0.001$.

Примечание к табл. № 1 и № 2. Районы произрастания тополя: 1 – р. Алей, с. Устьянка; 2 – р. Алей, с. Локоть; 3 – р. Обь, г. Камень-на-Оби; 4 – р. Обь, с. Кругликово; 5 – р. Обь, о. Телячий; 6 – р. Обь, о. Орлов; 7 – р. Обь, с. Кожевниково.

Таблица 2

Характеристика сосудов в 30-летнем годичном кольце тополя белого (от сердцевины ствола к периферии) на высоте 1.3 м от поверхности почвы

Район произрастания тополя, № п/п.	Ширина годичного кольца, мм	Диаметр танген-тальный, мкм	Диаметр радиальный, мкм	Длина членика, мкм	Длина клювика, мкм	Диаметр меж-сосудистых пор, мкм	Среднее число сосудов на 1 мм ²
		$M \pm m$ CV	$M \pm m$ CV	$M \pm m$ CV	$M \pm m$ CV	$M \pm m$ CV	
1	3.5	57.1±1.22	97.5±1.71	610.2±14.90	60.6±5.30	10.3±0.12	82.7±1.31
		15.1	12.4	17.3	61.8	8.2	7.9
2	3.0	57.3±1.38	93.8±1.70	643.1±16.10	66.6±6.00	9.9±0.08	83.0±1.30
		17.0	12.8	17.7	63.7	5.7	7.8
3	3.5	57.3±1.24	91.6±1.84	643.0±16.11	64.8±5.60	9.7±0.09	83.6±1.30
		15.3	14.2	17.5	61.1	6.6	7.8
4	3.0	53.8±1.04	84.6±1.71	683.6±15.34	68.6±6.75	9.6±0.10	98.4±1.50
		13.6	14.3	15.9	69.6	7.4	7.6
5	2.1	51.6±1.19	81.9±1.50	–	–	8.7±0.04	99.2±1.51
		16.3	12.9	–	–	3.3	7.6
6	1.5	50.5±1.10	80.7±1.37	668.4±14.93	71.1±7.12	8.8±0.04	100.1±1.61
		15.4	12.0	15.8	70.8	3.2	8.0
7	2.7	50.3±1.07	81.3±1.40	658.3±15.4	68.4±6.16	8.6±0.03	112.0±2.40
		15.0	12.2	16.3	63.7	2.5	10.7

Либриформ. Волокна либриформа составляют основную массу древесины и во многом определяют ее технические свойства. Колебания в размерах волокон значительны. На одном и том же поперечном срезе ствола средняя длина их постепенно, но неуклонно увеличивается в направлении по радиусу от сердцевины к коре, т.е. с возрастом. У обследованных деревьев средняя длина волокон в 1-летнем годичном кольце колеблется в пределах 441–558 мкм, а в 50-летнем – от 1159 до 1258 мкм. Максимальная длина некоторых волокон достигает 1620 мкм. Наиболее резкое увеличение этого показателя (в 1.9–2.3 раза) происходит в первые 10 лет жизни растения (табл. 3).

Не обнаружена прямая связь между шириной годичного кольца и средней длиной волокон в нем. Постепенное увеличение средней длины волокон хорошо прослеживается лишь с возрастом дерева.

С увеличением длины волокон возрастает их средний диаметр, который в разном возрасте колеблется в пределах 16.1–28.0 мкм и толщина стенок – 1.6–2.9 мкм. Не выявлена существенная разница между средними показателями габитуса волокон либриформа у деревьев, растущих в южных районах Западной Сибири, в сравнении с северными образцами тополя, удаленными от них до 600 км. И только в 50-летнем годичном кольце длина волокон у северных образцов меньше, чем у южных.

Сравнивая тополь белый с некоторыми другими видами тополя, произрастающими в Сибири, следует отметить, что по длине волокон он уступает тополи черному, однако заметно превосходит тополь лавролистный и тополь душистый. И только в первом годичном кольце тополь белый немного уступает тополи душистому [7, 8, 13].

Таблица 3

Габитус волокон либриформа в древесине тополя белого (n=50)

Возраст, лет	Ширина годичного кольца, мм	Габитус волокон, мкм		
		длина	диаметр	толщина стенок
1	2	3	4	5
Пойма р. Алей, с. Устьянка (Алтайский край)				
1	2.5	484.8±11.7	18.3±0.4	1.8±0.04
10	2.7	977.3±18.0	23.5±0.4	2.4±0.04
30	3.5	1172.3±19.7	26.0±0.5	2.6±0.04
Пойма р. Алей, с. Локоть (Алтайский край)				
1	2.5	470.0±14.1	18.0±0.4	1.8±0.04
10	3.0	954.6±17.4	23.6±0.4	2.3±0.04
30	3.0	1144.5±18.5	25.8±0.4	2.6±0.04
50	3.5	1210.3±22.8	27.7±0.5	2.9±0.05
Пойма р. Алей, с. Шипуново (Алтайский край)				
1	3.0	484.9±14.0	18.1±0.4	1.8±0.04
10	3.0	967.2±17.2	23.0±0.4	2.3±0.04
30	2.5	1195.1±20.1	25.7±0.5	2.6±0.04
40	2.7	1212.8±22.0	27.8±0.5	2.8±0.05
Пойма р. Обь, с. Рыбное (Алтайский край)				
1	2.5	473.0±14.6	18.4±0.4	1.8±0.04
10	3.0	959.6±18.0	23.4±0.4	2.5±0.04
30	3.5	1197.6±21.2	26.4±0.5	2.6±0.05
50	2.5	1258.4±22.1	28.0±0.6	2.8±0.05
Пойма р. Бобровка (Алтайский край)				
1	3.0	464.6±10.2	17.9±0.4	1.8±0.04
10	3.0	876.0±17.1	22.8±0.4	2.3±0.04
30	5.0	1169.9±19.5	24.0±0.5	2.4±0.04
Пойма р. Обь, напротив г. Камень-на-Оби (Алтайский край)				
1	3.2	478.5±12.0	16.1±0.4	1.6±0.04
10	4.0	957.1±17.8	23.2±0.4	2.3±0.04
30	3.5	1149.5±19.1	24.7±0.5	2.5±0.04
50	3.0	1240.2±22.6	26.6±0.5	2.8±0.05



Окончание табл. 3

1	2	3	4	5
Пойма р. Иня, окрестность г. Новосибирска				
1	3.5	446.6±10.0	18.1±0.4	1.8±0.04
10	5.0	950.2±17.2	23.2±0.4	2.3±0.04
30	4.3	1125.0±19.4	25.0±0.5	2.5±0.04
Пойма р. Обь, с. Дубровино (Новосибирская область)				
1	2.5	441.8±10.6	16.7±0.4	1.7±0.04
10	2.3	1015.3±18.2	23.6±0.4	2.3±0.04
30	2.5	1093.8±19.4	24.6±0.4	2.5±0.04
50	2.5	1203.0±20.5	26.7±0.6	2.7±0.05
Пойма р. Обь, с. Кругликово (Новосибирская область)				
1	2.0	489.9±11.3	18.3±0.4	1.8±0.04
10	2.2	944.4±18.1	23.3±0.4	2.4±0.04
30	3.0	1126.7±19.9	25.0±0.5	2.5±0.04
50	3.5	1202.7±21.6	27.3±0.5	2.7±0.05
Пойма р. Обь, о. Телячий (Новосибирская область)				
1	3.5	455.8±11.1	18.0±0.4	1.8±0.04
10	1.5	962.2±18.0	23.0±0.4	2.3±0.04
30	2.1	1119.1±19.4	25.1±0.5	2.6±0.05
50	2.0	1200.2±21.8	27.2±0.6	2.8±0.05
Пойма р. Обь, о. Орлов (Томская область)				
1	2.0	459.5±13.5	18.0±0.4	1.8±0.04
10	1.7	871.0±17.1	23.0±0.4	2.4±0.04
30	1.5	1141.9±20.3	25.3±0.6	2.6±0.05
Пойма р. Обь, с. Кожевниково (Томская область)				
1	3.0	441.3±9.3	18.0±0.4	1.8±0.04
10	2.5	939.3±17.7	22.3±0.5	2.2±0.04
30	2.7	1102.0±19.0	23.9±0.5	2.4±0.05
49	2.5	1159.6±20.9	26.3±0.5	2.6±0.05
Пойма р. Обь, протока «Третья речка», с. Кожевниково (Томская область)				
1	3.0	462.0±14.0	18.0±0.4	1.8±0.04
10	5.0	1022.9±19.1	23.9±0.4	2.3±0.04
30	4.0	1169.8±19.3	26.1±0.5	2.6±0.05
50	3.0	1180.0±20.9	27.1±0.5	2.7±0.05
Пойма р. Катунь, пос. Междуречье (Алтайский край)				
1	6.0	558.3±13.0	21.2±0.5	2.1±0.04
10	8.0	1098.9±17.3	23.4±0.6	2.8±0.05
30	10.0	1202.7±22.4	25.9±0.6	2.9±0.05

Из обследованных модельных деревьев следует особо отметить образец из поймы Катунь (близ пос. Междуречье), у которого уже в 30-летнем годичном кольце средняя длина волокон либриформа составляет 1202.7 мкм, а максимальная – 1595 мкм. В 35 лет высота его 30.3 м. Насаждение, в составе которого рос этот тополь, характеризуется высокой продуктивностью и поэтому лучшие его особи могут служить ценным объектом для интродукции и селекции. Хорошими показателями длины волокон характеризуется тополь белый из урочища Борок, расположенного недалеко от с. Рыбное Алтайского края.

Сердцевинные лучи однорядные, узкие. На поперечном срезе древесины они в виде прямых линий разной длины проходят по радиусу ствола от сердцевины к коре. При встрече с сосудами изгибаются, при переходе из одного годичного кольца в другой не расширяются.

На радиальном срезе древесины луч представлен многослойной лентой. Клетки его длинные, обычно лежащие (гомогенный луч). На тангентальном срезе лучи линейные, их клетки округло-вытянутые, узкие.

У тополя белого из разных его популяций среднее число лучей на 1 мм в 30-летнем годичном кольце устойчиво сохраняется в пределах 9.7–10.1 шт., демонстрируя низкий уровень изменчивости ($CV=9.4-12.5\%$) (табл. 4).

В ленте луча содержится по высоте от 4 до 28 клеток, чаще всего 10–16 клеток. Коэффициент вариации слойности лучей равен 28.3–31.2%, что по шкале С.А. Мамаева [12] относится к высокому уровню изменчивости признака. Обнаружено также, что среднее число слоев клеток в ленте луча у северных образцов древесины (из Томской и севера Новосибирской области) заметно больше, чем у образцов с юга Алтайского края. Средняя высота клеток лучей колеблется от 17.4 до 20.1 мкм, варьируя в пределах низкого уровня изменчивости ($CV=10.2-13.0\%$).

Таблица 4

Характеристика сердцевинных лучей в 30-летнем годичном кольце (от сердцевины к коре) тополя белого на высоте 1.3 м от поверхности почвы

Район произрастания тополя, № п/п.	Число лучей на 1 мм	Число слоев клеток в ленте луча	Высота клетки луча, мкм	Число рядов пор на стенке клетки луча	Диаметр поры, мкм
	$M \pm m$ CV	$M \pm m$ CV	$M \pm m$ CV		$M \pm m$ CV
1	9.7±0.23 11.8	11.1±0.46 29.3	20.1±0.35 12.3	2-3	8.1±0.18 11.1
2	9.9±0.25 12.5	12.0±0.48 28.3	18.3±0.30 11.7	2-3	8.1±0.19 11.7
3	9.7±0.24 12.4	12.9±0.57 31.2	19.5±0.28 10.2	2-3 (4)	8.0±0.21 13.1
4	10.0±0.20 10.0	14.3±0.60 29.7	18.2±0.30 11.6	2	6.8±0.17 12.5
5	9.7±0.22 11.3	14.2±0.58 28.9	17.9±0.29 11.4	2	6.6±0.16 11.4
6	10.0±0.19 9.5	14.1±0.57 28.6	17.4±0.32 13.0	2-3. ед. 1	7.2±0.20 13.9
7	10.1±0.19 9.4	14.5±0.61 29.7	19.6±0.32 11.5	2-3	8.0±0.22 13.8

Примечание. Районы произрастания тополя: 1 – р. Алей, с. Устьянка; 2 – р. Алей, с. Локоть; 3 – р. Обь, г. Камень-на-Оби; 4 – р. Обь, с. Кругликово; 5 – р. Обь, о. Телячий; 6 – р. Обь, о. Орлов; 7 – р. Обь, с. Кожевниково.

Поры на стенках клеток лучей округлые, овальные, простые (без окаймления), крупные. Средний диаметр их у разных особей находится в пределах 6.6–8.1 мкм и характеризуется низким уровнем изменчивости ($CV=11.1-13.9\%$). Поры расположены по высоте клетки очередно или супротивно, сближенно, обычно в 2 ряда, а на стенках краевых клеток луча в 3 ряда. Это характерно и для других видов тополей, произрастающих в Сибири [7, 8]. Однако в древесине тополя белого в расположении сосудисто-лучевых пор имеются некоторые особенности, которые не обнаружены во вторичной ксилеме других сибирских видов тополя. Так, например, у модельного дерева, взятого напротив г. Камень-на-Оби, в некоторых краевых клетках луча поры расположены в 4 ряда. У модельного дерева близ с. Кругликово и на о. Телячий (север Новосибирской области) поры в клетках луча, в том числе и в краевых клетках, расположены в 2 ряда. В топольнике на о. Орлов (Томская область) в краевых клетках луча поры расположены в 2–3 ряда, чаще в 2 ряда, а в других (не краевых) клетках – в 2 ряда и единично в 1 ряд, но в данном случае однорядные поры крупнее обычных.

В зрелой древесине не все клетки луча, пересекающие сосуды, имеют поры. По Брауну [14] лучи, все клетки которых имеют поры, являются контактными, а не имеющие пор – изолированными. Принимая во внимание это определение, лучи тополя белого и других сибирских видов тополя можно отнести к контактно-изолированному типу.

Соотношение объема тканей в древесине. Одним из показателей, характеризующих качество древесины тополя, является соотношение объемов ее структурных элементов – либриформа, сосудистой ткани и лучей.



Объем тканей определяли на поперечных срезах древесины с применением так называемого линейного метода, подробно изложенного в ряде работ [4, 15]. Для проведения исследований использованы те же самые модельные деревья, которые привлекались и для других анатомических исследований. Образцы брали с высоты 1.3 м ствола из средней части годовичных колец, соответствующих 30-летнему возрасту дерева.

Измерения показали, что в древесине тополя белого преобладает либриформ, занимающий по объему 54–61%, что значительно превышает объем сосудистой ткани (табл. 5). Наибольшее количество либриформа обнаружено у тополя белого, растущего в пойме р. Алей, недалеко от с. Локоть (61%). Близкими к ним показателями по объему либриформа (58–59%) характеризуются образцы древесины тополя из окрестности с. Устьянка (пойма р. Алей), г. Камень-на-Оби (пойма р. Оби) и о. Орлов (пойма р. Оби). Все модельные деревья не имеют стволовой гнили.

Таблица 5

Соотношение объема тканей в древесине тополя белого на высоте 1.3 м от поверхности почвы

Место произрастания дерева (пойма реки)	Либриформ	Сосуды	Лучи
	% от общего объема древесины		
р. Алей, с. Устьянка	59	34	7
р. Алей, с. Локоть	61	32	7
р. Обь, г. Камень-на-Оби	58	35	7
р. Обь, с. Кругликово	54	38	8
р. Обь, о. Телячий	55	38	7
р. Обь, о. Орлов	58	34	8
р. Обь, с. Кожевниково	55	37	8
р. Катунь, пос. Междуречье	57	35	8

Изменчивость количественных показателей анатомических элементов древесины по радиусу ствола. Для исследования использовано 56-летнее модельное дерево высотой 29.3 м, с диаметром ствола 40 см, растущее на правом берегу Оби,

напротив г. Камень-на-Оби. Состав насаждения 6 Тб 4 Тч, полнота 0.78, класс бонитета Іб.

В результате измерения анатомических элементов вторичной ксилемы на высоте 1.3 м от уровня почвы в направлении по радиусу от сердцевины ствола к периферии выявлены следующие особенности (табл. 6). Длина и диаметр члеников сосудов с возрастом дерева увеличиваются. Ранее это отмечалось целым рядом исследователей на других объектах [9, 16–18]. Среднее количество сосудов на 1 мм² поперечного среза древесины с возрастом дерева уменьшается от 92.8 (в 10-летнем возрасте) до 81.1 (в 50 лет). Число же одиночных просветов сосудов в данном возрастном периоде сохраняется неизменным (18.2–18.6 %).

Таблица 6

Изменчивость размера анатомических элементов вторичной ксилемы тополя белого по радиусу ствола

Элементы древесины	Число годовичных колец от сердцевины к коре (возраст дерева)					
	10		30		50	
	$M \pm m$	CV, %	$M \pm m$	CV, %	$M \pm m$	CV, %
1	2	3	4	5	6	7
Сосуды						
Диаметр тангентальный, мкм	54.3±1.20	15.6	57.3±1.24	15.3	60.1±1.34	15.8
Диаметр радиальный, мкм	83.0±1.95	16.6	91.6±1.84	14.2	97.3±2.35	17.1
Длина членика, мкм	541.8±14.92	19.5	643.0±16.11	17.5	683.6±14.50	15.0
Диаметр межсосудистых пор, мкм	8.0±0.10	6.3	9.7±0.09	6.6	9.6±0.07	5.2
Число пор на поперечнике сосуда	5–6 (7)		5–7 (8)		6–7 (8)	
Число сосудов на 1 мм ²	92.8±1.40	7.5	83.6±1.30	7.8	81.1±1.30	8.0
Число одиночных просветов сосудов, %	18.5		18.2		18.6	

Окончание табл. 6

1	2	3	4	5	6	7
Либриформ						
Длина волокон, мкм	957.1±17.80	13.2	1149.5±19.10	11.7	1240.2±22.60	12.9
Диаметр волокон, мкм	23.2±0.40	12.2	24.7±0.50	14.3	26.6±0.50	13.3
Толщина стенки, мкм	2.3±0.04	12.3	2.5±0.04	11.3	2.8±0.05	12.6
Сердцевинные лучи						
Рядность лучей	однорядные		однорядные		однорядные	
Число лучей на 1 мм	9.7±0.21	10.8	9.7±0.24	12.4	10.0±0.20	10.0
Ширина клетки луча, мкм	7.6±0.13	8.5	8.0±0.14	8.7	7.7±0.14	9.1
Высота клетки, мкм	17.0±0.20	8.3	19.5±0.28	10.2	20.1±0.31	10.9
Число слоев клеток в ленте луча	11.3±0.57	35.7	12.9±0.57	31.2	13.0±0.70	32.3
Высота луча	185.0±9.80	37.4	–	–	250.5±10.80	30.5
Число рядов пор на стенке клетки луча	2–3		2–3 (4)		2–3	

Габитус волокон либриформа (длина, диаметр и толщина стенки) увеличивается в направлении от сердцевины ствола к коре. Это биологическое свойство дерева генетически обусловлено и имеет адаптивное значение. Ведь с повышением возраста дерева увеличивается его масса, а также объем кроны и высота ее расположения, т.е. парус кроны. Увеличение габитуса волокон, происходящее в процессе онтогенеза, повышает прочность древесины, увеличивает сопротивление ее на изгиб и на растяжение вдоль волокон, а вследствие этого предотвращает разрыв тканей при сильном раскачивании дерева ветром. В естественных условиях ветролом (бурелом) стволов у тополя белого практически не встречается.

Заметные изменения по радиусу ствола происходят у сердцевинных лучей. С возрастом дерева увеличиваются такие показатели как высота клеток луча, число слоев клеток в ленте луча и высота луча. Число же лучей на 1 мм с возрастом дерева остается без существенных изменений. Однорядность луча сохраняется независимо от возраста дерева.

Заключение

Древесина тополя белого в районе исследований характеризуется довольно хорошим качеством. В насаждениях, не пройденных низовыми пожарами, она не имеет гнили, в ней преобладает либриформ, значительно превышающий объем сосудистой ткани. Габитус волокон либриформа увеличивается в направлении от сердцевины ствола к коре, т.е. с возрастом дерева. Наиболее резкое увеличение происходит в первые 10 лет жизни растения. Встречаются отдельные генотипы с удлиненными волокнами либриформа и более высоким показателем объема этой ткани в древесине.

Выявлены некоторые структурные изменения в строении древесины по мере продвижения с юга на север на отрезке ареала вида, протяженностью около 600 км. В более северных районах наблюдается уменьшение диаметра сосудов, увеличение их числа на 1 мм² и более высокое объединение в группы, достигающее 7–9 просветов на группу. Среднее число слоев клеток в ленте луча у северных образцов тоже больше, чем у южных.

Количественные показатели анатомических элементов сильно варьируют. Поэтому при отборе в природе ценных генотипов для выращивания на древесину (клонами) или селекционной работы наряду с дендрологической характеристикой особи, целесообразно исследовать также и особенности анатомического строения ее древесины.

Список литературы

1. Богданов П.Л. Размеры древесных волокон у гибридных тополей // Лесн. журн. – 1960. – № 1. – С. 29–30.
2. Зархина Е.С. Размеры древесных волокон тополей в Амурской области // Лесн. журн. – 1969. – № 6. – С. 149–150.



3. Сиволапов А.И. Тополь сереющий: генетика, селекция, размножение. – Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 2005. – 158 с.
4. Яценко-Хмелевский А.А. Основы и методы анатомического исследования древесины. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1954. – 337 с.
5. Барыкина Р.П., Кострикова Л.Н., Кочемарова И.П. и др. Практикум по анатомии растений. – М.: Росвузиздат, 1963. – 184 с.
6. Фурст Г.Г. Методы анатомо-гистохимического исследования растительных тканей. – М.: Наука, 1979. – 154 с.
7. Бакулин В. Т. Тополь черный в Западной Сибири. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2007. – 121 с.
8. Бакулин В. Т. Тополь душистый в Сибири. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2010. – 110 с.
9. Умаров М.У. Пути адаптации водопроводящей ткани древесно-кустарниковых растений к горным местообитаниям: Автореф. дисс. ... д-ра биол. наук. – СПб., 1992. – 32 с.
10. Бенькова В.Е., Некрасова А.А. Структурные изменения древесины кизильника, яблони и рябины в связи с условиями среды // Лесоведение. – 2002. – № 2. – С. 76–80.
11. Чавчавадзе Е.С., Сизоненко О.Ю. Структурные особенности древесины кустарников и кустарничков арктической флоры России. – СПб.: Росток, 2002. – 250 с.
12. Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере семейства *Pinaceae* на Урале). – М.: Наука, 1972. – 284 с.
13. Бакулин В.Т. Тополь лавролистный. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2004. – 123 с.
14. Braun H.J. Funktionelle Histologie der sekundären Sprossachse. 1. Das Holz. Berlin. – 1970. – 192 s.
15. Атлас древесины и волокон для бумаги / Под ред. Е.С. Чавчавадзе. – М.: Ключ, 1992. – 311 с.
16. Гзырян М.С. Семейство *Salicaceae* и его положение в системе покрытосеменных по данным анатомии древесины: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Ереван, 1949. – 18 с.
17. Bailey I.W. Evolution of the tracheary tissue of land plants // Amer. J. Bot. – 1953. – Vol. 40, № 1. – P. 4–8.
18. Смилга Я.Я. Осина. – Рига: «Зинатне», 1986. – 238 с.

PATTERN OF ANATOMIC STRUCTURE OF WOOD OF *POPULUS ALBA* GROWING IN WEST SIBERIA

V.T. Bakulin

Central Siberian Botanical Garden,
SB RAS,
Zolotodolinskaya St., 101, Novosibirsk,
630090, Russia

E-mail: botgard@ngs.ru

A characteristic of anatomic structure of wood of *P. alba* growing in the floodplains of West Siberia at the north-eastern limits of its area has been given for the first time. Variations of libriform fiber habitus of different elements of tracheenchyma and medullar rays depending on tree age and region of growing are shown. Some wood structural changes on the way from the South to the North have been revealed.

Key words: *Populus alba*, West Siberia, wood anatomy, libriform, vessels, medullar rays.

УДК 581.14+581.5:582.594.2(471.331)

ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИИ *PLATANHERA CHLORANTHA* (CUST.) RCHB. НА ТЕРРИТОРИИ ВАЛДАЙСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

М.И. Хомутовский

Главный ботанический сад
им. Н.В. Цицина РАН,
Россия, 127276, г. Москва,
ул. Ботаническая, 4
E-mail: Maks-BsB@yandex.ru

Исследованы ценопопуляции *Platanthera chlorantha* (Cust.) Rchb. в разных эколого-фитоценологических условиях Валдайской возвышенности (западная часть Тверской области). Выявлены возрастной спектр, численность, плотность и морфометрические особенности популяций. Дана оценка современного состояния ценопопуляций. Местобитания вида рекомендованы к охране.

Ключевые слова: *Platanthera chlorantha*, ценопопуляция, онтогенетический спектр, семенная продуктивность.

Введение

В связи с постоянным нарастанием влияния деятельности человека на окружающую среду остро возникает проблема сохранения биоразнообразия. В растительных сообществах из-за сложных биологических особенностей орхидеи являются одним из наиболее уязвимых компонентов. К настоящему времени накоплен значительный материал по онтогенезу, структуре и динамике популяций орхидных в разных частях ареала. Однако, для понимания механизма устойчивости популяций редких видов, необходимо тщательное исследование их жизни в различных типах растительных сообществ как естественных, так и антропогенно нарушенных и на разных стадиях их сукцессий [1].

В Тверской области семейство Orchidaceae Juss. представлено 33 видами [2]. К ним относится и *Platanthera chlorantha* (Cust.) Rchb. (любка зеленоцветковая). В XX в. достоверные находки вида известны из Бологовского, Нелидовского, Осташковского районов [2]. Любку зеленоцветковую также наблюдали в Вышневолоцком районе [3], позднее была отмечена в Андреапольском районе [4]. В Красную книгу Тверской области [5] включена как вид с неопределенным статусом (4). В связи с отсутствием сведений о численности, плотности, возрастной структуре и динамике популяций в Тверской области *P. chlorantha* стала объектом настоящих исследований.

P. chlorantha – европейско-средиземноморский, неморальный вид с общим распространением в Европе (кроме севера Финляндии, севера Скандинавского п-ова и юго-запада Иберийского п-ова), на Кавказе, Юго-Западной Азии (Турция, сев. Иран) и Северной Африке [6, 7]. Согласно классификации жизненных форм И.В. Татаренко [8], любка зеленоцветковая относится к вегетативным однолетникам с утолщенным веретеновидным стеблекорневым тубероидом. Вид произрастает в смешанных и широколиственных лесах, на сырых лугах и опушках. *P. chlorantha* – микосимбиотроф, для которого характерна эумицетная толипофаговая микориза [9]. Первый зеленый лист появляется на 3 – 4 год после прорастания семени, а зацветает растение только на 9 – 11 год. Длительность жизненного цикла составляет в среднем 20 – 27 лет [10]. В условиях культуры вид достаточно устойчив [11, 12].

Материал и методы исследований

В рамках изучения популяционной биологии орхидных Валдайской возвышенности в 2008–2011 гг. были изучены ценопопуляции *P. chlorantha*, произрастающие в разных условиях. На заложенных пробных площадках (по 10 м²) проводили геоботанические описания согласно общепринятым методикам [13, 14]. Подсчет всех особей на пробных площадях проводили с учетом их онтогенетического состояния (рис. 1).

Онтогенетические состояния вида выделяли согласно работе М.Г. Вахрамеевой и М.Н. Загульского [10]. Так у ювенильного растения (j) имеется 1 узколанцетный лист с 2 – 4 жилками (не считая средней) до 5–6 см длиной, имматурные (im) с 1 ланцетно-эллиптическим листом (6–8 жилок). Для взрослых виргинильных особей (v) характерно 2 эллиптических или продолговато-яйцевидных листа с 10–12 жилками, а генеративных (g) – 2 (реже 3) листа с 10–16 жилками. Сенильные особи имеют 1 (реже 2–3) некрупных листа с многочисленными (12–16) жилками. Подсчет протокормов в природных условиях не проводили. За основу исследований ритмики развития орхидеи была принята методика И.Г. Серебрякова [15], также были учтены данные фенологических наблюдений за орхидными в других регионах [7].

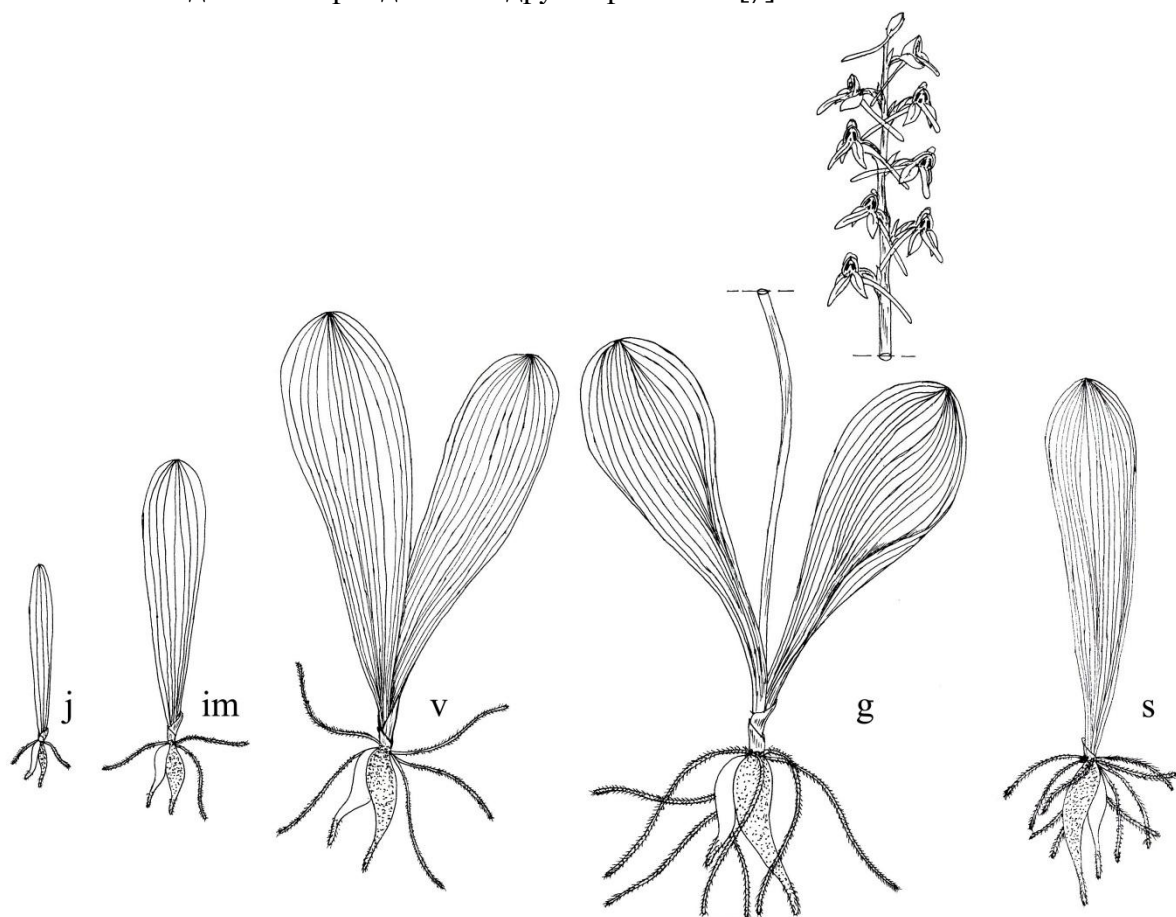


Рис. 1. Онтогенетические состояния *Platanthera chlorantha*

Для оценки текущего состояния ценопопуляций рассчитывали общую среднюю и максимальную плотность растений на 1м²; индекс восстановления (I_v), который показывает степень семенного возобновления в ценопопуляциях [16]; индекс возрастности (Δ); индекс эффективности (ω). Определяли также скорость развития ($V\Delta$) и специфическую скорость старения ($r\Delta$) [16]. Для уточнения типа ЦП применяли классификацию «дельта-омега» [17]. Подсчет семян в плоде определяли, согласно методикам В.В. Назарова [18, 19]. Данные обрабатывали статистическими методами с использованием пакета Microsoft Excel.

Результаты и их обсуждения

Модельные ценопопуляции *P. chlorantha* произрастают на территории Андреапольского района Тверской области. 1-я ценопопуляция отмечена в березняке еловом сытево-грушанком, в (1.5 км от д. Тивиково, на границе Андреапольского и Пеновского районов), 2-я ценопопуляция – в ельнике с примесью широколиственных пород

(1 км от пос. Бологово по дороге на дер. Немково), 3-я ценопопуляция – на склоне холма, среди подроста елей (2 км от пос. Бологово по дороге на дер. Болотово).

Общая площадь территории, занимаемой 1-й ценопопуляцией в березово-еловом лесу разнотравном составила около 85 м². Общее проективное покрытие травяного яруса 8-77%, здесь отмечены следующие виды: *Aegopodium podagraria* L., *Convallaria majalis* L., *Maianthemum bifolium* (L.) F. W. Schmidt, *Pyrola rotundifolia* L., *Chaerophyllum aromaticum* L., *Malaxis monophyllos* (L.) Sw. Генеративные особи отмечали в так называемых «световых окнах», где коэффициент сомкнутости крон составил 0.3–0.5. Имматурные и ювенильные особи произрастали преимущественно в более притененных участках леса, среди елей, с почти полным отсутствием травянистых растений. Максимальная плотность составила 8 особей/м², средняя – 4 особи/м². Структура ценопопуляции, представленная в 2008 г. 66 особями, имела вид: 6j:43im:14v:3g. Возрастной спектр левосторонний среднединамичный с преобладанием имматурных и виргинильных особей (рис. 2). Популяция нормального типа, полночленная. В 2011 г. Отмечено снижение численности ювенильных и имматурных особей, вероятно, из-за засушливого вегетационного сезона предыдущего года. Наблюдения следующего года помогут выявить реальную часть погибших от засухи растений и уточнить влияние погодных условий на варьирование онтогенетического спектра *P. chlorantha*. Изученная морфология надземных органов особей всех онтогенетических состояний (табл. 1) сходна с литературными данными [10].

Таблица 1

Морфометрическая характеристика онтогенетических состояний *Platanthera chlorantha* (березняк еловый, окр. д. Тивиково, 2008 г.)

Показатели	Онтогенетическое состояние			
	j	im	v	g
Длина листа, см	6.12±1.6916	8.91±0.7986	14.21±2.5937	14.30±0.5196
Ширина листа, см	0.67±0.1506	2.24±0.3444	3.81±0.9968	4.30±0.7550
Высота растения, см	–	–	–	38.83±2.7538
Длина соцветия, см	–	–	–	10.70±1.9925
Число цветков	–	–	–	9.67±2.0817
Число плодов	–	–	–	5.00±1.0000
Плодозавязывание, %	–	–	–	52.31±9.2496

В ельнике с примесью широколиственных пород 2-я ценопопуляция *P. chlorantha* занимает территорию площадью около 70 м². Древесный ярус представлен *Picea abies* (L.) Karst. и *Betula pubescens* Ehrh., коэффициент сомкнутости крон составил 0.6–0.8. В подлеске отмечены *Sorbus aucuparia* L., *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Tilia cordata* Mill., *Quercus robur* L., *Daphne mezereum* L. В травянистом ярусе с проективным покрытием 20–65%, произрастают такие виды как: *Aconitum septentrionale* Koelle, *Geum aleppicum* Jacq., *Equisetum sylvaticum* L., *Phegopteris connectilis* (Michx.) Watt., *Anemonoides nemorosa* (L.) Holub, *Thalictrum aquilegifolium* L., *Ranunculus cas-subicus* L., *Trollius europaeus* L., *Hepatica nobilis* Mill., *Asarum europaeum* L., *Pulmonaria obscura* Dumort., *Lathyrus vernus* (L.) Bernh., *Fragaria vesca* L., *Carex sylvatica* Huds., *Chaerophyllum aromaticum* L., *Sanicula europaea* L., *Mycelis muralis* (L.) Dumort., *Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soó. Максимальная плотность особей – 6 особей/м², средняя – 3.2 особи/м². Плотность особей прегенеративного периода – 2.6 особи/м², в то время как плотность генеративного периода ниже и составляет 0.6 особи/м². В возрастном спектре, как и в 1-й ценопопуляции, максимум приходится на имматурные растения (рис. 3). Ценопопуляция нормального типа, полночленная.

3-я ценопопуляция, отмеченная на склоне холма, произрастает на площади около 100 м² и состоит из 4-х локусов (скоплений), 2 из которых произрастают на открытых олуговелых участках склона холма, 2 – среди подроста елей. Общее проективное покрытие травяного яруса 10–95%. На площадках с высокой задернованностью почвы *P. chlorantha* представлена генеративными и взрослыми виргинильными особями и только в 2011 г. во втором скоплении мы отметили 1 ювенильную особь (рис. 4:А, Б). В луговой ассоциации отмечены виды: *Phleum pratense* L., *Festuca pratensis*



Huds., *Briza media* L., *Leucanthemum vulgare* Lam., *Veronica chamaedrys* L., *V. officinalis* L., *Alchemilla heptagona* Juz., *Pilosella officinarum* F. Schultz & Sch. Bip., *Campanula patula* L., *Tussilago farfara* L., *Betonica officinalis* L. Основная часть популяции произрастает среди подроста *Picea abies* (L.) Karst., где практически отсутствует задернованность почвы. Как и в 1-й ценопопуляции, слабозадернованная поверхность почвы наиболее оптимальна для прорастания семян.

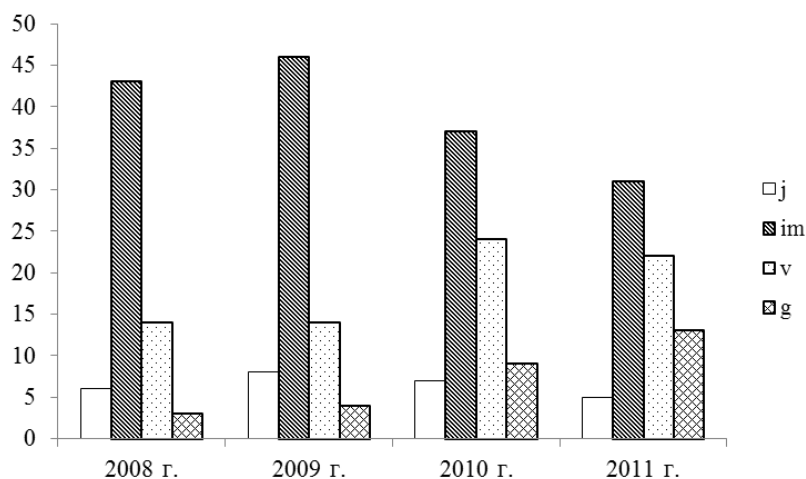


Рис. 2. Общий возрастной спектр 1-й ценопопуляции *P. chlorantha* в 2008–2011 гг.

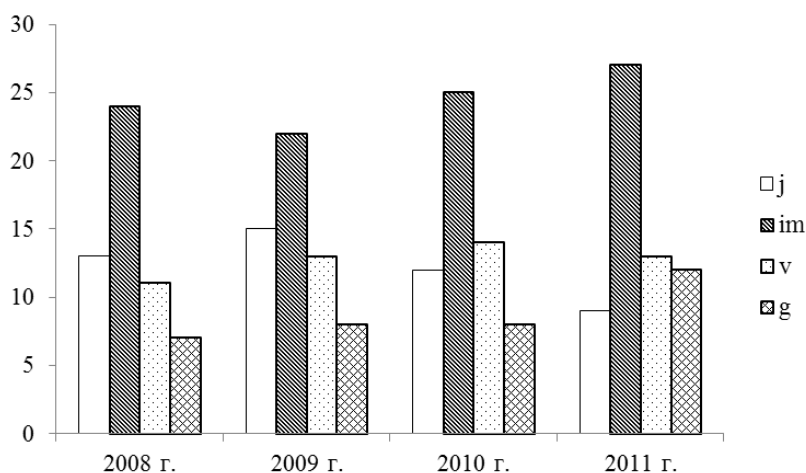


Рис. 3. Общий возрастной спектр 2-й ценопопуляции *P. chlorantha* в 2008–2011 гг.

Пространственное расположение особей по территории местообитания 3-й ценопопуляции крайне неравномерно. Мы наблюдали скопления по 6–30 особей, в центре которых находится 1–3 особи в генеративном состоянии. При повторном обследовании 3-й ценопопуляции в августе 2008 г. на участке, где произрастает часть особей *P. chlorantha*, отсутствовали 3 ели, что увеличило уровень освещенности участка. Наблюдения в последующие годы показали снижение численности ювенильных, имматурных и увеличение генеративных особей в возрастном спектре локуса на участке с измененными условиями (рис. 4: Г). Это, вероятно, вызвано постепенным зарастанием слабозадернованного ранее участка. Не смотря на снижение численности на данном участке, за 4 года наблюдений общая численность 3-й ценопопуляции увеличилась на 21.4%. Сенильных особей ни в одной из изученных ценопопуляций не отмечали. В отличие от возрастных спектров 1-й и 2-й ценопопуляций общий возрастной спектр 3-й ценопопуляции бимодальный с преобладанием имматурных и генеративных особей (рис. 4: Д), что, вероятно, связано с неравномерным возобновлением в ценопопуля-

ции. Если в 2008 г. в спектре преобладали имматурные, то в 2011 г. максимум приходился на генеративные особи.

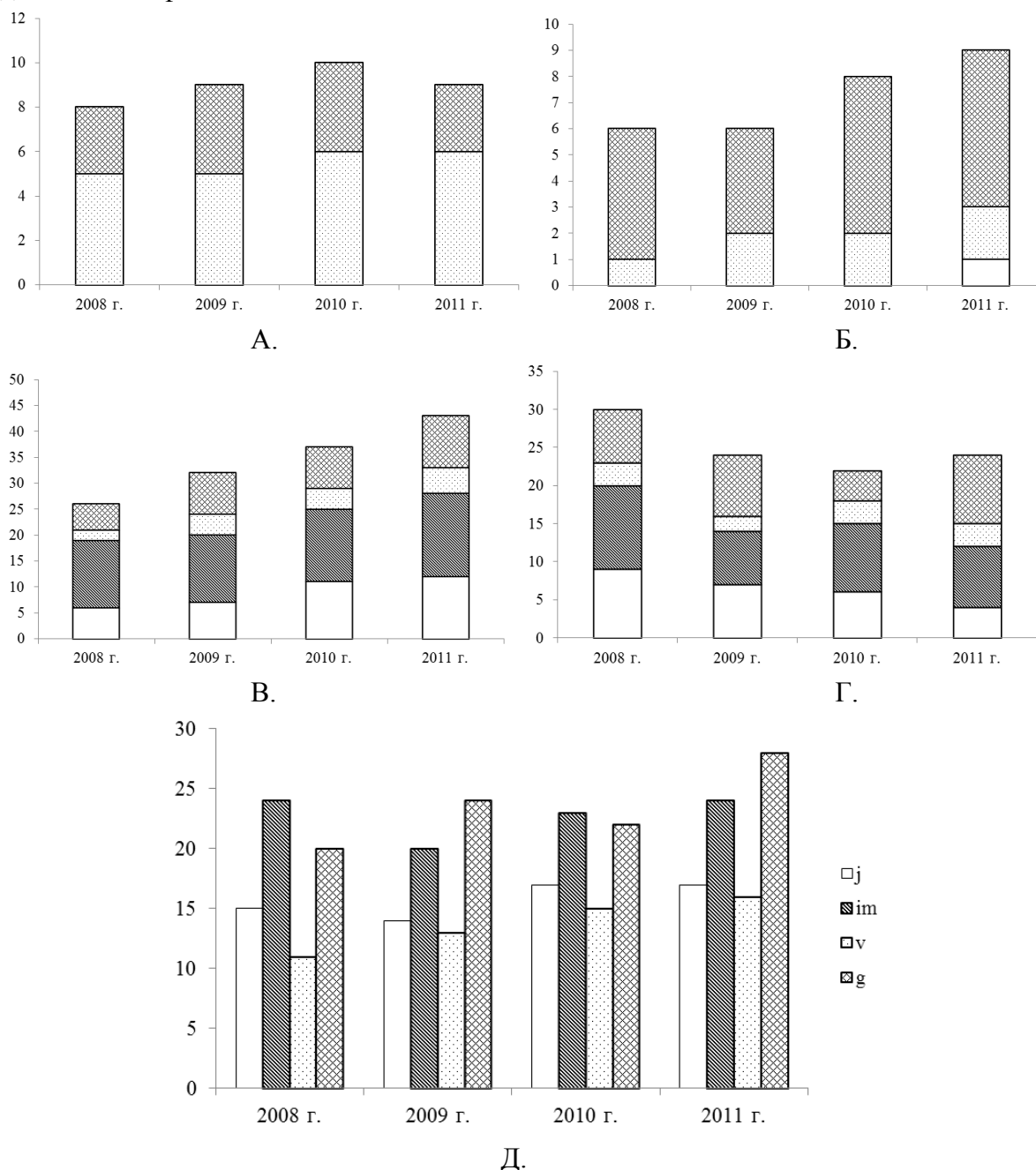


Рис. 4. Возрастной спектр 3-й ценопопуляции *P. chlorantha* в 2008–2011 гг.: А, Б. – возрастной спектр локусов на открытых олуговелых участках; В. – возрастной спектр локуса на участке с подростом елей; Г. – возрастной спектр локуса на участке со срубленными елями; Д. – общий возрастной спектр ЦП

Наблюдения за маркированными особями в 3-й ценопопуляции показали переход особей во вторичный покой или другое онтогенетическое состояние. Чаще всего, в состояние временного покоя переходят особи ювенильного и имматурного состояния. Среди виргинильные и генеративные особей это происходит реже. Так в 2008–2011 гг. наблюдали появление новых взрослых вегетативных и генеративных особей на олуговелых участках (рис. 4: А, Б), что можно объяснить выходом растений из вторичного покоя. В 2010 г. на участке со срубленными елями вместо 8 мы наблюдали только 4 генеративные особи, а в 2011 г. их численность восстановилась, а 1 взрослая вегетативная особь перешла в генеративное состояние (рис. 4: Г). Увеличение генера-



тивных особей на участке с подростом елей (рис. 4: В) также объясняется взрослением виргинильных особей.

По классификации « Δ – ω » [17] изученные нами ценопопуляции являются молодыми ($\Delta = 0.08$ – 0.21 ; $\omega = 0.26$ – 0.44) (табл. 2). Данные ценопопуляции характеризуются невысокой плотностью особей (3.2–13 особей/м²). Процесс самоподдержания ценопопуляций был изучен посредством расчета индекса восстановления (I_v). Из табл. 2 видно, что I_v варьирует в пределах 2.0–21.0. Это свидетельствует о достаточном запасе молодых особей, способных заменить генеративные растения. За 4 года наблюдений скорость развития ($V\Delta$) ценопопуляции составила 0.007 (2-я и 3-я ценопопуляции) и 0.017 (1-я ценопопуляция). Минимальное значение специфической скорости старения ($r\Delta$) у 3-й ценопопуляции – 0.035, а максимальное у 1-й ценопопуляции – 0.208. Положительные значения этих показателей говорят о постепенном старении ценопопуляций, что, вероятно, связано с неравномерным семенным возобновлением.

Таблица 2

Динамика ЦП *Platanthera chlorantha* в различных местообитаниях за 2008–2011 гг.

№ ЦП	год	n	$X_{cp} (X_{max})$	X_{II}	$X_{Г}$	I_v	Δ	ω	$V\Delta$	$r\Delta$	Тип ЦП
1	2008	66	4.0 (8)	3.6	0.4	21.0	0.08	0.26	0.017	0.208	Молодая
	2009	72	4.6 (9)	4.7	0.6	17.0	0.08	0.25			
	2010	77	5.2 (9)	4.2	1.0	7.6	0.11	0.32			
	2011	71	5.6 (10)	4.0	1.6	4.5	0.13	0.37			
2	2008	55	3.2 (6)	2.6	0.6	6.9	0.12	0.30	0.007	0.056	Молодая
	2009	58	3.4 (6)	2.8	0.6	6.3	0.12	0.30			
	2010	59	3.4 (6)	2.8	0.6	6.4	0.12	0.31			
	2011	61	3.8 (6)	2.8	1.0	4.1	0.14	0.34			
3	2008	70	5.6 (12)	4.0	1.6	2.5	0.19	0.40	0.007	0.035	Молодая
	2009	71	5.6 (11)	3.6	2.0	2.0	0.21	0.44			
	2010	77	6.0 (11)	4.0	2.0	2.5	0.18	0.41			
	2011	85	6.8 (13)	4.2	2.6	2.0	0.21	0.44			

Примечание к табл. 2: 1ЦП – березняк еловый снытево-грушанковый (окр. ред. Тивиково); 2ЦП – ельник с примесью широколиственных пород (в 1 км от пос. Бологово по дороге на дер. Немково); 3ЦП – склон холма, среди подроста елей (в 2-х км от пос. Бологово по дороге на дер. Болотово); n – численность ЦП; X_{cp} – общая средняя и максимальная (X_{max}) плотность растений, особей/1м²; X_{II} – плотность прегенеративной фракции, особей/1м²; $X_{Г}$ – плотность генеративной фракции, особей/1м²; I_v – индекс восстановления; Δ – индекс возрастности; ω – индекс эффективности; $V\Delta$ – скорость развития; $r\Delta$ – специфическая скорость старения.

При изучении сезонного ритма развития *P. chlorantha* была отнесена к группе с поздневесенне-раннеосенней вегетацией и осенне-зимним покоем [20]. Появление почки возобновления над поверхностью почвы происходит в последней декаде апреля – середине мая, розетка листьев формируется к концу мая. Цветение наблюдается в середине июня – начале июля. Образующиеся в первой-второй декаде июля, плоды созревают к середине августа. В начале – середине сентября, после диссеминации, листья и цветонос отмирают, и к третьей декаде этого же месяца растение переходит в состояние покоя.

В условиях Валдайской возвышенности *P. chlorantha* размножается исключительно семенным путем. Число цветков в соцветии от 7 до 18. Процент плодообразования, в зависимости от погодных условий, в разные годы колебался от 50 до 80% [21], однако у некоторых особей число цветков, завязавших плоды, составлял 96%. Для Подмосковья интенсивность плодообразования колеблется от 30 до 95% [22], в Англии – 70–90% [23], в Швеции – 30.8–78.3% [24], в Крыму – 75.5% [25]. Число выполненных семян в плоде в среднем составило – 4367.0 ± 98.3 [20], что сходно с данными полученными в Крыму – 4598 ± 15 шт. [26] и несколько выше, чем в Одинцовском районе Московской области, где этот показатель колебался в диапазоне

от 175 до 3890 [22]. Плодов, поврежденных насекомыми-фитофагами, не наблюдали.

Заключение

В результате проведенных исследований были выяснены условия местообитаний *P. chlorantha*, онтогенетическое состояние ценопопуляций, их численность и плотность. Плотность ценопопуляций сильно варьирует в зависимости от экологических и фитоценологических особенностей местообитания. Генеративная группа особей в изученных ценопопуляциях немногочисленна (4.5–32.9%). Возрастной спектр *P. chlorantha* полночленный, одновершинный левосторонний или бимодальный, в котором максимумы приходятся на имматурные и генеративные особи. Соотношение онтогенетических групп зависит от задернованности почвы фитоценоза: при ее усилении плотность ювенильных и имматурных особей падает. Низкие значения индексов возрастности (Δ) и эффективности (ω) показали, что изученные ценопопуляции являются молодыми. Для всех ценопопуляций основным способом самоподдержания является семенной. Наиболее благоприятными условиями для прорастания семян и последующего развития особей являются затененные участки со слабым задернованием травянистой растительностью. Не смотря на положительные значения скорости развития ($V\Delta$) и специфической скорости старения ($r\Delta$), современное состояние ценопопуляций можно считать благополучным. Местообитания *P. chlorantha* с присутствием других редких растений (*Malaxis monophyllos* (L.) Sw., *Hepatica nobilis* Mill., *Sanicula europaea* L.) могут быть рекомендованы к охране на региональном уровне.

Список литературы

1. Быченко Т.М. Экомониторинг популяций орхидных в естественных и антропогенно нарушенных фитоценозах Сибири // Современные проблемы популяционной экологии, геоботаники, систематики и флористики: материалы международной научной конференции, посвященной 110-летию А.А. Уранова (Кострома, 31 октября – 3 ноября 2011 г.): в 2 т. Т. 1 / Отв. ред. и сост. Ю.А. Дорогова, Л.А. Жукова, И.Г. Криницын, В.П. Лебедев. – Кострома: КГУ им. Н.А. Некрасова, 2011. – С. 41–48.
2. Пушай Е.С. Дементьева С.М. Биология, экология и распространение видов сем. Orchidaceae Juss. в Тверской области: Монография. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2008. – 206 с.
3. Пушай Е.С., Дементьева С.М., Рождественская И.В. Новые данные о распространении орхидных в Тверской области // Ботанические исследования в Тверском регионе. – Тверь: Изд-во ГЕРС, 2003. – Вып. 1. – С. 45–47.
4. Хомутовский М.И. К популяционной биологии *Platanthera chlorantha* (Cust.) Reichenb. на территории Валдайской возвышенности // Актуальные проблемы сохранения биоразнообразия на охраняемых и иных территориях: Материалы Всероссийской научно-практической конференции (март 2010 года) / отв. ред. И.В. Суюндуков. – Уфа: РИЦ БашГУ, 2010. – С. 173–175.
5. Красная книга Тверской области. – Тверь: Вече Твери, АНТЭК, 2002. – 256 с.
6. Ефимов П.Г. Род *Platanthera* (Orchidaceae) во флоре России. 1. Виды подсекции *Platanthera* секции *Platanthera* // Ботан. журн. – 2006. – Т. 91. № 11. – С. 1713–1731.
7. Vakhrameeva M. G., Tatarenko I. V., Varlygina T. I., Torosyan G. K., Zagulskii M. N. Orchids of Russia and adjacent countries (within the borders of the former USSR). Ruggell (Liechtenstein), A. R. G. Gantner Verlag. – 2008. – 690 p.
8. Татаренко И.В. Орхидные России: жизненные формы, биология, вопросы охраны. – М.: Аргус, 1996. – 207 с.
9. Крюгер Л.В., Шардакова О.Н. Микосимбиотрофизм орхидных и некоторые вопросы их биологии // Микориза и другие формы консортивных связей в природе. – Пермь, 1980. – С. 20–28.
10. Вахрамеева М.Г., Загульский М.Н. Любка зеленоцветная // Биологическая флора Московской области. – М.: МГУ, «Аргус», 1995. Вып. 11. – С. 117–131.
11. Широков А.И., Коломейцева Г.Л., Буров А.В., Каменева Е.В. Культивирование орхидей европейской России. – Нижний Новгород, 2005. – 64 с.
12. Коновалова Т.Ю., Шевырева Н.А. Опыт выращивания видов орхидных флоры Московской области в открытом грунте // Восстановление и мониторинг природной флоры. – М.: Товарищество научных изданий КМК. 2010. – С. 32–39.



13. Ценопопуляции растений (Основные понятия и структура) / Под ред. А.А. Уранова, Т. И. Серебряковой. – М., 1976. – 216 с.
14. Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии) / Под ред. Т.И. Серебряковой. – М., 1988. – 184 с.
15. Серебряков И.Г. О ритме сезонного развития растений подмосковных лесов // Вестн. МГУ. – 1947. № 6. – С. 75–108.
16. Жукова Л.А. Популяционная жизнь луговых растений. – Йошкар-Ола: РИИК «Ланар», 1995. – 224 с.
17. Животовский Л.А. Онтогенетическое состояние, эффективная плотность и классификация популяций // Экология. – 2001. № 1. – С. 3–7.
18. Назаров В.В. Определение реальной семенной продуктивности у *Dactylorhiza romana* и *D. incarnata* (Orchidaceae Juss.) // Ботан. журн. – 1988. – Т. 73. № 2. – С. 231–233.
19. Назаров В.В. Методика подсчета мелких семян и семяпочек (на примере сем. Orchidaceae) // Ботан. журн. – 1989. – Т. 74. № 8. – С. 1194–1196.
20. Хомутовский М. И. Жизненные формы и сезонный ритм развития орхидных Валдайской возвышенности // Труды международной конференции по морфологии растений, посвященной памяти И.Г. и Т.И. Серебряковых. Т. 2. – М.: МПГУ, 2009. – С. 260–263.
21. Хомутовский М.И. Эффективность опыления некоторых видов орхидных Валдайской возвышенности // Охрана культивирование орхидей. Материалы IX Международной конференции (26–30 сентября 2011 г.). – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2011. – С. 456–461.
22. Вахрамеева М.Г., Варлыгина Т.И., Галкина М.А. Многолетняя динамика популяций некоторых видов семейства орхидных (Orchidaceae) в Одинцовском районе Московской области // Восстановление и мониторинг природной флоры. – М.: Товарищество научных изданий КМК. 2010. – С. 92–114.
23. Summerhayes V.S. Wild orchids of Britain. Collins, London. – 1951. – 366 pp.
24. Nilsson L.A. Pollination ecology and adaptation in *Platanthera chlorantha* (Orchidaceae) // Bot. Notiser. – 1978. – 131. – 35–51 s.
25. Назаров В.В. Репродуктивная биология орхидных Крыма: Дис. ... канд. биол. наук. – СПб., 1995. – 294 с.
26. Лысякова Н.Ю., Хараим Н.Н., Полякова С.В. Анатомо-морфологические и эмбриологические особенности некоторых видов семейства Orchidaceae Juss. // Уч. зап. Таврич. нац. ун-та им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). № 4. – С. 142–150.

BIOLOGY OF *PLATANTERA CHLORANTHA* (CUST.) RCHB. IN VALDAI ELEVATION

M.I. Khomutovskiy

N.V. Tsitsin Main Botanical Garden
RAS, 4, Botanical St., Moscow,
127276, Russia

E-mail: Maks-BsB@yandex.ru

Coenopopulations of *Platanthera chlorantha* (Cust.) Rchb. were studied in different ecological-phytocoenotic conditions of Valdai elevation (the western part of Tver region). The ontogenetic spectrum, number, density, and morphometric characteristics of populations were estimated. Current status of the coenopopulations was assessed. These habitats of species are recommended to be preserved.

Key words: *Platanthera chlorantha*, coenopopulation, ontogenetic spectrum, seed production.

СЕМЕЙСТВО КРЕСТОЦВЕТНЫЕ (CRUCIFERAE) ВО ФЛОРЕ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

А.Ф. Колчанов

Р.А. Колчанов

Фан Чонг Хуан

Белгородский государственный
национальный
исследовательский
университет,
Россия, 308015, Белгород,
ул. Победы, 85
E-mail: kolchanov@bsu.edu.ru

Представлен видовой и родовой состав семейства Крестоцветные во флоре Белгородской области: 102 вида и 44 рода; 6 типов фитоценозов: синантропный, луговой, степной, лесной, меловой и водно-болотный; выявлены жизненные формы: терофиты, двулетники, гемикриптофиты, геофиты; 8 краснокнижных видов: Шиверекия подольская, Клаусия солнцелюбивая, Катран татарский, Двурядник меловой, Зубянка пятилистная, Зубянка луковичная, Левкой душистый, Бурачок Гмелина.

Ключевые слова: терофиты, гемикриптофиты, геофиты, синантропный, лесной, меловой, водно-болотный, кенофиты, ксенофиты, эргазиофиты, эпекофиты.

Введение

Центральное Черноземье, как и другие районы Европейской России, подвергается в настоящее время интенсивному антропогенному воздействию, что ведет к быстрым и зачастую необратимым изменениям растительности. В этих условиях особенно возрастает роль флористических исследований, ставящих своей целью тщательное изучение состояния аборигенной флоры и своевременную фиксацию ее изменений, вызванных воздействием человека на природу [1].

Крестоцветные играют заметную роль в растительном покрове Белгородской области. Представители этого семейства являются самыми распространенными и имеющими большое народно-хозяйственное значение растениями. Поэтому обращение к изучению этого семейства во флоре Белгородской области нам представляется актуальным.

1. Методика исследования

Использовалась традиционная методика геоботанических описаний, маршрутные экскурсии, в ходе которых производилась регистрация видов, сбор растений и их последующая гербаризация и идентификация [2; 3; 4; 5; 6; 7; 8], гербарные материалы кафедры [9] и литературные источники [10]. Сбор фактического материала производился во время полевых практик по ботанике, а также экспедиций по Белгородской области в 2002-2010 годах. Материал по крестоцветным составил 1800 листов. Было выполнено до 30 геоботанических описаний, на основании которых был составлен следующий флористический список.

2. Флористический список семейства Крестоцветные

Представленный список содержит 102 вида и 44 рода семейства Крестоцветные, имеющих место на территории Белгородской области (табл. 1).

Характеристика адвентивных видов: **Арх** – **археофиты** (от гр. *архайос* – древний, *фитон* – растение) – растения, являющиеся спутниками человека с древнейших времен (например, куколь, плевел и др.).

Кен – кенофиты (виды, занос которых произошел после XV века).

Ксен – ксенофиты (непреднамеренно занесенные виды).

Эфем – **эфемерофиты** (от гр. *эфемерос* – однодневный, мимолетный, *фитон* – растение) – растения, появляющиеся в каком-либо месте на непродолжительный срок и быстро исчезающие вследствие невозможности приспособиться к местным условиям.

Таблица 1
Флористический список видов семейства Крестоцветные, произрастающих на территории Белгородской области

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	3	<i>Alliaria petiolata</i> (Bieb.) Savara et Grande – Чесночница черешчатая	+	V-VI. Г., Гб., И., Крг., Н., Р., С., Ш. [10]; все районы – леса [9]	Р 1*, 2-5, 6, 8, 11-16 [11]	Дв. 25-100	ЛСА	Л., С
2	1	3	<i>Alyssum calycinum</i> L. – Бурачок чашечный	+	IV-VII. А., Б., В., Гб., К., Н., С., Ш. На полях, вдоль дорог [9, 10]	С 1*-6, 11-13, 19*, 20* [11]	Т 8-20	САНБ	Л
3	2	5	<i>A. desertorum</i> Stapf. – Б. пустынный	+	IV-VII. В степях, на меловых склонах [9, 10]	Х 4,5-9, 11-16 [11]	Т 8-15	СТБ	Л
4	3	2	<i>A. gmelinii</i> Jord. – Б. Гмелина	+	V-VIII. А.: ур. Варваровка [9], Гб. [10]	С 3-5, 11 [11]	НК 20-80	МОА	Л
5	4	2	<i>A. hirsutum</i> Bieb. – Б. шершавый	+	IV-VI. А.: степной склон (ур. Варваровка) [9]	С 4-6, 11-13 [11]	Т 5-35	СТА	Л
6	5	3	<i>A. lepense</i> Adams – Б. ленский	+	V-VI. А., В. [10]. С.: с. Приосколье – на меловом склоне [9]	Х 5, 7, 9, 10, 15, 17 [11]	НК 10-20	МОА	Л
7	6	3	<i>A. savaticum</i> Andr. – Б. саванский	+	V-VII. А., В., Вд. [10]. Рв.: с. Нагольное – на мелу [9]	Е 5 [11]	НК 5-20	МОА	Л
8	7	3	<i>A. tortuosum</i> Waldst. et Kit. ex Willd. – Б. извилистый	+	V-VII. Рв.: с. Нагольное – на мелу [9]	С 4-6, 8, 11-13 [11]	НК 5-20	МОА	Л
9	1	2	<i>Arabis arvensis</i> (L.) Lawalree – Резушка песчаная	+	V-VII. В.: вдоль полотна ж.-д., на выходах мела, редко [9]	Е 2-5, 11 [11]	Т, Дв. 20-30	МОА	Л
10	2	2	<i>A. thaliana</i> (L.) Heynh. – Р. Таля	+	IV-VI. Г., Гб., Ш. [10]. Вд.: ур. Лысая гора, степной склон [9]. Арх-ксен-эпек [12]	Ad 1*-8, 11-13, 20 [11]	Т 8-30	СТА	С
11	1	3	<i>Arabis gerardii</i> (Bess.) Koch. – Резуха Жерарда	+	V-VI. В., С. [10], Ш.: с. Титовка – лес [9]	Р 3-7, 11 [11]	Дв. 50-100	ЛСА	С
12	2	3	<i>A. glabra</i> (L.) Bernh. – Р. гладкая	+	V-VIII. А., Г., Гб., И., Крг., Н., П., С., Я. [10], Ш.: с. Титовка – лес, луг [9]..	Н 1-12, 14, 19 [11]	Т, Дв. 35-150	ЛГБ	Л., С.
13	3	2	<i>A. pendula</i> L. – Р. повислая	+	VI-VII. А., Г., Крг. [10], Ш.: с. Титовка – лес, луг [9]	Р 5, 7-9, 14-17 [11]	Дв. 60-90	ЛСБ	С
14	4	3	<i>A. sagittata</i> (Bertol.) DC. – Р. стреловидная	+	V-VI. Б., В., Вл., Гб., Ш. [10]. Вд.: Б. Барсучев Лог, в нижней части склона лесного массива [9]	Н 1, 3-5-7, 9-12, 17, 20 [11]	Дв. 35-80	ЛСА	С
15	1	5	<i>Armoracia rusticana</i> Gaertn., Mey. et Scherb	+	V-VII. Разводится как пищевое и пряное р., дичает. Кен-эрг-агр [13].	Ad 1-6, 7-17 [11]	НК 50-120	САНБ	С, П

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
16	1	3	<i>Barbarea arguata</i> (Opiz ex J. et C. Presl.) Reichenb – Сурепица дуговидная, или Сурепка	+	V – VII. Г., Гб., П., Р., Ш., Я. Луга и вдоль дорог [9,10].	Р 1* -6, 11, 12 [11]	Дв. 20-70	ЛГБ	С
17	2	4	<i>B. stricta</i> Andrz. – С. прямая	+	V–VIII. С.: с. Приосколье – на лугу и ок- раине леса [9].	Н 1, 2, 4, 5-9, 11 [11]	Дв. 50-100	ЛГБ	С
18	1	5	<i>Berteroa incana</i> (L.) DC. – Иког- ник серый	+	V–IX. Луга, поля, огороды – все районы [9].	Р 2-9, 11-14 [11]	Дв. 25-50	ЛГБ	С
19	1	4	<i>Brassica campestris</i> L. – Капуста полевая	+	V–VIII. С., Ш. [10]. Ш.: Титовка – на полях, огородах, у дорог [9]. Арх-ксен-эпек сред- неазиатского происхождения [14].	Ad 1*, 2, 5-13, 19*, 20* [11]	Т 40-100	САНБ	С
20	2	*	<i>B. juncea</i> (L.) Czern.et Cosson – К. сарептская		V–VIII. Культивируется и дичает [9]. Кен- эрг-эфем-эпек [13].	Ad 4-19 [11]	Т 20-60	САНБ	П., С
21	3	*	<i>B. parus</i> L. – Брюква, Рапс		V–VIII. Я.: с. Вислое – по обочинам дороги [9]. Культивируется и дичает. Кен-эрг- эфем-эпек [13].	Ad 2-16 [11]	Т, Дв. 60-120	САНБ	П
22	4	*	<i>B. nigra</i> (L.) Koch. – К. черная		VI–IX. Я.: х. Жданов – на полях, по бере- гам р. Липовый Донец [9].	Ad 2, 4, 5, 6, 10-16 [11]	Т 60-100	САНБ	П., С
23	5	*	<i>B. oleracea</i> L. – К. огородная	+	V–VIII. Я.: х. Жданов – на мусорных местах встречаются вегетирующие экз. [9]. Кен- эрг-эфем-эпек [13].	Ad 1-17 [11]	Дв. 60-120	САНБ	П
24	6	*	<i>B. rapa</i> L. – Репа, Турнепс	+	V–VIII. Я.: с. Вислое [9]. Культивируется и дичает. Арх-эрг-эфем-эпек [13].	Ad 2-16 [11]	Дв. 20-100	САНБ	П, К
25	1	5	<i>Bunias orientalis</i> L. – Свербига восточная	+	V–VII. Б.: с. Соломино – по лугам, полям, у дорог [9]. Кен-ксен-агр [13, 14, 15].	Ad 2-7, 10*-12 [11]	Дв. 40-120	ЛГБ	Л
26	1	5	<i>Camelina microcarpa</i> Andrz. – Рыжик мелкоплодный	+	V–IX. Б.: с. Соломино – нарушенные скло- ны, обочины дорог, сорные места, посевы [9]. Кен-ксен-эпек [15].	Ad 2-9, 11 [11]	Т 20-60	САНБ	С
27	2	3	<i>C. sativa</i> (L.) Crantz. – Р. посев- ной	+	VI–VIII. В., Гб., П., С. [9,10]. Посевы, паров- ые поля, обочины дорог. Арх-ксен-эфем [15].	Ad 1-20 [11]	Т 30-80	САНБ	С
28	1	5	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medic. – Сумочник пастуший, или Пастушья сумка	+	IV–IX. Поля, огороды, сорные места – все районы [9]. Арх-ксен-эпек средиземномор- ско-ирано-туранского происхождения [14].	Ad 1-20 [11]	Т 10-50	САНБ	С., Л
29	2	О	<i>C. orientalis</i> Klok. – С. восточный		IV–IX. Валушки, Уразово. На сорных мес- тах. Эндемик [11].	Е 5 [11]	Т 10-30	САНБ	С

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
30	1	3	<i>Cardamine dentata</i> Schult. – Сер- дечник зубчатый	+	IV–VI. Вл., Г., Н., Р., Ш.: на болотах и сы- рых лугах [9].	Р 3-5, 7, 11, 12 [11]	НК 15-45	БЛБ	Л
31	2	3	<i>C. imbratiens</i> L. – С. недотрога	+	V–VII. А., Б., В., Г., Крг., Р., Ш. [10], Г. (с. Гора Подол): лес [9].	Н 1-12, 16, 20 [11]	Т, Дв. 30-60	ЛСА	Л
32	3	3	<i>C. parviflora</i> L. – С. мелкоцвет- ковый	+	V–VII. В., Г., К. луга и леса [9, 10].	Н 1-20 [11]	НК 15-30	ЛГБ	Л
33	4		<i>C. pratensis</i> L. – С. луговой		V–VI. Б.: ур. Соломино – на влажном лугу, Ур. Липки – на болоте [9].	Н 1-11, 12, 15, 22 [11]	НК 20-40	ЛГБ	Л
34	1	3	<i>Cardaria draba</i> (L.) Desv. – Кардария крупковая, или Сер- дечница крупковая	+	V–VII. В., Г., Гб., Н., Рв., С., Ш., Я. По обо- чинам дорог, на сорных местах. [9]. Кен- ксен-эпек [13]	Ad 2-6, 11, 12 [11]	НК 20-50	САНБ	Л., С
35	1	4	<i>Chorispora tenella</i> (Pall.) DC. – Хориспора, или Дробноплодник на нежная	+	IV–VII. Б., В., Вд., Г., Гб., К., Н., Рв. – Пус- тыри, обочины дорог, засоренные лесные поляны [9]. Кен-ксен-эфем-агр [13].	Ad 2-16 [11]	Т 10-40	САНБ	С
36	1	2	<i>Clausia arctica</i> (Steph.) Korn.-Tr. – Клаусия, или Железница солнцелюбивая	+	V–VII. А., В.; Кр. (Свистовка). На меловых склонах [9].	Р 5-9, 19, 21 [11]	НК 10-40	МОА	Д
37	1	2	<i>Conringia orientalis</i> (L.) Dumort., <i>Brassica orientalis</i> L.) – Конрин- гия, или Голуха восточная	+	V–VI. Б. вдоль дороги (Сосновка), засорен- ные места (ур. Липки) [9].	Н 1-9, 11, 12, 20 [11]	Т 10-70	САНБ	С
38	1	3	<i>Cratme tatarica</i> Sebeok – Катран тагарский	+	V–VI. А., Вд., Гб., Н., П., Рв., Ш., Я. На ме- ловых степных склонах [9, 10]. Арх-ксен- агр средиземномоского происхождения [14].	Ad 4, 5-7, 11 [11]	НК 30-50	СТБ	Л
39	1	2	<i>Dentaria bulbifera</i> L. – Зубянка луковичная	+	IV–VI. Г., И., Р., Ш.; Бр. [10]. Бр. (окр. пос. Хотмыжск) [9].	Н 1-6, 11 [11]	Г 30-60	ЛСА	Д., Л.
40	2	2	<i>D. quinquefolia</i> Bieb. – 3. пятили- стная	+	IV–V. Бр.: окрестности пос. Хотмыжск [9].	Н 1, 4-5, 6, 11, 12 [11]	Г 15-40	ЛСА	Д., Л.
41	1	5	<i>Descurainia sophia</i> (L.) Webb ex Prantl. – Дескурайния, или Кру- жевница Софии	+	V–X. Нарушенные сухие склоны, обочины дорог, пустыри, разбитые пески, сорные места. [9, 10]. Арх-ксен-эпек [15].	Ad 1-12, 16, 21 [11]	Т 25-100	САНБ	С., Л.
42	1	3	<i>Diploaxis cretacea</i> Koton – Дву- рядник меловой	+	VI–VII. А., Б., В. Вл., Г., К., Кр., Н., Рв., Ч., Ш., Я. По меловым склонам [9].	Е 5 [11]	НК. 40-60	МОА	Пр.
43	2	3	<i>D. muralis</i> (L.) DC. – Д. степной	+	VII–IX. В., К., Рв., Ч., Ш. По нарушенным местам [9, 10]. Кен-ксен-эпек [13].	Ad 3, 4, 5, 6 [11]	Т, Дв. 10-50	САНБ	Пр.

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
44	3	*	<i>D. tenuifolia</i> (L.) DC. – Д. тонко-лиственный	+	VII–IX. Б., Н., Ш. По нарушенным местам [9, 10]. Кен-ксен-эпек [15]	Ad 2, 3, 4, 5, 11, 12 [11]	НК 40-60	САНБ	Пр.
45	1	3	<i>Draba nemorosa</i> L. – Крупка дубравная	+	IV–VI. Г., Гб., С., Ш., П. Сухим лугам и степям [9, 10].	P 2, 4, 5, 10, 12, 16, 19, 21, 22 [11]	Т 5-20	ЛГБ	Л., С
46	2	3	<i>D. sibirica</i> (Pall.) Thell. – Крупка сибирская	+	IV–VI. Гб., А., К., Б. В степях, на лугах, садах, у дорог [9, 10]. Кен-ксен-агр сибирского происхождения [14].	Ad 1, 5, 7-10, 14, 15 [11]	НК 10-20	СТБ	С
47	1	3	<i>Erophila verna</i> (L.) Bess. – Веснянка весенняя	+	IV–V. В степях, на полях, склонах, песках. Вл., В., Н., Гб., Н., Ш. [9, 10].	H 1-6, 8, 11, 12, 20, 21, 22* [11].	Т 2-15	СТБ	Л., С
48	1	5	<i>Eriocaulum armorioides</i> (Czern. ex Turcz.) Cruchet – Рогачка хреновидная	+	V–IX. В степях, на меловых холмах [9, 10]. Кен-ксен-эпек средиморского происхождения [14].	Ad 1, 4-6, 8, 11, 12, [11]	НК, Дв 40-100	СТБ	С., Л
49	2		<i>E. gallicum</i> (Willd.) O.E. Schulz [Kibera gallica (Willd.) V/1/ Dorof. – Рогачка гальская, или Рогачка гальская]	+	VI–IX. Ш.: с. Мало-Михайловка (Бекарюковка) – на карбонатных почвах [9]. Кен-ксен-эпек западноевропейского происхождения [14].	Ad 2, 4, 5, 11 [11].	НК, Дв. 20-80	МОА	С
50	3	2	<i>E. cretaceum</i> Kotov – Р. меловая	+	V–VII. На мелах восточной части – В., Вд., Ш., А., Кр. [9, 10].	E 5 [11]	НК, Дв. 15-50	МОА	Пр.
51	1	1	<i>Erysimum aureum</i> Bieb. – Желтушник золотистый	+	V–VIII. С.: с. Приосколье – лесной массив [9].	E-C 4, 5, 6 [11]	Т, Дв. 30-130	ЛСА	Л
52	2	5	<i>E. capescens</i> Roth. – Желтушник седоватый	+	V–VIII. С.: с. Приосколье – степные склоны, обочины песчаных дорог [9]. Кен-ксен-эпек [12, 14].	Ad 4-9, 11 [11]	Дв. НК 30-80	СТБ	Л
53	3	5	<i>E. cheiranthoides</i> L. – Желтушник лакфиолевый	+	VI–VIII. Ш.: с. Мало-Михайловка – обочина на дороге, в посевах [9].	P 1*-11, 15, 17, 20 [11]	Т 30-60	САНБ	Л., С
54	6	2	<i>E. cretaceum</i> (Rupr.) Schmalh. – Ж. меловой		VI–IX. Ш.: Вознесенка, открытые мела [10].	E 5 [11]	НК 20-40	МОА	Л
55	4	5	<i>E. marschallianum</i> Andr. – Ж. твердый, или Маршалла	+	V–IX. С.: с. Приосколье – степной склон и обочины дорог [9].	P 2-11б, 15, 23 [11]	Дв, НК 15-200	СТБ	Л, С
56	5	2	<i>E. rapponicum</i> Crantz. – Ж. венгерский	+	VI–VIII. С.: с. Приосколье – степной склон [9].	S 3-5, 7, 11 [11]	Т 15-50	СТА	Л
57	1	3	<i>Euchidium syriacum</i> (L.) R. Br. – Крепкоплодный сирийский	+	V–VII. Вд., Гб., К., Рв., Ч., Ш., Я. [10]. С.: с. Приосколье; места выпаса скота [9]. Кен-ксен-эфем-агр [13, 14].	Ad 4, 5-8, 11, 12, 13, 14, 15, 23 [11]	Т 5-15	САНА	С

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
58	1	4	<i>Hesperis matronalis</i> L. – Вечерница матроны, Ночная фиалка	+	VI–VII. Часто разводится и дичает [7, 9] Кен-эрг-эфем-агр [13, 14].	Ad 5, 6, 10* [11]	НК 30-100	САНБ	Д
59	2	3	<i>H. ruscoptricha</i> Borb. & Degen – В. густоволосистая	+	V–VII. Вд., Гб., С., Рв., Ш. [10], С.: с. Приосколье: на брошенном газоне [9]. Кен-эрг-эфем-агр [13, 14].	Ad 4, 5-7, 11 [11]	Дв. 30-80	САНБ	Д
60	3	3	<i>H. sibirica</i> L. – В. сибирская	+	V–VII. С.: с. Приосколье: на лесной поляне, в пойме реки Осол среди кустарников [9].	P 5, 7, 9, 15, 17 [11]	Дв. 30-120	ЛСБ	Д
61	1	2	<i>Isatis tinctoria</i> L. – Вайда кра- сильная	+	V–VI. Б., П. 10]. Ш.: на песчаных местах, в пойме реки Сев. Донец, по мусорным мес- там, у дорог [9] Кен-ксен-эфем-эпек [13, 14].	Ad 2, 5-8, 11, 12 [11]	Дв. 25-100	САНБ	Т., С
62	2	1	<i>I. taurica</i> Bieb. – В. крымская	+	VII. Рв.: с. Нижняя Серебрянка :по сухим степным местам, на выходах мела [9].	S 4, 5, 8 [11]	Дв. 25-120	СТБ	С
63	3	1	<i>I. costata</i> C. A. Mey. – В. ребри- стая	+	V–VI. Рв.: по степным склонам берега р. Сарма [9].	P 2, 5-8, 11 [11]	Дв. 30-80	СТА	С
64	1	3	<i>Lepidium campestre</i> (L.) Ait. – Клоповник полевой	+	V–VII. А., К., С. [10], С.: с. Приосколье: на пшеничном поле [9]. Кен-ксен-эфем-эпек [13].	Ad 1*, 2-5, 6, 11, 19*, 20* [11]	Дв. 15-45	САНБ	С., Л.
65	2	5	<i>L. densiflorum</i> Schrad. – К. густо- цветковый	+	V–VII. Ш.: Н.-Таволжанка – у дорог, по песчаным берегам, в лесополосах [9]. Кен-ксен-агр [13].	Ad 1-5, 14, 15, 22, 17, 21 [11]	Т, Дв. 10-40	САНБ	С
66	3	3	<i>L. latifolium</i> L. – К. широколист- ный	+	VI–IX. А., В., Н., С., Ш., Я. [10], С.: с. При- осколье – пойменный луг и огороды [9].	P 2-8, 11, 12, 20с, 22, 23 [11]	НК 25-100	ЛГБ	С
67	4	3	<i>L. perfoliatum</i> L. – К. пронзенно- листный	+	IV–VI. С.: с. Приосколье – степной склон [9]. Кен-ксен-эфем-эпек [13].	Ad 1*, 3-8, 10-15, 17 [11]	Т, Дв. 10-20	СТБ	С
68	5	5	<i>L. ruderalis</i> L. – К. сорный	+	V–VII. Б.: Харьковская гора – поле [9]. Арх-ксен-эпек [14].	Ad 1*-13, 19*, 20* [11]	Т, Дв. 15-30	САНБ	С
69	6	*	<i>L. sativum</i> L. – К. посевной, или Кресс-салат, Цицмат	+	VI–VII. Во всех районах культивируется, иногда дичает [9]. Кен-эрг-эфем-эпек [13, 14].	Ad 4-6, 11-13, 20, 23 [11]	Т 30-60	САНА	П., С
70	1	2	<i>Lupinus albus</i> L. – Лунник од- нолетний	+	V–VI. Культивируется, иногда дичает [7]. Кен-эрг-эфем [14].	Ad 4, 5	Т 30-100	САНБ	Д
71	1	2	<i>Matthiola annua</i> (L.) Sweet – Левкой однолетний	+	VI–VII. Разводится и иногда дичает [7]. Окрестности ботсада БелГУ [9]. Кен-эрг-эфем [14].	Ad 5, 11 [11]	Т 20-40	САНА	Д



Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
72	2	2	<i>Matthiola fragrans</i> Bunge – Лев- кой душистый	+	V–VIII. А., В., Вд., Рв. На мелах [9].	X 5, 7, 8 [11]	НК 30-50	МОА	Пр.
73	3	2	<i>M. longipetala</i> (Vent.) DC. – Л. длиннолепестковый	+	VI–X. Разводится и встречается на мусор- ных местах [9, 10]. Кен-кен-эфем.	Ad 11, 12 [11]	Т 20-40	САНБ	Пр.
74	1	3	<i>Meniscus linifolius</i> (Steph.) DC. – Плоскоплодный льнолистный	+	V–VII. А., В., Вл., Гб., Н., П. [10]. С.: с. При- осколье – обочина каменной дороги, Я. (х. Жданово, край поля) [9]. Кен-кен- эфем-эпек [13].	Ad 1*, 4-8, 11-15, 19*, 23 [11]	Т 5-15	САНБ	С
75	1	3	<i>Neslia paniculata</i> (L.) Desv. – Неслия, или Ямочник метельча- тый	+	V–VIII. Б., Гб., П., Рв., Ч., Ш., Я. [10], С.: с. Приосколье: на краю культурного поля и вдоль дорог [9]. Арх-кен-эпек [12].	Ad 1-10, 12, 20 [11]	Т 15-75	САНБ	С
76	1	5	<i>Raphanus raphanistrum</i> L. – Редька дикая	+	V–IX. Ш.: Н.-Таволжанка – залежи и ого- роды [9]. Арх-кен-эпек средиземномор- ского происхождения [14].	Ad 1*-12, 20* [11]	Т 20-70	САНБ	С., М
77	2	5	<i>R. sativus</i> L. – Редька посевная, Редис	+	V–IX. Культивируется и иногда встречается на пустырях [9]. Кен-эрг-эфем средизе- мноморского происхождения [14].	Ad 1-20 [11]	Т, Дв. 40-100	САНА	П
78	1	2	<i>Rapistrum repenne</i> (L.) All. – Репник многолетний	+	V–VI. С.: с. Приосколье: на обочине дороги и огороде [9]. Кен-кен-эпек [13].	Ad 3-5, 11 [11]	НК, Дв 30-60	САНБ	С
79	2	2	<i>R. rigidum</i> (L.) All. – Р. морщини- стый	+	V–IX. С.: с. Приосколье: по краю поля, вдоль дорог [9]. Кен-кен-эпек [13].	Ad 3-5, 11 [11]	Т 30-70	САНБ	С
80	1	1	<i>Rorippa amphibia</i> (L.) Bess. – Жерушник земноводный	+	V–IX. Б.: ур. Липки, на болоте [9].	Р 2-9, 11, 20 [11]	НК 50-150	БЛА	Л., К
81	2	4	<i>R. anseps</i> (Wahlenb.) Reichenb. – Ж. обоюдоострый	+	V–IX. Б.: ур. Липки, на залидном лугу. [9].	Р 3-7, 11, 12 [11]	НК 30-70	ЛГБ	Я
82	3	4	<i>R. austriaca</i> (Crantz.) Bess. – Ж. австрийский	+	VI–VII. В., Г., Гб., К., Крг., П., Ш. [10]. Б., Бр., С.: с. Приосколье: заливной луг [9].	Р 2-6, 8, 11, 12 [11]	НК 30-100	ЛГБ	Л
83	4	3	<i>R. brachycarpa</i> (C. A. Mey.) Найек – Ж. короткоплодный	+	V–VIII. А., Крг., Н., П. [10]. С.: с. Приоско- лье – песчаный луг, вдоль дорог [9].	Р 5-7 [11]	Т, Дв. 10-40	ЛГБ	Я
84	5	5	<i>R. palustris</i> (L.) Bess. – Ж. болот- ный	+	VI–IX. С.: с. Приосколье: мокрый луг, у жилищ [9].	Н 1, 11, 15, 17, 19, 21, 23 [11]	Т, НК 10-70	ЛГБ	Л
85	6	4	<i>R. sylvestris</i> (L.) Bess. – Ж. лес- ной	+	VI–VII. С.: с. Приосколье – пойменный луг, по краю плодового сада [9].	Н 1-6, 11, 12, 20 [11]	НК 20-100	ЛГБ	П., Я

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
86	1	1	<i>Schivereckia podolica</i> (Bess.) Andr. ex DC. – Шиверекия, или Мелюбобка подольская	+	V–VI. Кр. урочище Свистовка: на меловых обнажениях [9].	R 4, 5 [11]	НК 10-30	МОА	Пр.
87	1	*	<i>Sinapis alba</i> L. – Горчица белая	+	V–VIII. С.: с. Приосколье: вдоль проселочных дорог [9]. Кен-эрг-эпек средиземноморско-ирано-туранского происхождения [14].	Ad 2-11, 20 [11]	Т 30-60	САНБ	П, С, Л., К.
88	2	5	<i>S. arvensis</i> L. – Г. полевая	+	V–VIII. Я.: окрестности рудника [9]. Арх-кен-эпек средиземноморского происхождения [14].	Ad 1-13, 20 [11]	Т 30-60	САНБ	С, Л., П.
89	1	4	<i>Sisymbrium altissimum</i> L. – Гулявник высокий	+	V–IX. Б., Н., П., С., Ч., Я. [10]; Б., В., Вд., Вл., К., Кр., Рв.: населенные пункты [9]. Кен-кен-эпек [13].	Ad 1*-8, 10*-15, 22, 23 [11]	Дв. 30-100	САНБ	П., Л., К., С.
90	2	5	<i>S. loeselii</i> L. – Г. Лезеля	+	V–VIII. Все районы: населенные пункты, обочины дорог, на полях [9]. Кен-кен-эпек [13].	Ad 2-8, 10-15 [11]	Т 30-90	САНБ	Л., П., К., С.
91	3	1	<i>S. orientale</i> L. – Г. восточный	+	IV–VI. Я.: карьер рудника [9]. Кен-кен-эфем [15].	Ad 1, 3, 4, 5, 6, 8, 17, 20, 21 [11]	Т, Дв. 25-100	САНБ	С
92	4	4	<i>S. polymorphum</i> (Murr.) Roth. – Г. изменчивый	+	V–VII. Вд., Г., Гб., И., П., Рв. [10]; Б., Ш., Ч.: степной склон, обочины дорог [9].	Р 4-10, 14, 15 [11]	НК 20-70	СТБ	Л., К., С.
93	5	1	<i>S. wolgensse</i> Bieb. ex Fourm. – Г. волжский	+	V–IX. Б., С. [10], С.: с. Приосколье: сорное в полях [9]. Кен-кен-эпек [13].	Ad 2-5 [11]	НК	САНБ	С
94	6	1	<i>S. strictissimum</i> L. – Г. прямой	+	VI–VII. Г., К., Н. [10], С.: с. Приосколье: дубрава и по берегу реки [9].	Е 4, 5, 11 [11]	НК 50-200	ЛСБ	Л
95	1	3	<i>Syrenia sapa</i> (Pill. & Mitt.) Neilr. – Сирения седая	+	V–VIII. Н., С., Ш. [10]. Вд., Р., Вл.: на степном склоне и обочинах дорог [9]. Арх-кен-агр средиземноморского происхождения [14].	S 5, 8 [11]	Дв., НК 20-60	СТБ	Л
96	2	3	<i>S. montana</i> (Pall.) Klok. – С. горная	+	V–VIII. Вд., Р., Ч.: пос. Чернянка, меловой склон [9].	S 5-8 [11]	Дв. 20-60	МОА	Л
97	1	5	<i>Thlaspi arvense</i> L. – Яругка полевая	+	IV–IX. Все районы: в садах, огородах, вдоль дорог [9]. Арх-кен-эпек ирано-туранского происхождения [14].	Ad 1*, 13, 15, 17 [11]	Т 15-50	САНБ	К, С.

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
98	2	2	<i>T. perfoliatum</i> L. – Я. пронзенно-лиственная	+	IV–V. Б., В., Гб., Ш. [10]. С.: с. Приосколье: на залежном участке и по дорогам [9]. Арх-ксен-эпек ирано-туранского происхождения [14].	Ad 2-9, 11, 12, 13 [11]	Т 10-20	САНБ	С
99	1	0	<i>Velarium officinale</i> (L.) Reichenb. – Желтец лекарственный		V–IX. Б.: обочина дороги возле Монастырского леса [9]. Кен-ксен-эпек [13].	Ad 1, 3, 4, 5, 19, 20 [11]	Т 25-50	САНБ	С
100	1	0	<i>Stegmostemum tomentosum</i> (Willd.) Bieb. – Стеригма войлочная	+	IV–V. На мелу, окрестности пос. Ровеньки [9].	Е-С 4, 5, 6, 7 [11]	Т 20-40	МОА	С
101	1	1	<i>Hesperidium triste</i> (L.) G. Beck. – Длинноног или Хесперидиум печальный	+	С конца IV–VI. Вд. (Гнилой яр): степной склон [9].	Е-С 4, 5, 8 [11]	Дв, Т 25-60	СТА	С
102	1	2	<i>Laevenworthia torulosa</i> A. Gray – Ливенвортия буторчатая		V–VIII. В.: на влажных открытых местах, на болотах (Уразово) [7, 11].	Е 1, 5* [11]	Т 2-6	БЛА	С

Условные обозначения: **Графа 1** – номер по порядку. **Графа 2** – порядковый номер в пределах рода. **Графа 3** – статус вида по встречаемости: 5 – обычное, 4 – частое, 3 – нередкое, 2 – редкое, 1 – очень редкое, 0 – неупоминанное, * – заносное. **Графа 4** – название таксона. **Графа 5** – наличие в гербарии. **Графа 6** – распространение в Белгородской области: Алексеевский (А), Белгородский (Б), Борисовский (Бр), Валуйский (В), Вейделевский (Вд.), Волоконовский (Вл.), Грайворонский (Г), Губкинский (Гб), Ивнянский (И), Корочанский (К), Красненский (Кр), Краснояровский (Кра), Красногвардейский (Крг), Новооскольский (Н), Прохоровский (П), Ракитянский (Р), Ровенькой (Рв.), Старооскольский (С), Чернянский (Ч), Шебекинский (Ш), Яковлевский (Я). **Графа 7** – географический тип ареала: Ад – адвентивный, Е – европейский, Е-С – европейско-кавказский, Н – голарктический, Р – палеарктический, R – древний, S – степной, X – ксероморфный; 1 – Северная Америка, 2 – Скандинавия, 3 – Атлантическая Европа, 4 – Средняя Европа, 5 – Восточная Европа, 6 – Кавказ, 7 – Западная Сибирь, 8 – Средняя Азия, 9 – Восточная Сибирь, 10 – Дальний Восток, 11 – Средиземье, 12 – Малая Азия, 13 – Иран, 14 – Джунгаро-Кашган, 15 – Монголия, 16 – Индо-Гималаи, 17 – Японо-Китай, 19 – Австралия, 20 – Африка, 21 – Южная Америка, 22 – Тибет, 23 – Гималаи, 24 – Индия, 25 – Антарктические острова, 26 – Гренландия, 27 – Исландия, 28 – Армяно-Курдистан; * – заносной характер; **Графа 8** – жизненная форма: НК – гемикриптофиты, Т – терофиты, Дв. – двулетники, Г – георфиты. **Графа 9** – фитоценологический тип: буква А – верные, Б – неверные виды; ЛСА-ЛСБ – растения лесов, ЛГА-ЛГБ – растения лугов, СТА-СТБ – растения степей, БЛА-БЛБ – растения водно-болотных и прибрежных сообществ, МОА-МОБ – растения меловых обнажений, САНА-САНБ – синантропные растения. **Графа 10** – хозяйственная ценность: Д – декоративные, К – кормовые, Л – лекарственные, М – медоносы, П – пищевые, Пр – природоохранные, С – сорные, Т – технические, Я – ядовитые.



Колон – колонофиты (растения возобновляются, но их распространение ограничено преимущественно местами заноса).

Эпек – эпекофиты (заносные растения, которые распространяются по одному или нескольким типам антропогенных мест обитания).

Агр – агриофиты (от гр. *агриос* – дикий, *фитон* – растение) – растения-антропохоры, расселившиеся по естественным местообитаниям и приспособившиеся к жизни в новых условиях (например, элодея, ослинник, мелкопестник канадский).

Эрг – эргазеофиты (Виды, введенные в культуру на данной территории, а затем распространившиеся на внекультурные местообитания (как антропогенные, так и естественные)).

3. Фитоценотический анализ видов семейства Крестоцветные

Пойменно-террасный тип ландшафтов, высокая горизонтальная и вертикальная изрезанность земной поверхности, занятость пашней более 60% (общая площадь 2713348 га, площадь пашни – 1653342 га [16]) обусловили разнообразие фитоценозов. Анализ приведенного выше конспекта показал, что крестоцветные относятся к 6 характерным для Белгородской области фитоценозам: лесным, луговым, степным, видам болот и влажных местообитаний, меловых обнажений и синантропным [17] (табл. 2).

Анализ показал, что Крестоцветные занимают значительное место в синантропных сообществах (44.11%). В степных, луговых, меловых и лесных сообществах их значительно меньше (соответственно 15.68%, 13.72%, 13.72% и 9.80%). Меньше всего их встречается в водно-болотных и прибрежных сообществах (0.98%). В целом это отражает характер зональности растительного покрова области, включающего лесостепь с вкраплениями интразональной растительности.

4. Экологический анализ видов семейства Крестоцветные

Экологический анализ позволяет изучить структуру флоры крестоцветных с точки зрения принадлежности растений к той или иной жизненной форме.

Экологический спектр видов семейства Крестоцветные во флоре Белгородской области представлен терофитами, гемикриптофитами, двулетниками и геофитами. В таблице 3 показан спектр жизненных форм видов анализируемого семейства.

Как видно из таблицы 3, терофиты, которые к зиме погибают полностью, а зимуют лишь их семена, составляют 43.13% от общего числа видов, что является характерным для семейства Крестоцветные. Гемикриптофиты и двулетники составляют – 32.35% и 22.54% соответственно, на геофиты приходится 1.96%.

Таблица 2

Фитоценотическая структура видов семейства Крестоцветные

Тип фитоценоза	Общее число видов		Верные виды		Неверные виды	
	Количество	% от общего числа	Кол-во верных видов «А»	% от общего числа видов фитоценоза	Кол-во неверных видов «Б»	% от общего числа видов фитоценоза
Синантропные виды (САНА-САНБ)	45	44.11	4	3.92	41	40.19
Степные виды (СТА-СТБ)	16	15.68	5	4.90	11	10.78
Луговые виды (ЛГА-ЛГБ)	14	13.72	0	0	14	13.72
Лесные виды (ЛСА-ЛСБ)	10	9.80	7	6.86	3	2.94
Виды водно-болотных и прибрежных сообществ (БЛА-БЛБ)	3	2.94	2	1.96	1	0.98
Виды меловых обнажений (МОА-МОБ)	14	13.72	14	13.72	0	0

Таблица 3

**Спектр жизненных форм видов семейства Крестоцветные флоры
Белгородской области**

Жизненная форма	Число видов	% от общего числа видов
Терофиты (Т)	44	43.13
Гемикриптофиты (НК)	33	32.35
Двулетники (Дв)	23	22.54
Геофиты (G)	2	1.96

5. Географический анализ видов семейства Крестоцветные

Он состоял в отнесении каждого вида к определенному типу ареала. В виду разнообразия подходов к определению типа ареала мы остановились на принципах А. Гроссгейма [18] с изменениями. Исходя из этого, нами установлены для крестоцветных следующие типы географических ареалов: адвентивный, голарктический, древний, европейский, европейско-кавказский, палеарктический и степной (табл. 4).

Таблица 4

**Географический спектр видов семейства крестоцветных во флоре
Белгородской области**

№ п/п	Название	Абсолютное число видов	% от общего числа видов
1	Адвентивный (Ad)	49	48.03
2	Голарктический (H)	12	11.76
3	Древний (R)	1	0.98
4	Европейский (E)	8	7.84
5	Европейско-кавказский (E-C)	3	2.94
6	Палеарктический (P)	18	17.64
7	Степной (S)	8	7.84

Из приведенных данных видно, что адвентивный тип ареала преобладает, второе место занимают европейско-азиатские виды (палеарктический тип), голарктический тип на третьем месте (североамериканско-европейско-азиатские виды), на четвертом месте степные и европейские, три вида простираются на Кавказ и 1 вид является эндемиком (древний тип).

6. Природоохранный аспект флоры крестоцветных Белгородской области

В таблице 5 указано количество видов с тем или иным коэффициентом встречаемости.

Каждому виду дается оценка частоты встречаемости, основанная на данных 30 маршрутов. Внесены данные о присутствии вида по каждому маршруту, на основании чего подсчитано общее число маршрутов, где зарегистрирован вид. Для каждого вида были приняты следующие категории частоты: 0 – неуловимое, 1 – очень редко; 2 – редко; 5–9 – нередко; 10–19 часто; 20–30 обыкновенно.

Таблица 5

Распределение видов крестоцветных во флоре области по встречаемости

Коэффициент встречаемости	Число маршрутов / число видов	Число видов	% от общего числа видов	Число видов Красной книги Белгородской области
0 – неуловимое	30/1	2	1.96	0
1 – очень редко	30/2	9	8.82	1
2 – редко	30/3	23	23.52	3
3 – нередко	30/5-9	39	38.23	4
4 – часто	30/10-19	9	8.82	0
5 – обыкновенно	30/20-30	19	18.62	0



В результате анализа собранного и проанализированного материала было выявлено, что около 40% видов семейства Крестоцветные на территории Белгородской области встречаются в незначительном количестве, из которых большая часть относится к категории редких. Из них 8 видов находятся под охраной и занесены в Красную книгу Белгородской области: зубянка луковичная, зубянка пятилистная, шиверекия подольская, левкой душистый, двурядник меловой, катран татарский, клаусия солнцелюбивая, бурачок Гмелина [19]. При недостаточных мерах охраны в будущем эти цифры могут возрасти и вовлечь в этот процесс виды из других категорий, считающихся сейчас благополучными.

Заключение

Систематический, фитоценотический, экологический, географический и природоохранный анализ позволил определить спектр фитосоциологических групп в семействе и сопоставить их долевое участие в формировании структуры флоры, а также оценить экологическую структуру флоры и получить наиболее интегрированную информацию о географии и антропогенном составе семейства крестоцветных.

Список литературы

1. Юрцев Б.А. Развитие сравнительной флористики в России: вклад школы А.И. Толмачева // Материалы VI рабочего совещания по сравнительной флористике (Сыктывкар, 2003). – Сыктывкар, 2004. – С. 9–19.
2. Работнов Т.А. Фитоценология. – М.: изд-во МГУ, 1992. – 350 с.
3. Воронов А.Г. Геоботаника. – М.: Наука, 1963. – 384 с.
4. Иллюстрированный определитель растений Средней России. Покрытосеменные (двудольные: раздельнолепестные) / И.А. Губанов, К.В. Киселева, В.С. Новиков, В.Н. Тихомиров. – М.: Тов-во научных изданий КМК, ин-т технологических исследований, 2003. Т. 2. – 665 с.
5. Определитель сосудистых растений центра европейской России / И. А. Губанов, К. В. Киселева, В. С. Новиков, В. Н. Тихомиров. М.: Аргус, 1995. – 560 с.
6. Лазарев А.В., Колчанов А.Ф., Колчанов Р.А. Учебно-полевая практика по ботанике. Методическое руководство для летней практики. – Белгород: ИПЦ «ПОЛИТЕРРА», 2008. – 84 с.
7. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. – 600 с.
8. Ярошенко П.Д. Геоботаника. – М.: Просвещение, 1969. – 200 с.
9. Гербарий Белгородского государственного университета. 1968–2011 гг.
10. Еленевский А.Г., Радыгина В.И., Чаадаева Н.Н. Растения Белгородской области (Конспект флоры). – М., 2004. – 120 с.
11. Флора европейской части СССР. Т. IV / Коллектив авторов. Отв. ред. А.А. Федоров, ред. тома Ю.Д. Гусев. – Л., Наука, 1979. – 355 с.
12. Флора Липецкой области / К.И. Александрова, М.В. Казикова, В.С. Новиков, Н.А. Ржевуская, В.Н. Тихомиров. – М.: Аргус, 1996. – 376 с.
13. Адвентивная флора Воронежской области: Исторический, биогеографический, экологический аспекты: Монография / А.Я. Григорьевская, Е.А. Стародубцева, Н.Ю. Хлызова, В.А. Агафонов. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2004. – 320 с.
14. Фомина О.В. Особенности формирования флоры в урбанизированной среде на юге Среднерусской возвышенности / Дисс. ... канд. биол. наук. – Белгород, 2011. – 180 с.
15. Полуянов А.В. Флора Курской области. – Курск: Курский гос. ун-т, 2005. – 264 с.
16. Атлас: Природные ресурсы и экологическое состояние Белгородской области. – Белгород, 2004. – 179 с.
17. Колчанов А.Ф. Флора Белгородской области и ее анализ // Флористические исследования в Центральной России: Материалы научн. конф. «Флора Центральной России», Липецк, 1–3 февраля 1995 г. – М., 1995. – С. 123–124.
18. Гроссгейм А.А. Анализ флоры Кавказа. – Баку. – 1936. – 241 с.
19. Красная книга Белгородской области. Редкие и исчезающие растения, грибы, лишайники и животные. Официальное издание / Общ. научн. ред. А.В. Присный. – Белгород, 2004. – 532 с.



THE FAMILY CRUCIFERAE (BRASSICACEAE) IN THE FLORA OF THE BELGOROD REGION

A.F. Kolchanov
R.A. Kolchanov
Fan Chong Huan

*Belgorod State National Research
University,
Pobedy St., 85, Belgorod,
308015, Russia
E-mail: kolchanov@bsu.edu.ru*

The species and genera of the family Cruciferae (Brassicaceae) in flora of the Belgorod region are presented: 99 species and 44 genera; 6 types of phytocenoses: synanthropic, meadow, steppes, forest, chalky, and wetland; the following life forms are identified: terophytes, biennial plants, hemicriptophytes, geophytes; 8 Red Book species: *Schivereckia podolica*, *Clausia aprica*, *Crambe tatarica*, *Diplotaxis cretacea*, *Dentaria quinquefolia*, *D. bulbifera*, *Matthiola fragrans*, *Alyssum gmelinii*.

Key words: terophytes, biennial plant, hemicryptophytes, geophytes, synanthropic, sylvan, calciphytes, wetland, archaeophytes, xenophytes, eargasiophytes, kolonopytes, eapecophytes, agriophytes.



УДК 581.9.582.739

СЕМЕЙСТВО БОБОВЫЕ (FABACEAE) ВО ФЛОРЕ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Р.А. Колчанов
А.Ф. Колчанов
Нго Тхи Зиен Киеу

Белгородский государственный
национальный
исследовательский
университет,
Россия, 308015, Белгород,
ул. Победы, 85
E-mail: kolchanov@bsu.edu.ru

Приводится список из 78 видов и 23 родов семейства бобовых (Fabaceae) во флоре Белгородской области. 4 рода (17.1%) политипны: *Astragalus* (13 видов), *Vicia* (12 видов), *Lathyrus* (11 видов) и *Trifolium* (8 видов); 9 родов (39%) олиготипны (от 2 до 5 видов), 10 родов (43%) монотипны (по 1 виду). 6 видов семейства внесены в Красную книгу Белгородской области (*Astragalus albicaulis* DC., *A. dasyanthus* Pall., *A. pubiflorus* (Pall.) DC., *Genista tanaitica* P. Smirn., *Hedysarum grandiflorum* Pall., *H. ucrainicum* Kaschm. Установлены географические, фитоценотические и экологические типы. Географические типы: палеарктический (39.8%), степной (25.6%), адвентивный (12.8%), европейский (9.0%), европейско-кавказский (11.5%), кавказский (1.3%); фитоценотический типы: лесной (15.4%), луговой (32.0%), степной (23.1%), меловой (5.1%), песковой (3.8%), водно-болотный и прибрежный (1.3%), синантропный 16.7%; экологические типы: гемикриптофиты (45 видов, 57.8%), терофиты (18 видов, 23.0%), нанофанерофиты (7 видов, 9.0%), двулетники (6 видов, 7.7%), макрофанерофиты (2 вида, 2.5%).

Ключевые слова: вид, род, политипный, олиготипный, монотипный, ботанико-географический, макрофанерофиты, нанофанерофиты, гемикриптофиты, терофиты, двулетники.

Введение

Бобовые – ценные кормовые растения. К ним относятся такие крупные роды, как астрагал, чина, люцерна, донник, эспарцет, остролодочник, клевер, вика и др. После злаков бобовые – важнейшая по практической значимости для человека группа цветковых растений. В семенах бобовые содержат в качестве запасного вещества белок, а также крахмал и жирное масло, что определяет их большую пищевую и кормовую ценность. У значительного числа видов найдены алкалоиды, тритерпеновые гликозиды, антраценпроизводные и т. д. Видовой состав семейства бобовых во флоре Белгородской области стал обозначаться в определителях для средней полосы европейской части, естественно, только после ее образования в качестве административной единицы после 1954 года. До этой даты они относились к Курской и Воронежской областям. В определителе П.Ф. Маевского «Флора средней полосы европейской части СССР» 1954 года [1] для бобовых приведено 72 вида, имеющих место либо в Курской области, либо как встречающихся «во всех областях». В издании 1964 года [2] отмечено 82 вида с указанием для Белгородской области в целом. В издании бобовых северной Евразии (1996) [3] различными авторами в совокупности представлен для Белгородской области 81 вид, в том числе А.Ф. Колчановым 39 видов, В. Д. Бокиным – 11, А.Я. Григорьевской – 8, В.Н. Тихомировым – 13, З.В. Чефрановой – 1, Н.Н. Цвелевым – 4, Н.С. Камышевым – 16, Е.Г. Бобровым – 2, А.М. Бородиным – 1, Л.И. Васильевой – 2, В.Д. Головановым – 1, З.В. Акуловой – 1, Н.А. Миняевым – 1 и др. А.Г. Еленевский с соавторами в 2004 году опубликовал конспект флоры Белгородской области, в котором представил 62 вида бобовых [4]. В 2006 году в 10-м издании П.Ф. Маевского для Белгородской области отмечено 80 видов [5]. Как и в предыдущих случаях, конкретные места произрастания не отмечены. Наш список снабжен конкретными местами нахождения. Кроме того, список видов проанализирован с ботанико-географической точки зрения, рассмотрены вопросы охраны редких видов и практическое значение бобовых, распространенных в Белгородской области.

Методика исследования

Использовалась традиционная методика, которая сводится к закладыванию пробных площадок в 100 м². На этой площадке фиксируется весь флористический состав, которому дается оценка обилия по Друде, отмечается аспект (первостепенный, второстепенный, третьестепенный, никакого участия), фенологическое состояние, ярусность, жизненность и встречаемость [6]. Общий объем исследованного материала, собранного из 20 пунктов и 20 заложённых площадок, составляет 2000 гербарных листов.

Описания проводились в окрестностях г. Белгорода в период учебно-полевой практики по ботанике и летних каникул. Были обследованы урочища: Соломино, Липки, Пескарьер, Ближние и Дальние сады, Монастырский лес, окрестности поймы реки Везелки от БелГУ до с. Болхолец, лес и степные склоны с выходами мела Харьковской горы, пойма реки Северский Донец в районе железно-дорожного вокзала вплоть до остановки Белая гора, включая меловые обнажения и самой Белой горы, а также лесное урочище и окрестности в районе БКСМ. Кроме того, регистрация видового состава проводилась во время маршрутных экскурсий и изучения гербарного материала кафедры. Здесь имеется в виду сбор материалов во время экспедиций по Ровеньскому, Вейделевскому, Валуйскому, Красненскому, Новооскольскому, Старооскольскому и другим районам области в разное время (2000-2010 гг.). На основе изученных материалов был составлен список видов данного семейства, подтвердивший список А.Г. Еленевского из 62 видов и несколько расширивший его до 78 видов с указанием новых мест встречаемости. В этом случае обязательно стоит ссылка на гербарий БелГУ [7]. Практическое значение устанавливалось по растительным ресурсам СССР [8], отношение к категории редкости по «Красной книге...» [9], географический тип – по А.А. Гроссгейму [10] и флоре европейской части СССР [11], фитоценотические типы – по А.Ф. Колчанову [12]. В списке дается порядковый номер вида, рода, указывается русское и латинское название, место сбора, тип ареала, жизненная форма по Раункиеру, тип фитоценоза и практическое значение (табл. 1).

Ботанико-географический анализ

В Белгородской области из семейства Бобовые распространены 78 видов, относящихся к 23 родам. Из табл. 1 видно, что наибольшими по числу видов являются роды *Astragalus* (13), *Vicia* (12), *Lathyrus* (11) и *Trifolium* (8). Около 43% (10 родов) имеют в своем составе по одному виду, 39% (9 родов) – от двух до пяти видов.

Жизненные формы отражают разнообразие экологических условий, в которых сформировалась конкретная флора. Экологический спектр видов семейства Бобовые во флоре Белгородской области представлен терофитами, гемикриптофитами, нанофанерофитами, макрофанерофитами и двулетниками (табл. 1). Гемикриптофиты составляют 57.8% от общего числа видов, что является характерным для бобовых; терофиты – 23%, нанофанерофиты и двулетники – 9% и 7.7% соответственно, макрофанерофиты – 2.5%.

На основе А.А. Гроссгейма [10] и Флоры европейской части СССР, том 6 [11] и других источников нами были установлены следующие типы ареалов: палеарктический, степной, европейский, адвентивный, европейско-кавказский, кавказский (табл. 2).

Таблица 1

Конспект видового состава семейства Бобовые

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	3	<i>Amorpha fruticosa</i> L. – Аморфа кустарниковая	+	VI – VII. Б: ур. Сосновка. Используется в озеленении и в лесополосах [4,5,7].	Ad 1,5,8, 10	НРН 1-3 м	ЛСБ	Д
2	1	2	<i>Anthyllis vulneraria</i> L. [A. macrocephala Wender., A. polyphylla (DC.) Kit., A. schiwereckii (Ser.) Bock, A. agrepata (Rupr.) Juz.] – Язвенник обыкновенный, или ра- нозаживляющий	+	VI-VII. Б., В., Г., К., Крг., Н., П., Р. [4]; А. (ур. Варваровка), Б. (ур. Харьковская гора), В. (с. Герасимовка), Вд. (ур. Белая гора, с. Са- ловка. ур. Попов рукав), К. (ур. Хмелевое), Кр. (ур. Свистовка), Н. (с. Нечаевка), Рв. (с. Айдар, окр. пос. Ровеньки), Я. (окр. Яковлевского рудника) [7].	Е-С 4, 5, 6	НК 15-50	ЛГБ	К, Л, С, М [8]
3	1	3	<i>Astragalus albicaulis</i> DC. – Астрагал белостебель- ный	+	VI – VII. Обыкновенно [3]; Особо ценный восточноевропейский степной вид [6] А. (ур. Варваровка), В. (с. Нижние Мельницы, с. Борки), Вд. (с. Саловка, ур. Белая гора, Гни- лой Яр), Вл. (х. Евдокимов, с. Нижние Лубян- ки), К. (ур. Хмелевое), Н. (с. Нечаевка), Рв. (окр. пос. Ровеньки, ур. Нагольное), Я. (окр. Яковлевского рудника) [2].	S 5, 6, 7	НК 20-40	СТБ	Пр [8]
4	2	3	<i>A. austriacus</i> Jack. – А. австрийский	+	VI-VII. Обыкновенно [4]; Б. (ур. Меловая го- ра), Ш. (с. Ново-Таволжанка), С. (с. Казацкая слобода), П., Рв. (ур. Калужный яр, окр. пос. Ровеньки, ур. Нагольное) [7].	S 4, 5, 6, 7, 8, 11, 12	НК 10-50	СТБ	Пр, М, К [8]
5	3	3	<i>A. cicer</i> L. – А. нутовый		VI-VII. Обыкновенно [4]; Рв. (пос. Ровеньки) [7].	Е-С 11, 12	НК 20-60	ЛГБ	К, Л [8]
6	4	1	<i>A. cornutus</i> Pall. (<i>A. vimineus</i> Pall.) – А. рогоплодный		VI-VII. Рв. [4]; Рв. (ур. Нагольное) [2].	S 5-8	НРН 30-80	СТА	
7	5	2	<i>A. danicus</i> Retz. – А. датский	+	VI. Б., В., Н., С. [4]; Рв. (ур. Калужный яр, Нагольное, окр. пос. Ровеньки) [7].	P 2-9, 10, 15	НК 10-40	СТБ	К, Л, М, Д [8]
8	6	2	<i>A. dasyanthus</i> Pall. – А. пушистоцвет-ковый	+	VI-VII. Г., Гб. [5, 3]; Вд. (ур. Гнилое, с. Саловка), Кр. (ур. Свистовка) [7, 9].	S 4-5, 11	НК 20-30	СТБ	Л, В П [8]

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9	7	5	<i>A. glaucophyllus</i> L. – А. солодколистный	+	VI-VII. Обыкновенно [4]; Вд. (пос. Вейделев- ка), Ш. (г. Шебекино, биопруд № 1), Рв. (ур. Нагольное) [7].	Р 5, 6, 7	НК 30-120	КОПБ	В, Л, К Д [8]
10	8	1	<i>A. jelinevskii</i> Sytin – А. Еленевского		VI-VII. А. (с. Щербаковка), Рв. (пос. Ровеньки, чабрецовая степь на меловом склоне) [4], а также степные склоны с. Нагольного и ур. Каложного яра) [7].	Е 5	НК 30 – 80	СТА	
11	9	3	<i>A. opobrychis</i> L. (<i>A. borys- tenicus</i> Klok., <i>A. hybridus</i> S. G. gmelinii., <i>A. troizkii</i> Grossh.) – А. эспартец- ный	+	VI-VII. Обыкновенно [4]; Вд. (с. Белый плес), Гб. (ур. Лысье горы), Кр. (окр. с. Староуколо- во), Ш., П., Рв. (окр. пос. Ровеньки, ур. На- гольное) [2].	С 3-5, 6, 7, 8, 11	НК 20-80	СТБ	К, М, Л, Д [8]
12	10	2	<i>A. pubiflorus</i> (Pall.) DC. – А. опушенноцветковый	+	V-VI. К. (ур. Свистовка, ур. Хмелевое) [7, 9].	С	НК 10-25	СТА	Л Пр [8]
13	11	2	<i>A. sulcatus</i> L. – А. бороздчатый	+	VI-VII. Вд., Вл., Рв. (с. Нагольное, ур. Лысая гора) [7].	С 4-9, 11	НК 30-80	ЛГБ	К, Л
14	12	2	<i>A. ussainicus</i> M. Pop. □ Klok. (<i>A. subuliformis</i> DC.) – А. украинский	+	VI-VII. Рв. (пос. Ровеньки, ур. Каложный яр, правый берег Айдара) [4, 7].	С 4, 5	НК 15-28	МОБ	К [8]
15	13	3	<i>A. varius</i> S. G. Gmel. (<i>A. virgatus</i> Pall.) – А. прутьевидный или изменчивый	+	VI-VII. Б.: правый берег р. Везелки, на песча- ной поляне [7]; В., Вд., Вл., Гб., Н., Ч., Ш. [4].	С 5, 8	НК 30-50	ПСМ	К [8]
16	1	5	<i>Saragana arborescens</i> Lam. (<i>C. fruticosa</i> (Pall.) Kom.) – Караганник дре- вовидный, или Желтая акация	+	V-VI. Широко используется в озеленении, в лесополосах. Во всех районах [5,7].	С 5, 7-10, 15	НРН 200-700	ЛСБ	Д, М, В, Дб, Ж, Л, К [8]
17	2	3	<i>C. frutex</i> (L.) C. Koch. (<i>C. frutescens</i> (Pall.) DC. – К. кустарниковый	+	V-VI. А., В., Вл., Н., С., Ш., Вд. (ур. Гнилое, пос. Вейделевка, Белая гора), Гб. (с. Сергиев- ка, ур. Лысье горы), К. (с. Афанасово, южный склон балки), Ч. (с. Холки), Рв. (с. Нагольное) [4,7].	С 4-9	НРН 50-200	КОПБ	Пр, ВЛ, Др, М, К, Д [8]

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
18	1	3	<i>Chamaecytisus austriacus</i> (L.) Link [<i>Cytisus austriacus</i> L., <i>Cytisus litwinowii</i> V. Krecz] – Ракитник австрийский	+	V-VI., иногда повторно VII-VIII. Обыкновенно [5,7]; А., В., Вд., Вл., К., Кр., Н., Рв., Я., Г. (с. Раскошное) [7].	S 4-6, 11	NPH 50-100	МОБ	Д, Дб [8]
19	2	5	<i>Ch. ruthenicus</i> (Fisch. ex Woiosz) Klaskova [<i>Ch. lindemannii</i> (V. Krecz.) Klaskova, <i>C. ruthenicus</i> Fisch. ex Bess, <i>Ch. boristenicus</i> Gruner, <i>C. zingeri</i> (Nenuk.) V. Krecz] – Р. русский	+	V-VI. В., Вд., Г., Гб. [3]; А., Б., Бр., В., Вл., К., Кр., Н., Рв., Я., Ш. (с. Ново-Таволжанка) [7].	S 4-7	NPH 60-200	ПСМ	Пр, В, Л, М, Д, Я [8]
20	1	2	<i>Chrysaspis aurea</i> (Poll.) Greene (<i>Trifolium aureum</i> Poll., <i>T. agrarium</i> L., <i>T. strepens</i> Crantz.) – Златотопитник золотистый	+	V-VII. По лугам, лесным полянам, залежам, вдоль лесных дорог, преимущественно на песчаных почвах [3]. А., Гб., Крг., Н., Ш. [4]. Б.: ур. Пескарьер [7].	P 2-7, 10-12	T 15-40	ЛГБ	К [8]
21	2	2	<i>Ch. campestris</i> (Schreb.) Desv. (<i>Ch. campestre</i> Schreb., <i>T. agrarium</i> L.) – З. равнинный	+	VI. По лугам, вдоль лесных дорог, иногда на залежах, преимущественно на песчаной почве [5]. Б.: ур. Пескарьер [7], В., Г., Гб., Р. [4].	E 2-6, 8, 10-13	T 8-30	ЛГБ	К [8]
22	3	4	<i>Ch. dubia</i> (Sibth.) Desv [<i>Trifolium dubium</i> Sibth.] – З. сомнительный	+	VI. По сухим лугам, сбитым пескам, иногда на полях [5], Б.: ур. Соломино [7].	E 2-5, 11	T 10-50	ЛГА	К [8]
23	4	2	<i>Ch. spadicosa</i> (L.) Greene [<i>Trifolium spadicum</i> L.] – З. темноцветный	+	VI-VII. По сырым лугам, лесным полянам, светлым лесам [5], Вд.: ур. Попов рукав, В.: окр. с. Герасимовка [7].	P 2-4, 5, 9-12	T 23-40	ЛГБ	К [8]
24	1	5	<i>Coronilla varia</i> L. [<i>Securigera varia</i> (L.) Lassen] – Вязель разноцветный	+	V-VI. Обыкновенно [5]; Вд. (пос. Вейделевка, ур. Белая гора, с. Малакеево), К. (ур. Хмелевое), Ш. (ур. Бекароковский бор), Рв. (окр. пос. Ровеньки) [7].	P 2*, 3*, 4, 5- 8, 11-13	НК 30-100	СТБ	Л, В, Дб, Э Я [8]
25	1	1	<i>Galega orientalis</i> Lam. – <i>Galega восточная</i>		VI-VII. У дорог, по окраинам полей, у жилья, выращивается как силосное и медоносное [5]. Б. (ур. Дальние сады) [7].	C 6	НК 40-60	САНА	Дб, В, Ж, П, Я [8]

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
26	1	5	<i>Genista tanaitica</i> P. Smitt. – Дрок донской		VI-VII. На меловых обнажениях Рв. (с. Нагольное, ур. Калужный яр, Лысая гора). [7, 9]	S	НРН 20-50	МОА	
27	2	4	<i>Genista tinctoria</i> L. – Дрок красильный	+	V-VII. Обыкновенно [4]; Вд. (пос. Вейделевка, ур. Белая гора), Рв. (правый берег Айдара, с. Нагольное, ур. Калужный яр), Ш. (с. Ново-Таволжанка) [7].	P 2-7	НРН 30-170	ЛСБ	В, Дб, Э, Л, Я [8]
28	1	3	<i>Hedysarum grandiflorum</i> Pall. – Копеечник крупноцветковый	+	V-VII. Н., П., Рв. [4, 7]; А. (ур. Варваровка), В. (с. Борки, с. Нижние Мельницы, с. Герасимовка), Вд. (с. Саловка, ур. Белая гора), Вл. (с. Нижние Лубянки), К. (ур. Хмелевое), Кр. (ур. Свистовка) [7, 9].	S 5, 11	НК 10-40	МОА	Пр, Л [8]
29	2	3	<i>H. ussaienicum</i> Kaschm. – К. украинский	+	VI-VIII. Рв. (с. Нагольное, ур. Калужный яр, окр. пос. Ровеньки) [7, 9].	S 5, 11	НК 10-35	МОА	Пр Л [8]
30	1	3	<i>Lathyrus lacteus</i> (Bieb.) O.D. Wissjulina (<i>Orobis lacteus</i> Bieb., <i>Lathyrus raphanolicus</i> auct. p.p.) – Чина молочно-белая	+	V-VI. Вд. (ур. Гнилой яр., Попов рукав) [7].	S 5, 6, 11	НК 20-50	СТА	К[8]
31	2	2	<i>L. niger</i> (L.) Bernh. [<i>Orobis niger</i> L.] – Ч. черная	+	VI-VII. В., Г., П., Р. [4]; Б. (ур. Сосновка) [7].	E 2-6, 11	НК 30-90	ЛСБ	М, Л [8]
32	3	2	<i>L. pallescens</i> (Bieb.) C. Koch. [<i>Orobis capescens</i> auct., non L. fil.] – Ч. бледноватая	+	VI-VII. По стенам, опушкам, на косогорах, иногда как заносное у дорог [5]. Ш. (с. Ново-Таволжанка), Вд. (пос. Вейделевка, ур. Гнилой яр). [7].	S 4-6, 11	НК 15-60	СТБ	К[8]
33	4	2	<i>L. palustris</i> L. – Ч. болотная	+	VI-VII. В., Г., П. [4]. Рв. (окр. пос. Ровеньки), Ш. (с. Ново-Таволжанка) [7].	P 2-12, 14	НК 30-110	ЛГБ	К, Я [8]
34	5	3	<i>L. pisiformis</i> L. – Ч. гороховидная	+	VI-VII. В., Гб., П., Ш. [4]; Б. (окр. БКСМ в Белгороде, ур. Харьковская гора, Сосновка), В. (с. Принцевка), Вд. (ур. Попов рукав), К. (ур. Хмелевое), Кр. (ур. Свистовка), Рв. (ур. Калужный яр) [7].	P 4-9, 14	НК 20-100	ЛСБ	К, Л, М [8]
35	6	4	<i>L. pratensis</i> L. – Ч. луговая	+	VI-VII. Нередко – А., Б., Гб., К., Крг., П., Я. [5]; Б. (ур. Харьковская гора, Соломино), К. (с. Хмелевое), Кр. (с. Староуково, ур. Свистовка) [7].	P 2-13, 15, 16, 17, 20	НК 30-100	ЛГА	К, В, Л, П, Д [8]

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
36	7	5	<i>L. sativus</i> L. – Ч. посевная	+	VI-VII. На полях, залежах, по сорным местам, у дорог. В большинстве районов [7].	Ad 1, 2, 4, 6	Т 30-90	САНА	Л, Д, Я [8]
37	8	3	<i>L. sylvestris</i> L. – Ч. лесная	+	VI-VII. По лесным опушкам, полянам, оврагам, среди кустарников, у дорог. [22]. Нередко – Г., Гб., Н., С., Ш., Я. [4]. Б.: ур. Соломино [7].	Е 2-6, 11, 12	НК 90-180	ЛСБ	К, Л, М, Д [8]
38	9	3	<i>L. tuberosus</i> L. – Ч. клубненосная	+	VI-VII. По лугово-степным склонам, на каменистых участках, иногда по залежам, как заносное растение на ж.-д. насыпях, у дорог [5]. Нередко. А., Б. (лесное урочище в окр. БКСМ) [7], В., Вл., Гб., Н., П., Ш., Я. [4].	Р 4-8, 11	НК 30-60	САНБ	К, С, В, Л, П, М, Д [8]
39	10	1	<i>L. venetus</i> (Mill.) Wohlf. [<i>Orobis venetus</i> Mill.] – Ч. синеватая		IV-V. По широколиственным и смешанным лесам, полям. Обыкновенно [4]; Б.: ур. Соломино [7].	Е 4, 5, 11, 12	НК 15-25	ЛСА	К[8]
40	11	5	<i>L. vernus</i> (L.) Bernh. [<i>Orobis vernus</i> L.] – Ч. весенняя	+	IV-V. По широколиственным и смешанным лесам, полям. Обыкновенно [4]; во всех районах [7].	Р 2-9, 11, 12	НК 20-40	ЛСА	Д, Л, М, К [8]
41	1	1	<i>Lotus angustissimus</i> L. (<i>L. praetermissus</i> Kuprian.) – Лядвенец узкий		V-IX. По сырым, низинным, нередко слабозасоленным лугам, обычно на песчаной почве, а также по балкам, опушкам сухих лесов; как заносное на заброшенных полях и по ж.-д [5].	Е-С 5, 6	Т 10-30	БЛА	
42	2	5	<i>L. corniculatus</i> L. – Л. рогатый	+	VI-IX. Обыкновенно [4]; Вд. (окр. с. Саловка), Г., Ш. (с. Ново-Таволжанка, широколиственный лес), Рв. (пос. Ровеньки – лесная поляна) [7].	Е 2-5	НК 15-60	ЛГА	П, К, М, Д [8]
43	1	4	<i>Lupinus polyphyllus</i> Lindl. – Люпин многолистный		VI-VIII. Как силосное и декоративное р. Местами одичал и встречается по залежам, основным лесам, у дорог. [4]. Я. (х. Жданов, поля) [7].	Ad 1, 5	НК 50-150	САНА	К, Д [8]
44	1	5	<i>Medicago falcata</i> L. (М. borealis Grsh., М. botanica Prod.) – Люцерна серповидная	+	VI-IX. Б, Вд., Гб., Кр. (обочина дороги), Ш. (с. Ново-Таволжанка, дорога), Ч. (луг, дорога, выгоны), П., Рв. (с. Нижняя Серебрянка [7].	Р 3-11, 14, 15, 20	НК 40-100	СТА	С, В, Л, П, М [8]
45	2	4	<i>M. lupulina</i> L. – Л. хмелевая	+	V-IX. Вд., К. (с. Афанасово, правый берег реки Короча), Ш., С. [7].	Р 1*, 29, 17	Т 8-50	ПСМ	К, В, Кр [8]

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
46	3	5	<i>M. sativa</i> L. – Л. посевная	+	VI-IX. К. (с. Афанасово, обочина полевой дороги), Ш. (с. Ново-Таволжанка) [7].	Ad 2-8, 10-15	НК 30-90	САНА	К, М, П [8]
47	1	5	<i>Melilotus albus</i> (L.) Medik. – Донник белый	+	VI-IX. Обыкновенно [4]; Б. (ур. Сосновка), Вд. (луг, опушка леса), С. (с. Незнамово), Рв. (окр. пос. Ровеньки) [7].	Р 2-12	Дв. 30-150	СТА	А, К, Л, М [8]
48	2	2	<i>M. dentatus</i> (Waldst. Kit.) Pers. – Д. зубчатый		VII-VIII. Рв.: с. Нижняя Серебрянка, заливной луг [7].	Р 3-11	Дв. 30-90	ЛГА	К, С [8]
49	3	5	<i>M. officinalis</i> (L.) Pall. – Д. лекарственный	+	VI-IX. Обыкновенно [5]; Б. (ур. Сосновка), Вд. (х. Волчий, степь), К. (с. Афанасово), Ш. (с. Зиборова) [7].	Р 3-9, 11-16	Дв. 50-100	СТА	А, Л, М, К [8]
50	4	3	<i>M. wolgicus</i> Poit. – Д. волжский		VII-IX. В степях, на солонцах и солонцеватых лугах, на отмелях, на сорных местах [5], Вд.: ур. Попов рукав [7].	С 5*, 6, 7, 8	Дв. 30-90	СТА	Л, С [8]
51	1	5	<i>Onobrychis arenaria</i> (Kit.) DC. – Эспарцет песчаный	+	VI-VII. Обыкновенно [5]; Б. (ур. Соломино), Г. (пос. Троицкий), К. Ш. (окр. с. Н-Таволжанка), Ч. (пос. Чернянка), П., Рв. (пос. Ровеньки) [7].	С 4-9, 11, 12	НК 30-80	СТА	К, М, Ж [8]
52	2	5	<i>O. visicifolia</i> Scop. – Э. ви-колистный, или посев-ной	+	Еленевским А.Г. рассматр. как синоним <i>O. arenaria</i> . [4] Б.: ур. Липки [7].	Ad 4, 5, 11	НК 30-60	САНА	К, В, М [8]
53	1	3	<i>Ononis repens</i> L. [<i>O. arvensis</i> L., <i>O. campestris</i> Koch., <i>O. hircina</i> Jacq., <i>O. intermedia</i> C.A. Mey. ex Roux, <i>O. spinosa</i> L.] – Стальник ползучий	+	VI-VIII. Нечасто – Вд., Г., Гб., Ш. [5]; Б. (болото ур. Липки), В. (санаторий Красная поляна), П. (х. Гремячий) [7].	Р 2, 4, 5, 7, 9, 11-13	НК 30-80	ЛГБ	Л [8]
54	1	5	<i>Oxytropis pilosa</i> (L.) DC. – Остролодочник воло-систый	+	V-VII. Обыкновенно [5]; Б., Вд. (пос. Вейде-левка), К. (окр. с. Староуколово), Ч. (с. Вели-комихайловка), Рв. (пос. Ровеньки) [7].	Р 4, 5-11, 12, 15	НК 15-40	СТБ	Л, М, Д, Я [8]
55	1	5	<i>Pisum sativum</i> L. – Горох посевной	+	VI-VIII. Во всех районах [7].	Ad 1*, 11	Т 100	САНА	К, С [8]
56	1	5	<i>Robinia pseudoacacia</i> L. – Робиния лжеакация, Бе-лая акация	+	V-VI. Обыкновенно [5]; Б., Вд., Г., К. (с. Афа-насово, южный склон балки), Ш. [7].	Ad 1, 5, 6, 8, 10	МРН 20-35	САНА	Л [8]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Продолжение табл. 1

57	2	2	<i>R. viscosa</i> Vent. – Р. клейкая	+	Отмечено дичание [5]. Б.: с. Соломино, около домов [7].	Ad	МРН	САНА	Д[8]
58	1	5	<i>Trifolium alpestre</i> L. – Клевер альпийский	+	VI-VII. Нередко – В., Г., Гб., Крг., Р., Ш., Я. [4]; А., Б., Вд., Вл., К., Кр., Н., Рв. [7].	Е-С 3-6, 12	НК 15-75	ЛГБ	К, М [8]
59	2	5	<i>T. arvense</i> L. – К. пашен- ный, или Котики	+	V-VII. Обыкновенно [3]; Б. (с. Долбино, ур. Харьковская гора, ур. Сосновка), Вд. (ур. Маяки), К., Ш. [2].	Р 9*, 10*, 11-13	Т 5-30	ЛГБ	К, Дб, В, Л [8]
60	3	4	<i>T. fragiferum</i> L. [<i>Amoria fragifera</i> (L.) Rosk.] – К. земляничный	+	VI-VII. Во всех районах [4], Б. (ур. Сосновка) [7].	Р 2-8, 11, 14	НК 8-20	ЛГА	К, Л, М [8]
61	4	3	<i>T. hybridum</i> L. [А. <i>hybrida</i> (L.) C. Presl., <i>Trifolium elegans</i> Savi] – К. гибридный	+	VI-VII. А., Г., К., Крг., Н., П., Ш., Я. [4]; А. (ур. Варваровка), Б. (ур. Сосновка), В. (с. Нижние Мельницы), Вд. (ур. Попов ру- кав), Кр. (ур. Свистовка), Я. (окр. Яковлевского рудника) [7].	Р 2-7, 8*, 9-12	НК 30-60	ЛГА	К, Э, Л, П, М, Д [8]
62	5	4	<i>T. medium</i> L. – К. сред- ний	+	V-VII. Обыкновенно [4]; Б. (с. Зелёная поля- на, с. Пушкарное, луг, с. Большие Кульбаки), К. (с. Афанасово, широколиственный лес), Рв. (с. Айдар) [7].	Р 2-7, 9, 10*, 11, 12, 13	НК 5-65	ЛГА	Ж, Д, К, Л, М [8]
63	6	3	<i>T. montanum</i> L. [А. <i>montana</i> (L.) Sojak] – К. горный	+	VI-VII. Обыкновенно [4]; Б. (парк), Вд., Г. (пос. Троицкий, склон горы), Ш. (с. Ново- Таволжанка), Ч. (пос. Чернянка) [7].	Р 2, 3-9, 10*, 11	НК 15-60	ЛГА	К, Ж, Л, М [8]
64	7	5	<i>T. pratense</i> L. (<i>T. ussuri- cum</i> Opperm. ex Wissjul.) – К. луговой	+	V-VIII. Обыкновенно [4]; Б. (ур. Липки, мок- рый луг), Г. (г. Губкин, левый берег реки Ос- колец, луг), Ш. (с. Ново-Таволжанка), Ч. (с. Лубяное), Рв. (окр. пос. Ровеньки, на полях и опушках, с. Айдар) [7].	Р 2-13	Дв. 15-60	ЛГА	А, М, К, Э, Дб, В, Л [8]
65	8	5	<i>T. repens</i> L. [<i>Amoria repens</i> (L.) C. Presl.] – К. ползучий	+	VI-VIII. Вд., Г., Гб., К., П., Р., С., Ш., Я. [4]; А. (ур. Варваровка), Б. (окр. БКСМ.), В. (с. Ниж- ние Мельницы), Вд. (с. Саловка), К. (окр. г. Корочи), Кр. (ур. Свистовка), Н. (с. Нецаевка), Рв. (с. Айдар, окр. пос. Ро- веньки), Я. (окр. Яковлевского рудника) [7].	Р 2-9, 10, 11, 13-18	НК 8-25	ЛГА	В, Д, К, М, П, В, Э, Ж Л [8]
66	1	2	<i>Trigonella saerulea</i> (L.) Ser. – Пажитник голубой		VI-VIII. По солонцеватым лугам [4]. Рв. : окр. с. Нижняя Серебрянка [7].	Е-С 5, 6, 10*	Т 30-60	САНА	П, А, Л [8]
67	1	2	<i>Vicia angustifolia</i> Rei- chard [V. sativa, V. sativa Ehrh.] – Горошек узколи- стный		VI-VIII. Нечасто – Гб., Крг., Ш. (гибриды) [4]; Вд. (пос. Вейделевка; ур. Белая гора) [7, 5].	Е-С 2-8, 11-13	Т 10-60	САНА	К, М, Я [8]

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
68	2	3	<i>V. cassubica</i> L. – Г. кашубский		VI-VII. По светлым дубравам и сосновым лесам, полянам, на опушках [4]. Б.: ур. Соломино [7].	Е-С 2-6, 12	НК 30-80	ЛСА	К.[8]
69	3	5	<i>V. cracca</i> L. – Г. мышиный	+	VI-VIII. Обыкновенно [4]; К. (с. Афанасово), Ш. (с. Ново-Таволжанка), Ч. (пос. Чернянка), Рв. (окр. пос. Ровеньки, с. Нижняя Серебрянка) [7].	Р 2-12	НК 30-120	ЛГА	К, В, Кр П, М [8]
70	4	5	<i>V. faba</i> L. (<i>F. vulgaris</i> Moench) – Русские, или Конские бобы	+	VI. Культивируется как пищевое, реже как кормовое, сорное растение [5], Я. (х. Жданов, на полях) [7].	Ad	Т 40-100	САНА	П, К[4]
71	5	3	<i>V. hirsuta</i> (L.) S. F. Gray (<i>Ervum hirsutum</i> L.) – Г. волосистоплодный (Вика волосистоплодная)	+	V-VII. Нередко – Г., Крг., Н., П., Р., С., Ч. [4]; К. (с. Афанасово, широколиственный лес), Рв. (окр. пос. Ровеньки) [7, 4].	Р 2-5, 9-13, 16-20	Т 20-60	ЛГА	С[8]
72	6	3	<i>V. pisiformis</i> L. – Г. гороховидный	+	VI-VII. Обыкновенно [4]; К. (с. Афанасово, лес), Рв. (окр. пос. Ровеньки) [7].	Е-С 2-6	НК 90-200	ЛСА	К[8]
73	7	5	<i>V. sativa</i> L. – Г. посевной, Вика	+	VI-VII. Культивируется, нередко [4]; Кр. (окр. с. Староуколово) [7].	Ad 2-12	Т 30-90	САНА	П, В, Л, Я [8]
74	8	5	<i>V. serpium</i> L. – Г. заборный (Вика заборная)	+	VI-VIII. Обыкновенно [4]; во всех районах [7].	Р 5-10*, 15, 16	Т 30-60	ЛГА	Д, В, Л, М [8]
75	9	2	<i>V. sylvatica</i> L. – Г. лесной		VI-VII. По лесам, на опушках, среди кустарников, по оврагам [5], Б. ур. Соломино [7].	Р 2-9, 11	НК 90-150	ЛСА	К, Кр [8]
76	10	3	<i>V. tenuifolia</i> Roth. – Г. тонколиственный (Вика тонколистная)		V-VI. Обыкновенно [4]; Б.: ур. Липки [7].	Р 2-11, 12	НК 30-100	СТА	К, В, П, М [5]
77	11	2	<i>V. tetrasperma</i> (L.) Schreb. (<i>Ervum tetrasperum</i> L.) – Г. четырехсемянный (Вика четырехсемянная)		V-VII. Нечасто – Крг., Р. [4]; На сухих пойменных гривах, песчаных суходолах, залежах, обочинах дорог и в полях [5], Ш. (ур. Бекаряковский бор). [7].	Р 2-9, 10*, 11-13	Т 15-60	ЛГА	С[8]
78	12	2	<i>V. villosa</i> Roth. – Г. мохнатый (Вика мохнатая)	+	VI-VIII. Нередко – А., Б., В., Крг., Р., Ш., Я. [4], Ш. (ур. Бекаряковский бор) [7].	Р 2-8, 10*, 11-13	Т, Дв. 30-100	ЛГА	С, В [8]



Условные обозначения: **Графа 1** – номер по порядку. **Графа 2** – порядковый номер в пределах рода. **Графа 3** – встречаемость: 5 – растение обычное (коэффициент встречаемости (КВ – 81-100%), 4 – частое (КВ – 61-80%), 3 – нередкое (КВ – 41-60%), 2 – редкое (КВ – 21-40%), 1 – очень редкое (КВ – 1-2%), 0 – неуловимое (КВ – < 1%). **Графа 4** – латинское и русское название вида. **Графа 5** – наличие в гербарии. **Графа 6** – распространение в Белгородской области: Белгородская область (Б.о.), Районы: Алексеевский (А.), Белгородский (Б.), Борисовский (Бр.), Валуйский (В.), Вейделевский (Вд.), Волоконовский (Вл.), Грайворонский (Г.), Губкинский (Гб.), Ивнянский (И.), Корочанский (К.), Красненский (Кр.), Краснояружский (Кра.), Красногвардейский (Крг.), Новооскольский (Н.), Прохоровский (П.), Ракитянский (Р.), Ровеньской (Рв.), Старооскольский (С.), Чернянский (Ч.), Шебекинский (Ш.), Яковлевский (Я.). **Графа 7** – географический тип ареала: Ад – адвентивный, Е – европейский, Е-С – европейско-кавказский, Н – голарктический, Р – палеарктический, R – древний, S – степной, X – ксероморфный; 1 – Северная Америка, 2 – Скандинавия, 3 – Атлантическая Европа, 4 – Средняя Европа, 5 – Восточная Европа, 6 – Кавказ, 7 – Западная Сибирь, 8 – Средняя Азия, 9 – Восточная Сибирь, 10 – Дальний Восток, 11 – Средиземье, 12 – Малая Азия, 13 – Иран, 14 – Джунгаро-Кашган, 15 – Монголия, 16 – Индо-Гималаи, 17 – Японо-Китай, 18 – Кавказ, 19 – Австралия, 20 – Африка. * – в графе 7 означает заносной характер, о – одичалый вид. **Графа 8** – жизненная форма: НК – гемикриптофиты, Т – терофиты, Дв. – двулетники, НРН – нанофанерофиты, МРН – макрофанерофиты. **Графа 9** – фитоценотический тип (А – верные, Б – неверные): СТА, СТБ – степные местообитания; ЛГА, ЛГБ – луговые; ЛСА, ЛСБ – лесные; КОПА, КОПБ – виды опушек, кустарников и полей; БЛА, БЛБ – водно-болотные и прибрежные виды; МОА, МОБ – виды меловых обнажений; САНА, САНБ – синантропные виды; ПСМ – виды песчаных местообитаний. **Графа 10** – практическое использование: А – ароматические, В – витаминные, Д – декоративные, Дб – дубильные, Др – древесинные, Ж – жиромасличные, К – кормовые, Кр – кровоостанавливающие, Л – лекарственные, М – медоносы, П – пищевые, Пр – природоохранные, С – сорные, Э – эфирноносные, Я – ядовитые.

Таблица 2

Географический спектр видов сем. Fabaceae Белгородской области

№	Тип ареала	Число видов	% видов
1	Степной	20	25.6
2	Европейско – кавказский	9	11.5
3	Адвентивный	10	12.8
4	Палеарктический	31	39.8
5	Европейский	7	9.0
6	Кавказский	1	1.3

Как видно из таблицы 2, наиболее распространены в Белгородской области палеарктические виды бобовых – их 39.8% и степные – 25.6%. Кроме них в достаточном количестве встречаются адвентивные (12.8%), европейско-кавказские (11.5%), европейские (9%) и кавказские (1.3%) виды.

Растительный покров Белгородской области отражает черты южной лесостепи, представленной зональной и интразональной типами растительности. К зональным типам растительности относятся широколиственные леса (в основном плакорные дубравы) – 19.9% и степи 17.6%. Интразональная растительность представлена болотами и прибрежными сообществами – 15.5%, суходольными и пойменными лугами – 21.6%, а также кальцефитной растительностью на меловых холмах и склонах коренных берегов рек и балок – 7.2%, кустарниками и опушками – 3.15% и синантропными видами – 14.96%. В целом по характеру растительности территорию Белгородской области можно разделить на две части: северо-западную лесостепную (3/4) и юго-восточную степную (1/4). Леса занимают около 390 тыс. га, что составляет около 12% всей территории. Степи в настоящее время практически полностью замещены сельскохозяйственными угодьями и сохранились только в местах недоступных для распашки и выпаса скота (склоны балок, высокие берега рек) и на особо охраняемых природных территориях [13].

Анализ приведенного выше конспекта показал, что бобовые относятся к 8 характерным для Белгородской области фитоценозам: лесным, луговым, степным, ви-

дам водно-болотных и прибрежных сообществ, кустарников и опушек, меловых обнажений, видам песчаных склонов и синантропным. Характерными представителями луговой группы растений можно назвать *Anthyllis vulneraria* L., *Astragalus cicer* L., *A. sulcatus* L., *Chrysaspis aurea*.

В целом по области они составляют около 32% (25 видов) от общего числа бобовых, что превышает показатели по другим фитоценозам. Причем 60% из них продолжают встречаться в естественных местообитаниях, остальные же устойчиво перешли на вторичные местообитания.

Степные виды, а их чуть меньше, чем луговых (18 видов, 23,1%), можно разделить на две группы. Большинство видов (около 10) (*Astragalus cornutus* Pall., *A. jelinevskyi* Sytin, *A. pubiflorus* (Pall.) DC., *Lathyrus lacteus* (Bieb.) O.D.Wissjulina, *Medicago falcata* L.) селятся в луговых степях; другие (*Astragalus albicaulis* DC., *Astragalus austriacus* Jack., *A. danicus* Retz.,) встречаются кроме степей, на мелах и каменистых склонах.

Синантропных видов насчитывается 16,7% (13 видов). Это, например, *Galega orientalis* Lam., *Lathyrus sativus* L., *Vicia angustifolia* Reichard.

Видов, приуроченных к лесным фитоценозам в области 12 (15,4%). При этом, в широколиственных и сосновых лесах произрастают *Lathyrus venetus* (Mill.) Wohlf., *Vicia cassubica* L., *Amorpha fruticosa*, *Caragana arborescens* Lam., *Genista tinctoria* L., *Lathyrus niger* (L.) Bernh.), *L. Vernus* и др..

Видов меловых обнажений около 5% (4 вида). К ним можно отнести *Hedysarum grandiflorum* Pall., *H. ucrainicum* Kaschm., *Astragalus ucrainius* M. Pop. & Klok., *Chamaecytisus austriacus* (L.) Link.

Немного в области и видов, произрастающих на песчаных склонах – 3 вида, что составляет 3,8% от всех занесенных в конспект. Здесь можно назвать: *Astragalus varius* S. G. Gmel., *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Wołosz) Klaskova, *Medicago lupulina* L.

Виды кустарников и опушек составляют 2,6%, представленные семью видами: *Astragalus glycyphyllos* L., *Caragana frutex* (L.) C. Koch. и др.

Видов водно-болотных и прибрежных сообществ только 1 вид (*Lotus angustissimus* L.), составляет 1,3% от общего числа видов семейства.

В табл. 3 представлен фитоценотический спектр видов семейства Fabaceae, произрастающих на территории Белгородской области.

Таблица 3

Фитоценотический спектр видов сем. Бобовые в Белгородской области

Тип фитоценоза	Виды		Верные виды		Неверные виды	
	Кол-во	% от общего числа	Кол-во верных видов «А»	% от общего числа видов фитоценоза	Кол-во неверных видов «Б»	% от общего числа видов фитоценоза
Луговые виды (ЛГА-ЛГБ)	25	32	15	60	10	40
Степные виды (СТА-СТБ)	18	23.1	10	55.5	8	45.5
Синантропные виды (САНА-САНБ)	13	16.7	12	92	1	8
Лесные виды (ЛСА-ЛСБ)	12	15.4	6	50	6	50
Виды меловых обнажений (МОА-МОБ)	4	5.1	2	50	2	50
Виды песков (ПСМ)	3	3.8				
Виды кустарников и опушек (КОПА-КОПБ)	2	2.6	0	0	2	100
Виды водно-болотных и прибрежных сообществ (БЛА-БЛБ)	1	1.3	1	100	0	0



В настоящее время, для более, чем для 110 видов бобовых, установлено практическое значение в деятельности человека. Можно выделить следующие направления их использования: растения, применяющиеся в лекарственных целях, медоносы, тех-

Таблица 4
Практическое использование видов семейства Fabaceae

№	Направление использования	Число видов
1	Лекарственные	41
2	Медоносы	38
3	Кормовые	54
4	Пищевые	13
5	Сорные	9
6	Декоративные	22
7	Природоохранные	8
8	Жиромасличные	6
9	Эфиросные	5
10	Ядовитые	9
11	Дубильные	6
12	Древесинные	1
13	Витаминные	21
14	Ароматические	5
15	Кровоостанавливающие	3

Таблица 5
Аспект встречаемости видов бобовых во флоре Белгородской области

Коэффициент встречаемости	Число видов	% от общего числа
0 (неуловимое)	1	1.28
1 (очень редкое)	5	6.41
2 (редкое)	19	24.35
3 (нередкое)	22	28.20
4 (частое)	7	8.97
5 (обыкновенное)	24	30.76

нические, декоративные, кормовые, пищевые, сорные, ароматические, жиромасличные, эфиросные, ядовитые (табл. 4). По встречаемости Fabaceae распределяются как указано в таблице 5.

Из табл. 5 видно, что большая половина бобовых (46%) это обычно или нередко встречающиеся виды, участвующие в ос-

новных типах фитоценозов. К нулевой или очень редко встречающимся видам относится всего 6 видов, совпадающих с видами, занесенными в Красную книгу Белгородской области (*Gennista tanaitica*, *Hedysarum grandiflorum*, *H. ucrainicum*, *Astragalus rubiflorus*, *A. dasyanthus*). Красная книга Белгородской области, вероятно, должна пополниться за счет категории редко встречающихся видов.

Заключение

В представленной статье был дан ботанико-географический анализ семейства Fabaceae во флоре Белгородской области.

Систематический анализ семейства показал, что в настоящее время из всего видового состава флоры Белгородской области виды этого семейства составляют около 12%. Наиболее многочисленными видами являются *Astragalus* (13), *Vicia* (12), *Lathyrus* (11) и *Trifolium* (9).

Фитоценотический, географический и экологический анализ позволил определить спектр фитосоциологических групп в семействе и сопоставить их долевое участие в формировании структуры флоры бобовых. В процессе работы были выделены следующие фитосоциологические группы: степные, луговые, лесные, водно-болотные и прибрежные сообщества, сообщества опушек, полей и зарослей кустарников, а также меловых обнажений и нарушенных (синантропных) местообитаний.

Видовой состав семейства Fabaceae представлен 6 географическими типами. Большая часть приходится на палеарктический, степной и адвентивный типы, которые в сумме составляют более 60%. Процент кавказского типа самый малый (1%). Промежуточное положение имеют европейский и европейско-кавказский.

Экологический спектр семейства Fabaceae во флоре Белгородской области представлен пятью жизненными формами: терофиты (18 видов), гемикриптофиты (45 видов), нанофанерофиты (7 видов), двулетние травянистые растения (6 видов) и макрофанерофиты (2 вида).

В утилитарном плане было выделено 15 направлений использования растений семейства Fabaceae. Основу составляют лекарственные растения (41 вид), медоносы (38), кормовые (54), пищевые (13), сорные (9), декоративные (22), витаминные (21), природоохранные (8), ядовитые (9), жиромасличные (6) и другие:

эфироносные, ароматические, дубильные, кровоостанавливающие, древесинные, число которых меньше пяти.

Таким образом, комплексный ботанико-географический анализ семейства Бобовые является важным направлением исследования биоразнообразия флоры Белгородской области, дающим ценную информацию как теоретического содержания, так и в плане разумного практического использования растительных ресурсов.

Список литературы

1. П.Ф.Маевский. Флора средней полосы европейской части СССР. Восьмое исправленное и дополненное издание / Под общ. ред. чл.-корр. АН СССР Б.К. Шишкина. – М.; Л.: Гос. изд. с.-х. лит.-ры, 1954. – 912 с.
2. П.Ф.Маевский. Флора средней полосы европейской части СССР. Девятое исправленное и дополненное издание / Под общ. ред. члена – корреспондента АН СССР Б.К. Шишкина. – Л.: Изд-во «Колос», 1964. – 878 с.
3. Yakovlev G.P. Sytin A.K., Roskov Yu.R. Legumens of northern Eurasia a checklist. – Published by Royal Botanic Gardens Kew, 1996. – 724 p.
4. Еленевский А.Г., Радыгина В.И., Чаадаева Н.Н. Растения Белгородской области (Конспект флоры). – М., 2004. – 120 с.
5. Маевский П. Ф. Флора средней полосы европейской части России. – М.: Тов-во науч. изд. КМК; 2006. – 600 с.
6. Лазарев А.В., Колчанов А.Ф., Колчанов Р.А. Учебно-полевая практика по ботанике. – Белгород, 2008. – 80 с.
7. Гербарий Белгородского государственного университета. 1968–2011 гг.
8. Растительные ресурсы СССР: цветковые растения, их химический состав, использование; Семейства Hydrangeaceae – Haloragaceae. – Л.: Наука, 1987. – 326 с.
9. Красная книга Белгородской области. Редкие и исчезающие растения, грибы, лишайники и животные. Официальное издание / Общ. науч. ред. А.В. Присный. – Белгород, 2004. – 532 с.
10. Гроссгейм А.А. Анализ флоры Кавказа // Тр. Бот. ин-та Азерб. фил. АН СССР. – Баку, 1936. Т 1, 260 с.
11. Флора европейской части СССР, том VI / Коллектив авторов. Отв. ред. А.А. Федоров, редактор тома Н.Н. Цвелев. – Л.: Наука, 1987. – 254 с.
12. Колчанов А.Ф., Колчанов Р.А. Основные типы фитоценозов Белгородской области // Фитоценозы северной лесостепи и их охрана. – Тула, 2001. – С. 25–26.
13. Колчанов А.Ф. Растительность (зональная и ландшафтная характеристика). В кн. 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. – С. 284.

THE FAMILY FABACEAE IN THE FLORA OF THE BELGOROD REGION

The list of 78 species and 23 genera of the legume family (Fabaceae) in the flora of the Belgorod region is given. 4 genera (17.1%) are polytypic, 10 genera (43%) are monotype, 9 genera (39%) are oligotype, 6 species are listed in the Red Book of the Belgorod region (*Astragalus albicaulis* DC., *A. dasyanthus* Pall., *A. pubiflorus* (Pall.) DC., *Hedysarum grandiflorum* Pall., *H. ucrainicum* Kaschm., *Genista tanaitica* S. Smirn.). The geographical, phytocenotic and ecological types are established. The geographical types are: palearctical (39.8%), steppe (25.6%), adventive (12.8%), european (9.0%), european-caucasian (11.5%), caucasian (1.3%); the phytocenosis types: forest (15.4%), meadow (32.0%), steppe (23.1%), chalky (5.1%), sandy (3.8%), wetland and coastal (1.3%), shrubby and order (2.6%) phytocenosis; the ecological types: hemicryptophytes (45 sp., 57.8%), terophytes (18 sp., 23.0%), nanophanerophytes (7 sp., 9.0%), macrophanerophytes (2 sp., 2.5%), biennial plants (6 sp., 7.7%).

R.A. Kolchanov
A.F. Kolchanov
Ngo Thy Siem Kieu

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

E-mail: kolchanov@bsu.edu.ru

Key words: species, genus, polytypic, oligotype, monotype, systematic, phytocenotical, ecological, macrophanerophytes, nanophanerophytes, hemicryptophytes, terophytes, biennial plants, palearctical, steppical, adventitious, european, caucasian, forest, meadow, steppe, chalky, sandy, water-bog and littoral, shrubby and order phytocenosis.



УДК 581.93 (470.325)

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ФЛОРОКОМПЛЕКСОВ АДВЕНТИВНЫХ ВИДОВ В РОВЕНЬСКОМ РАЙОНЕ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

А.Ю. Курской
В.К. Тохтарь

*Белгородский государственный
национальный
исследовательский
университет,
Россия, 308015, Белгород,
ул. Победы, 85
E-mail: tokhtar@bsu.edu.ru*

В статье приведены результаты исследования флорокомплексов, формирующихся в пределах административных границ Ровеньского района Белгородской области. Изучение адвентивных видов позволило установить структуры флорокомплексов. Полученные результаты могут быть использованы при изучении сопряженных миграций и процессов натурализации адвентивных видов в регионе.

Ключевые слова: флорокомплексы, адвентивные виды, миграции растений, инвазии.

Введение

Задачу сохранения природной среды обитания нельзя решить без сохранения растительного покрова и его всестороннего изучения. Центральное Черноземье, как и другие районы Европейской России, подвергается в настоящее время интенсивному антропогенному воздействию, что ведет к быстрым и зачастую необратимым изменениям фитобиоты. В этих условиях особенно возрастает роль флористических исследований, ставящих своей задачей тщательное изучение состояния аборигенной флоры и динамики изменений, вызванных антропогенным воздействием [1].

Флористические исследования являются необходимой основой для разработки рекомендаций по охране природной флоры, составления списков редких и нуждающихся в охране видов растений, написания региональных "Красных книг", поиска территорий, нуждающихся в охране, с целью их дальнейшего включения в систему экологического каркаса региона [2]. Кроме того, наряду с аборигенными видами, все большую роль во флоре Средней России играют заносные, адвентивные виды, в ряде случаев внедряющиеся в естественные фитоценозы и вытесняющие местные виды. Своевременная фиксация появления новых видов и определение степени их влияния на формирование региональных флор является одной из наиболее актуальных задач современной флористики.

Объект, материал и методы исследования

Объектом исследования были флорокомплексы, сформировавшиеся в пределах административных границ Ровеньского района Белгородской области. Были изучены следующие флорокомплексы: степные – в границах Калюжного яра (17–19.VI.2011), прибрежно-водные – в пойме реки Айдар (24–26.VI.2011), лесные – окрестности села Нижняя Серебрянка (1–3.VII.2011). Материалами исследования были геоботанические описания флоры и гербарные экземпляры, собранные в ходе экспедиционных выездов. Исследование проводилось маршрутным способом. Для анализа использовались традиционные методы сравнительной флористики [3].

Результаты и обсуждение

На обследованной нами территории, площадью 1369.2 кв. км. [4], было выявлено 37 видов адвентивных растений из 35 родов и 20 семейств. [5] Видовое разнообразие исследуемых флорокомплексов, представлено в таблице 1.

Таблица 1

Видовое разнообразие исследуемых флорокомплексов

№ п/п	Видовое название	Флорокомплексы		
		Лесные	Степные	Прибрежно-водные
1	<i>Acer negundo</i> L.	+		
2	<i>Amaranthus cruentus</i> L.	+		
3	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.		+	
4	<i>Amorpha fruticosa</i> L.	+		
5	<i>Anethum graveolens</i> L.		+	
6	<i>Apium graveolens</i> L.		+	
7	<i>Armoracia rusticana</i> Gaertn., Mey. et Scherb.	+		
8	<i>Avena sativa</i> L.		+	
9	<i>Avena fatula</i> L.		+	
10	<i>Beta vulgaris</i> L.		+	
11	<i>Calendula officinalis</i> L.	+		
12	<i>Cannabis sativa</i> L.		+	
13	<i>Coriandrum sativum</i> L.		+	
14	<i>Cyclachaena xanthiifolia</i> (Nutt.) Fresen.			+
15	<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	+		
16	<i>Fagopyrum tataricum</i> (L.) Gaertn.	+		
17	<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.			+
18	<i>Helianthus annuus</i> L.		+	
19	<i>Helianthus tuberosus</i> L.		+	
20	<i>Ligustrum vulgare</i> L.			+
21	<i>Lycium barbarum</i> L.			+
22	<i>Malus domestica</i> Borkh.	+		
23	<i>Medicago sativa</i> L.		+	
24	<i>Morus nigra</i> L.	+		
25	<i>Papaver somniferum</i> L.		+	
26	<i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planch.	+		
27	<i>Pastinaca sativa</i> L.		+	
28	<i>Phacelia tanacetifolia</i> Benth.			+
29	<i>Portulaca oleracea</i> L.	+		
30	<i>Ribes aureum</i> Pursh	+		
31	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	+		
32	<i>Secale cereale</i> L.		+	
33	<i>Solidago canadensis</i> L.			+
34	<i>Syringa vulgaris</i> L.	+		
35	<i>Tanacetum parthenium</i> (L.) Sch. Bip.			+
36	<i>Triticum aestivum</i> L.		+	
37	<i>Zea mays</i> L.		+	
Всего:		14	16	7

Исходя из классификации Раункиера, во флоре изучаемого района отмечены следующие категории жизненных форм (табл. 2).

Таблица 2

Жизненные формы исследуемых флорокомплексов по Раункиеру

№ п/п	Название жизненной формы	Флорокомплексы					
		Лесные		Степные		Прибрежно-водные	
		Количество видов	доля, %	Количество видов	доля, %	Количество видов	доля, %
1	Гемикриптофиты	2	14.3	3	18.7	2	28.6
2	Терофиты	3	21.4	10	62.6	3	42.8
3	Нанофанерофиты	5	35.7	0	0	2	28.6
4	Макрофанерофиты	4	28.6	0	0	0	0
5	Двулетники	0	0	3	18.7	0	0
Всего:		14	100.0	16	100.0	7	100.0



Из таблицы 2 видно, что в каждом флорокомплексе сложилось определенное соотношение жизненных форм растений, отличающее их друг от друга. Так, в лесном флорокомплексе, присутствуют макрофанерофиты, в количестве 4 видов (28.6%), нигде более не встречающиеся. В степном флорокомплексе, аналогичную роль выполняют двулетники (3 вида, 18.7%). Прибрежно-водный флорокомплекс, существенно отличается от других по структуре. Он сочетает в себе черты как лесного: наличие гемикриптофитов (28.6%) и нанофанерофитов (28.6%), так и степного флорокомплексов (42.8% терофитов).

У перечисленных выше адвентивных видов, определили происхождение и время заноса [6], которые представлены в таблице 3:

Таблица 3

Характеристика адвентивных видов по географическому происхождению и времени заноса.

№ п/п	Происхождение и время заноса вида	Флорокомплексы					
		Лесные		Степные		Прибрежно-водные	
		Количество во видов	доля, %	Количество во видов	доля, %	Количество видов	доля, %
Кенофит:							
1	Сред.	2	14.3	4	25.0	1	14.0
2	Сев. Ам.	5	36.0	3	18.3	2	29.0
3	Зап. Евр.	0	0	1	6.3	2	29.0
4	Юж. Евр.	0	0	1	6.3	0	0
5	Евр. Сев. Ам.	1	7.1	0	0	1	14.0
6	Юж. Ам.	1	7.1	0	0	0	0
7	Цент. и Юж. Ам.	0	0	1	6.3	0	0
8	Балк.	1	7.1	0	0	0	0
9	Сред.-иран.-тур.	0	0	1	6.3	0	0
10	Иран.-тур.	1	7.1	0	0	0	0
11	Аз.	1	7.1	1	6.3	0	0
12	П. Аз.	0	0	1	6.3	0	0
13	Вост. Аз.	0	0	1	6.3	0	0
14	Цент. Аз.	1	7.1	0	0	0	0
Археофит:							
15	П. Аз.	0	0	1	6.3	0	0
16	Вост. Аз.	0	0	0	0	1	14.0
17	Иран.-тур.	1	7.1	1	6.3	0	0
	Всего:	14	100.0	16	100.0	7	100.0

*Примечание: Сред. – Средиземноморский, Сев. Ам. – Североамериканский, Зап. Евр. – Западноевропейский, Юж. Евр. – Южноевропейский, Евр. Сев. Ам. – Европейско-североамериканский, Юж. Ам. – Южноамериканский, Цент. и Юж. Ам. – Центрально и Южноамериканский, Балк. – Балканский, Сред.-иран.-тур. – Средиземноморско-ирано-туранский, Иран.-тур. – Ирано-туранский, Аз. – Азиатский, П. Аз. – Переднеазиатский, Вост. Аз. – Восточноазиатский, Цент. Аз. – Центральноазиатский.

Из таблицы 3 видно, что в структуре лесных флорокомплексов, преобладают кенофиты североамериканского происхождения – 5 видов (36.0%) и кенофиты средиземноморского происхождения – 2 вида (14.3%). Виды, относящиеся к кенофитам евроамериканского, южноамериканского происхождения, балканского, ирано-туранского, азиатского, центральноазиатского происхождения и археофиты ирано-туранского происхождения представлены лишь одним видом (7.1%).

В степном флорокомплексе, преобладают кенофиты средиземноморского (4 вида, 25.0%) и североамериканского происхождения (3 вида, 18.3%). Виды, относящиеся к кенофитам западноевропейского, южноевропейского, средиземноморско-ирано-туранского, передне-, восточноазиатского и азиатского, центрально и южноамериканского происхождения, а также археофиты переднеазиатского и ирано-туранского происхождения, которые представлены только одним видом (6.3%).

В прибрежно-водном флорокомплексе преобладают кенофиты средиземноморского и западноевропейского происхождения (по 2 вида, 29.0%). Кенофиты средиземноморского и евроамериканского происхождения и архефиты восточноазиатского происхождения представлены одним видом (14.0%) и играют незначительную роль.

У вышеперечисленных видов были также определены типы ареалов [7], которые представлены в таблице 4:

Таблица 4

Ареалогическая структура изученных флорокомплексов

№ п/п	Ареал	Флорокомплексы					
		Лесные		Степные		Прибрежно-водные	
		Количество видов	доля, %	Количество видов	доля, %	Количество видов	доля, %
1	Гол.	6	42.8	4	25.0	2	28.5
2	Евр.	1	7.1	0	0	0	0
3	Евр. Сев. Ам.	2	14.3	0	0	2	28.5
4	Евр. Аз.	0	0	0	0	1	14.5
5	Евр. Сред.	0	0	1	6.2	0	0
6	Евр. Сред.-иран.	1	7.1	0	0	0	0
7	Косм.	4	28.7	8	50.0	0	0
8	Г-Косм.	0	0	3	18.8	2	28.5
	Всего:	14	100.0	16	100.0	7	100.0

*Примечание: Гол. – Голарктический, Евр. – Европейский, Евр. Сев. Ам. – Европейско-североамериканский, Евр. Аз. – Европейскоазиатский, Евр. Сред. – Европейскосредиземноморский, Евр. Сред.-иран. – Европейскосредиземноморско-иранский, Косм. – Космополит, Г-Косм. – Гемикосмополит.

Из таблицы 4 видно, что виды лесных флорокомплексов относятся преимущественно к голарктическим (6 видов, 42.8%), космополитным (4 вида, 28.7%) и европейско-североамериканским (2 вида, 14.3%). Виды европейского и европейско-средиземноморско-иранского ареалов, в свою очередь, представлены лишь одним видом (7.1%).

В степных флорокомплексах преобладают виды, относящиеся к следующим типам ареалов: космополитный (8 видов, 50.0%), голарктический – у 4 видов (25.0%) и гемикосмополитный – у 3 видов (18.8%). Незначительно представлены лишь виды европейско-средиземноморского типа ареала (1 вид, 6.2%).

В прибрежно-водных флорокомплексах преобладают виды следующих типов ареалов: голарктический, европейско-североамериканский и гемикосмополитный – по 2 вида каждый (28.5%). Только один вид (14.5%) из этого флорокомплекса относится к европейско-азиатскому типу ареала.

Заключение

Таким образом, проведенный нами сравнительный анализ флорокомплексов позволил выявить характерные особенности формирования их структуры [8]. Установлено, что на исследованные степные флорокомплексы приходится наибольшее количество видов средиземноморского происхождения, что свидетельствует о давних флорогенетических связях региональной и средиземноморской флор. Изученные лесные флорокомплексы формируются во многом за счет североамериканских видов. Это объясняется, по-видимому, процессами интенсивного дичания и натурализации завезенных в регион интродуцентов. Нами также отмечено, присутствие большого количества видов европейско-американского и восточноазиатского происхождения в прибрежно-водных флорокомплексах. Остальные виды, в процентном соотношении, занимают примерно одинаковые значения. Полученные данные свидетельствуют о том, что миграции адвентивных видов в пределах исследованных территорий происходят различными путями. Общий поток видов, заносающихся в регион, дифференцируется на группы с характерной для них специфичной структурой в зависимости от предпоч-



тений растений по отношению к условиям различных экотопов и эколого-биологическим особенностям видов, приуроченных к тем или иным местообитаниям.

Список литературы

1. Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В. Черная книга флоры Средней России. – М.: «ГЕОС», 2009. – 494 с.
2. Бурда Р.И. Антропогенная трансформация флоры. – Киев: Наукова думка, 1991. – 168 с.
3. География Белгородской области. Учебное пособие для учащихся средних школ Белгородской области / Под ред. Г. Н. Григорьева. – Белгород: Изд-во БГУ.1996. – 144 с.
4. 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.
5. Маевский П. Ф. Флора средней полосы европейской части России. – М., 2006. 600 с.
6. Raunkier C. The life forms of plants and statistical plant geography. – Oxford: Clarendon Press., 1934. – 650 p.
7. Протопопова В.В. Синантропная флора Украины и пути ее развития. – Киев: Наукова думка, 1991. – 204 с.
8. Тохтарь В.К., Грошенко С.А. Глобальные инвазии адвентивных видов растений: проблемы и перспективы исследований // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия Естественные науки – 2008. – С. 50-54.
9. Алехин В. В. Растительность Курской губернии. – Курск: Изд-во «Советская деревня», 1926. – 236 с.

PECULIARITIES OF ALIEN SPECIES FLOROCOMPLEXES FORMATION IN THE ROVENSKY DISTRICT OF THE BELGOROD REGION

A.Yu. Kurskoy
V.K. Tokhtar

*Belgorod State National Research
University,
Pobedy St., 85, Belgorod,
308015, Russia
E-mail: tokhtar@bsu.edu.ru*

As a result of the study of alien plants florocomplexes, formed within the administrative borders of the Rovensky district of the Belgorod region, the peculiarities of their structure have been determined. The study of alien species allowed to establish the structures of florocomplexes. The data obtained can be used when studying associated migrations and processes of naturalization of alien species within the region.

Key words: florocomplexes, alien species, migrations of plants, invasions.

УДК 581.9

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОПУЛЯЦИЙ ИНВАЗИОННЫХ ВИДОВ *AMBROSIA ARTEMISIIFOLIA* L., *IVA XANTHIIFOLIA* L., *XANTHIUM ALBINUM* L. НА ЮГЕ СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ¹

Ю.Е. Волобуева
В.К. Тохтарь

Белгородский государственный
национальный
исследовательский
университет,
Россия, 308015, Белгород,
ул. Победы, 85
E-mail: tokhtar@bsu.edu.ru

В статье приведены данные по изучению репродуктивного и фотосинтетического усилия в популяциях инвазионных видов, которые формируются в антропогенно трансформированных экотопах. Несмотря на то, что исследовались популяции эволюционно и филогенетически близких североамериканских растений, относящихся к одной трибе *Asterea* (*Asteraceae*), были установлены различия в стратегии колонизации модельных местообитаний для *Ambrosia artemisiifolia* L., *Iva xanthiifolia* L., *Xanthium albinum* L. (Widd.) H. Scholz.

Ключевые слова: *Ambrosia artemisiifolia* L., *Iva xanthiifolia* L., *Xanthium albinum* L. (Widd.) H. Scholz, репродуктивное усилие, фотосинтетическое усилие

Введение

Изучение адвентивных и, в частности, натурализующихся в природных условиях инвазионных видов, относится к одной из наиболее актуальных задач современной ботаники. Подтверждением этому является большая активность научных сообществ разных стран в решении как фундаментальных задач по выявлению закономерностей инвазий чужеродных организмов, так и практических целей по предотвращению их распространения. В условиях юга Среднерусской возвышенности особую активность в колонизации различных экотопов проявляют североамериканские виды. По своим жизненным формам они часто относятся к однолетним растениям-терофитам, для которых характерны стратегии растений «пролетариев», «эксплерентов» и/или «шакалов» [1]. Однако, во-первых, в природе часто преобладают организмы с переходными типами стратегий, а во-вторых, не совсем ясно в чем различия стратегии колонизации между близкими группами растений, для которых, несмотря на их родство, характерно совершенно разное поведение при колонизации антропогенно трансформированных и природных экотопов [2; 3; 4]. Особенно важными параметрами, которые достаточно редко используются исследователями при изучении адвентивных видов, являются значения репродуктивного и фотосинтетического усилия. Анализ именно этих характеристик популяций в различных антропогенно трансформированных экотопах позволяет сделать определенные выводы о стратегии распространения и особенностях инвазий конкретных видов.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования были популяции инвазионных на юге Среднерусской возвышенности видов растений: *Ambrosia artemisiifolia* L., *Iva xanthiifolia* L., *Xanthium albinum* L. (Widd.) H. Scholz. Они являются не только эволюционно и филогенетически близкими, но и имеют общее происхождение, поскольку относятся к одной трибе *Asterea* из семейства *Asteraceae* и происходят из Северной Америки.

¹ Исследования проведены в рамках Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России», ГК № 16.740.11.0053 от 01.09.2010



Исследования проводили в пределах четырех модельных участков площадью 100 м² каждый, где совместно произрастали популяции всех вышеуказанных видов: Популяция № 1: Белгородская область, Белгородский район, с. Стрелецкое, обочина автодороги Москва – Харьков, 663 км., 30.09.2011; Популяция № 2: г. Белгород, Белгородский район, пос. Политотдел пашня с.х. поля, в пределах экспериментальных участков филиала Всероссийского института лекарственных и ароматических трав, в посевах выращиваемой эхинацеи пурпурной доминирует *Ambrosia artemisiifolia*, 22.09.2011; Популяция № 3: Белгородская обл., Борисовский район, за заповедником «Лес на Ворсле», рудеральный участок, щебнистые, каменистые почвы, в данном местообитании доминирует *Ambrosia artemisiifolia*, а *Xanthium albinum* встречается единично, 26.08.11; Популяция № 4: Белгородская обл., Шебекинский район, с. Маломихайловка, «Бекарюковский бор» вдоль реки Нежеголь, сухая почва, 22.09.2011. Изученные экотопы отличаются степенью антропогенной трансформации среды, которая последовательно ослабевает по мере возрастания номера популяции: от популяции № 1 (техногенные экотопы) до популяции № 4 (квазиприродные экотопы). Последняя четвертая популяция формируется в наиболее приближенных к природным условиям местообитаниях, в которых натурализовались изучаемые адвентивные виды. Данные о почвенных характеристиках местообитаний, в которых формировались изученные популяции, приведены в таблице 2. Сравнительный анализ популяций позволяет проследить особенности их структуры по изученным параметрам в процессе их натурализации в регионе.

Репродуктивное усилие понимается нами как доля материально-энергетических ресурсов, направленная организмом на процесс репродукции. Эта характеристика относится к подвижным параметрам, отражающим условия произрастания растений [5]. Поэтому массу репродуктивных органов растений всех растений измеряли в одной фазе – плодоношения. Фитомасса вычислена в сухом виде. Наиболее информативным показателем репродуктивного усилия является отношение числовых значений репродуктивной сферы к общей фитомассе особи [6] и вычислялась как отношение массы семян по отношению к общей фитомассе растений. Фотосинтетическое усилие определяли как отношение веса листьев к единице фитомассы [7].

Нами были исследованы наиболее важные характеристики популяций, которые позволяют судить об особенностях роста, размножения и устойчивости растений в различных местообитаниях. К ним мы относим фотосинтетическое и репродуктивное усилие растений. Для определения значений этих характеристик во всех двенадцати популяциях, произрастающих в четырех модельных экотопах, были изучены следующие параметры растений: число семян на одно растение (шт.), вес семян с одного растения (г), вес 100 семян (г), вес растения с корнем (г), вес листьев (г).

Образцы почв анализировались по общепринятым методикам в соответствии с ГОСТ 26-483-85, 26-490-85 К и Р ГОСТ 26204-91, 26205-91, 26210-91 NO₃ 26951-86.

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе выполнения исследования были получены значения фотосинтетического и репродуктивного усилия для исследуемых популяций (табл.1). Данные представлены на диаграмме (рис. 1) и в таблице 1. При анализе полученных данных оказалось, что, высокие показатели репродуктивного усилия характерны для наиболее активных в процессе распространения, натурализовавшихся в регионе видов растений. Как видно из рисунка 1 показатели репродуктивного усилия *X. Albinum* в природных местообитаниях достигают наибольшего значения, что связано, по-видимому, с наибольшей адаптированностью этого вида к произрастанию по берегам рек, водоемам, пастбищам, вытаптываемым тропам [8]. *Ambrosia artemisiifolia* характеризуется наименьшими значениями репродуктивного усилия в этих условиях, что свидетельствует о том, что этот вид находится на начальных стадиях адаптации и натурализации в регионе и не способен, в настоящее время, интенсивно конкурировать с наиболее активными инвазионными видами и местными растениями. По нашим данным значения репродуктивного усилия последовательно снижаются по мере натурализации этого

адвентивного вида и достигают минимальных значений в природных и/или квази-природных местообитаниях. Более высокие значения этого показателя у *Ambrosia artemisiifolia* наблюдаются в популяциях, произрастающих на автодороге и рудеральном участке, что свидетельствует о высокой адаптации и повышении ее инвазионного потенциала в этих условиях. Показатели репродуктивного усилия *Iva xanthiifolia* в пределах исследуемых экотопов занимают промежуточное положение между значениями двух других видов и отличаются от них незначительно. Это дает нам возможность говорить о некотором сходстве стратегий всех исследованных нами растений в процессе их натурализации.

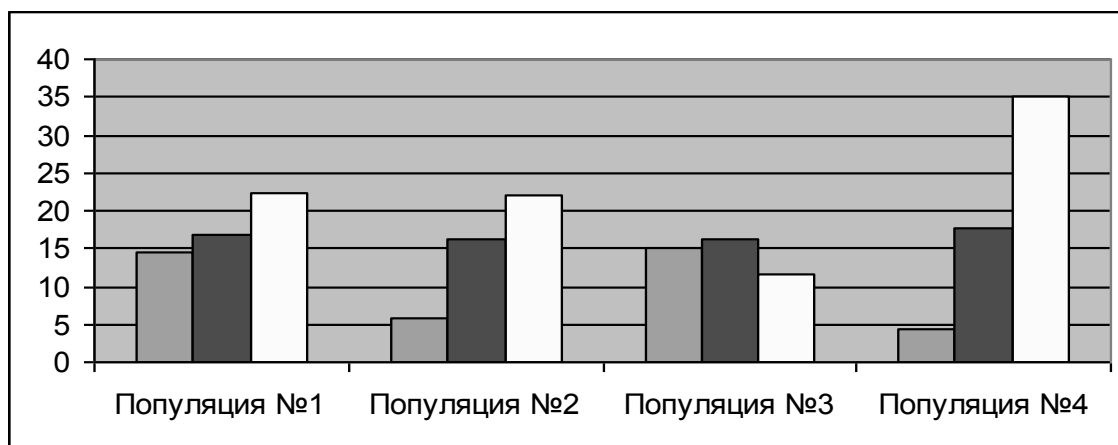


Рис. 1. Репродуктивное усилие в популяциях инвазионных видов *Ambrosia artemisiifolia* L., *Iva xanthiifolia* L., *Xanthium albinum* L. (Widd.) H. Scholz
Примечание: характеристики популяций приведены в тексте

Увеличение значений, характеризующих показатели фотосинтетического усилия в популяции *Ambrosia artemisiifolia* (рис. 2), по-видимому, свидетельствует о том, что в неблагоприятных условиях, складывающихся в пределах рудерального участка, выживание растений может оказываться важнее их репродукции. Нами отмечено, что высокие значения фотосинтетического усилия в популяции *A. Artemisiifolia* в данном местообитании компенсируют нехватку питательных веществ в почве (табл.2).

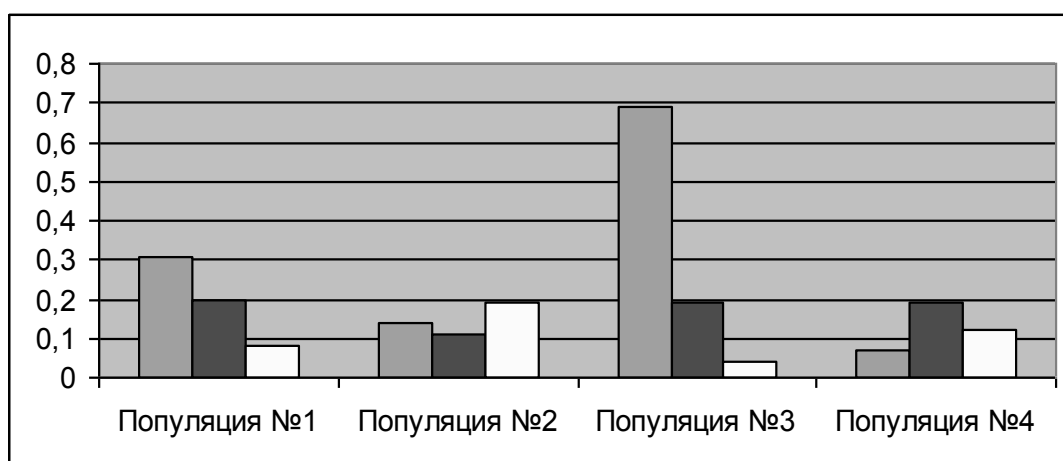


Рис. 2. Фотосинтетическое усилие в популяциях инвазионных видов *Ambrosia artemisiifolia* L., *Iva xanthiifolia* L., *Xanthium albinum* L. (Widd.) H. Scholz



Таблица 1

Характеристика популяций инвазионных видов *Ambrosia artemisiifolia* L., *Iva xanthiifolia* L., *Xanthium albinum* L. (Widd.) H. Scholz

Виды	Популяция 1	Популяция 2	Популяция 3	Популяция 4
Репродуктивное усилие (%)				
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	14.58 ± 1.67	5.93 ± 0.8	15.11 ± 0.43	4.39 ± 0.52
<i>Iva xanthiifolia</i>	16.86 ± 3.75	16.34 ± 1.65	16.17 ± 0.79	17.73 ± 1.21
<i>Xanthium albinum</i>	22.44 ± 2.21	21.96 ± 2.76	11.6 ± 0.92	35.21 ± 10.71
Фотосинтетическое усилие (г/г)				
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	0.31 ± 0.05	0.14 ± 0.05	0.69 ± 0.03	0.07 ± 0.01
<i>Iva xanthiifolia</i>	0.2 ± 0.02	0.11 ± 0.01	0.19 ± 0.02	0.19 ± 0.02
<i>Xanthium albinum</i>	0.08 ± 0.03	0.19 ± 0.02	0.04 ± 0.01	0.12 ± 0.01

Примечание: характеристики популяций приведены в тексте

Таблица 2

Почвенные показатели исследуемых экотопов

Популяции	рН	Содержание			Общего гумуса по Тюрину (%)
		N-NO ₃ мг/кг	P ₂ O ₅ (мг/кг)	K ₂ O (мг/кг)	
Популяция 1	7.41	3.90	74.3	414.0	2.66
Популяция 2	7.15	0.66	36.4	210.0	4.80
Популяция 3	7.39	11.2	26.8	164.0	2.95
Популяция 4	8.06	3.30	70.3	324.0	1.13

Заключение

Результаты изучения репродуктивного и фотосинтетического усилий в популяциях инвазионных видов *Ambrosia artemisiifolia*, *Iva xanthiifolia*, *Xanthium albinum* позволяют говорить о различной стратегии растений при их натурализации на юге Среднерусской возвышенности. Установлено, что наибольшее репродуктивное усилие в природных местообитаниях свойственно наиболее адаптированному к местным условиям, полностью и широко натурализовавшемуся в регионе виду *Xanthium albinum*. Наименьшие значения репродуктивного усилия характерны для менее распространенного в регионе *Ambrosia artemisiifolia*. Увеличение значений фотосинтетического усилия в пределах рудеральных участков, по-видимому, объясняется нехваткой питательных веществ в почве. Все изученные виды проявляют разную инвазионную стратегию, что объясняется не только разным временем заноса, степенью натурализации и адаптированности видов к местным условиям, но и их эколого-биологическими особенностями. При распространении в различных регионах виды могут занимать разные экологические ниши [9]. На юге Среднерусской возвышенности *Iva xanthiifolia* предпочитает рудеральные, богатые гумусом участки, *Xanthium albinum* успешно колонизирует берега рек, водоемов, активно распространяется по пастбищам, залежным землям, песчаным пляжам, в то время как *Ambrosia artemisiifolia* часто мигрирует вдоль железных дорог, отмечен в техногенных экотопах, распространяется в пределах пахотных, сельскохозяйственных земель.

Список литературы

1. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Наука о растительности: (история и современное состояние основных концепций). – Уфа: Гилем, 1998. – 413 с.
2. Тохтарь В.К., Третьяков М.И., Чернявских В.И., Фомина О.В., Мазур Н.В., Грошенко С.А., Волобуева Ю.Е., Петина В.И. Некоторые подходы к оценке антропогенного влияния на фитобиоту // Проблемы региональной экологии. – 2011. – №⁰¹. – С. 92-95.
3. Тохтарь В.К., Мазур Н.В. Изучение морфологических признаков популяций *Conyza canadensis* (L.) Cronq. На юго-западе Среднерусской возвышенности // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия Естественные науки. – 2011. – №9 (104). – Вып. 15/1. – С. 247-251.



4. Тохтарь В.К., Виноградова Ю.К. Грошенко С.А. Микроэволюция и нвазивность видов рода *Oenothera* L. в Европе // Российский Журнал Биологических Инвазий. – 2011. – № 2. – С. 194–206. [http: www.sevin.ru/invasjour].
5. Злобин Ю.А. Репродукция цветковых растений: уровень особей и уровень популяций // Биологические науки. – 1989. – № 7. – С. 77–89.
6. Особенности репродуктивного усилия травянистых растений в условиях химического загрязнения среды / О.А. Северюхина, Т.В. Жуйкова, А.И. Сафонов, Т.А. Тюшнякова, М.Р. Мущарапова // Экология: от генов до экосистем: Материалы конф. Молодых ученых, 2005 г. ИЭРиЖ УрО РАН. – Екатеринбург: Изд-во «Академкнига», 2005. – 336 с.
7. Злобин Ю.А. Принципы и методы изучения ценологических популяций растений. – К.: Казанский университет, 1989. – 148 с.
8. Тохтарь В.К., Волобуева Ю.Е. Особенности распространения инвазионных видов *Ambrosia artemisiifolia* L., *Iva xanthiifolia* L., *Xanthium albinum* (Widd.) H. Scholz на юго-западе Среднерусской возвышенности // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия Естественные науки. – 2011. – №9 (104). – Вып. 15/1. – С. 199–203.
9. Pasierbiński A., Żabińska I, Shevera M., Tokhtar V.K., Tokarska-Guzik B. The realized niche of *Ambrosia artemisiifolia* in relation to its potential distribution in Europe // Proceed. 11th Intern. Conf. on the Ecology and Management of Alien Plant Invasions «Bridging the gap between scientific knowledge and management practice» (30th August – 3rd September 2011, Szombathely, Hungary). – P. 17.

PECULIARITIES OF INVASIVE SPECIES POPULATIONS FORMATION OF *AMBROSIA ARTEMISIIFOLIA* L., *IVA XANTHIIFOLIA* L., *XANTHIUM ALBINUM* L. IN THE SOUTH OF CENTRAL RUSSIAN UPLAND

Ju.Ye. Volobuyeva
V.K. Tokhtar

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

Some important characteristics which reflect peculiarities and features of closely related invasive species growth under the various anthropogenous and natural conditions are studied. Results of reproductive and photosynthetic efforts study in invasive species populations of *Ambrosia artemisiifolia*, *Iva xanthiifolia*, *Xanthium albinum* allowed to reveal different strategy of the plants at their naturalization in the South of Central Russian upland.

Keywords: *Ambrosia artemisiifolia* L., *Iva xanthiifolia* L., *Xanthium albinum* L. (Widd.) H. Scholz, reproductive and photosynthetic effort



УДК 581.9

ИЗУЧЕНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВИДОВ РОДА *OENOTHERA* L. В МОДЕЛЬНЫХ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ РЕГИОНАХ ЕВРОПЫ¹

В.К. Тохтарь
С.А. Грошенко

Белгородский государственный
национальный
исследовательский
университет,
Россия, 308015, Белгород,
ул. Победы, 85
E-mail: tokhtar@bsu.edu.ru

На основании изучения видов энотер в пределах модельных территорий индустриальных регионов Европы установлены основные различия в распространении видов рода *Oenothera* L. в Западной и Восточной Европе. Они определяются как природно-климатическими факторами, среди которых наиболее важным является фактор доступности влаги, так и эколого-биологическими особенностями видов растений.

Ключевые слова: род *Oenothera* L., распространение, инвазии, адвентивные виды, Европа.

Введение

Изучение адвентивных растений представляет существенный теоретический и практический интерес, поскольку их миграции в новые местообитания приводит к образованию видов, микровидов и рас в ходе интенсивных эволюционных процессов, вызванных необходимостью адаптации растений к новым условиям существования. Особенности их распространения можно проанализировать путем сравнения видовых составов конкретных таксономических групп в пределах модельных территорий вдоль широкого географического градиента. Несмотря на то, что изученные нами модельные территории не охватывают всего разнообразия экотопов – такое исследование позволяет выделить общие тенденции распространения видов в различных природно-климатических условиях, включая количественные оценки обилия видов. Изучение встречаемости и обилия видов в различных индустриальных регионах Европы вдоль географической трансекты Запад–Восток, позволяет выявить достаточно четкие тренды в формировании видового состава и количественного присутствия видов в различных природно-климатических условиях.

Объект, материалы и методы исследования

Для изучения особенностей распространения и инвазионной активности растений в различных регионах Европы нами выбран модельный, американский по происхождению, род *Oenothera* L. (subsect. *Oenothera*, Onagraceae), который характеризуется интенсивными видообразовательными процессами, происходящими благодаря особой системе размножения и гибридизационным процессам и высокому инвазионному потенциалу видов этой секции.

Нами сравнивались данные, полученные нами при изучении распространения энотер на юге Среднерусской возвышенности, с результатами исследований по видам рода *Oenothera* в антропогенных экотопах Западной и Восточной Европы: в области Верхнего Рейна и Рурской области, в Гессене (Германия), на юго-востоке Украины [1, 2, 3, 4, 5]. Использовались традиционные методы сбора и анализа флористических данных в популяциях энотер [5].

¹ Исследования проведены в рамках Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России», ГК № 16.740.11.0053 от 01.09.2010

Результаты и обсуждение

Как показывают таблицы, *Oe. biennis* – единственный вид, который найден во всех без исключения областях исследования (табл. 1–3). В Верхнем Рейне и в районе г. Франкфурт-на-Майне (Гессен, Германия) *Oe. fallax* обильно встречается во всех обследованных местообитаниях промышленных зон, железных дорог, портов (табл. 1, 2). Причем в Верхнем Рейне по числу индивидуумов он во всех случаях был распространен достаточно равномерно и даже несколько обильнее, чем *Oe. biennis*. В районе г. Франкфурт-на-Майне отмечены различные соотношения ряда видов. Наиболее активно распространяющимся видом в этих условиях является *Oe. fallax*, который по степени встречаемости и обилия популяций опережает даже *Oe. biennis*.

Таблица 1

Обилие видов рода *Oenothera* L. в антропогенных экотопах области Верхнего Рейна (федеральные земли Баден-Вюртемберг (Германия) и Эльзас (Франция)) [5]

Вид	1	2	3	4	5	6
<i>Oe. fallax</i>						
<i>Oe. biennis</i>						
<i>Oe. ruscocarpa</i>						
<i>Oe. glazioviana</i>						
<i>Oe. issleri</i>						
<i>Oe. parviflora</i>						
<i>Oe. subterminalis</i>						
<i>Oe. suaveolens</i>						

Условные обозначения: 1. Германия, г. Карлсруэ, территория речного порта; 2. Германия, г. Карлсруэ, территории главного грузового и западного ж.д. вокзала; 3. Германия, г. Фрайбург, ж.д. вокзал “LKW-Verlade”, 1999; 4. Германия, г. Кель, территория аэропорта; 5. Франция, Страсбург, территория порта, 1999; 6. Франция, г. Мюльхауз, территория Европорта, 1999.

	< 10 экз.		10–100 экз.		100–1000 экз.		> 1000 экз.
---	-----------	---	-------------	---	---------------	---	-------------

В области Рура в 7 из 19 обследованных местообитаний популяции *Oe. fallax* были обильнее, чем *Oe. biennis*. Во всех трех исследованных регионах Германии *Oe. glazioviana* по постоянству и частоте встречаемости занимает третье место после *Oe. fallax* и *Oe. biennis*. Однако он только в исключительных случаях встречался с индивидуальным количеством свыше ста растений на популяцию. *Oe. ruscocarpa* оказывается таким же часто встречающимся видом в районе Верхнего Рейна, как и *Oe. glazioviana*, а в районе г. Франкфурта-на-Майне – даже еще чаще. В обоих этих регионах почти во всех местообитаниях *Oe. glazioviana* имеет наибольший показатель количества индивидуумов в популяциях. В Рурской области *Oe. ruscocarpa* там, где он встречается в совместных популяциях с *Oe. glazioviana*, имеет, как правило, более высокое индивидуальное количество растений. В области Рура *Oe. rubricaulis* зарегистрирован со средней частотой встречаемости. Во Франкфурте-на-Майне этот вид встретился лишь однажды, а в Верхнем Рейне его нет вообще.

Все нижеперечисленные виды достаточно редкие: в 2–3 регионах найдены *Oe. canovirens* и *Oe. angustissima* (оба – дважды в Верхнем Рейне и однажды – в районе Франкфурта-на-Майне). *Oe. parviflora* L. (табл. 1). обнаружен дважды в верхнем Рейне. *Oe. angustissima* с одинаковой частотой встречаемости зарегистрирован в области Рейна-Рура (табл. 3).

Для Вестфалии до сих пор не упоминался *Oe. issleri*, впервые выявленный на пяти исследованных площадках и отдельные растения *Oe. canovirens*, найденные в Лотарингии (г. Бохум) [5]. Это новые для области Рур – Вестфалия виды, не отмеченные во флоре Вестфалии (Deng, 1994). В федеральной земле Гессен (Германия) отмечено произрастание 12 видов энотер: *Oe. biennis* s. str., *Oe. fallax*, *Oe. ruscocarpa*, *Oe. glazioviana*, *Oe. rubricaulis*, *Oe. issleri*, *Oe. subterminalis*, *Oe. oehlkersii*, *Oe. rubricaulis*, *Oe. canovirens*, *Oe. acutifolia*, *Oe. perangusta* (расположены в порядке убывания численности) [5]. Первые три вида встречаются во всех нарушенных типах местообитаний, а также в пределах заповедников. *Oe. acutifolia*, *Oe. canovirens*, *Oe. perangusta* встречаются очень редко как на территории Германии, так и всей Европы.



Таблица 2

**Обилие видов рода *Oenothera* L. в антропогенных экотопах
г. Франкфурт-на-Майне (федеральная земля Гессен, Германия) [5]**

Вид	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Oe. fallax</i>										
<i>Oe. biennis</i>										
<i>Oe. pycnocarpa</i>										
<i>Oe. glazioviana</i>										
<i>Oe. oehlkersii</i>										
<i>Oe. subterminalis</i>										
<i>Oe. angustissima</i>										
<i>Oe. issleri</i>										
<i>Oe. acutifolia</i>										
<i>Oe. rubricaulis</i>										
<i>Oe. canovirens</i>										
<i>Oe. ersteinensis</i>										

Условные обозначения: 1. Германия, г. Франкфурт-на-Майне, территория ж.д. станции “Франкфурт-Луиза”; 2. Германия, г. Франкфурт-на-Майне, территория главного грузового вокзала, у железной дороги; 3. Германия, г. Франкфурт-на-Майне, район Франкфурт-Оберрад, у железной дороги; 4. Германия, г. Франкфурт-на-Майне, территория речного порта; 5. Германия, г. Франкфурт-на-Майне, район Преунгесхайм, вдоль автодорог, на рудеральных местах; 6. Германия, г. Нью-Изенбург, на ж.д. станции; 7. Германия, г. Франкфурт-на-Майне, район Франкфурт-Нидеррад; 8. Германия, г. Франкфурт-на-Майне, центральный ж.д. вокзал, вдоль рельсов; 9. Германия, г. Франкфурт-на-Майне, район Франкфурт-Рибсток, территория ж.д. станции; 10. Германия, Гессен, г. Эшборн, территория дачных участков, у автодороги.

< 10 экз,

10–100 экз,

100–1000 экз,

> 1000 экз.

Таблица 3

**Обилие видов рода *Oenothera* L. в антропогенных экотопах Рурской области
(федеральная земля Северный Рейн – Вестфалия, Германия) [5]**

Вид	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
<i>Oe. biennis</i>																			
<i>Oe. fallax</i>																			
<i>Oe. glazioviana</i>																			
<i>Oe. pycnocarpa</i>																			
<i>Oe. rubricaulis</i>																			
<i>Oe. issleri</i>																			
<i>Oe. subterminalis</i>																			
<i>Oe. angustissima</i>																			
<i>Oe. canovirens</i>																			

Условные обозначения: 1. Германия, г. Дортмунд, район Дортмунд-Хукарде, территория завода по производству кокса (Kokerei Hansa), 2001; 2. Германия, г. Дортмунд, район Дортмунд-Вишлингген, по ж. д. дамбе, 2001; 3. Германия, г. Бохум, район Бохум-Герте, территория шахты Хальде-Лотринген, 2001; 4. Германия, г. Кастроп, район Кастроп-Рауксель, территория предприятия Зехе-Шверин, 2001; 5. Германия, г. Кастроп, район Кастроп-Рауксель, территория промышленного предприятия Зехе-Виктор, 2001; 6. Германия, г. Эссен, район Эссен-Альтенэссен, территория шахты Шуренбах, 2001; 7. Германия, г. Эссен, район Эссен-Кальтенберг, территория предприятия по производству кокса (Kokerei-Zollverein), 2001; 8. Германия, г. Гельзенкирхен, парк скульптур “Рейн-Эльба”, на рекультивированных отвалах, 2001; 9. Германия, г. Бохум, район Бохум-Хордель, территория завода Цехе Ганновер, 2001; 10. Германия, г. Бохум, территория Вестпарка, 2001; 11. Германия, г. Бергкамен, территория шахты Гроссес Хольц, 2001; 12. Германия, г. Оберхаузен, территория предприятия Брахе Вондерн, 2001; 13. Германия, г. Эссен, район Эссен-Фринтроп, территория ж.д. вокзала, 2001; 14. Германия, г. Дуйсбург, район Дуйсбург-Мейдерих, ландшафтный парк Норд, территория коксового завода, 2001; 15. Германия, г. Дуйсбург, район Дуйсбург-Мейдерих, территория вблизи доменных печей, 2001; 16. Германия, г. Дуйсбург, район Дуйсбург-Мейдерих, ландшафтный парк Норд, территория западное автобана, 2001; 17. Германия, г. Нойс, речной порт, 2000; 18. Германия, г. Дюссельдорф, район Дюссельдорф-Рейсхольц, речной порт, 2000; 19. Германия, г. Дюссельдорф, район Дюссельдорф – Рейсхольц, вдоль автобана А46, 2000.

< 10 экз,

10 – 100 экз,

100 – 1000 экз,

> 1000 экз.

На юге Среднерусской возвышенности (табл. 5.) наиболее часто встречается *Oe. biennis*, который обнаружен практически во всех исследованных популяциях, а в двух из них численность этого вида превышала 100 экземпляров. Вдоль автодороги Белгород-Шебекино нами обнаружено местообитание, в котором численность *Oe. biennis* превышала 1000 экземпляров. На втором месте по встречаемости в этих условиях находятся виды *Oe. depressa* и *Oe. rubricaulis*. Культивируемые виды *Oe. glazioviana*, *Oe. macrocarpa* и *Oe. tetragona* в одичавшем виде произрастают крайне редко, вблизи территорий различных клумб, на которых они были посеяны годом раньше.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что *Oe. biennis* и *Oe. fallax* являются наиболее распространенными видами в западной части Центральной Европы. *Oe. ruscocarpa* и *Oe. glazioviana* занимают соответственно третье и четвертое места по частоте встречаемости и обилию видов в Центральной Европе. Сравнение с предыдущими исследованиями свидетельствуют о том, что высокая частота и обилие *Oe. fallax* является результатом недавнего развития ареала этого гибридного вида в пределах исследованных территорий Западной Европы [5].

На юго-востоке Украины (табл. 4.) обычно преобладают *Oe. biennis*, *Oe. depressa*, которые способны выдерживать засушливые условия степной зоны (Тохтарь, 2005). Реже встречаются *Oe. hoelscheri*, *Oe. fallax*, *Oe. glazioviana* и *Oe. wienii*. В сравнении с Западной Европой на юго-востоке Украины виды значительно реже образуют смешанные популяции разных видов. Чаще всего они формируют моновидовые заросли вдоль железных дорог и по долинам рек. Гибриды встречаются редко, так как их парентальные виды совместно не произрастают из-за того, что условия для них достаточно засушливые. Натурализовались здесь в первую очередь виды с ксероморфными признаками. Инвазии *Oe. biennis* происходят, в основном, по долинам рек, в частности вдоль р. Северский Донец. К нему по инвазионной активности постепенно присоединяется *Oe. depressa*, который, в последнее время, очень активно натурализуется не только в долинах рек, но и вблизи лиманов и на солончаках в пределах Приазовской возвышенности (Украина, Донецкая обл.). По-видимому, натурализовавшиеся виды предпочитают природные местообитания, близкие к тем, в которых они произрастают в нативных условиях: песчаные и легкие почвы, сосновые леса, нарушенные местообитания. То есть процесс натурализации энотер в степной зоне России и Украины происходит путем колонизации этими видами экотопов, к которым они изначально приспособились в ходе эволюции в Северной Америке.

Таблица 4

Обилие видов рода *Oenothera* L. в антропогенных экотопах юго-востока Украины [2]

Вид	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Oe. biennis</i>										
<i>Oe. depressa</i>										
<i>Oe. rubricaulis</i>										
<i>Oe. hoelscheri</i>										
<i>Oe. fallax</i>										
<i>Oe. glazioviana</i>										
<i>Oe. wienii</i>										

Условные обозначения: 1. Донецкая обл., г. Ясиноватая, жд. станция; 2. Донецкая обл., жд. станция "Донецк"; 3. Донецкая обл., г. Донецк, территория металлургического завода; 4. Донецкая обл., г. Славянск, территория керамического комбината; 5. Донецкая обл., г. Краматорск, территория металлургического завода; 6. Донецкая обл., Волновахский р-н, пгт. Донское, территория карьера по добыче циркония; 7. г. Донецк, у забора Донецкого завода камнелитых изделий "Магма"; 8. Донецкая обл., г. Енакиев, территория металлургического завода; 9. Луганская обл., г. Счастье, золоотвал Счастьинской ГРЭС; 10. Луганская обл., жд. станция "Донецк".

 < 10 экз. 10 – 100 экз. 100 – 1000 экз. > 1000 экз.



Таблица 5

**Обилие видов рода *Oenothera* L. в естественных и антропогенных экотопах
Белгородской области**

Вид	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<i>Oe. biennis</i>																				
<i>Oe. depressa</i>																				
<i>Oe. rubricaulis</i>																				
<i>Oe. glazioviana</i>																				
<i>Oe. macrocarpa</i>																				
<i>Oe. tetragona</i>																				

Условные обозначения: 1. Автомагистраль Е 105, недалеко от поворота на Орловку, Ивнянский район; 2. Автомагистраль Е 105, в 4 км от п. Яковлево, Яковлевский район; 3. Ж/д станция с. Сажное, Прохоровский район; 4. Автодорога, примыкающая к ж/д, с. Сажное, Прохоровский район; 5. Рекреационная зона, район авторынки, г. Белгород; 6. Ж/д район Болховца, г. Белгород; 7. Берег пруда, с. Поляна, Шебекинский район; 8. Автодорога, около с. Бершаково, Шебекинский район; 9. Автодорога, смешанный лес, в нескольких километрах от п. Маслова пристань, Шебекинский район; 10. Автодорога около соснового леса, п. Волоконовка; 11. Рекреационная зона, п. Волоконовка; 12. Сосновый лес, п. Волоконовка; 13. Автодорога, в 4 км от г. Новый Оскол; 14. Автодорога, в 9 км от п. Чернянка; 15. Автодорога около с. Львовка, Новооскольский район; 16. Ж/д станция г. Валуйки; 17. Рекреационная зона г. Старый Оскол; 18. Старая клумба, п. Волоконовка; 19. Клумба около храма, с. Погромец, Волоконовский район; 20. Клумба в центре поселка Вейделевка.

< 10 экз

10–100 экз.

100–1000 экз

> 1000 экз.

Заключение

Таким образом, по результатам нашего исследования установлено, что основные различия в распространении видов энотер в Западной и Восточной Европе заключаются не только в видовом составе рода конкретных географических территорий, но и в количественных соотношениях видов. Необходимо отметить, что в Восточной Европе смешанные популяции энотер встречаются, как правило, значительно реже. Интересно, что здесь, как и в условиях степной зоны России и Украины, энотеры чаще всего произрастают в виде чистых зарослей лишь одного или, реже, нескольких видов (табл. 4, 5). В условиях же Западной и Центральной Европы в пределах смешанных популяций, которые встречаются там даже чаще, чем моновидовые, может произрастать от трех до семи и более видов. Возможно, в этом кроется одна из причин высокой изменчивости форм и видового разнообразия энотер в этих регионах, поскольку в смешанных популяциях встречается большое количество гибридных растений, порой с неясной таксономической принадлежностью. Изучение распространения видов рода *Oenothera* в модельных индустриальных регионах Европы позволяет говорить о том, что в более засушливых условиях степной зоны преимущество в распространении получают виды, обладающие ксерофильными признаками, толерантные к недостатку влаги.

Список литературы

1. Тохтарь В.К. Антропохорное распространение видов рода *Oenothera* L. (Onagraceae) в антропогенных экотопах Европы // Матер. Междун. конф. «Проблемы изучения адвентивной и синантропной флоры в регионах СНГ». Тула, 15–17 мая 2003. – М.; Тула, 2003. – С. 100–102.
2. Тохтарь В.К. Флоры техногенных экотопов и их развитие (на примере юго-востока Украины). Автореф. дис. ... д-ра биол. наук (03.00.05). – Киев: Институт ботаники им. Н.Г. Холодного, 2005. – 36 с.
3. Wittig R., Lenker K.-H., Tokhtar V.K. Zur Sociologie von Arten der Gattung *Oenothera* L. im Rheintal von Arnheim (NL) bis Mülhouse (F) // Tuexenia. – 1999. – Bd. 19. – S. 447 – 467.
4. Wittig R., Tokhtar V. *Oenothera* – Arten auf industriebrachen im westfälischen Ruhrgebiet // Nature u. Heimat. – 2002. – Bd. 62. – № 1. – S. 29 – 32.
5. Wittig R., Tokhtar V. Die Häufigkeit von *Oenothera*-Arten im westlichen Mitteleuropa // Feddes Repertorium. – 2003. – Bd. 114. – № 5–6. – S. 372–379.



STUDY OF *OENOTHERA*. SPECIES DISTRIBUTION IN MODEL INDUSTRIAL REGIONS OF EUROPE

V.K. Tokhtar
S.A. Groshenko

*Belgorod State National Research University,
Pobedy St., 85, Belgorod,
308015, Russia
E-mail: tokhtar@bsu.edu.ru*

On the basis of *Oenothera* plant species study within model territories of industrial regions in Europe the basic distinctions in their distribution were established. The natural-and-climatic factors, among which, the most important is the factor of availability of water, as well as the ecological-and-biological features of species determine the species spread peculiarities under the different conditions of Europe.

Keywords: *Oenothera* L., distribution, invasias, alien species, Europe



УДК 581.9

АНАЛИЗ АДВЕНТИВНОЙ ФРАКЦИИ АНТРОПОГЕННО ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ ФЛОР В УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЕ ЮГА СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ¹

О.В. Фомина
В.К. Тохтарь

*Белгородский государственный
национальный
исследовательский
университет,
Россия, 308015, Белгород,
ул. Победы, 85
E-mail: tokhtar@bsu.edu.ru*

Проведен сравнительный анализ адвентивной фракции антропогенно трансформированных флор юга Среднерусской возвышенности. Установлено, что вдоль градиента урбанизации происходит увеличение доли адвентивных видов. В спектре ведущих семейств адвентивного элемента изученных антропогенно трансформированных флор значительно повышается роль семейств *Amaranthaceae*, *Brassicaceae*, *Chenopodiaceae*, *Fabaceae* и *Solanaceae*, лидируют виды средиземноморского и ирано-туранского происхождения, повышается роль североамериканских видов. Характерными флорогенетическими процессами являются, с одной стороны, увеличение флористического богатства за счет заноса эвритопных адвентивных видов вдоль путей сообщения, с другой – выпадение из состава флоры стенобиотных местных видов, исчезновение редких растений и замена их более агрессивными инвазионными видами. Структура флоры унифицируется, упрощается и вульгаризируется.

Ключевые слова: антропогенно трансформированные флоры, адвентивная фракция, Среднерусская возвышенность.

Введение

Адвентизация флоры является важнейшей составляющей процесса антропогенной эволюции экосистем [1-5]. Анализ адвентивного элемента флор, позволяющий вскрыть внутренние закономерности их формирования, уже прочно вошел в сравнительную флористику и является обязательным компонентом исследования как естественных, так и антропогенных флор [2, 6-8].

Выделение чужеродных видов сопряжено с определенными трудностями. Многие адвентивные археофиты успели пройти акклиматизацию и прочно вошли в естественные сообщества. В то же время, существуют аборигенные нитрофилы, эутрофы, эрозиофилы, распространившиеся во вторичных местообитаниях и часто воспринимаемые исследователями как адвентивные. Под адвентивной фракцией флоры мы понимаем совокупность заносных видов, появление которых не связано с естественным ходом флорогенеза, а является прямым или косвенным следствием антропогенного воздействия на флору [9].

Целью данного исследования было выявление тенденций формирования адвентивного элемента антропогенно трансформированных флор юга Среднерусской возвышенности вдоль градиента урбанизации.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования были антропогенно трансформированные флоры, формирующиеся вдоль урбанистических градиентов на юге Среднерусской возвышенности. Нами проведен критический анализ адвентивной фракции четырех антропогенно трансформированных флор региона (флоры агрофитоценозов – субурбанофлоры – урбанофлоры – собственно урбанофлоры) в сравнении с флорами заповедных

¹ Исследования проведены в рамках Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России», ГК № 16.740.11.0053 от 01.09.2010

территорий «Лес на Ворскле» и «Ямская степь», которые являются типичными эталонными природными флорами для исследуемого региона и могут рассматриваться в качестве лесных и степных флор, существовавших еще до появления городов.

В нашем исследовании использовались традиционные методы сравнительной флористики. При полевых исследованиях применялась методика маршрутного флористического обследования с полевой документацией и сбором гербария. При сборе научного материала были сделаны флористические описания практически всех своеобразных микроэкотопов в пределах изученных объектов. Анализ способа иммиграции и степени натурализации адвентивных видов проводился по наиболее распространенной классификации [10–12]. В основу классификации ареалов видов положено физико-географическое зональное и флористическое деление Земли [13]. Анализ происхождения, современного распространения и принадлежности видов к той или иной типологической группе видов флоры проводили по специальным сводкам и публикациям [2, 6, 14, 15]. Исследования были выполнены с учетом основных методологических подходов к изучению антропогенно трансформированных флор, разработанных в последнее время [2, 6, 7, 16, 17]. Особенности развития флор при усилении антропогенного воздействия изучены с помощью различных статистических коэффициентов. Данные обрабатывались с помощью современных пакетов компьютерных программ Microsoft Excel XP и Statistica 6.0. Названия растений приводятся по «Флоре...» Маевского [18].

Результаты и обсуждение

По нашим данным, флоры урбанизированных территорий юга Среднерусской возвышенности включают 898 видов, 461 род и 99 семейств (табл. 1).

Таблица 1

Соотношение аборигенных и адвентивных видов в изученных антропогенно трансформированных флорах урбанизированных территорий на юге Среднерусской возвышенности

Генезис видов	Антропогенно трансформированные флоры юга Среднерусской возвышенности											
	ЯС		ЛВ		СУ		УФ		ЯУ		ФА	
	Число видов	%	Число видов	%	Число видов	%	Число видов	%	Число видов	%	Число видов	%
Апофиты случайные	121	44.0	182	40.3	250	38.4	96	16.7	2	1.0	6	2.1
Гемиапофиты	95	34.6	134	29.7	178	27.3	171	29.8	71	38.4	83	29.2
Эвапофиты	27	9.8	54	12.0	57	8.8	69	12.0	44	23.8	52	18.3
Адвентивные	32	11.6	81	18.0	166	25.5	238	41.5	68	36.8	143	50.4

Обозначения: ЯС — Ямская степь, ЛВ — Лес на Ворскле, СУ — субурбановфлора, УФ — урбановфлора, ЯУ — ядро урбановфлоры, ФА — флоры агрофитоценозов.

Соотношение аборигенных и адвентивных видов в исследуемых флорах составило: Ямская степь — 1:0.13; Лес на Ворскле — 1:0.22; субурбановфлора — 1:0.34; урбановфлора — 1:0.71; ядро урбановфлоры — 1:0.58; флоры агрофитоценозов — 1:1. Известно, что антропогенно трансформированные флоры по сравнению с естественными флорами характеризуются уменьшением этого показателя [19]. Эта тенденция проявляется и для исследуемых нами флор. С повышением антропогенного воздействия уменьшается доля апофитов случайных и возрастает доля адвентивных видов растений. Однако процентное содержание гемиапофитов во всех флорах остается примерно одинаковым, что говорит о сохранении достаточно большого количества аборигенных видов в пределах антропогенно трансформированных территорий и их способности адаптироваться к специфическим условиям.

В результате проведенного исследования установлено, что адвентивная фракция



изученных антропогенно трансформированных флор юга Среднерусской возвышенности имеет следующую таксономическую структуру (табл. 2).

Таблица 2

Систематическая структура адвентивной фракции изученных антропогенно трансформированных флор юга Среднерусской возвышенности

Таксономическая единица	Антропогенно трансформированные флоры юга Среднерусской возвышенности					
	ЯС	ЛВ	СУ	УФ	ЯУ	ФА
Общая структура изученных флор						
семейств	13	28	49	55	23	32
родов	30	71	139	176	57	99
видов	32	81	166	238	68	143
Ведущие семейства адвентивной фракции (первое число – количество родов, в скобках указано число видов в семействе)						
Asteraceae	10 (11)	13 (15)	23 (29)	30 (44)	16 (18)	17 (26)
Brassicaceae	4 (4)	10 (11)	19 (21)	22 (27)	9 (11)	14 (21)
Fabaceae	3 (3)	4 (7)	8 (11)	9 (13)	5 (6)	6 (10)
Poaceae	3 (3)	5 (6)	11 (15)	14 (23)	5 (6)	12 (17)
Lamiaceae	1 (1)	5 (5)	5 (5)	8 (8)	2 (2)	3 (4)
Rosaceae	1 (1)	3 (3)	9 (10)	7 (9)	-	-
Boraginaceae	1 (1)	3 (3)	4 (4)	8 (9)	2 (2)	6 (6)
Chenopodiaceae	-	3 (3)	5 (6)	4 (8)	2 (3)	5 (7)
Solanaceae	-	2 (2)	3 (3)	5 (7)	1 (1)	3 (5)
Amaranthaceae	-	1 (1)	1 (2)	2 (5)	1 (1)	1 (6)
Ведущие роды адвентивной фракции (указано количество видов для каждого рода)						
<i>Artemisia</i> L.	1	1	2	5	1	3
<i>Amaranthus</i> L.	-	1	2	4	1	6
<i>Sisymbrium</i> L.	1	2	2	4	2	4
<i>Atriplex</i> L.	-	1	2	4	2	2
<i>Setaria</i> P.Beauv.	1	2	2	4	2	2
<i>Sonchus</i> L.	1	1	2	3	2	3
<i>Solanum</i> L.	-	-	1	3	1	3
<i>Chenopodium</i> L.	-	1	1	2	1	2

Обозначения: ЯС – Ямская степь, ЛВ – Лес на Ворскле, СУ – субурбанофлора, УФ – урбанофлора, ЯУ – ядро урбанофлоры, ФА – флоры агрофитоценозов.

В составе изученных флор аборигенные виды преобладают над адвентивными, коэффициенты адвентизации составляют: Ямская степь – 0.12, Лес на Ворскле – 0.18, субурбанофлора – 0.26, урбанофлора – 0.42, ядро урбанофлоры – 0.37. Исключением являются флоры агрофитоценозов, где адвентивная фракция флоры составляет 50% (коэффициент адвентизации 0.5), что свидетельствует о наибольшей по сравнению с другими флорами антропогенной трансформации ее структуры.

Из таблицы 2 видно, что наибольшим разнообразием обладают адвентивные фракции урбанофлоры (55 семейств, 175 родов, 238 видов), субурбанофлоры (49 семейств, 139 родов, 166 видов) и флоры агрофитоценозов (32 семейства, 99 родов, 143 вида). Наименее представлены адвентивные виды в Ямской степи (13 семейств, 30 родов, 32 вида), что говорит о высокой устойчивости степных флор по отношению к антропогенному воздействию.

Таксономическая структура адвентивной фракции флоры существенно отличается от аборигенной: в спектре ведущих семейств значительно повышается роль средиземноморских семейств Brassicaceae и Fabaceae. Кроме того, в спектр десяти ведущих семейств входит значительное количество представителей американских видов из семейств Solanaceae и Amaranthaceae. Семейства Superaceae, Caryophyllaceae, Apiaceae, Ranunculaceae, Scrophulariaceae, Liliaceae, которые являются ведущими в аборигенной фракции флоры, занимают в адвентивной фракции флоры места с 18 по 49.

В спектре жизненных форм адвентивной фракции исследуемых флор преобладают терофиты (от 48.8% в субурбанофлоре до 67.1% во флорах

агрофитоценозов). Значительное количество видов с коротким и простым жизненным циклом – явление, характерное для адвентивной флоры [2, 6, 8, 12] (табл. 3).

Таблица 3

Спектр биоморфологических и экологических групп изученных адвентивных фракций флор

Жизненные формы	Антропогенно трансформированные флоры юга Среднерусской возвышенности					
	ЯС	ЛВ	СУ	УФ	ЯУ	ФА
Структура флор по жизненным формам К. Раункиера (первое число – количество видов, в скобках указан процент общего числа видов)						
Фанерофиты	0	7 (8.6)	32 (19.3)	30 (12.6)	8 (11.8)	4 (2.8)
Хамефиты	0	1 (1.2)	4 (2.4)	7 (2.9)	1 (1.5)	0
Гемикриптофиты	8 (25.0)	17 (21.0)	28 (16.9)	47 (19.7)	15 (22.1)	23 (16.1)
Геофиты	0	1 (1.2)	4 (2.4)	10 (4.2)	1 (1.5)	5 (3.5)
Гелофиты	0	1 (1.2)	0	0	0	0
Гидрофиты	0	2 (2.5)	2 (1.2)	2 (0.8)	0	0
Гемитерофиты	5 (15.6)	10 (12.3)	15 (9.0)	20 (8.4)	4 (5.9)	13 (9.1)
Терофиты	16 (50)	42 (51.9)	81 (48.8)	121 (50.8)	39 (57.4)	96 (67.1)
Паразиты	3 (9.4)	0	0	1 (0.4)	0	2 (1.4)
Структура флор по отношению к условиям увлажнения (в процентах от общего числа видов флоры)						
Эуксерофиты	6.3	2.5	4.2	2.5	2.9	4.2
Мезоксерофиты	18.8	13.6	12.7	13.9	16.2	12.6
Ксеромезофиты	59.4	58.0	51.2	54.6	52.9	65.0
Эумезофиты	15.6	19.8	28.3	25.6	25.0	18.2
Мезогидрофиты	0	2.5	2.4	2.5	2.9	0
Гидрофиты	0	1.2	0	0	0	0
Гидатофиты	0	2.5	1.2	0.8	0	0

Обозначения: ЯС – Ямская степь, ЛВ – Лес на Ворскле, СУ – субурбанофлора, УФ – урбанофлора, ЯУ – ядро урбанофлоры, ФА – флоры агрофитоценозов.

Преобладание в спектре жизненных форм терофитов характерно для аридных флор с характерным для них длительным засушливым периодом. В антропогенных местообитаниях, где условия произрастания растений крайне экстремальны, преимущества получают жизненные формы, способные в кратчайшие сроки завершить свой цикл развития. Именно поэтому терофиты получают определенные преимущества перед другими группами растений, и доля терофитов в структуре флор характеризует степень их нарушенности.

Для антропогенно трансформированных флор характерно нарушение условий влагообеспеченности экотопов, происходит общая ксерофитизация растительного покрова. Этот факт подтверждает и увеличение доли различных групп ксерофитов в адвентивной фракции (субурбанофлора – 68.1%, урбанофлора – 71.0%, ядро урбанофлоры – 72.0%, флоры агрофитоценозов – 81.8%) и уменьшение количества видов, приуроченных к прибрежно-водным экотопам (Лес на Ворскле – 6.2%, субурбанофлора – 3.6%, урбанофлора – 3.3%, ядро урбанофлоры – 2.9%, флоры агрофитоценозов – 0%), что наблюдается вдоль градиента урбанизации.

Флорогенетический спектр адвентивной фракции антропогенно трансформированных флор юга Среднерусской возвышенности представлен в таблице 4.

Таблица 4

Спектр флорогенетических элементов адвентивной фракции изученных антропогенно трансформированных флор юга Среднерусской возвышенности, %

Флорогенетический элемент	Антропогенно трансформированные флоры юга Среднерусской возвышенности					
	ЯС	ЛВ	СУ	УФ	ЯУ	ФА
1	2	3	4	5	6	7
Западноевропейский	0	1.2	3.7	2.5	0	1.4
Восточноевропейский	6.3	8.6	7.9	5.1	4.5	1.4



Окончание табл. 4

Западноазиатский	9.4	12.4	9.7	11.1	9.0	8.5
Сибирский	3.1	1.2	1.8	0.4	0	0
Восточноазиатский	0	2.5	6.1	7.6	3.0	7.1
Южноазиатский	6.3	3.7	2.4	2.5	1.5	3.5
Ирано-туранский	28.2	28.4	19.5	18.7	29.8	26.2
Средиземноморский	40.6	32.1	26.2	25.4	31.3	30.5
Кавказский	0	0	4.3	2.5	0	1.4
Причерноморский	0	0	0.6	0.4	0	0.7
Африканский	0	0	0	1.3	0	1.4
Североамериканский	6.3	9.9	17.1	20.3	19.4	14.2
Южноамериканский	0	0	0.6	2.1	1.5	3.5

Обозначения: ЯС — Ямская степь, ЛВ — Лес на Ворскле, СУ — субурбанофлора, УФ — урбанофлора, ЯУ — ядро урбанофлоры, ФА — флоры агрофитоценозов.

В адвентивной фракции изученных флор преобладают виды средиземноморского и ирано-туранского происхождения. К первой группе относятся: *Anisantha tectorum* (L.) Nevski, *Atriplex tatarica* L., *Ballota nigra* L., *Bromus squarrosus* L., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Consolida regalis* S.F.Gray, *Lactuca serriola* L., *Lappula squarrosa* (Retz.) Dumort., *Polycnemum arvense* L., *Setaria viridis* (L.) Beauv., *Stachys annua* L., *Vicia villosa* Roth, *Viola arvensis* Murr. К растениям ирано-туранского происхождения относятся: *Artemisia absinthium* L., *Atriplex sagittata* Borkh., *Centaurea diffusa* Lam., *Fumaria schleicheri* Soy.-Willero., *Kochia scoparia* (L.) Schrad., *Lathyrus tuberosus* L., *Malva pusilla* Smith. Вдоль усиления урбанистического градиента прослеживается увеличение доли североамериканских видов: *Acer negundo* L., *Bidens frondosa* L., *Cuscuta campestris* Yunc., *Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. et Gray, *Lepidium densiflorum* Schrad., *Oxybaphus nyctagineus* (Michx.) Sweet, *Quercus rubra* L. Из-за активного вторжения в природные сообщества таких американских видов, как *Amaranthus retroflexus* L., *Chamomilla suaveolens* (Pursh) Rydb., *Iva xanthifolia* Nutt., *Datura stramonium* L., *Fraxinus pennsylvanica* Marsh., *Galinsoga parviflora* Cav., *G. quadriradiata* Ruiz et Pav., *Lemna trisulca* L., *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch., *Phalacrologoma septentrionale* (Fern. et Wieg.) Tzvel., стираются грани между географически удаленными флорами различных континентов.

По способу заноса в антропогенно трансформированных флорах преобладают ксенофиты (Ямская степь – 93.8%, Лес на Ворскле – 91.3%, субурбанофлора – 61.6%, урбанофлора – 58.4%, ядро урбанофлоры – 80.9%, флоры агрофитоценозов – 65.8%) (табл. 5).

Таблица 5

Структура изученных антропогенно трансформированных флор по способу заноса и степени натурализации адвентивных видов

Биотипы по степени натурализации	Антропогенно трансформированные флоры юга Среднерусской возвышенности											
	ЯС		ЛВ		СУ		УФ		ЯУ		ФА	
	Число видов	%	Число видов	%	Число видов	%	Число видов	%	Число видов	%	Число видов	%
Ксенофиты												
Эфемерофиты	0	0	1	1.2	2	1.2	11	4.6	0	0	8	5.6
Колонофиты	0	0	0	0	0	0	2	0.8	0	0	0	0
Эпекофиты	16	50.0	44	54.3	67	40.5	94	39.5	39	57.4	67	46.9
Агриофиты	14	43.8	29	35.8	33	19.9	32	13.5	16	23.5	19	13.3
Эргазиофиты												
Эфемерофиты	0	0	0	0	17	10.2	32	13.5	0	0	26	18.1
Колонофиты	0	0	0	0	18	10.8	30	12.6	0	0	8	5.6
Эпекофиты	1	3.1	3	3.7	16	9.6	27	11.3	7	10.3	11	7.7
Агриофиты	1	3.1	4	5.0	13	7.8	10	4.2	6	8.8	4	2.8

Обозначения: ЯС — Ямская степь, ЛВ — Лес на Ворскле, СУ — субурбанофлора, УФ — урбанофлора, ЯУ — ядро урбанофлоры, ФА — флоры агрофитоценозов.

Они попадают в новые местообитания преимущественно по автомобильным и железным дорогам. Здесь нами отмечены следующие виды: *Amaranthus albus* L., *Ambrosia artemisiifolia* L., *Atriplex tatarica*, *Cenchrus longispinus* (Hackel) Fernald, *Centaurea diffusa*, *Chaenorhinum minus* (L.) Lange, *Corispermum hyssopifolium* L., *Iva xanthiifolia*, *Elsholtzia ciliata* (Thunb.) Hyl., *Fallopia convolvulus* (L.) A. Löve, *Galinsoga quadriradiata*, *Geranium sibiricum* L., *Impatiens parviflora* DC., *Lepidium densiflorum*, *Oenothera depressa* Green., *Oxybaphus nyctagineus*, *Panicum capillare* L., *Potentilla bifurca* L., *Puccinellia distans* (Jacq.) Parl., *Sclerochloa dura* (L.) Beauv., *Setaria verticillata* (L.) Beauv., *Sisymbrium wolgensse* Bieb. ex Fourn., *Tribulus terrestris* L., *Xanthium albinum* (Widd.) H. Scholz.

Большая часть эргазиофитов относится к одичавшим декоративным, пищевым и кормовым растениям: *Aquilegia vulgaris* L., *Asclepias syriaca* L., *Aster salignus* Willd., *Avena sativa* L., *Calendula officinalis* L., *Cannabis sativa* L., *Fraxinus pensylvanica*, *Helianthus tuberosus* L., *Heracleum sosnowskyi* Manden., *Hyppophaë rhamnoides* L., *Impatiens glandulifera* Royle, *Kochia scoparia*, *Lolium perenne* L., *Lupinus polyphyllus* Lindl., *Lycium barbarum* L., *Morus alba* L., *Panicum miliaceum* L., *Parthenocissus quinquefolia*, *Phacelia tanacetifolia* Benth., *Physalis alkekengi* L., *Solidago canadensis* L., *Symphytum caucasicum* Bieb., *Vinca minor* L.

В структуре антропогенно трансформированных флор по степени натурализации велика доля эфемерофитов и эргазиофитов за счет постоянного активного антропохорного заноса видов. Во всех исследуемых флорах по этой характеристике преобладают эпикофиты (Ямская степь — 53.1%, Лес на Ворскле — 58.0%, субурбанофлора — 50.1%, урбанофлора — 50.8%, ядро урбанофлоры — 67.7%, флоры агрофитоценозов — 54.6%), которые занимают промежуточную стадию в своей инвазии в местные сообщества региона. Однако занесенные растения с высокой инвазионной способностью, все-таки способны становятся постоянным компонентом природных и полуприродных сообществ (Лес на Ворскле — 41.8%, субурбанофлора — 27.7%, урбанофлора — 17.7%, ядро урбанофлоры — 32.3%, флоры агрофитоценозов — 16.0%). К ним относятся *Acer negundo*, *Bidens frondosa*, *Conyza canadensis* (L.) Cronq., *Echinocystis lobata*, *Elaeagnus angustifolia* L., *Humulus lupulus* L., *Phalacrologium septentrionale*, *Vinca minor*. Характерно, что проникновение в естественные экосистемы происходит, главным образом, в береговых и прибрежных зонах [20], что свойственно поведению адвентивных видов и на юге Среднерусской возвышенности.

Заключение

В результате проведенного исследования установлено, что в структуре наиболее антропогенно трансформированных флор юга Среднерусской возвышенности ведущая роль принадлежит адвентивным видам. В спектре ведущих семейств адвентивной фракции изученных антропогенно трансформированных флор значительно повышается доля представителей семейств *Amaranthaceae*, *Brassicaceae*, *Chenopodiaceae*, *Fabaceae* и *Solanaceae*. Это происходит за счет присутствия в них большого количества адвентивных видов, входящих в эти семейства. Семейства *Apiaceae*, *Caryophyllaceae*, *Cyperaceae*, *Liliaceae*, *Ranunculaceae*, *Scrophulariaceae*, занимающие ведущие позиции в региональной флоре, опускаются ниже 18 места. В результате этого происходит сближение спектра семейств адвентивной фракции флор со структурами флор Древнего Средиземноморья, что свидетельствует о приобретении ими ряда черт, характерных для более южных флор. В адвентивной фракции изученных флор лидируют виды средиземноморского (26.2–40.6%) и ирано-



туранского происхождения (18.7–29.8%). С повышением степени антропогенной трансформации флор в них увеличивается роль североамериканских видов (с 6.3 до 20.3%). Вдоль урбанистического градиента в адвентивной фракции увеличивается доля терофитов (от 48.8 до 67.1%), что является одним из показателей высокой степени нарушенности флор. Анализ флор по способу заноса адвентивных видов показал, что в этих условиях преобладают виды, относящиеся к ксенофитам (58.4–93.8%), которые мигрируют преимущественно вдоль путей сообщения. По степени натурализации преобладают виды-эпекрифиты (50.1–67.7%). Большая часть колонофитов и эфемерофитов отмечена в местообитаниях с наибольшей степенью антропогенной трансформации, где происходит постоянный направленный и непреднамеренный антропохорный занос растений.

Список литературы

1. Горчаковский П.Л. Антропогенные изменения растительности: мониторинг, оценка, прогнозирование // Экология. – 1984. – № 5. – С. 3–16.
2. Бурда Р.И. Антропогенная трансформация флоры. Киев: Наукова думка, 1991. 168 с.
3. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Наука о растительности (история и современное состояние концепций). – Уфа: Гилем, 1998. – 413 с.
4. Абрамова Л.М., Хазиахметов Р.М., Хасанова Г.Р., Юнусбаев У.Б., Миркин Б.М. Синантропизация степей: методы оценки и возможности управления процессом // Вопросы степеведения. – Оренбург, 2000. – С. 62–70.
5. Березуцкий М.А. Антропогенная трансформация флоры южной части Приволжской возвышенности: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Воронеж, 2000. – 36 с.
6. Протопопова В.В. Синантропная флора Украины и пути ее развития. – Киев, 1991. – 202 с.
7. Тохтарь В.К. Флоры техногенных экотопов и их развитие (на примере юго-востока Украины): Дис. ... д-ра биол. наук. Донецкий ботанический сад НАН Украины. – Донецк, 2005. – 506 с.
8. Панасенко Н.Н. Флора города Брянска. – Брянск: РИО БГУ, 2009. – 136 с.
9. Тихомиров В.Н. Актуальные задачи изучения адвентивных и синантропных растений // Проблемы изучения адвентивной флоры СССР: (Материалы совещ. 1–3 февр. 1989 г.). – М., 1989. – С. 3–6.
10. Kornas J. Remarks in analysis of a synanthropic flora // Acta bot. Slov. Ser. A. – 1978. – № 3. – С. 385–394.
11. Чичев А.В. Пути и способы формирования урбанофлоры в Московской области // Учен. зап. Тартуского гос. ун-та. – 1985. – № 704. – С. 69–73.
12. Туганаев В.В., Пузырев А.Н. Гемерофиты Вятско-Камского междуречья. – Свердловск: Изд-во Уральского ун-та, 1988. – 124 с.
13. Тахтаджян Л.А. Флористические области Земли. – Л.: Наука, 1978. – 247 с.
14. Булохов А.Д. Экологическая оценка среды методами фитоиндикации. – Брянск: Изд-во БГПУ, 1996. – 104 с.
15. Казакова М.Ф. Флора Рязанской области. – Рязань: Русское слово, 2004. – 388 с.
16. Ильминских Н.Г. Флорогенез в условиях урбанизированной среды (на примере городов Вятско-Камского края): Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – С.Пб., 1993. – 36 с.
17. Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В. Черная книга флоры Средней России: чужеродные виды растений в экосистемах Средней России. – М.: ГЕОС, 2010. – 512 с.
18. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. – М.: Т-во научных изданий КМК, 2006. – 600 с.
19. Хмелев К.Ф., Березуцкий М.А. Состояние и тенденции развития флоры антропогенно трансформированных экосистем // Журн. общей биологии. – 2001. – Т. 62. – № 4. – С. 339–351.
20. Березуцкий М.А. Антропогенная трансформация флоры // Бот. журн. – 1999. – Т. 84. – №6. – С. 8–19.



ALIEN FRACTION ANALYSIS OF ANTHROPOGENOUS TRANSFORMED FLORAS IN URBANIZED ENVIRONMENT IN THE SOUTH OF CENTRAL RUSSIAN UPLAND

O.V. Fomina

V.K. Tokhtar

*Belgorod State National Research
University,*

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

E-mail: tokhtar@bsu.edu.ru

The comparative analysis of alien plant fractions of anthropogenically transformed floras in the south of Central Russian upland is carried out. It is established that along the gradient of urbanization there is an increase in the proportion of alien species. In the spectrum of leading families of alien element studied in the anthropogenically transformed floras the role of the families *Amaranthaceae*, *Brassicaceae*, *Chenopodiaceae*, *Fabaceae*, *Solanaceae* is considerably increased. Species of the Mediterranean and irano-turanian origin are the most distributed under the conditions studied. The North American species are also very common species there. Characteristic of main florogenetic processes in the floras studied are, on the one hand, the increase of floristic richness due to influx of everythopous alien plants. On the other hand, disappearance from the local flora of stnotopic local species and their replacement by de more aggressive invasive species. The structure oft he flora becomes more unified, simplified and vulgarized.

Key words: anthropogenically transformed floras, alien fraction, south of Central Russian upland.



УДК 635.713

ОПЫТ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ БАЗИЛИКА ОБЫКНОВЕННОГО (*OCIMUM BASILICUM* L.) В БАШКИРСКОМ ПРЕДУРАЛЬЕ

**И.Е. Анищенко
О.Ю. Жигунов**

Ботанический сад-институт
УНЦ РАН

Россия, 450080, г. Уфа,
ул. Менделеева 195/3

E-mail: irina6106@mail.ru

В статье представлены результаты изучения биологических особенностей 4 культиваров малораспространенной культуры базилика обыкновенного (*Ocimum basilicum* L.) в Башкирском Предуралье.

Ключевые слова: *Ocimum basilicum* L, пряно-ароматические растения, культивар, морфометрические параметры.

Введение

В последнее время неуклонно возрастает интерес к пряно-ароматическим растениям, которые широко применяются в косметической, парфюмерной, пищевой, фармацевтической промышленности. Наряду с широко распространенными пряно-ароматическими растениями (укроп, петрушка, сельдерей, фенхель, анис, виды мяты), существует немало нетрадиционных или малораспространенных эфирно-масличных культур, за счет которых можно значительно обогатить их ассортимент. Значительная часть из них принадлежит к двум семействам – яснотковым (Lamiaceae Lindl.) и сельдерейным (Apiaceae Lindl.). Многие из них могут успешно произрастать как в теплом и влажном климате, так и в достаточно суровых климатических условиях Южного Урала.

Семейство Яснотковые включает около 210 родов и около 3 500 ценных пряно-ароматических, лекарственных, декоративных и технических растений. Представители семейства во всех своих частях содержат эфирные масла или смолообразные вещества, кумарины, флавоноиды, реже сапонины, чем обусловлено их важное практическое значение [1]. Одним ценных представителей семейства является базилик обыкновенный, или камфорный (*Ocimum basilicum* L.), который на Южном Урале довольно редко выращивается садоводами-любителями.

Базилик обыкновенный – однолетнее травянистое растение высотой до 70 см. Стебель прямой, четырехгранный, от основания – сильно разветвленный, голый. Листья черешковые, супротивные, продолговато-яйцевидные, при основании клиновидно суженные, редкозубчатые, зеленые или фиолетовые. Цветки собраны по 6-10 в пазухах листьев на концах стеблей, они однополые, от белых до розовых, фиолетовых, расположены мутовками. Растение перекрестноопыляющееся. Плод состоит из четырех мелких орешков. Семена яйцевидные, удлинённые, коричневатого-черной или черной окраски [2].

В диком виде базилик произрастает в Иране, Индии, Китае и некоторых других странах. В одичавшем состоянии встречается на юге Азии, в Африке, тропической зоне Америки [3].

В настоящее время базилик возделывается во многих странах Южной Европы, Азии, Америки. Культивируется на юге России, в Крыму, на Кавказе, Молдавии, Средней Азии.

Надземная часть растения содержит до 1.5% эфирного масла, 6% дубильных веществ, гликозиды и кислый сапонин. Сильный приятный запах обусловлен наличием в надземной части его эфирного масла сложного состава, содержание которого в различных видах колеблется от 0.2% до 1.5%. Оно включает компоненты: метилхавиол, цинеол, линалоол, камфору, оцимен, дубильные вещества, кислый сапонин. Кроме того, он содержит сахара, каротин, фитонциды, витамин C, B₂, PP.

Базилик обладает противовоспалительным, спазмолитическим, возбуждающим аппетит и тонизирующим действием. Применяется при простудах, гриппе, снижает температуру, уменьшает выделение слизи из носовых пазух, устраняет бессонницу и нервные напряжения. Эфирное масло, листья и соцветия базилики в свежем и сушеном виде применяют в консервной, мясомолочной и винодельческой промышленности. Свежие и сухие листья хороши в качестве приправы. Растение является хорошим медоносом [4].

Объекты и методы

Изучение биологических особенностей базилика обыкновенного проводилось в период 2009-2011 гг. в Ботаническом саду-институте г. Уфы на экспозиционном участке пряно-ароматических растений. В исследования включены 3 новых культивара и основная форма базилика обыкновенного: *Ocimum basilicum* L., *O. basilicum* cv. Anisbasilicum, *O. basilicum* cv. Opal, *O. basilicum* cv. Zimtbasilicum.

Основные климатические характеристики г. Уфы, где проводились исследования: среднегодовая температура воздуха равна $+2.6^{\circ}\text{C}$, среднемесячная температура воздуха зимних месяцев колеблется в пределах от -12°C до -16.6°C , абсолютный минимум был отмечен в -42°C , Среднемесячная температура воздуха летних месяцев колеблется от $+17.1^{\circ}\text{C}$ до $+19.4^{\circ}\text{C}$, абсолютный максимум достигает до $+37^{\circ}\text{C}$, среднемесячное количество осадков в летние месяцы колеблется в пределах от 54 до 69 мм, среднегодовое количество осадков равно 580 мм, безморозный период продолжается в среднем 144 дня. Почвы г. Уфы в основном по типу почв относятся к серым лесным и темно-серым лесным [5].

При описании морфологических особенностей растений использовалась терминология, предложенная в атласах по описательной морфологии [6, 7, 8]. Измерение морфометрических параметров (табл.) проводили на 10 экземплярах каждого культивара базилика обыкновенного в фазу цветения. При этом учитывались следующие параметры: высота и число генеративных побегов, длина, ширина и количество листьев на 1 генеративном побеге, длина, ширина соцветия, количество цветков на 1 генеративном побеге. Также измеряли биомассу надземной части растений.

Результаты и их обсуждение

Растения были выращены из семян рассадным способом. Семена новых культиваров были получены из-за рубежа (Германия, Латвия). Семена высевались в ящики в условиях теплицы в конце марта (28.III). Всходы появились 6–8.IV.

В первой декаде июня (10.VI), с наступлением окончания возвратных ночных заморозков, сеянцы были высажены в открытый грунт.

Таблица
Характеристика морфометрических параметров культиваров *Ocimum basilicum* L.

Параметры	<i>Ocimum basilicum</i> L.		<i>O. basilicum</i> cv. Anisbasilicum		<i>O. basilicum</i> cv. Opal		<i>O. basilicum</i> cv. Zimtbasilicum	
	М	C _v , %	М	C _v , %	М	C _v , %	М	C _v , %
Число генеративных побегов, шт.	7.9±0.23	9.3	10.5±0.50	15.1	7.1±0.38	16.9	11.4±0.41	10.8
Высота генеративных побега, см	83.5±0.95	3.6	61.9±0.50	2.5	77.6±1.17	4.8	106±1.05	3.0
Толщина генеративного побега, см	0.6±0.03	17.7	0.4±0.02	18.8	0.7±0.02	11.0	0.5±0.02	15.2
Длина листа с черешком, см	9.3±0.21	7.2	6.9±0.32	14.7	8.3±0.28	10.6	10.5±0.32	9.1
Длина листовой пластинки, см	6.7±0.22	10.2	4.9±0.19	12.4	5.5±0.09	5.0	7.1±0.23	9.7
Ширина листовой пластинки, см	3.77±0.13	11	3.2±0.16	15.4	3.3±0.11	10.8	3.1±0.09	9.1
Окончание табл.								
Кол-во листьев на 1 ге-	131.6±	5.4	89.6±	4.9	146.2±	4.2	161.1±	5.5



неративный побег, шт.	2.23		1.39		1.92		2.95	
Длина соцветия, см	32.9±	7.3	22.2±	16.6	29.0±	7.8	23.1±	8.8
	0.77		1.16		0.72		0.67	
Ширина соцветия, см	2.1±	9.4	1.7±	9.4	1.66±	8.6	1.6±	7.7
	0.06		0.05		0.05		0.04	
Кол-во цветков на 1 генеративный побег, шт.	86.4±	12.1	79.4±	13.7	83.6±	7.6	73.1±	15.5
	3.32		3.45		2.02		3.78	

Ниже представлена характеристика изученных культиваров базилика обыкновенного.

Ocimum basilicum – высота растения в среднем составляет 84 см, побеги гладкие, светло-зеленые с фиолетовым оттенком. Листья светло-зеленые, имеют гвоздично-анисовый резкий запах, острого вкуса. Цветки кремово-белые. Биомасса надземной части растений 1240 г.

O. basilicum cv. Anisbasilicum – растение высотой 62 см, слабо-раскидистое. Побеги светло-фиолетовые, в основании зеленые. Листья зеленые с фиолетовыми жилками, черешки листьев фиолетовые, имеют анисовый приятный запах. Цветки: нижняя губа – кремовая, верхняя – бледно-сиреневая. Биомасса надземной части – 830 г.

O. basilicum cv. Opal – растение высотой 78 см, побеги опушенные зеленые с фиолетовым оттенком. Листья темно-зеленые, с фиолетовым оттенком по жилкам, с характерными нечасто встречающимися небольшими зазубринами. Запах гвоздичный, очень резкий. Цветки: нижняя губа – светло-лиловая, верхняя – сиреневая. Биомасса надземной сферы – 1760 г.

O. basilicum cv. Zimtbasilicum – растение высотой 106 см, образует сильно раскидистый куст. Побеги слабоопушенные, зеленые, с фиолетовым отливом. Листья зеленые, черешки листьев фиолетовые, имеют гвоздичный запах. Цветки: нижняя губа – кремовая, верхняя – светло-сиреневая. Биомасса надземной части – 980 г.

Наибольшей высотой генеративных побегов отличается cv. Zimtbasilicum, при этом масса его надземной части небольшая. Это обусловлено незначительной толщиной побегов (0.5 см). Наименьшим количеством листьев (90 шт.) на одно растение отличается cv. Anisbasilicum, при этом количество его генеративных побегов достаточно высокое, и составляет 11 шт. Самым высоким значением показателя биомассы надземной сферы отличается cv. Opal – 1760 г., благодаря толщине побегов (0.7 см) и значительному количеству листьев (146).

Все морфометрические показатели культиваров базилика имеют нормальную степень варьирования (от 2.5 до 18.8%).

Заключение

Таким образом, следует отметить, что все изученные культивары базилика обыкновенного, как и основная форма вида, в условиях Башкирского Предуралья хорошо растут и развиваются в течение всего вегетационного периода. Базилик формирует раскидистый куст с полудревесневающими побегами высотой до 1 м, массой 0,8-1,7 кг. Изученные культивары базилика отличаются разными оттенками запаха и вкуса, и являются перспективными для выращивания в нашей зоне в открытом грунте. Базилики, в особенности красивые пестролистный сорта, включенные в наши исследования, могут быть рекомендованы к широкому использованию не только в качестве пряно-ароматического сырья, но и в фитодизайне.

Список литературы

1. Тахтаджян А. Л. Система и филогения цветковых растений. – М. – Л., 1966. – 610 с.
2. Воронина Е. П., Горбунов Ю. Н., Горбунова Е. О. Новые ароматические растения для Черноземья. – М.: Наука, 2001. – 173 с.
3. Машанов В. И., Покровский А. А. Пряно-ароматические растения. – М.: Агропромиздат, 1991. – 287 с.
4. Воронина Е. П., Лапин П. И. // Вест. сельхоз. науки. 1984. № 11. С. 54 – 62.



5. Кадильников Е. В. // Записки Башкирского филиала Географического общества СССР. – Уфа, 1960. С. 61 – 71.
6. Федоров А. А., Артюшенко З. Т., Кирпичников М. Э. Атлас по описательной морфологии высших растений: Стебель, корень. – М. – Л., 1962. – 352 с.
7. Федоров А. А., Артюшенко З. Т. Атлас по описательной морфологии высших растений: Соцветие. – Л., 1979. – 295 с.
8. Серебряков И. Г. Экологическая морфология растений: жизненные формы покрытосеменных и хвойных. – М., 1962. – 378 с.

THE EXPERIENCE OF CULTIVATION OF *OCIMUM BASILICUM* L. IN BASHKIR CIS-URALS

I.E. Anishchenko

O.Ju. Zhigunov

Botanical garden-institute of USC RAS,
Mendeleeva Str., 195/3, Ufa, 450080,
Russia

E-mail: irina6106@mail.ru

In the article the results of the study of biological features of 4 cultivars of the not widespread culture of *Ocimum basilicum* L. in Bashkir Cis-Urals are presented.

Key words: *Ocimum basilicum* L, spicy and aromatic plants, cultivar, morphometric parameters.



УДК 582.572: 581.14:635.91

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ЦВЕТОНОСНЫХ ПОБЕГОВ ИЗ ЛУКОВИЦ ЛИЛИЙ РАЗЛИЧНОЙ ВЕЛИЧИНЫ

Н.В. Оспищева
О.А. Сорокопудова

*Белгородский государственный
национальный исследователь-
ский университет, Россия,
308015, г. Белгород, ул. Победы,
85*

*E-mail: ospisheva@bsu.edu.ru;
sorokopudova@bsu.edu.ru*

Рассмотрены зависимости между числом генеративных побегов, цветков и величиной луковиц у некоторых Азиатских гибридов лилий при выгонке. Для получения качественных цветоносных побегов из луковиц средней величины – окружностью 12-15 см – рекомендовано отбирать для выгонки луковицы с одной почкой возобновления.

Ключевые слова: *Lilium*, разбор луковиц, выгонка, почки возобновления.

Введение

Лилии – популярные высокодекоративные луковичные растения, которые с успехом используются для озеленения и выгонки. Результат выгонки, то есть качество продукции, зависит во многом от качества и величины луковиц, используемых для выгонки. Известно, что для выгонки следует брать крупные луковицы – не меньше второго разбора, то есть величиной от 3 см в диаметре или 9,5 см в окружности и больше [1, 2, 3, 4]. Луковица лилий представляет собой систему укороченных побегов, включая зачаточные побеги (почки) [5, 6]. Как правило, чем крупнее луковица, тем больше размеры цветоносного побега и больше цветков на нем развивается. Почки, составляющие луковицу, закладываются как последовательно, определяя смену генераций монокарпического побега, и одновременно, в течение одного вегетационного сезона. У Азиатских гибридов лилий почки возобновления закладываются в пазухах верхних чешуй укороченной части побега. У взрослых луковиц часто закладывается не одна, а 2-3 (иногда 4) почки – возобновления. В этом случае из одной крупной луковицы во время вегетации одновременно развивается 2-3 побега. В таких случаях прямая зависимость между величиной луковиц и числом цветков на одном генеративном побеге часто бывает слабой [7]. Закладка нескольких почек у многих сортов лилий наблюдается в молодом генеративном онтогенетическом состоянии с окружностью луковиц 11-15 см.

Цель данной работы – выявить зависимости между продуктивностью (числом побегов и цветков) цветоносных побегов и величиной луковиц у некоторых Азиатских гибридов при выгонке.

Материал и методика

Луковицы лилий были выращены на интродукционном участке ботанического сада Белгородского госуниверситета, который расположен в лесостепной зоне на юге Среднерусской возвышенности. Для выгонки в условиях зимнего сада использовали Азиатские гибриды средних сроков цветения отечественной селекции – ‘Анастасия’, ‘Вера’, ‘Калинка’, ‘Оксана’, ‘Пелеринка’, ‘Рондо’, ‘Сюзанна’, ‘Руфина’, ‘Сиреневая кудрявая’, ‘Варенька’, ‘Карусель’, ‘Лионелла’, ‘Морская пена’, ‘Ротонда’, ‘Утренняя звезда’, по 6-14 луковиц каждого сорта. Для выгонки отбирали луковицы разборов II, I и экстра (II разбор – от 9,5 до 12 см в окружности, I разбор – от 12 до 18 см, экстра – выше 18 см) [1]. Посадку луковиц проводили в середине января (2007-2008 гг.) в контейнеры объемом 0,6 л. по 1 шт. Субстрат для посадки состоял из почвы, перегноя и песка или опилок в соотношении 2:1:1. Температура воздуха в период выгонки изменялась в

пределах от 15 до 32°C. Луковицы выращивали при естественном освещении с досвечиванием в вечерние часы.

Как правило, луковица лилий с одной почкой имеет более или менее округлое строение, если же в луковице одновременно образовалось две или более почек, то – форма луковицы может отклоняться от округлой немного больше, поэтому возникла необходимость вычислить площадь отдельной почки. В своей работе мы измеряли периметр луковицы и исходя из него вычисляли её площадь. Для этого использовали формулы $P = 2\pi r$ и $S = \pi r^2$, где P – окружность луковицы, S – площадь её сечения. Отсюда $S = P/4\pi$.

Результаты и обсуждение

Все луковицы разделили на три группы по величине: крупные с окружностью более 15 см, средние – с окружностью от 12 до 15 см и мелкие – менее 12 см в окружности. Как правило, у молодых растений с меньшим числом сочных чешуй в луковице и, соответственно, некрупными луковицами, закладывается одна почка. Отмечено, что по две почки возобновления у разных сортов лилий начинало формироваться в луковицах различной величины, посаженных в один и тот же сезон и выращенных в одинаковых условиях (табл. 1).

Таблица 1
Минимальная величина луковиц лилий с двумя почками – возобновления

Сорт	Окружность луковиц, см
Сиреневая кудрявая	8.5
Вера	11
Рондо	12.5
Варенька	13
Анастасия	14.5
Оксана	14.5
Утренняя звезда	14.5
Лионелла	14.5
Карусель	14.5
Калинка	15
Морская пена	16
Пелеринка	16
Сюзанна	16
Ротонда	16.5
Руфина	17

У сортов 'Вера' и 'Сиреневая кудрявая' в луковицах более 10–11 см в окружности закладывается чаще 2 почки. Для сортов 'Рондо', 'Варенька' эта тенденция наблюдается в луковицах величиной более 12–13 см в окружности. У сортов 'Лионелла', 'Карусель' в луковицах с окружностью 14–15 см, как правило, имеется 2 почки, у сортов 'Оксана', 'Калинка' в луковицах такой же величины может быть одна или две почки. В крупных луковицах сортов 'Пелеринка', 'Морская пена', 'Руфина', 'Ротонда' с окружностью 16–17 см может быть заложено как одна, так и 2 почки. Таким образом, выявлена сортоспецифичность по способности к образованию двух почек в луковицах в зависимости от их величины. В среднем у большинства изученных нами сортов в луковицах средних размеров (с окружностью 12–15 см) может быть сформировано как одна, так и две или три почки.

Многие сорта Азиатских гибридов лилий различаются величиной луковиц в генеративном онтогенетическом состоянии. Так в рамках одной группы сортов высаженных в один сезон и в одинаковых условиях наблюдались различия по величине луковиц. По величине луковиц были выделены группы сортов [8]. Чаще у сортов с некрупными луковицами одновременно две и более почки закладывается раньше, например, уже на 2-3 сезон цветения, чем у крупнолуковичных сортов, у которых закладка нескольких почек может происходить только на 4-5 год после перехода растения в генеративное состояние. У крупнолуковичных сортов луковицы могут содержать по одной почке, достигнув довольно больших размеров.

По результатам выгонки установлено, что у луковиц лилий одного сорта и одинаковой величины, но с разным числом побегов формируется разное число цветков на отдельном побеге. Чем больше было заложено почек, тем меньше цветков развивается на цветоносных побегах. То есть у луковиц с одной почкой возобновления на цветоносных побегах формируется больше цветков, чем у таких же по размеру луковиц, но с двумя почками. В луковицах средних размеров (с окружностью 12–15 см) при закладке 2 почек развивались побеги с небольшим числом цветков (2–4 шт.). У луковиц с одной

почкой возобновления на побегах формировалось больше цветков, чем у таких же по величине луковиц, но с двумя почками (рис. 1).

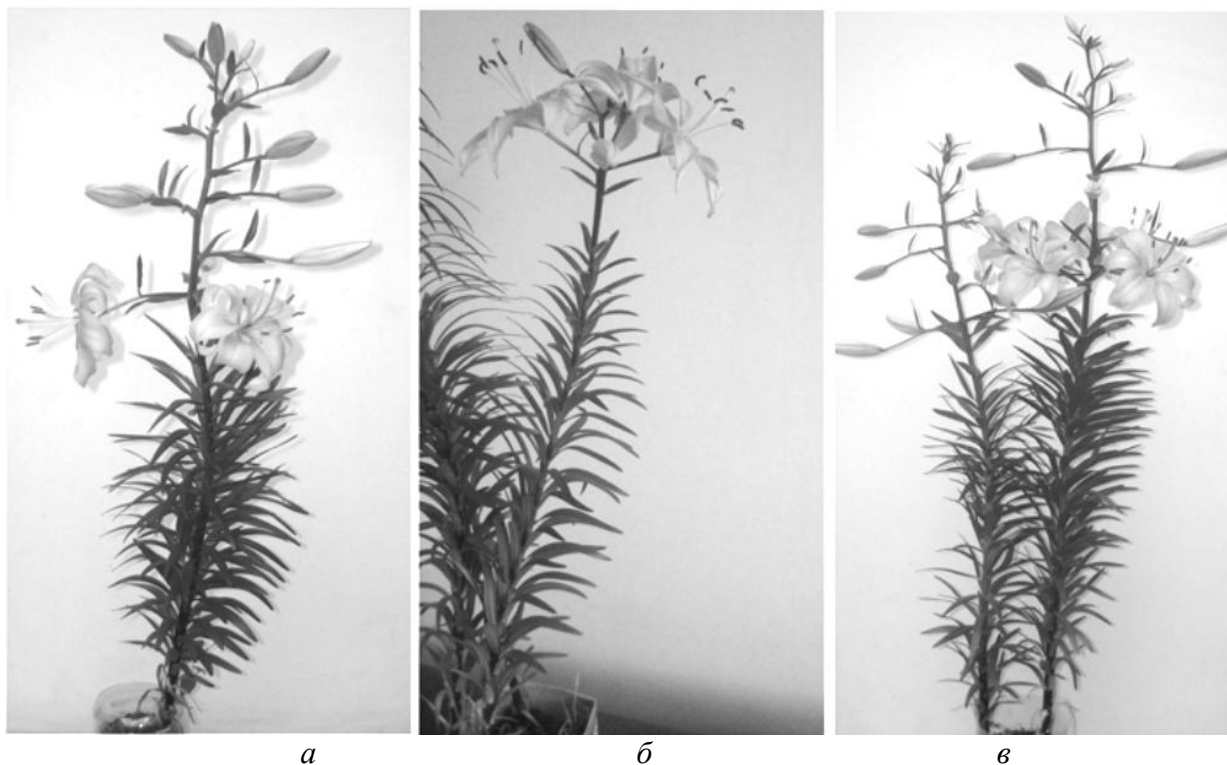


Рис. 1. Цветоносные побеги сорта Лионелла:

а – из луковицы окружностью 14,5 см (1 побег), б, в – из луковиц окружностью 14,5 и 18 см (по 2 побега).

В результате корреляционного анализа всего массива данных выявлена средняя прямая зависимость между числом цветков на побегах и окружностью луковиц (коэффициент парной корреляции $r=0.51$). Однако, в группе средних по величине луковиц подобная связь отсутствовала ($r=-0.02$) (рис. 2).

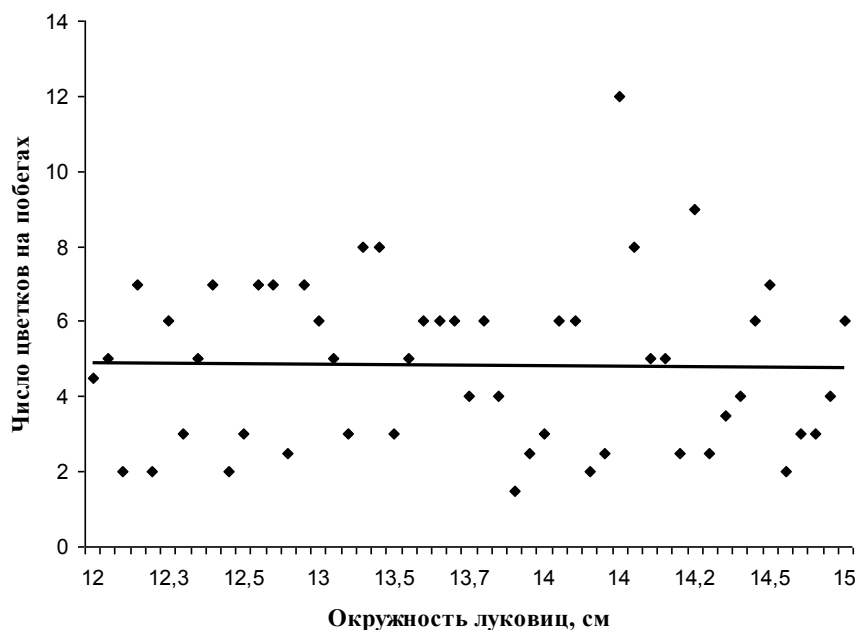


Рис. 2. Зависимость числа цветков у Азиатских гибридов лилий от величины луковиц средней величины.

Так как число цветков, развивающихся на побегах, должно зависеть от числа заложённых вегетативных метамеров, и, соответственно, от величины почек, была рассчитана площадь поперечного сечения луковиц (или части луковиц) с одной почкой возобновления (табл. 2). Оказалось, что зависимость между показателями числа цветков и площади сечения одной почки была выше (коэффициент парной линейной корреляции $r = 0,72$), чем между числом цветков и величиной луковицы ($r = 0,51$). Таким образом, показатель площади сечения луковицы или ее части с одной почкой может быть использован для прогноза результатов выгонки как более точный по сравнению с величиной луковицы (окружностью или диаметром).

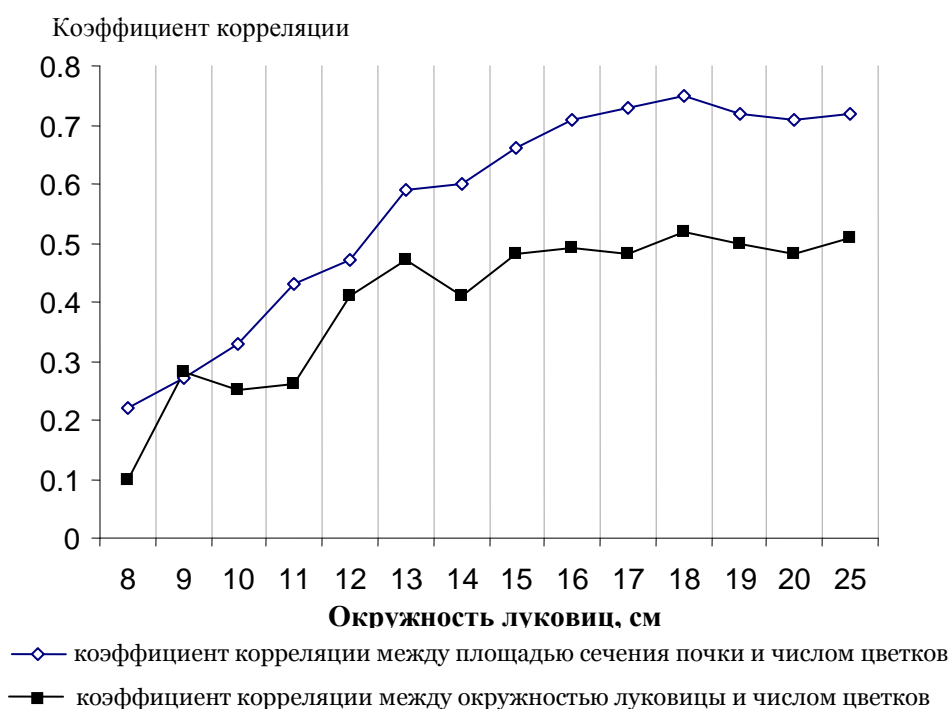


Рис. 3. Зависимость коэффициента корреляции величины луковиц и числа цветков с увеличением размеров луковиц

Таблица 2

Средние параметры растений при выгонке

Сорт	Окружность луковиц, см	Число побегов	Площадь сечения луковицы, см ²	Площадь сечения одной почки, см ²	Число цветков на 1 побеге
Сиреневая кудрявая	9.7±0.12	1.6	7.5±0.15	4.7±0.14	3.8
Вера	12.6±0.20	2	12.6±0.28	6.3±0.28	1.9
Калинка	12.8±0.19	1.2	13.0±0.27	10.9±0.25	6.3
Сюзанна	13.6±0.15	1.1	14.7±0.23	13.4±0.23	5.9
Рондо	13.9±0.09	1.9	15.4±0.13	8.1±0.18	3.0
Морская пена	14.7±0.19	1.2	17.2±0.29	14.3±0.28	6.6
Ротонда	14.9±0.11	1.2	17.6±0.17	14.7±0.16	8.6
Лионелла	15.4±0.20	1.6	18.9±0.31	11.8±0.16	7.2
Пелеринка	15.4±0.16	1.3	18.9±0.26	14.5±0.24	6.0
Руфина	15.5±0.12	1.3	19.1±0.19	14.7±0.15	5.3
Карусель	16.1±0.20	1.1	20.6±0.33	18.7±0.34	6.3
Утренняя звезда	16.1±0.15	1.7	20.6±0.24	12.1±0.13	4.2
Анастасия	16.2±0.20	1.9	20.9±0.30	11.0±0.20	7.3
Оксана	17.0±0.18	1.7	23.0±0.28	13.5±0.19	4.3
Варенька	17.1±0.15	2	23.2±0.21	11.6±0.12	8.4



Заклучение

Таким образом, при отборе луковиц для выгонки с окружностью менее 15–15,5 см (диаметром менее 4,8–5,0 см) следует обращать внимание на число зачаточных почек возобновления. Из средних по величине луковиц с двумя и тремя почками на цветоносных побегах разовьется цветков меньше, чем из таких же по размерам луковиц, но с одной почкой. Для более обильного и продолжительного цветения рекомендуем для выгонки использовать крупные луковицы с окружностью более 15–16 см или средних размеров, но с одной почкой возобновления.

Азиатские гибриды лилий отличаются по способности к формированию двух и более почек в луковицах в зависимости от величины луковиц. Площадь сечения луковицы или части луковицы с 1 почкой возобновления может служить критерием для прогнозирования числа цветков, которые разовьются при выгонке на одном генеративном побеге.

Список литературы

1. Былов В.Н., Зайцева Е.Н. Выгонка цветочных луковичных растений (Биологические основы). – М.: Наука, 1990. – 240 с.
2. Отрошко А.В. Лилии. – М.: Хоббикнига, 1993. – 176 с.
3. Рубинина А., Казанкова Л., Фитисов А. Лилии в саду и теплице. – М., Наука, 2002. – 47 с.
4. Завадская Л.В. Выгонка растений. – М.: Изд. Дом МСП, 2006. – 154 с.
5. Баранова М.В. Луковичные растения семейства лилейных (география, биоморфологический анализ, выращивание). – СПб.: Наука, 1999. – 229 с.
6. Баранова М.В. Структура, классификация и направления эволюционных преобразований вегетативных органов луковичных растений семейства Liliaceae // Ботан. журн.. – 1986. – Т. 71, № 10. – С. 1308–1319.
7. Оспищева Н.В., Соркопудова О.А., Макарова К. Особенности развития цветоносных побегов *Lilium* L. в молодом генеративном возрастном состоянии // Биологический вестник. Роль ботанических садов в изучении онтогенеза интродуцированных растений (Харьков, 26–29 мая 2008). – Харьков, 2008. – Т. 12, № 2. – С. 33–34.
8. Соркопудова О.А. Величина луковиц видов и сортов *Lilium* в лесостепной зоне Западной Сибири // Бюллетень Главного ботан. сада. – 2004. – Вып. 188. – С. 155–160.

CHARACTERISTICS OF FLORAL SHOOT DEVELOPMENT FROM LILY BULBS OF VARIOUS SIZES

N.V. Ospischeva
O.A. Sorokopudova

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

E-mail: ospischeva@bsu.edu.ru;
sorokopudova@bsu.edu.ru

The correlations between the number of floral shoots, the number of flowers and the size of bulbs in some Asiatic hybrid lilies were studied under the forcing conditions. In order to get the high-quality forcing it is recommended to use the bulbs of medium-size (a circumference of 12 to 15 cm) with a single renewal bud.

Key words: lilies, groups of bulbs on the size, forcing, bulbs, off-sets.

УДК 631.52:635.965.283.2

СОЗДАНИЕ ГИБРИДОВ МЕЖДУ ЛИЛИЕЙ КУДРЕВАТОЙ И СОРТАМИ РАЗДЕЛА АЗИАТСКИЕ ГИБРИДЫ

Е.А. Долматов¹

Е.В. Мамонов²

Д.Е. Долматов²

А.Е. Долматова³

¹⁾ Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, Россия, 302530, Орловская область, Орловский район, п/о Жилина

E-mail: dolmatov-plants@yandex.ru

²⁾ Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева» Россия, 127550 г. Москва, ул. Тимирязевская, 49

E-mail: selectplod@timacad.ru;
dolmadze@yandex.ru

³⁾ Селекционно-декоративный питомник «Горицвет», 302530, Орловская область, Орловский район, п/о Жилина, ул. Молодежная, 6

E-mail: meconopsis@mail.ru

Проведены исследования по созданию жизнеспособных гибридов между сортами раздела Азиатские гибриды и лилией кудреватой. Изучены морфологические особенности сеянцев, установлена их гибридная природа.

Ключевые слова: лилии, отдаленные скрещивания, кудреватые гибриды, методы преодоления нескрещиваемости, сеянцы.

Введение

Среди декоративных растений лилиям принадлежит одно из ведущих мест. Их красота и разнообразие создали славу этим замечательным растениям.

Селекцией лилий занимаются довольно давно, но лишь в конце прошлого века были получены наиболее выдающиеся результаты, благодаря которым количество новых сортов резко возросло. С 1960 года было зарегистрировано около 7000 сортов [1, 2]. В настоящее время Международная классификация гибридных лилий включает в себя более десяти тысяч [3, 4].

За рубежом работают преимущественно над выведением сортов лилий для выгонки в теплицах. Это сорта с крупными цветками, направленными вверх.

В то же время при создании композиций в природном стиле часто необходимы изящные растения с некрупными цветками различной формы, которые бы подчеркивали красоту ландшафта, а не акцентировали на себе внимание. Пока таких сортов как отечественной, так и зарубежной селекции очень мало и их недостаток с каждым годом ощущается все острее.

Одной из исходных форм для выведения таких сортов может быть лилия кудреватая, обладающая такими ценными качествами как: устойчивость к вирусным и грибным болезням, большое количество некрупных цветков в соцветии (до 50 шт.), долговечная луковица; вид произрастает на территории России, а следовательно хорошо приспособлен к нашим климатическим условиям.

Немногочисленные сорта этого раздела были получены от скрещивания видов, составляющих одноименную секцию (Sect. Martagon). В основном скрещивания проводились между лилией кудреватой, включая ее разновидности, и лилией Хансона.

Полученные сорта были необычайно декоративны. Они отличались разнообразной окраской, многоцветковостью (от 30 до 50 цветков), тонким ароматом и изяществом формы цветков. Это были мощные растения, обладающие высокой зимостойкостью, устойчивостью к грибным и вирусным болезням и долговечностью луко-



вицы (до 30 и более лет).

Однако из-за таких существенных недостатков как длительный ювенильный период (6-7 лет), низкий коэффициент размножения, слаборазвитые надлуковичные корни, осложняющие пересадку, сорта этого раздела не получили широкого распространения.

Так как перечисленные недостатки характерны для всех представителей секции Martagon и сортов раздела Мартагон гибридов, то дальнейший прогресс в селекции и увеличении доли коммерческих сортов этого раздела в сортименте лилий возможен лишь при отдаленной гибридизации с сортами других разделов.

В качестве компонентов для скрещиваний значительный интерес представляют сорта раздела Азиатские гибриды, которые филогенетически наиболее близки сортам Мартагон гибридов, и в отличие от последних имеют короткий ювенильный период и легки в культуре.

В связи с этим, начиная с 2006 года, проводились исследования, основной целью которых было изучение способности лилии кудреватой скрещиваться с видами и сортами, относящимися к разделу Азиатские гибриды.

Объекты и методика исследования

Объекты исследований:

Азиатские гибриды (41 сорт): Can sun, Cheops, Citronella, Marlene, Miramar, Ocean breeze, White pixels, Аккорд, Аксинья, Аксиома, Анастасия, Белая волна, Вера, Вероника, Герда, Диадема, Ивушка, Крем-брюле, Кремовая пагода, Лионелла, Лучи надежды, Миньон, Млада, Морская пена, Нимфа, Ночное танго, Одетта, Пагода, Палитра, Розовая дымка, Ротонда, Саламандра, Светлый брашмарк, Снежана, Таинственная незнакомка, Торнадо, Утренняя звезда, Эмблема, Эмилия.

Лилия кудреватая.

Исследования проводились в Орловской области на базе Селекционно-декоративного питомника и кафедры селекции и семеноводства садовых культур Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К. А. Тимирязева (г. Москва).

Методика

Опыление проводилось несколькими способами: 1 – классический (нанесение пыльцы на рыльце пестика), 2- с укорачиванием столбика, 3 – прививка столбика, 4 – с помощью зонда.

Укорачивание столбика. Операцию удаления верхней части столбика с рыльцем производили продезинфицированным в спиртовом растворе лезвием на уровне 10-12 мм от завязи. Далее на срез наносили экссудат и пыльцу с отцовского растения. После побурения коробочки срезали и выделяли семена. Наличие зародыша в семени определяли просвечиванием [5, 6].

Прививка столбика. Для проведения операции по прививке пестика необходимы три компонента: 1 – пыльца с отцовского растения, 2 – цветок материнского растения с предварительно укороченным пестиком, 3 – пестик хорошо совместимого с отцовским растением сорта. Зрелым пыльником отцовского растения мы опыляли рыльце пестика хорошо совместимого с ним сорта. Пыльца, попав в благоприятные условия, начинала прорастать. Через один день столбик вместе с рыльцем и проросшей пылью срезали. Одновременно производили удаление рыльца и большей части столбика у материнского растения. На полученный срез помещали опыленный пестик, стараясь совместить внутрипестичные каналы. Прививку закрепляли с помощью пластиковой трубочки. После побурения коробочки срезали и выделяли семена. Наличие зародыша в семени определяли просвечиванием [7, 8, 9, 10].

Опыление с помощью зонда. Суть метода заключается в помещении пыльцы внутрь столбика с помощью пластикового зонда, диаметр которого соответствует диаметру внутреннего канала в столбике пестика. Зонд изготавливался из капроновой нити диаметром 1 мм и длиной около 10 см. Один конец его для удобства в работе закреплялся в пластиковой или деревянной ручке, а другой стачивался на нет.

Данный способ позволяет преодолеть барьеры несовместимости без повреждения столбика, что существенно снижает как трудоемкость процесса, так и повышает его эффективность. Пестик не получает повреждений, так как при прохождении зонда плодолистики, составляющие пестик аккуратно раздвигаются, а при завершении операции возвращаются в исходное положение. Этот метод можно рекомендовать как в случае гетеростилии совместимых комбинаций, самоопылении, так и в отдаленных скрещиваниях для преодоления барьеров несовместимости, локализованных в рыльце или в верхней трети столбика [6].

Результаты и их обсуждение

Анализ результатов скрещиваний *L. martagon* с Азиатскими гибридами позволяет утверждать, что как прямые, так и обратные скрещивания Азиатских гибридов с лилией кудреватой успешны. При использовании *L. martagon* в качестве отцовского компонента скрещивания в течение 6 лет (с 2006 по 2011 гг.) было осуществлено более 90 комбинаций скрещивания, из них семена получены в 25 комбинациях, что составляет 27.5% от общего числа. В 12 комбинациях (13.2% случаев) завязались коробочки, но полноценных семян выделено не было.

Успешные комбинации – Вероника × *L. martagon*, Крем – брюле × *L. martagon*, Ротонда × *L. martagon*, Светлый брашмарк × *L. martagon*, Утренняя Звезда × *L. martagon*, Эмилия × *L. martagon*, White pixels × *L. martagon*, Диадема × *L. martagon*, Белая волна × *L. martagon*, Саламандра × *L. martagon*, Лучи надежды × *L. martagon*, ЛотС × *L. martagon*. По данным комбинациям завязываемость коробочек составляет от 2.8 до 100%. Количество выделенных семян – от 9 до 594 шт. Выход семян из одной коробочки находится в пределах от 0.1 шт./кор. (Белая волна × *L. martagon*) до 33 шт./кор. (Лучи надежды × *L. martagon*).

При использовании *L. martagon* в качестве материнского растения семена удалось получить в 6 комбинациях. Завязываемость коробочек была на уровне 38.1–70.5%. Выход семян из одной коробочки составил от 0.91 до 24.9 шт. на коробочку. (табл. 1)

Таблица 1

Завязываемость коробочек и выход семян в скрещиваниях лилии кудреватой с Азиатскими гибридами (2006–2011 гг.).

№/№, п/п	Номер гибридной се- мы	Комбинация скрещивания		Дата скрещивания	Опылено цветков, шт.	Завязалось коробочек		Выде- лено се- мян, шт.	Выход семян из одной коробочки, шт.
		♀	♂			шт.	%		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>L. martagon</i> × Азиатские гибриды									
1	799	<i>l. martagon</i>	Аз. гибриды	2007	105	14	13.3	53	3.8
3	8102	<i>l. martagon</i>	Аз. гибриды	2008	105	41	39.0	45	0.91
4	802	<i>l. martagon</i>	Аз. гибриды	2008	105	71	67.6	1898	29.4
5	806	<i>l. martagon</i> бе- лая	Аз. гибриды	2008	105	53	50.5	477	9.0
6	951	<i>l. martagon</i>	Аз. гибриды	2009	105	42	40.0	105	2.5
7	10100	<i>l. martagon</i>	Аз. гибриды	2010	105	28	0	0	0
8	1039	<i>l. martagon</i>	Аз. гибриды	2011	105	40	38.1	38	0.95
Всего					840	345	-	2893	-
Азиатские гибриды × <i>L. martagon</i>									
9	602	Marlene	<i>l. martagon</i>	2006	105	0	0	0	0
10	607	Крем брюле.	<i>l. martagon</i>	2006	105	42	40	462	11
11	612	Миньон	<i>l. martagon</i>	2006	105	0	0	0	0



Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12	615	Светлый брашмарк	l. martagon	2006	105	41	39	168	4.1
13	618	Млада	l. martagon	2006	105	0	0	0	0
14	620	Одетта	l. martagon	2006	105	0	0	0	0
15	627	Морская пена	l. martagon	2006	105	0	0	0	0
16									
17	629	Кремовая Пагода	l. martagon	2006	105	0	0	0	0
18	630	Вероника	l. martagon	2006	105	21	20	178	8.5
19	631	Нимфа	l. martagon	2006	105	0	0	0	0
20	635	Снежана	l. martagon	2006	105	0	0	0	0
21	651	Сансун	l. martagon	2006	105	0	0	0	0
22	655	Снежана	l. martagon	2006	105	0	0	0	0
23	695	Эмилия	l. martagon	2006	105	42	40	579	13.8
24	698	Ротонда.	l. martagon	2006	105	39	37.5	144	3.7
25	699	Утренняя звезда.	l. martagon	2006	105	41	39	181	4.4
26 У	770	Уайт Пиксельс	l. martagon	2007	105	11	10.5	100	9.1
27	771	Уайт Пиксельс	l. martagon	2007	105	3	2.8	19	6.3
28	788	Эмилия	l. martagon	2007	105	5	4.8	35	7.0
29	790	Эмилия	l. martagon	2007	105	4	3.8	30	7.5
30 У	791	Эмилия	l. martagon	2007	105	15	14.3	165	11.0
31 П	814	Эмилия	l. martagon	2008	105	8	7.6	46	5.7
32	828	Эмилия	l. martagon	2008	105	95	90.5	30	0.3
33	839	Белая волна	l. martagon	2008	105	81	77.1	9	0.1
34	847	Пагода	l. martagon	2008	105	0	0	0	0
35	853	Диадема	l. martagon	2008	105	44	42.0	70	1.6
36	862	Анастасия	l. martagon	2008	105	0	0	0	0
37	863	Таинственная незнакомка	l. martagon	2008	105	0	0	0	0
38	864	Цитронелла	l. martagon	2008	105	0	0	0	0
39	865	Розовая дымка	l. martagon	2008	105	0	0	0	0
40	866	Торнадо	l. martagon	2008	105	0	0	0	0
41*	905	Мирамар	l. martagon	2009	105	35	33.3	0	0
42	906	Мирамар	l. martagon	2009	105	0	0	0	0
43	917	Эмилия	l. martagon	2009	105	21	20.0	49	2.3
44	918	Панорама	l. martagon	2009	105	0	0	0	0
45*	919	Саламандра	l. martagon	2009	105	23	21.9	3	0.13
46	919	Саламандра	l. martagon	2009	105	8	7.6	152	19.0
47*	920	Панорама	l. martagon	2009	105	0	0	0	0
48*	921	Эмилия	l. martagon	2009	105	16	15.2	10	0.6
49	922	Диадема	l. martagon	2009	105	105	100	184	1.7
50*	922	Диадема	l. martagon	2009	105	71	67.6	473	6.7
51*	931	Эмилия	l. martagon	2009	105	0	0	0	0
52	932	Анастасия	l. martagon	2009	105	0	0	0	0
53*	933	Анастасия	l. martagon	2009	105	8	7.6	0	0
54*	939	Эмилия	l. martagon	2009	105	18	17.1	38	2.1
55	1017	Панорама	l. martagon	2010	105	0	0	0	0
56*	1017	Панорама	l. martagon	2010	105	0	0	0	0
57*	1018	Жар-Птица	l. martagon	2010	105	0	0	0	0
58	1022	Саламандра	l. martagon	2010	105	0	0	0	0
59*	1022	Саламандра	l. martagon	2010	105	29	27.6	0	0
60	1028	Лионелла	l. martagon	2010	105	0	0	0	0
61*	1028	Лионелла	l. martagon	2010	105	0	0	0	0

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
62	1029	Ротонда	l. martagon	2010	105	0	0	0	0
63*	1029	Ротонда	l. martagon	2010	105	6	5.7	0	0
64	1030	Диадема	l. martagon	2010	105	0	0	0	0
65*	1030	Диадема	l. martagon	2010	105	35	33.3	48	1.4
66	1031	Эмилия	l. martagon	2010	105	0	0	0	0
67*	1031	Эмилия	l. martagon	2010	105	5	4.8	0	0
68*	1035	Анастасия	l. martagon	2010	105	0	0	0	0
69	1035	Анастасия	l. martagon	2010	105	0	0	0	0
70*	1037	Аккорд	l. martagon	2010	105	0	0	0	0
71	1037	Аккорд	l. martagon	2010	105	0	0	0	0
72*	1038	Утренняя звезда	l. martagon	2010	105	52	49.5	0	0
73	1039	Аксинья	l. martagon	2010	105	0	0	0	0
74*	1040	Палитра	l. martagon	2010	105	0	0	0	0
75*	1041	Эмблема	l. martagon	2010	105	0	0	0	0
76*	1042	Ивушка	l. martagon	2010	105	0	0	0	0
77*	1043	Белая волна	l. martagon	2010	105	53	50.5	0	0
78*	1046	Хеопс	l. martagon	2010	105	0	0	0	0
79*	1050	Таинств. не- знакомка	l. martagon	2010	105	0	0	0	0
80	1051	Лучи надежды	l. martagon	2010	105	0	0	0	0
81*	1051	Лучи надежды	l. martagon	2010	105	46	43.8	0	0
82	1054	Ночное Танго	l. martagon	2010	105	0	0	0	0
83*	1054	Ночное Танго	l. martagon	2010	105	0	0	0	0
84*	1055	Вера	l. martagon	2010	105	0	0	0	0
85*	1056	Герда	l. martagon	2010	105	0	0	0	0
86*	1057	Аксиома	l. martagon	2010	105	0	0	0	0
87*	1093	Оушен Бриз	l. martagon	2010	105	0	0	0	0
88*	1117	Эмилия	l. martagon	2011	105	0	0	0	0
89*	1118	Центерфолд	l. martagon	2011	105	60	0	0	0
90*	1119	Розовая Дымка	l. martagon	2011	105	0	0	0	0
91*	1120	Галактика	l. martagon	2011	105	0	0	0	0
92*	1121	ЛотС	l. martagon	2011	105	105	100	23	0.22
93*	1122	Саннис Голд	l. martagon	2011	105	0	0	0	0
94*	1123	Саламандра	l. martagon	2011	105	23	21.9	92	4.0
95*	1124	Утренняя Звезда	l. martagon	2011	105	63	60.0	0	0
96*	1125	Ротонда	l. martagon	2011	105	16	15.2	0	0
97*	1126	Уайт Пиксельс	l. martagon	2011	105	26	24.8	0	0
98*	1128	Белое Безмолвие	l. martagon	2011	105	105	100	0	0
99	1143	Оушен Бриз	l. martagon	2011	105	0	0	0	0
100	1158	Лучи надежды	l. martagon	2011	105	18	17.1	594	33
Всего					9555	1428	-	3882	-
ИТОГО					10395	1773	-	6775	-

П-прививка столбика, У-укорачивание столбика, * – опыление с помощью зонда.

При этом необходимо отметить, что на результаты скрещивания значительное влияние оказывают внешние условия, в особенности, режим минерального питания и влагообеспеченности. В 2008 году скрещивания лилии кудреватой с сортами Азиатских гибридов проводились параллельно в условиях культуры (в коллекционных насаждениях, гибридная семья 802) и в природных условиях в урочище «Верховье», в Национальном парке «Орловское Полесье» (гибридная семья 8102). В первом случае завязалась 71 коробочка, было получено 1898 семян. Во втором – 41 коробочка и 45 семян. Налицо существенные различия как по количеству завязавшихся коробочек (в 1.73 раза), так и по количеству семян (в 42.2 раза).



По-видимому, это связано с тем, что в условиях культуры растения находились в более комфортных условиях. Они регулярно поливались, раз в 2 недели подкармливались полным минеральным удобрением. Кроме того, почва коллекционного участка отличалась большим плодородием (темно-серая лесная) по сравнению с почвой урочища «Верховье» (дерново-подзолистая).

Следовательно, при отдаленной гибридизации лилий необходимо уделять особое внимание оптимизации внешних условий, так как этот довольно простой метод позволяет значительно увеличить результативность скрещиваний.

При проращивании семян, полученных в прямых и обратных комбинациях, были зафиксированы реципрокные различия. Так семена в комбинациях Лилия кудреватая × Азиатские гибриды для прорастания требовали сложной двухступенчатой стратификации, характерной для Лилии кудреватой. Тип прорастания – подземный длительный.

Развитие гибридных сеянцев в этой группе скрещиваний практически ни чем не отличается от развития сеянцев Лилии кудреватой. К концу второго года жизни гибридные сеянцы имели луковички 5–10 мм в диаметре и 2–3 настоящих листа. К концу третьего года подавляющее большинство сеянцев погибало, а выжившие не превышали в высоту 7 см.

В обратных комбинациях (Азиатские гибриды × Л. кудреватая) – семена прорастали по типу Азиатских гибридов – надземное, быстрое прорастание. Так в гибридной семье 82Х (Эмилия × Лилия кудреватая) в первый же год (2009) они образовывали луковички с настоящими листьями. На второй год жизни сеянцы вначале развивались по материнскому типу: луковички выбросили по несколько листьев обычных для азиатских гибридов размеров и формы (узколанцетные, длиной до 10 см). Через некоторое время интенсивность роста гибридов значительно возросла. Вновь появляющиеся листья были длиной 17–20 см при ширине 2–2.5 см. Начиная с июля 2010 года, часть растений образовала цветоносные побеги с 1-3 бутонами (7 растений из 35). Сеянцы зацвели в сентябре-ноябре. То есть закладка цветочных почек и цветение произошли в течение одного периода вегетации, что совсем не характерно для лилий разделов Кудреватые и Азиатские гибриды, у которых закладка цветковых почек происходит в год, предшествующий цветению.

Из этого следует, что гибриды наследуют материнский тип развития и что при получении Мартагон-Азиатик гибридов в качестве материнских растений наиболее целесообразно использовать сорта Азиатских гибридов, так как при этом резко (в 2-3 раза) сокращается ювенильный период.

На третий год жизни (2011) цвело уже 14 растений из 35. По комплексу морфологических признаков они в большей степени походили на растения Азиатских гибридов.

Листосложение очередное, характерное для Азиатских гибридов, и только у нескольких сеянцев в средней части побега было по одной-две мутовки из 5-7 листьев как у лилии кудреватой. По форме листовые пластинки были ланцетными, как у материнского растения. Частота расположения листьев на стебле была различной. Большинство растений имели более или менее равномерное расположение листьев по стеблю. В то же время часть сеянцев имела неравномерную густоту и размеры листьев по длине стебля. В нижней трети стебля с наибольшей густотой располагались самые крупные листья. По мере продвижения вверх по стеблю листья становились мельче и в самой верхней части практически отсутствовали, что характерно для отцовского родителя – лилии кудреватой. Наиболее ярко это проявилось у сеянцев 82Х-6, 82Х-8, 82Х-9 (рис. 1).

Следует отметить, что при опылении сорта Эмилия, имеющего персиковую почти без крапа окраску, пылью Лилии кудреватой (цветки сиреневые с сильным крапом) окраска цветков у сеянцев варьировала от белой до ярко-оранжевой. Для всех их в той или иной степени характерно наличие крапа (рис. 2). По этому признаку цветущие растения можно разделить на 4 группы:

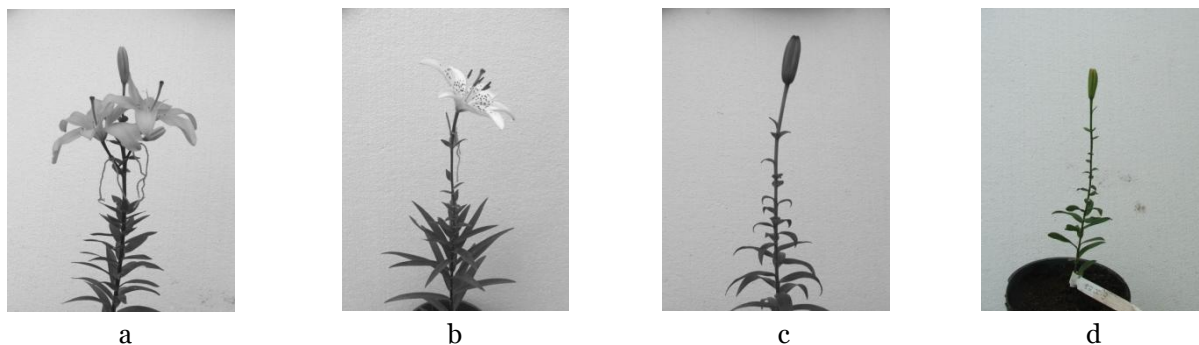


Рис. 1. Расположение листьев на стебле (а – Эмилия, b – 82Х-6, с – 82Х-8, d – 82Х-9)

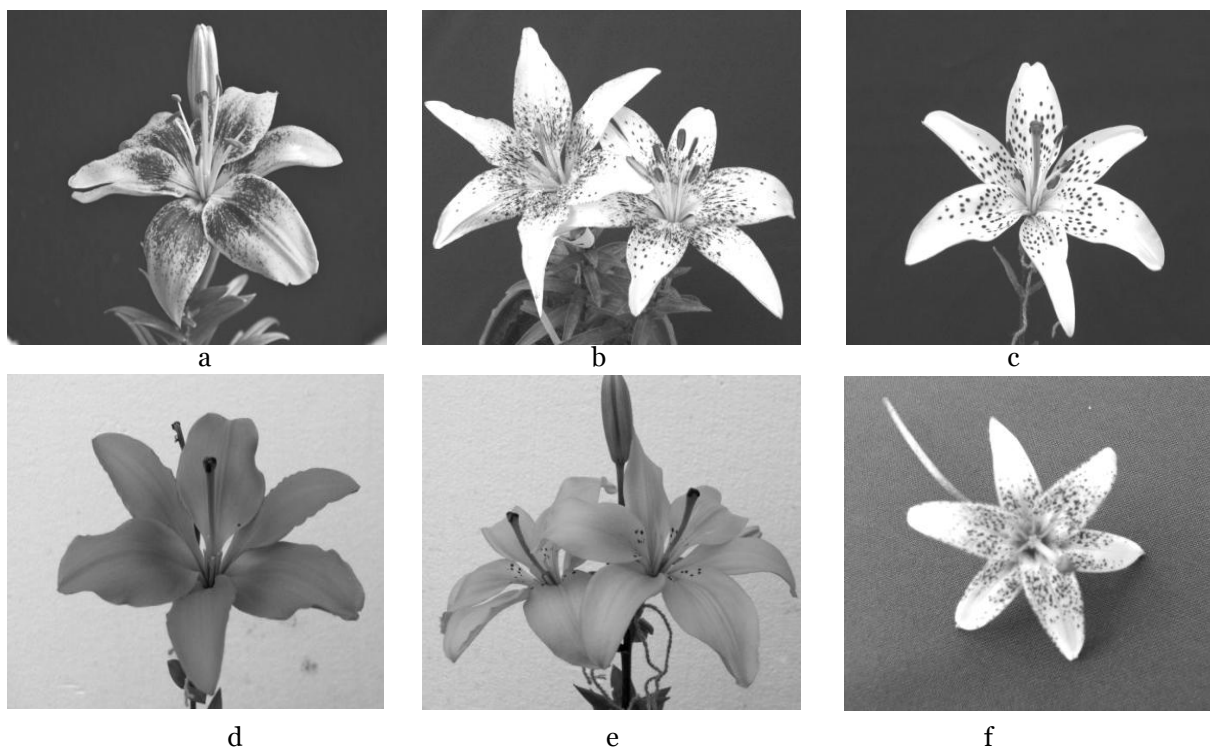


Рис. 2. Окраска цветков и наличие крапинок у сеянцев: а – 82Х-1, b – 82Х-14, с – 82Х-6, d – 82Х-11, e – Эмилия, f – белоцветковая форма лилии кудреватой.

1 – почти без крапа: сеянцы 82Х-11 и 82Х-12;
2 – с небольшим количеством крапинок: сеянцы 82Х-2, 82Х-3, 82Х-17;
3 – с крапом, занимающим до половины лепестков: сеянцы 82Х-4, 82Х-5, 82Х-21;
4 – с крапом, занимающим более 2/3 поверхности лепестка: сеянцы 82Х-1, 82Х-6, 82Х-10, 82Х-14.

Отдельно хотелось бы отметить сеянцы, у которых помимо крапа на лепестках присутствуют многочисленные штрихи (82Х-14, 82Х-21) или крупные пятна (82Х-1), характерные для сортоформ Азиатских гибридов брашмарк, брашстрок и танго. Учитывая тот факт, что материнский сорт Эмилия имеет лишь единичные крапинки, наличие у сеянцев штрихов, крупных пятен и многочисленных пятнышек свидетельствует о явном влиянии отцовского растения – лилии кудреватой, обладающей всеми этими признаками (рис.2).

У сеянцев 82Х-10, 82Х-11, 82Х-14, 82Х-3 у листочков околоцветника выражен так называемый «ноготок».

По размерам цветка все сеянцы можно отнести к группе средних и крупных. У большинства сеянцев широко-открытые цветки направлены вверх, как у материнского сорта Эмилия, и лишь у сеянца 82Х-6 цветки направлены в стороны.

Часть сеянцев (82X-1, 82X-2, 82X-11, 82X-14) обладают в разной степени выраженности приятным ароматом.

По очертанию стенок нижнего эпидермиса листьев родительские формы относятся к различным группам. Лилия кудреватая имеет неравномерно-извилистые стенки клеток, сами клетки относительно короткие и напоминают пазлы, а у Эмилии клетки длинные, линейные с прямыми стенками. Практически все сеянцы имеют в слабой или средней степени равномерно-волнистые стенки клеток эпидермиса (рис. 3), что также может свидетельствовать об их гибридной природе.

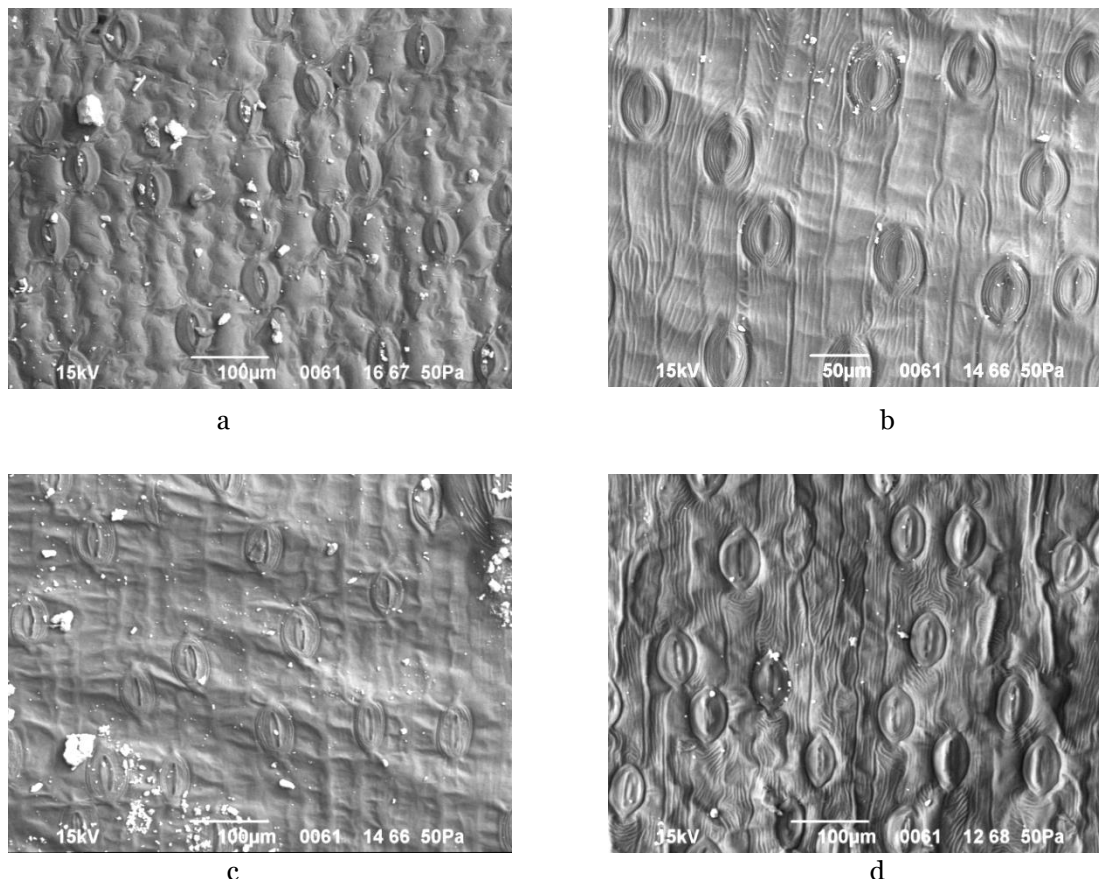


Рис. 3. Очертание стенок клеток нижнего эпидермиса: а – лилия кудреватая, б – Эмилия, с – 82X-6, d – 82X-21

Материнский сорт Эмилия имеет лишённые пыльцы пыльники, в то время как у сеянцев этот признак варьировал от стерильных до нормально развитых. Морфологически пыльцевые зерна при этом также изменялись в широких пределах – от полностью деформированных (сеянец 82X-12) до имеющих нормальные размеры и форму (рис. 4).

В 2011 году были проведены скрещивания сеянцев, полученных в комбинации Эмилия х лилия кудреватая, между собой и с родительскими формами. Не смотря на то, что количество опыленных цветков было ограниченным, тем не менее, полученные результаты позволяют сделать определенные выводы.

Как видно из таблицы 2 при опылении гибридов пыльцой лилии кудреватой семян получено не было, но из 15 комбинаций скрещивания в 11 завязались нормально развитые коробочки со щуплыми семенами без зародышей. В данном случае отрицательные результаты можно, по-видимому, объяснить ядерно-цитоплазматической несовместимостью, проявляющейся при беккрассах межвидовых гибридов F1 с отцовским видом несовместимостью гибридного ядра, содержащего 75% отцовских хромосом, с унаследованной от материнского растения цитоплазмой.

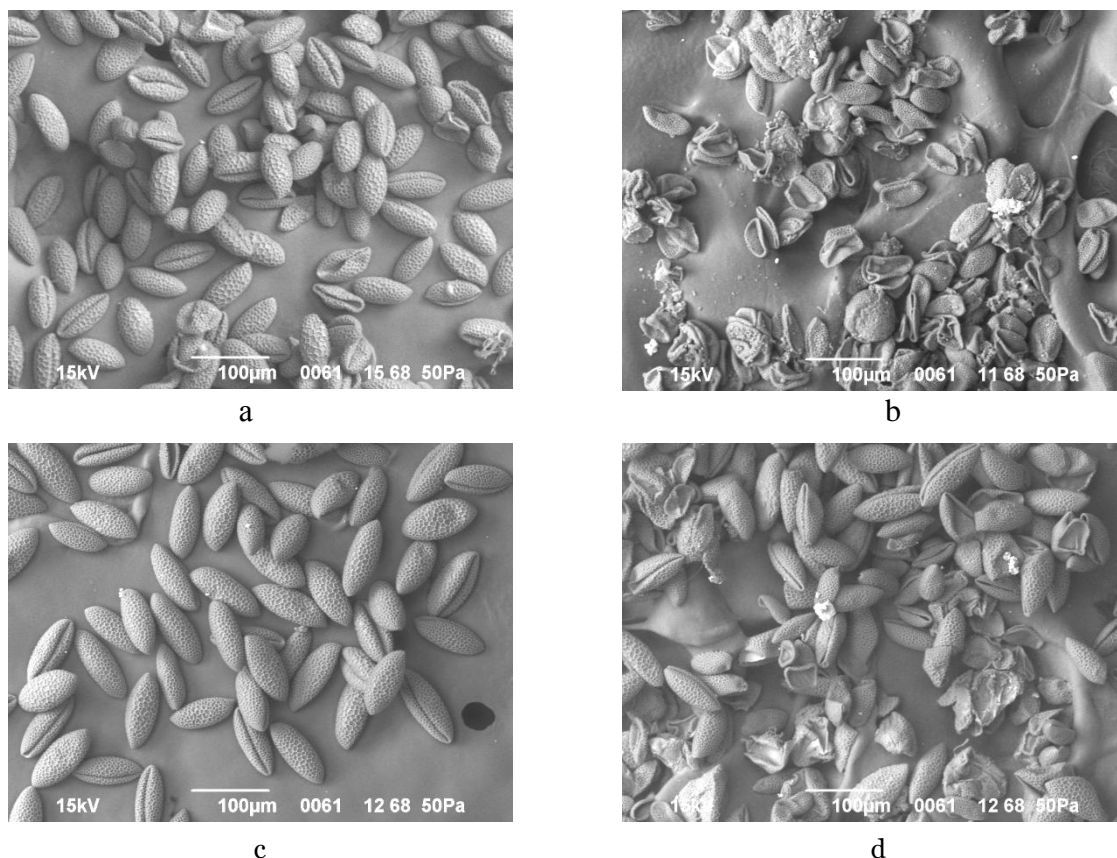


Рис. 4. Пыльцевые зерна ($\times 200$): а – Лилия кудреватая, б – 82X-12, с – 82X-6, д – 82X-21.

Таблица 2
Результаты скрещивания сеянцев F1 между собой и с одним из родителей

№/ п/п	гибри- дой семьи	Комбинация скрещивания		Дата скрещивания	Опы- лено шт.	Завязалось коробочек		Выде- лено семян, шт.	Выход семян из од- ной
		♀	♂			шт.	%		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Комбинации скрещивания (Эмилия x L.martagon) x L.martagon									
1*	1103	82x-2	l.martagon	2011	1	0	0	0	0
2*	1106	82x-3	l.martagon	2011	3	3	100	0	0
3*	1113	83x-4	l.martagon	2011	4	4	100	0	0
4*	1115	82x-11	l.martagon	2011	2	2	100	0	0
5*	1132	82x-10	l.martagon	2011	3	3	100	0	0
6*	1134	82x-5	l.martagon	2011	1	1	100	0	0
7*	1135	82x-21(Навля)	l.martagon	2011	3	3	100	0	0
8*	1136	82x-9	l.martagon	2011	1	1	100	0	0
9*	1142	82x-13	l.martagon	2011	4	4	100	0	0
10*	1151	82x-6	l.martagon	2011	1	0	0	0	0
11*	1152	82x-20	l.martagon	2011	1	1	100	0	0
12*	1154	82x-8	l.martagon	2011	1	1	100	0	0
13*	1155	82x-18	l.martagon	2011	2	1	50	0	0
14*	1156	82x-17	l.martagon	2011	1	0	0	0	0
15*	1157	82x-14	l.martagon	2011	2	0	0	0	0
	Всего				30	24	-	-	-
Комбинации скрещивания Аз. Гибриды x (Эмилия x L.martagon) и (Эмилия x L.martagon) x Аз. гибриды									
16	1127	82x-4	Аз. гибри- ды	2011	1	1	100	80	80
17	1149	Галактика	82x-6	2011	1	1	100	160	160



Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
18	1159	Белое безмол- вие	82х-6	2011	1	1	100	167	167
	Всего				3	3	-	407	-
	Скрещивания гибридов F1 (Эмилия x L.martagon) между собой								
19*	1101	82Х-1 (Ваеньга)	82Х-1 (Ва- еньга)	2011	2	2	100	0	0
20*	1102	82х-2	82х-2	2011	1	1	100	0	0
21*	1108	82х-3	82х-3	2011	1	0	0	0	0
22	1133	82х-10	82х-14	2011	1	1	100	40	40
	Всего				3	2	-	40	-
	ИТОГО				36	29	-	447	-

При беккроссах гибридов F1 с материнской формой (Аз гибридами) как в прямой, так и в обратной комбинации были получены нормально развитые семена. Однако выход их в зависимости от материнской формы был различным. При опылении гибрида 82Х-4 смесью пыльцы Азиатских гибридов выход семян из одной коробочки составил 80 шт. А в комбинации Азиатские гибриды x F1, соответственно, 160 и 167 штук в коробочке.

При самоопылении гибридов образовывались нормально развитые коробочки, содержащие щуплые семена без зародышей и эндосперма.

В то же время при скрещивании сеянцев между собой удалось получить выполненные семена с нормально развитыми зародышами.

Выводы:

1. Установлена способность лилии кудреватой скрещиваться с сортами раздела Азиатские гибриды. Семена были получены как в прямых, так и в обратных комбинациях скрещиваний.

2. В комбинациях Азиатские гибриды x Лилия кудреватая успех скрещивания в значительной степени зависит от генетических особенностей исходной материнской формы.

3. Отмечено влияние условий выращивания на завязываемость коробочек и выход гибридных семян в комбинации Лилия кудреватая x Азиатские гибриды: оптимизация внешних условий (подкормки, полив и т.д.) позволяют значительно увеличить результативность скрещиваний (более чем в 40 раз).

4. При получении Мартагон-Азиатик гибридов наиболее целесообразно в качестве материнских растений использовать сорта Азиатских гибридов, так как при этом гибридам передается материнский тип развития и резко (в 2-3 раза) сокращается ювенильный период.

5. Анализ морфологических признаков сеянцев семьи 82Х (Эмилия x Лилия кудреватая) выявил их гибридную природу.

6. В первом поколении у гибридов Азиатские гибриды x Лилия кудреватая преобладают морфологические признаки Азиатских гибридов.

7. При получении второго поколения у межвидовых гибридов F1 при беккроссах с отцовским видом проявляется ядерно-цитоплазматическая несовместимость и как следствие, полное отсутствие завязывания семян. Скрещивания с материнским видом и друг с другом достаточно продуктивны, что открывает перспективы для дальнейшей селекции Мартагон-Азиатик гибридов.

Список литературы:

1. Leslie A.C. The international lily register. 3-rd edition, including 17 additions (1984-1998) // The Royal Horticultural Society. – London, 1982. – P. 5–9
2. Mynett K. Research, production and breeding of lilies in Eastern European countries // Acta Hortic. – 1996. – 414. – P. 47–53.



3. McRae E.A. Lilies: a guide for growers and collectors. – Timber press, Portland, Oregon, 1998. – 392 p.
4. Чучин В.М. Лилии: новые гибридные группы // Цветоводство. – 2004. – №6. С. 22–23.
5. Asano Y. Studies on crosses between distantly related species of Lilies. VI Pollen-tube growth in interspecific crosses on *Lilium longiflorum* // J. Japan. Soc. Hort. Sci. – 1980. – P. 392–396.
6. Долматов Е.А., Мамонов Е.В., Долматова А.Е., Долматов Д.Е. Техника внутрестолбчатого опыления при отдаленной гибридизации лилий // Селекция, генетика, и сортовая агротехника плодовых культур. – Орел, 2011. – С. 138–142.
7. Asano Y. Interspecific pollen-tube growth behavior and a model for the explanation in *Lilium* // Plant Cell Incompatibility Newsletter. – 1985. – № 17. – P. 4–7.
8. Мамонов Е.В., Долматова А.Е. Преодоление нескрещиваемости при отдаленной гибридизации лилий методом укорачивания и прививки столбика // Доклады ТСХА. – 2009. – Вып. 281. – С. 228–231.
9. Van Tuyl J.M. // Acta Hort. – 2002. – № 570. – P. 213–221.
10. Asano Y. & Myodo H. Studies on crosses between distantly related species of lilies. I. For the intrastylar pollination technique. // J. Japan. Soc. Hort. Sci. – 1977. – P. 59–65.

THE CREATION OF HYBRIDS BETWEEN *LILIUM MARTAGON* AND VARIETIES FROM THE SECTION OF ASIATIC HYBRIDS

**E.A. Dolmatov¹, E.V. Mamonov²
A.E. Dolmatova², D.E. Dolmatov²**

¹⁾ All- Russian Science Institute
of Horticultural Plant Breeding,
P/o Zilino Orel, 302530, Russia

E-mail: dolmatov-plants@yandex.ru

²⁾ Russian State Agrarian University –
Moscow Agricultural Academy named
after K.A. Timiryazev (RSAU-MTAA),
Timiryazevskaya St., 49, 127550
Moscow, Russia

E-mail: selectplod@timacad.ru;
dolmadze@yandex.ru

³⁾ Nursery «Goritsvet», P/o Zilino,
St. Molodejnaya 6, Orel, 302530,
Russia

E-mail: meconopsis@mail.ru

The research on creation of viable hybrids between *lilium marta-*
gon and varieties from the section of Asiatic hybrids were carried out.
The morphological features of seedlings were studied, their hybrid na-
ture was established.

Key words: *lilium*, interspecific hybridization, *martagon* hybrids,
methods for overcoming interspecific crossing barriers, seedlings.



УДК 633.63:575:632.52.577.1

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЦР-АНАЛИЗА ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОЛИМОРФИЗМА СОРТОТИПОВ СВЁКЛЫ КОРНЕПЛОДНОЙ *BETA VULGARIS* L.

Т.П. Федулова
Д.Н. Федорин

Всероссийский НИИ сахарной
свёклы им. А.Л. Мазлумова,
Россия, 396030, Воронежская обл.,
Рамонский р-н, п. ВНИИСС, д.86
E-mail: biotechnologiya@mail.ru

Данная работа посвящена молекулярно-генетическому изучению сортотипов свёклы корнеплодной (*Beta vulgaris* L.). Выявлена генетическая структура и полиморфизм по ретротранспозонам и микросателлитным локусам сортобразцов сахарной, кормовой, столовой и полусахарной свёклы и внутривидовых гибридов с их участием. Показаны отличительные черты организации генома у образцов сахарной и кормовой свёклы по микросателлиту Bvv 48.

Ключевые слова: сахарная, столовая и кормовая свёкла, ПЦР-анализ, микросателлиты

Введение

В селекции сахарной свёклы остро стоит проблема создания исходного материала с новыми признаками и свойствами. От степени разнообразия такого материала, его генетической изученности в решающей степени зависит успех селекционной работы. Естественное внутривидовое генетическое разнообразие свёклы невелико. Лучшие современные сорта и гибриды свёклы имеют узкую генетическую основу. В настоящее время одной из актуальных задач является создание генетической базы сортотипов свёклы корнеплодной, используемых в селекции.

В культуре известны четыре группы разновидностей свёклы. Столовая свёкла относится к числу скороспелых, урожайных растений, её корнеплоды обладают хорошей лёжкостью при длительном хранении и овальной формой, оптимальной для современной свеклоуборочной техники. Кормовая свёкла характеризуется высокой урожайностью за счет большой массы корнеплода. Сахарная свёкла относится к высокосахаристым и урожайным культурам. Листовая свёкла используется в основном в декоративных целях. В последние годы в нашей стране и за рубежом все больше получают распространение сорта и гибриды полусахарной свёклы. Использование сортов такого типа позволяет механизировано проводить уборку корнеплодов, применяя машины, сахарно-свекловичного уборочного комплекса. Сорта и гибриды полусахарной свёклы отличаются средним уровнем урожайности, но имеют повышенное содержание сухого вещества в корнеплодах. По выходу сухого вещества на единицу площади полусахарные формы превосходят типично кормовые. Поэтому перед селекционерами стоит задача по созданию новых сортов и гибридов полусахарной свёклы, адаптированных к возделыванию в разных регионах Российской Федерации [1].

Полусахарная, кормовая и столовая свёклы используются в гибридизации с сахарной свеклой при создании гетерозисных гибридов с оптимальной формой корнеплода. Генетические ресурсы свёклы состоят из генетического разнообразия разных разновидностей и диких популяций.

При создании и внедрении новых сортов и гибридов свёклы, отвечающих требованиям современных технологий, особую значимость приобретает научно-обоснованный выбор исходного материала и его оценка по молекулярно-генетическим маркерам. Для изучения генетической структуры и проведения по полученным данным генотипирования и паспортизации сортотипов свёклы пригоден микросателлитный анализ, так как он обладает высокой разрешающей способностью и позволяет характеризовать большую часть исследуемой ДНК. На первоначальном этапе необходимо:

– подобрать пары праймеров для генотипирования сортотипов рода *Beta*;

– провести скрининг коллекции разновидностей свеклы на генетическую однородность по происхождению.

Известно, что простые повторения последовательностей генома (SSR) показывают высокие степени вариабельности даже среди близкородственных индивидов. Так, с использованием микросателлитных маркеров была выявлена высокая генетическая изменчивость среди диких разновидностей свёклы, низкая среди культурных, и средняя среди сорняковых форм [2]. Сочетание трёх полиморфных локусов позволило провести индивидуальную идентификацию у 17/17 диких и 15/15 сорняковых разновидностей свёклы и 21/32 преимущественно гомозиготных, культурных разновидностей свёклы. В результате ПЦР-анализа коллекции селекционных материалов сахарной свёклы были отобраны 15 пар микросателлитных праймеров, позволяющих выявить полиморфизм генотипов данной культуры [3], которые амплифицировали от 2 до 21 аллели на локус. Авторами разработано 25 новых микросателлитных маркеров для сахарной свёклы, из которых были отобраны 12 с моделями высокого качества, чтобы охарактеризовать 40 диплоидных и триплоидных гибридов. Эти маркеры могут также использоваться для картирования и в молекулярной селекции.

Так, методом ПЦР была установлена общая структура, которая закрепляет 331 маркер, включая 23 новых, нанесенных на генетическую карту маркера повторения простой последовательности (SSR), имеющей совокупно в общей сложности 526.3 сМ среди девяти групп связей свеклы. Источником картирования была популяция от скрещивания сахарной свеклы со столовой [4].

SSR-маркеры до сих пор широко используются в популяционной генетике свёклы например, контроль потока генов от культурных к диким разновидностям [5, 6, 7], но совсем мало применяются в генетике свёклы, хотя эти кодоминантные маркеры особенно подходят для помощи селекции, характеризуя гетерозиготные состояния. У свёклы были образованы несколько библиотек геномных ДНК, но создано ограниченное число SSR-маркеров [2, 8, 9]. В связи с этим выявление ДНК-маркеров для идентификации сортотипов в генофонде корнеплодной свеклы (*Beta vulgaris* L.), проведения скрининга и паспортизации является актуальным направлением исследований.

Исходя из вышеизложенного, цель исследований заключалась в выявлении микросателлитных последовательностей, информативных для идентификации сортотипов рода *Beta*.

Материал и методы исследований

В качестве материалов для исследований были использованы проростки следующих разновидностей корнеплодной свеклы: столовой свеклы (*convar. esculenta salise*) – сортотипов Бордо, Хавская односеменная, Цилиндра; кормовой (*convar. crassa Alef.*) – сортотипов Эккендорфская желтая, Полусахарная белая, образцы односемянной кормовой белой свёклы; сахарной (*convar. saccharifera Alef.*) – урожайно-сахаристый сортотип – РМС-73, РМС-90; сорта-популяции Рамонского, Белоцерковского, Ялтушковского, Веселоподолянского происхождения. Геномная ДНК выделялась из 0,2 г зеленых листьев растений свеклы с помощью гуанидин-тиоцианат-фенол-хлороформного метода с использованием СТАВ. Качество выделенной ДНК определялось электрофорезом в 1%-ном агарозном геле в присутствии бромистого этидия. Полученная ДНК была растворена в 10 мМ трис-HCl-буфер, pH 8,0, содержащим 0,1 мМ ЭДТА, и использована для ПЦР-анализа. ПЦР-анализ проводился в амплификаторе «Терцик» («ДНК-технология», Россия). Параметры амплификации были следующие: предварительная денатурация при 95°C в течение 10 минут, затем 30 циклов: 95°C-40с, 62°C-40с, 72°C-40с и финальный этап элонгации цепи 72°C-5 мин. В качестве праймеров использовали умеренно повторяющиеся последовательности нуклеотидов Raw S 6, Raw S 16 к семейству ретротранспозонов [10], [] и гомологичные их консервативным участкам. В работе были использованы также праймеры к микросателлитным локусам: Bvv 48, Bvv 51, Bvv 53, Bvv 54 [3].

Опыты были проведены в трехкратной биологической повторности.

Результаты исследований и их обсуждение

Проведенный ПЦР-анализ геномной ДНК с праймерами к умеренно повторяющимся последовательностям и последующий электрофорез продуктов реакции в 1%-ном агарозном геле показали высокий генетический полиморфизм исследуемых образцов по локусам RawS 6 и RawS 16.

В результате амплификации геномных ДНК растений с праймерами RawS 6 выявлено, что в составе генома всех исследованных организмов обнаруживается общий ампликон с длиной около 700 п.н. (рис 1). При этом в растениях №1, 5 (кормовая красная свёкла), №11 (гибрид ЛБС-16×КБ) и №12 (ЛБС-16) – это единственный ПЦР-продукт, что указывает на сходство их генетического материала. Кроме того, полное сходство состава ампликонов наблюдается и в образцах 1, 6, 10, 14, где длины ампликонов составляют 700 и 900 п.н. Наибольшее число сайтов амплификации обнаружено у образца сахарной свёклы №3 (гибрид «Витязь»), которые обеспечивают образование продуктов с длинами 250, 400, 700, 800 и 900 п.н.

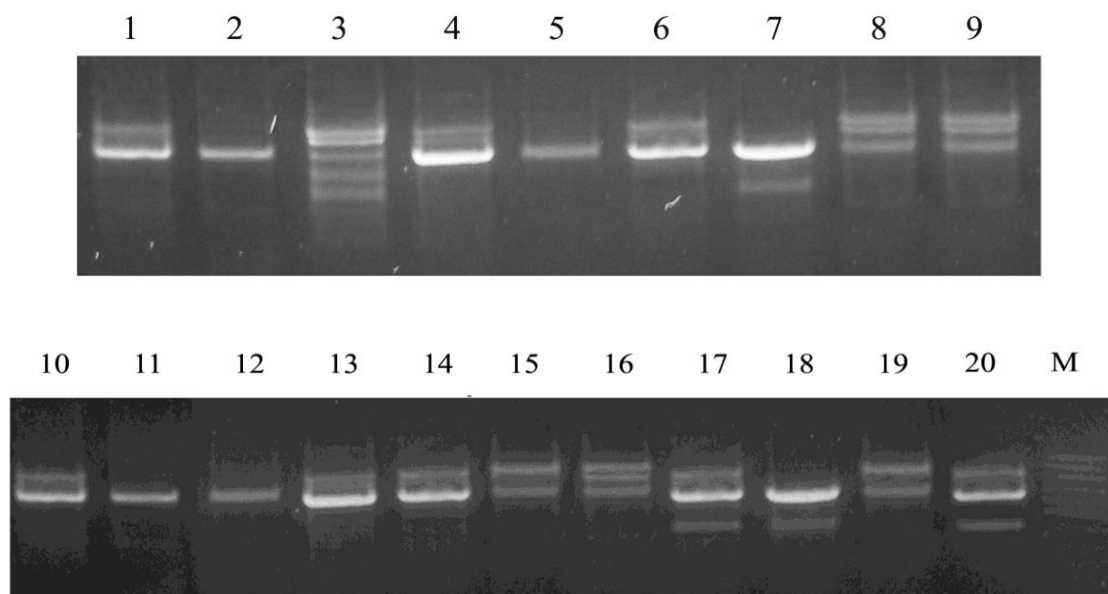


Рис. 1. Амплификация геномной ДНК свеклы праймерами RawS 6.

Обозначения (здесь и далее): 1 – Кормовая красная Р4, 2 – МС 14044 Р2, 3 – Витязь, 4 – МС 90-47 Р4, 5 – Кормовая красная Р3, 6 – Бордо ×ЛБС-16, 7 – Золеа 1007, 8 – Кормовая красная Р5, 9 – МС 14044 Р1, 10 – Золеа 1006, 11 – ЛБС-16×КБ, 12 – ЛБС-16, 13 – Бордо, 14 – Цилиндра, 15 – Кормовая белая КО-11, 16 – РМС46, 17 – Кормовая красная Р1, 18 – Кормовая красная Р2, 19 – КО-16, 20 – МС 90-47 Р3, М – маркеры ДНК

Сравнительный анализ комбинативных пар образцов растений показал, что у образцов 2 (МС-форма) и 18 (кормовая красная) имеется как сходный продукт амплификации (700 п.н.), так и дополнительный в образце 18 с длиной 400 п.н., что свидетельствует о неоднородности их генетического материала. Кроме того, неоднородность ДНК обнаруживается и между парами образцов 9 и 17, 5 и 20, а также 1, 4 и 8; 11, 12 и 15.

По результатам ПЦР-амплификации геномной ДНК с праймерами RawS 16 установлено, что в образцах №1, 2, 11, 12, 18 и 19 не обнаруживается продуктов амплификации с данными праймерами. Сходство в результатах амплификации наблюдается у следующих образцов:

№5, 6, 7, 9, 10, 17 и 20 – ампликоны 800 п.н.,

№3, 8 и 15 – ампликоны 800 п.н и 550 п.н.,

№13 и 14 – ампликоны 550, 800 и 900 п.н.

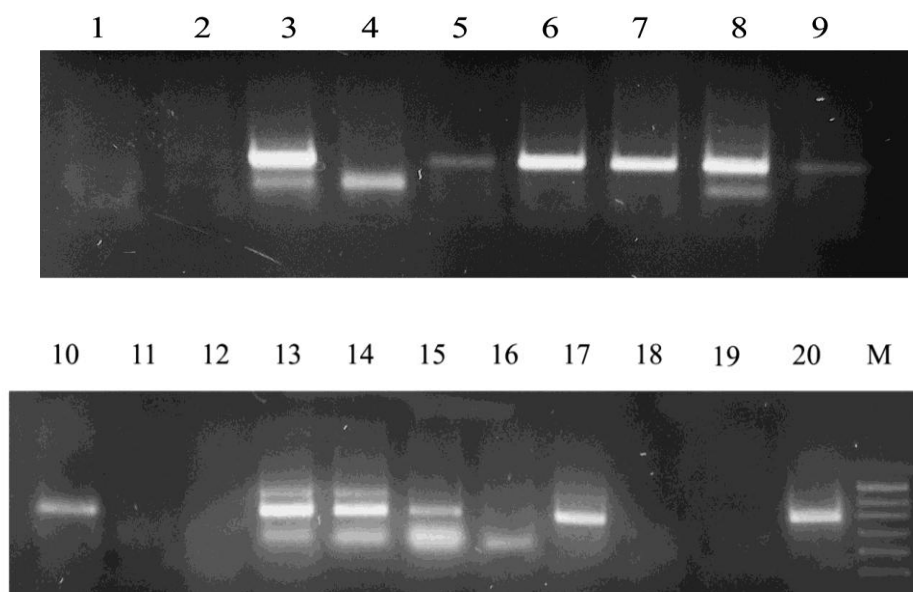


Рис. 2. Амплификация геномной ДНК свеклы праймерами PwS 16.

Сравнительный анализ комбинации образцов показал, что пары 2 и 8 не однородны по генетическому материалу. Такие пары образцов как 9 и 17, 5 и 20 имеют одинаковое проявление данного признака в геноме, и в ходе амплификации обнаруживается один продукт длиной 800 п.н. у всех образцов. Сочетание ДНК образцов 1, 4 и 8, а также 11, 12 и 15 показало, что ДНК этих растений отличается между собой, хотя внутри системы комбинации определяются сходные элементы.

Результаты исследований показали, что при проведении гибридизации МС растений сахарной свёклы с растениями столовой свёклы «Бордо» по локусу PwS 6 у гибридов F₁ выявлены все продукты амплификации, характерные для обеих родительских форм (700, 800, 900 п.н.). Получено всего гибридов F₁ 239 штук корнеплодов, из них 135 с красной и 104 с зелёной окраской корнеплода (табл. 1). Среди корнеплодов с красной окраской наблюдаются растения с овальной, как у столовой свёклы и с удлиненной формой, как у сахарной свёклы.

Таблица 1

Характеристика потомства F₁ от скрещивания с кормовой и столовой свёклой (по данным Богомолова М.А., 2011 г.)

Гибридная комбинация	Количество растений, по окраске корнеплода, шт.		Общее количество корнеплодов, шт.
	зелёная	розовая	
ЛБС-16×Бордо	104	135	239
ЛБС-16× Корм.Белая	46	0	46
Линии с признаками окраски вегетативных органов	Количество растений по форме корнеплода, шт.		Общее количество корнеплодов, шт.
	♀	♂	
ЛБС-16×Бордо ♀	88	26	104
ЛБС-16×Бордо ♂	105	30	135
ЛБС-16× Корм.Белая ♀	38	8	46
ЛБС-16× Корм.Белая ♂	0	0	0

Так, у потомства от скрещивания со столовой свёклой среди зелёных корнеплодов 84,6% оказались с материнской формой корнеплода, т. е. удлиненно-конической и 15,4% красноокрашенных овальной формы, как у отцовского родителя. У потомства от скрещивания с кормовой свёклой 84,7% корнеплодов также оказались зеленоокра-

шенными и удлинённо-конической формы, как у МС-формы и 15.3% наследовали окраску и форму корнеплода кормовой свёклы.

По праймеру RawS 16 для гибридной комбинации F₁ ЛБС-16хБордо обнаружено наследование ампликонов отцовского родителя 800 п.н.

В результате скрещиваний МС растений сахарной свёклы с растениями кормовой белой свёклы по локусу RawS 16 у гибридов F₁ выявлено в основном присутствие ДНК-фрагментов материнского типа (700 п.н.). Форма корнеплодов у гибридов F₁ также наследуется по материнскому типу. По локусу RawS 16 у гибрида F₁ ЛБС-16хКБ, как и у материнской формы не обнаружено продуктов амплификации с данными праймерами, тогда как у отцовского родителя выявлены ДНК-фрагменты длиной 550 и 800 п.н. Данные локусы, по-видимому, находятся в одной группе сцепления с генами, контролирующими форму корнеплода. Установлено, что ДНК-фрагмент длиной 900 п.н. является специфичным для образцов столовой свёклы и отсутствует у растений кормовой и сахарной свёклы. Сходство состава ампликонов обнаружено в образцах кормовой свёклы и у гибрида сахарной свёклы иностранной селекции «Золеа» (800 п.н.).

Проведенный ПЦР-анализ геномной ДНК с полученными специфическими праймерами и последующий электрофорез продуктов реакции в 1% агарозном геле показали неоднородность генетического материала исследуемых образцов при использовании маркеров PAWS 6 и PAWS 16. Применение данных праймеров при проведении ПЦР-анализа позволило установить сходство и отличие в генетическом материале образцов свёклы и провести скрининг гибридов.

В результате ПЦР-анализа геномной ДНК со специфическими праймерами к микросателлиту Bvv48 установлено наличие полиморфизма данного локуса у представленных образцов (рис. 3). Максимальное количество ПЦР-продуктов наблюдалось в ДНК следующих растений: 2, 3, 5, 6, 8, 9 с длинами 250, 500 и 800 п.н. Полученные данные свидетельствуют о высоком родстве их генетического материала. Кроме того, использование сателлита Bvv48 показало сходство ДНК между образцами МС-линий №№1 и 7, где проявляется только один продукт с длиной 250 п.н., что свидетельствует об их высокой степени гомозиготности. Данный продукт полимеразной цепной реакции со специфическими праймерами является универсальным, поскольку проявляется у всех представленных образцов. Отличительные черты организации генома выявлены у образцов №4 (кормовая красная свёкла) и №10 «Золеа», где исследуемая сателлита имеет двойное проявление, т. е. встречается два раза в их геноме.

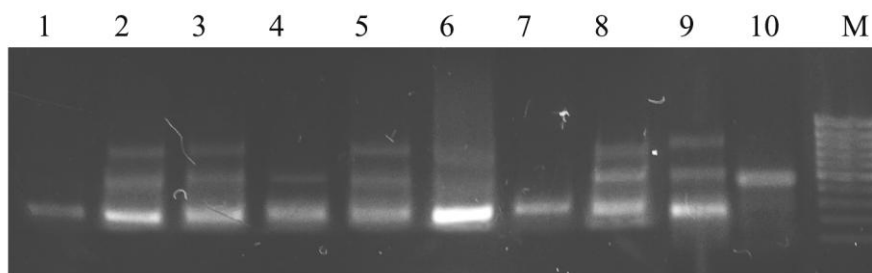


Рис. 3. Амплификация геномной ДНК родительских форм свёклы и гибридных растений, со специфическими праймерами к сателлитной ДНК Bvv48

Обозначения: 1 – МС 90-47 Р2, 2 – КО-16, 3 – ЛБС 16, 4 – Кормовая красная Р3, 5 – Кормовая красная Р5, 6 – Золеа 1007, 7 – МС 14044 Р2, 8 – Бордо, 9 – Цилиндра, 10 – Золеа 1006, М – маркеры ДНК.

В результате амплификации геномных ДНК растений, со специфическими праймерами к микросателлиту Bvv48, было установлено, что искомая сателлитная ДНК присутствует во всех образцах, но в разной степени вырожденности.



Выводы

1. Выявлена генетическая структура и полиморфизм по ретротранспозонам и микросателлитным последовательностям ДНК сортотипов сахарной, столовой и кормовой свёклы (*B. vulgaris* L.) и внутривидовых гибридов для проведения их идентификации.
2. В составе генома сортотипов сахарной, столовой и кормовой свёклы обнаружен общий ампликон длиной 700 п.н., что указывает на некоторое сходство их генетического материала.
3. В образцах кормовой свёклы по локусу PawS 6 установлен дополнительный ампликон 400 п.н., свидетельствующий об отличии их от остальных сортотипов.
4. Установлено, что при амплификации геномной ДНК с праймерами PawS 16 фрагменты 900 п.н. являются специфическими для образцов столовой свёклы.
5. Выявлены отличительные черты организации генома у образцов кормовой свёклы и гибрида сахарной свёклы иностранной селекции «Золеа», у которых микросателлитный локус Bvv48 имеет двойное проявление в их геноме длиной 250 п.н.

Список литературы

1. Буренин В.И. Генетические ресурсы рода Beta L.(Свёкла). С.-Пб., 2007.- 274 с.
2. Andersen N.S. Siegismund H.R. Meyer V., Jorgensen R.B. Low level of gene Xow from cultivated beets (*Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris*) into Danish populations of sea beet *Beta vulgaris* L. ssp. *maritima* (L.) Arganeli. – Mol. Ecol, 14. – 2005. – P. 1391 – 1405.
3. Arnaud J.F. , Viard F. Delescluse M., Cuguen J. Evidence for gene Xow via dispersal from crop to wild relatives in *Beta vulgaris* Chenopodiaceae): consequences for the release of genetically modified crop species with weedy lineages. – Proc r Soc Lond.-2003. – P. 1565-1571.
4. Cureton A.N., Burns M.J., Ford-Lloyd B.V., Newbury H.J. Development of simple sequence repeat (SSR) markers for the assessment of gene flow between sea beet (*Beta vulgaris* L. ssp. *maritima*) populations. – Mol. Ecol. Notes. – 2002. – 2. P. 402-403.
5. Mörchen M. Cuguen J., Michaelis G. Hanni C. Saumitou – Laprade P. Abundance and length polymorphism of microsatellite repeat in *Beta vulgaris* L. Theor. Appl. Genet. – 92. – 1996. – P. 326-333.
6. Mitchell M.G., Shaw R.S., Reyes B.G., Weiland J.J. Construction of a Sugar Beet BAC Library From a Hybrid With Diverse Traits /Plant Molecular Biology Reporter .- 22. – 2004.-P. 23-28.
7. Rae S., Aldam C., Domingez I., Hoebrechts M., Barnes S., Edwards K. Development and incorporation of microsatellite markers into the linkage map of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) Theor. Appl. Genet. – 100. – 2000. – P. 1240-1248.
8. Rogovsky P.M., Shepherd K.W. / Genome . – 1992. – V. 35, №4. – P. 621 – 626.
9. Smulders M. J.M., Esselink G.D., Everaert I., Riek J.D., Vosman B. Characterisation of sugar beet (*Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris*) varieties using microsatellite markers. – BMS Genetics. – 2010. – 11: 41.
10. Viard F., Arnaud J.F., Delescluse M., Cuguen J. Tracing back seed and pollen Xow within the crop – wild *Beta vulgaris* complex: genetic distinctiveness vs. hot of hybridization over a regional scale.- Mol. Ecol.- 2004 ,13.- P. 1357-1364.

USING PCR-ANALYSIS TO REVEAL GENETIC POLYMORPHISM OF BEET (BETA VULGARIS L.) CULTIVARS

T.P. Fedulova

D.N. Fedorin

A.L. Mazlumov All-Russian
Research Institute of Sugar Beet RAA,
Ramon, Voronezh region, 396030,
Russia

E-mail: biotekhnologiya@mail.ru

This work is devoted to molecular-genetic study of beet (*Beta vulgaris* L.) cultivars. By retrotransposons and microsatellite loci, genetic structure and polymorphism of sugar, table and fodder beet cultivars and intraspecific hybrids produced with their participation have been revealed. Using the Bvv 48 microsatellite, characteristic features of genome organization in sugar and fodder beet are shown.

Key words: sugar, table and fodder beet, PCR-analysis, microsatellites.



УДК 631.81.095.338:633.367.3

ВЛИЯНИЕ ИНОКУЛЯЦИИ СЕМЯН, МИКРОЭЛЕМЕНТОВ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЛЮПИНА БЕЛОГО В УСЛОВИЯХ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО РЕГИОНА

В.Н. Наумкин
А.С. Шульпеков
Т.И. Старикова

Белгородская государственная
сельскохозяйственная академия,
Россия, 308503, Белгородский
район Белгородская область,
пос. Майский, ул. Вавилова, 1
E-mail: nfo@bsaa.edu.ru

Данная работа посвящена молекулярно-генетическому изучению сортотипов свеклы корнеплодной (*Beta vulgaris* L.). Выявлена генетическая структура и полиморфизм по ретротранспозонам и микросателлитным локусам сортообразцов сахарной, кормовой, столовой и полусахарной свёклы и внутривидовых гибридов с их участием. Показаны отличительные черты организации генома у образцов сахарной и кормовой свеклы по микросателлиту Bvv 48.

Ключевые слова: сахарная, столовая и кормовая свёкла, ПЦР-анализ, микросателлиты

Введение

Одной из главных проблем современного аграрного производства юго-западной части Центрально-Черноземного региона является полное обеспечение возрождающего животноводства высокобелковыми кормами при поддержании и воспроизводстве плодородия черноземных почв. В условиях рыночной экономики большое значение отводится зерновым бобовым культурам, как основного источника обогащения кормов дешевым растительным белком. Одной из высокобелковых культур, дающих высокие урожаи на средних и низких по плодородию почвах без внесения минеральных удобрений, является кормовая люпин.

Сложившаяся ситуация в современном отечественном земледелии, характеризующаяся деградацией агроландшафтов, высокими ценами на энергоносители и средства химизации, финансовыми трудностями предприятий, отсутствием бюджетных ассигнований, вынуждает искать альтернативные приемы хозяйствования. Поэтому важным направлением в интенсификации адаптивных технологий возделывания зерновых бобовых культур, в том числе и люпина белого, является разработка эффективного применения бактериальных препаратов, микроудобрений и современных регуляторов роста растений – существенных факторов повышения их продуктивности [1, 2].

Внедрение люпина белого в новых сельхозпредприятиях региона в значительной степени может быть осуществлено посредством интродукции высокопродуктивных сортов люпина белого и разработки для них малозатратных агроприемов и, прежде всего на основе инокуляции семян, рационального питания растений, использование ризоторфина, микроудобрений, регуляторов роста и совместное их применение под люпин белый на черноземных почвах юго-западной части Центрально-Черноземного региона, в том числе и Белгородской области (содержание молибдена и кобальта в почве в 2 раза ниже нормы) не изучено и остается актуальной задачей современного адаптивного растениеводства.

Цель и задание

Целью наших исследований было изучить влияние факторов внешней среды, эффективность действия инокуляции семян в сочетании с применением микроудобрений и регулятора роста растений Лариксин, способствующих максимальной реализации биологического потенциала люпина белого, формирование валового урожая и качества семян в условиях юго-западной части Центрально-Черноземного региона.

Материал и методы

Исследования по влиянию инокуляции семян люпина белого, бактериальным препаратом *Rhizobium lupini* штамм 367a, микроэлементов молибдена и кобальта, регулятора роста лариксина проводили в 2009–2010 годах в полевых и лабораторных опытах кафедры селекции, семеноводства и растениеводства Белгородской государственной сельскохозяйственной академии и лабораториях ВНИИ люпина.

Почва опытного участка чернозем обыкновенный среднесуглинистый, среднегумусовый, тяжелосуглинистого гранулометрического состава. Содержание гумуса в пахотном слое – 4.54%, pH солевой вытяжки 6.7 содержание легкогидролизуемого азота – 137.2 мг/кг, подвижного фосфора – 138.0, обменного калия – 126.0 мг/кг почвы.

Полевые опыты закладывали согласно существующим методическим рекомендациям. Площадь учетной делянки 20 м², размещение систематическое. Посев проводили в оптимальные сроки (при температуре почвы 6–7°C). Норма высева – 1.3 млн.шт. всхожих семян. Люпин белый сорт Деснянский высевали зерновой сеялкой СН-16 с междурядьями 15 см.

Фенологические наблюдения за ростом и развитием растений люпина проводили по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [3].

Высоту растений и накопление сухого вещества определяли на 20 типичных растениях с каждой делянки по фазам развития. Уборку урожая проводили по делянкам, однофазным способом комбайном Сампо-1250.

Биоэнергетическую эффективность рассчитывали, по методике Волгоградского СХИ [4], а статистическую обработку урожайных данных, методом дисперсионного анализа [5].

Результаты и обсуждение

Климатические условия во время проведения исследований по изучению эффективности действия инокуляции семян, микроэлементов и регулятора роста растений лариксина на формирование урожайности и качества зерна люпина белого отличались дефицитом выпавших осадков на фоне высоких среднесуточных температур.

В 2009 г. осадков за период апрель–август выпало 120.3 мм, что на 157 мм или 2.3 раза меньше средних многолетних данных.

Условия 2010 года характеризовались еще более жаркой и сухой погодой. За период апрель–август осадков выпало 171.3 мм, что на 105.5 мм меньше средних многолетних данных. Дефицит влаги при избытке тепла, отмеченный на протяжении всей вегетации растений люпина привел к значительному недобору урожая.

Наблюдения за линейным ростом растений люпина белого в 2009–2010 гг. показали, что несмотря на высокие температуры, атмосферную и почвенную засуху рост растений в высоту изменялся в зависимости от инокуляции семян, использования микроэлементов и регулятора роста, а эффект от их применения проявлялся с фазы ветвления растений (табл. 1).

Таблица 1

Влияние инокуляции, обработки микроэлементами и регулятором роста на линейный рост растений люпина белого (среднее за 2009–2010 гг.)

Вариант	Высота растений в фазу, см				
	нарастания листьев	ветв- ления	бутони- зации	цвете- ния	образова- ния бобов
Естественный фон (контроль)	9.1	17.5	22.9	32.9	44.4
Фон + Штамм	9.4	18.6	24.8	35.2	46.1
Фон + Штамм + Мо	9.8	19.8	26.0	36.4	47.9
Фон + Штамм + Со	9.6	19.4	25.8	36.1	47.4
Фон + Штамм + Мо + Со	9.9	19.8	26.5	36.5	48.3
Фон + Штамм + РРВ	9.3	19.3	25.3	35.1	45.9



Окращение табл. 1

Фон + Штамм +Мо+Лариксин	10.4	20.8	28.0	38.6	51.7
Фон + Штамм +Со+Лариксин	10.3	20.6	28.2	38.8	51.5
Фон + Штамм +Мо+Со+Лариксин	10.7	21.2	29.2	40.1	52.9
Среднее по фазам вегетации	9.8	19.7	26.3	36.6	48.4

В вариантах с комплексным использованием инокуляции бактериальным препаратом *Rhizobium lupini* штамм 367а в сочетании с микроэлементами молибденом и кобальтом, регулятором роста Лариксин во все фазы вегетации высота растений была выше, чем на контрольном варианте и на всех других вариантах с инокуляцией семян штаммом 367а.

В фазу цветения высота растений по вариантам Фон+штамм 367а+Мо; Фон+штамм 367а+Со и Фон+штамм 367а+Мо+Со составила 36.1–36.5 см, тогда как на контроле и варианте Фон+инокуляция семян штаммом 367а – 32.9 и 35.2 см соответственно.

Наибольшую высоту у растений люпина белого отмечали в варианте с комплексным использованием инокуляции семян, микроэлементов и регулятора роста – 38.6–40.1 см, что на 14.8–18.0% выше контроля. Такая же тенденция сохранилась в последующую фазу образования бобов.

В формировании урожайности люпина значительная роль принадлежит накоплению воздушно-сухого вещества растений люпина белого (табл. 2).

Данные динамики накопления воздушно сухого вещества растений свидетельствуют об эффективном воздействии комплексного использования инокуляции семян, микроэлементов и регулятора роста во все фазы вегетации люпина белого.

Таблица 2

Влияние инокуляции, обработки микроэлементами и стимулятором роста на накопление воздушно-сухого вещества растениями люпина белого (среднее за 2009–2010 гг.)

Вариант	Масса одного растения в фазу, г				
	нарастания листьев	ветвление	бутонизации	цветения	образования бобов
Естественный фон (контроль)	0.6	1.9	4.2	21.5	42.4
Фон + Штамм	0.6	2.0	4.4	22.0	43.4
Фон + Штамм +Мо	0.7	2.2	4.6	22.3	44.4
Фон + Штамм +Со	0.7	2.1	4.5	22.1	44.2
Фон + Штамм +Мо+Со	0.7	2.3	4.7	22.7	44.9
Фон + Штамм +Лариксин	0.6	2.0	4.4	22.4	43.8
Фон + Штамм +Мо+ Лариксин	0.8	2.4	4.8	22.6	45.8
Фон + Штамм +Со+ Лариксин	0.8	2.3	4.7	23.0	45.7
Фон + Штамм +Мо+Со+ Лариксин	0.9	2.5	4.9	24.3	48.8
Среднее по фазам вегетации	0.7	2.2	4.6	22.5	44.8

Предпосевная обработка семян в варианте Фон+штамм+Мо+Со+Лариксин, в среднем за два года исследований, обеспечила наибольшую величину воздушно-сухого вещества растений люпина белого во все фазы вегетации: нарастание листьев – 0.9 г, ветвление – 2.5 г, бутонизация – 4.9 г, цветение – 24.3 г и образование бобов – 48.8 см. Раздельное применение препаратов и микроэлементов было менее эффективно и снижало прирост воздушно-сухого вещества растений люпина белого. Урожайность является интегрирующим показателем влияния комплекса агротехнических приемов на произрастание растений.

Результаты исследований показали, что сложившиеся погодные условия 2009–2010 гг. и изучаемые варианты предпосевной обработки семян неоднозначно

влияти на урожайность люпина белого сорта Деснянский. Урожайность зерна во всех вариантах опыта была не высокой от 1.39 до 2.03 т/га (табл. 3).

При изучении влияния предпосевной подготовки семян отмечали четкую закономерность повышения урожайности люпина на вариантах опыта с инокуляцией семян и микроудобрениями 1.78–1.80 т/га. Прибавка составила 0.40–0.42 т/га или 28.5–29.9%. Инокуляция семян обработка микроэлементами и регулятором роста Лариксином способствовали повышению урожайности семян люпина белого до 1.95–2.07 т/га или на 40.43–49.46%. Максимальную урожайность зерна люпина в среднем за два года 2.07 т/га получили в варианте Фон+штамм 367а+Мо+Со+Лариксин.

Качество семян люпина белого в засушливых условиях так же зависело от инокуляции семян, вносимых микроэлементов и регулятора роста Лариксин. Содержание сырого белка увеличивалось от 36.4% до 38.6%, тогда как на контрольном варианте его содержание составило лишь 35.4%.

Содержание сырого жира в семенах люпина белого составило 7.6–7.9 % и практически не различалось по вариантам опыта.

Содержание алкалоидов в семенах люпина белого в этих условиях было низким и варьировало по вариантам опыта от 0.086 до 0.150%. Наименьшее содержание алкалоидов отмечено на контрольном варианте.

Следовательно, использование инокуляции семян, микроэлементов и регулятора роста даже при крайне неблагоприятных условиях развития растений дают возможность получать довольно хорошие урожаи зерна люпина в условиях Центрально-Черноземного региона.

Таблица 3

Влияние инокуляции, обработки микроэлементами и стимулятором роста на урожайность и качество семян люпина белого (среднее за 2009–2010 гг.)

Вариант	Урожайность, т/га	± к контролю		Сырой белок, %	Сырой жир, %	Алкалоиды, %
		т/га	%			
Естественный фон (контроль)	1.39	-	-	35.4	7.7	0.086
Фон + штамм 367а	1.51	0.12	8.6	36.4	7.7	0.107
Фон + штамм 367а+Мо	1.80	0.42	29.9	37.1	7.6	0.110
Фон + штамм 367а+Со	1.78	0.40	28.5	36.7	7.7	0.131
Фон + штамм 367а+Мо+Со	1.80	0.42	29.9	37.7	7.9	0.095
Фон + штамм 367а+Лариксин	1.63	0.25	17.6	37.1	7.7	0.134
Фон + штамм 367а+Мо+ Лариксин	1.95	0.56	40.4	38.1	7.7	0.104
Фон + штамм 367а+Со+ Лариксин	2.03	0.64	46.2	38.4	7.9	0.115
Фон + штамм 367а+Мо+Со+ Лариксин	2.07	0.69	49.4	38.6	7.9	0.150
НСР ₀₅	0.12					

Интенсификация производства люпина белого сопровождается ростом энергоемкости продукции. Для ее снижения применяется биоэнергетическая оценка агротехнических приемов производства люпина, которая предусматривает определенное соотношение затрат совокупной энергии и энергии накопленной урожаем.

На производство продукции расходуется не только энергия солнечной радиации, потребляемая растениями в процессе фотосинтеза, но и энергия, используемая для инокуляции семян и применения микроэлементов и регулятора роста.

Наиболее высокую ценность урожая зерна по обменной энергии в среднем за 2009–2010 гг. получено на вариантах, включающих инокуляцию семян, применение микроэлементов и регулятора роста Лариксин – 28.2–30.1 ГДж/га. Накопленная в урожае зерна энергия снижалась при инокуляции семян до 21.0 ГДж/га и при



обработке Лариксином до 20.7 ГДж/га и при совместном использовании инокуляции семян и микроудобрений до 24.9 ГДж/га.

Затраты энергии на производство люпина свидетельствует о том, что наименее энергоемким был контрольный вариант без инокуляции семян и составил 20.1 ГДж/га, а наиболее энергоёмким с инокуляцией семян, обработкой их микроэлементами и регулятором роста – 30.1 ГДж/га, однако чистый энергетический доход (прирост общей энергии) также был наибольшим 13.65 ГДж/га на этом же варианте.

Оценивая эффективность вариантов возделывания люпина по биоэнергетическому коэффициенту следует отметить, что наиболее высоким он был при инокуляции семян с совместным применением микроудобрений и регулятора роста. Он составил 1.75–1.86, что выше, чем контрольном варианте без обработки семян – 1.33.

Выводы

Приемы возделывания люпина белого оказали заметное влияние на рост, развитие и продуктивность этой культуры. Использование инокуляция семян с применением микроудобрений молибдена и кобальта с регулятором роста Лариксин способствовали более быстрому линейному росту, накоплению воздушно-сухого вещества и продуктивности растений.

Наибольшая урожайность зерна люпина белого была получена на варианте с инокуляцией семян, обработкой их микроудобрениями молибденом и кобальтом, регулятором роста Лариксином – 1.92 т/га, что на 38.1% больше, чем на контроле.

Инокуляция семян штаммом в сочетании с микроудобрениями молибденом и кобальтом, регулятором роста Лариксином способствовали повышению содержания сырого белка, накоплению обменной энергии агроценозом люпина в процессе вегетации. Энергетический коэффициент возделывания люпина при этом составил 1.75–1.86, что выше на контрольном варианте 1.33 и варианте с одной инокуляцией семян 1.42.

Список литературы

1. Гатаулина Г.Г., Медведева Н.В. Белый люпин – перспективная кормовая культура // Достижения науки и техники АПК. – 2008. – № 10. – С. 49–51.
2. Наумкин В.Н., Наумкина Л.А., Сергеева В.А. Перспективы культуры люпина в Центрально-Черноземном регионе // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – № 1. – С. 27–29.
3. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1985. – 248 с.
4. Коринец В.В., Козленко В.Н., Козловцев А.Ф. Энергетическая эффективность возделывания сельскохозяйственных культур. – Волгоград, 1985. – 30 с.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

EFFECT OF INOCULATION OF SEEDS, MICRONUTRIENTS AND GROWTH REGULATORS ON YIELD AND QUALITY OF THE GRAIN OF WHITE LUPIN IN THE SOUTHWESTERN PART CENTRAL BLACK EARTH REGION

V.N. Naumkin
A.S. Shulpekova
T.I. Starikova

*Belgorod State Agricultural Academy,
Vavilova St., 1, Settl. Majsky, Belgorod
Dist., Belgorod Reg, 396030, Russia
E-mail: drroshik@gmail.com*

The influence of bacterial drug *Rhizobium Lupini* strain 367a, trace elements molybdenum and cobalt, growth regulator Larixin on linear growth, the accumulation of air dry matter, yield and seed quality and power efficiency of white lupine in the Central Black Earth region was revealed.

Key words: white lupine, inoculation of seeds, micronutrients, growth regulators, plant height, dry matter, yield, energy efficiency.

УДК 581.524.34

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ СОСТАВА И СТРУКТУРЫ ЛЕСНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ АССОЦИАЦИЙ В ГРАДИЕНТЕ РЕКРЕАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ

Т.А. Горшкова
Е.С. Хукаленко
Н.Н. Павлова
Н.В. Амосова
М.М. Рассказова

*Обнинский институт атомной
энергетики Национального
исследовательского ядерного
университета «МИФИ» (ИАТЭ
НИЯУ МИФИ),
Россия, 249035, г. Обнинск,
Студгородок, 1
E-mail: tgorshkova@yandex.ru*

Предложена система оценки экологического состояния лесного растительного сообщества, находящегося под воздействием рекреационной нагрузки, на основе геоботанического обследования территории на примере трех типов растительных ассоциаций – березняков, сосняков и ельников. При незначительном росте рекреации наблюдается увеличение видового многообразия и покрытия лугово-опушечных и синантропных видов, которое снижается на более высоких стадиях рекреационной дигрессии. Данные показатели сказываются на изменении индексов Шеннона, Пielу и Симпсона. Состояние древостоя при усилении рекреации изменяется медленнее, чем видовой состав и состояние травостоя территории.

Ключевые слова: рекреационная нагрузка, растительные ассоциации, видовое многообразие, синантропизация флоры, индексы Шеннона, Пielу, Симпсона.

Введение

Эффективность средозащитных функций лесных и лесопарковых зон в населенных пунктах зависит от их качественно-видовой структуры. Полнота, ярусность, наличие подлеска, видовое многообразие растений в городских насаждениях во многом влияют на качество атмосферного воздуха, шумовой, температурный, радиационный, влажностный и ветровой режимы и др. [1].

В городских условиях основные экологические факторы существенно отличаются от тех, которые влияют на растения в естественной обстановке. Изменены особенности воздушной среды (загрязнение, запыление), температура, световой и гидрологический режим, показатели почвенной среды, в т. ч. загрязнение ее тяжелыми металлами, солями, нефтепродуктами, пылью, цементной крошкой, органическими веществами и др.) [2]. Совокупность факторов городской среды оказывает влияние на самые разнообразные звенья обмена веществ растений. Меняется кислотность клеточного сока, под влиянием токсичных веществ снижается содержание нуклеиновых кислот, белков, клетчатки, слабеет способность растений выделять фитонциды.

Рекреационная дигрессия воздействует на видовой состав, а также на средообразующую, средозащитную, санитарно-гигиеническую и другие полезные функции леса. При усилении рекреационной нагрузки идет активный процесс синантропизации флоры, проявляющийся в изменении видового состава сообществ, вытеснении коренных видов более конкурентоспособными растениями-синантропами. Бывшие естественные фитоценозы трансформируются в синантропные растительные комплексы. [3]. А.П. Шенников [4] ещё в середине 20-го века выдвинул положение о том, что в условиях интенсивного вытаптывания на месте различных ассоциаций даже в различных почвенных условиях происходит образование сходных травостоев (конвергенция растительных сообществ). С увеличением рекреационной нагрузки уменьшается количество подроста, значительная часть которого угнетена или повреждена. При дальнейшем увеличении рекреационной нагрузки упрощаются состав и структура древостоя, формируются древостой паркового типа, где древесная растительность сильно фрагментирована [5].

В связи с вышеизложенным, целью настоящей работы явилась оценка экологического состояния лесных растительных сообществ на территории лесного массива



«Гурьяновский лес» в условиях рекреационной нагрузки на основе анализа подробных геоботанических описаний.

Район исследования, материалы и методы исследования

Лесной массив «Гурьяновский лес» находится в центре второго по величине города Калужской области, первого наукограда России – г. Обнинска с населением 106 тыс. человек. Обнинск находится в зоне широколиственно-хвойных и мелколиственных, осиново-березовых лесов. Гурьяновский лес имеет площадь 38 га, окружен с трех сторон улицами со средней автотранспортной нагрузкой от 500 до 1800 автомобилей в час «пик». По всей своей территории Гурьяновский лес пересечен значительным количеством дорожек и мелких троп, используется как место отдыха, для прогулок с животными и занятий спортом. Рядом с территорией леса находятся четыре школы.

Для большей части ассоциаций Гурьяновского леса характерен четырехъярусный характер. В древесном ярусе преобладают березы (*Betula pendula* Roth. и *B. alba* L.), *Populus tremula* L., *Quercus robur* L., *Tilia cordata* Mill., *Acer platanoides* L., *Picea abies* (L.) Karst., *Pinus silvestris* L. В подлеске наиболее часты *Corylus avellana* L., *Sorbus aucuparia* L., *Padus avium* Mill., и *Frangula alnus* Mill. Встречаются *Juniperus communis* L., *Euonymus verrucosus* Scop. По сырым участкам растут виды рода *Salix*.

В данном исследовании основное внимание было уделено территориям леса с преобладанием в древостое березы, ели и сосны, находящимся на разных стадиях рекреационной дигрессии. Подбор учетных площадей на участках березняков, ельников и сосняков был произведен в соответствии со схожестью отдельных фитоценозов одной ассоциации в первую очередь по формуле древостоя, во вторую – по подлеску и кустарниковому ярусу, а также видам травостоя.

В течение двух полевых сезонов 2010 и 2011 гг. на территории лесного массива «Гурьяновский лес» были произведены оценка стадии рекреационной дигрессии, оценка состояния древостоя и геоботанические описания сорока учетных площадей растительных сообществ выбранных растительных ассоциаций. Камерально рассчитывали средний балл состояния древостоя на учетной территории, индексы видового многообразия Шеннона и Симпсона, показатель выравненности видов в сообществе по Пielу, рассчитывали долю отдельных групп видов растений в составе и структуре сообществ.

Оценку стадии рекреационной дигрессии производили с использованием глазомерной шестибальной шкалы. Основные показатели для оценки перечислены ниже.

I стадия. Представляет собой «идеальное» состояние фитоценоза, в котором отсутствует какое-либо воздействие на человека или оно настолько мало, что им можно пренебречь.

II стадия. Появляется вытаптывание человеком: тропинки занимают 5–10% общей площади участка, стоянок нет. Подрост древесных пород в хорошем состоянии.

III стадия. Вытаптывание усиливается: тропинки занимают 10–15% площади участка. Подрост начинает усыхать.

IV стадия. Вытаптывание сильное: тропинки занимают 20–40% площади, подрост засыхает. Кустарники исчезают.

V стадия. Тропинки занимают 50–60% площади: есть стоянки, подрост и кустарники засохли.

VI стадия. Сплошное вытаптывание, либо до голой земли, либо до редкого дернового покрова. Подрост уничтожен, стоят отдельные деревья [6].

Оценку состояния древостоя производили с использованием следующей методики.

В бланке геоботанического описания лесного фитоценоза напротив названий каждой из пород деревьев, записывали баллы состояния отдельных деревьев каждого вида, определяемые с помощью пятибалльной шкалы визуальной оценки деревьев по внешним признакам, где

1 балл – здоровые деревья без внешних признаков повреждения, величина прироста соответствует норме;

2 балла – ослабленные деревья: крона слабоажурная, отдельные ветви усохли; листья и хвоя часто с желтым оттенком; у хвойных деревьев на стволе смолотечение и отмирание коры на отдельных участках;

3 балла – сильно ослабленные деревья: крона изрежена, со значительным усыханием ветвей, сухая вершина; листья мелкие, но бывают и увеличены, светло-зеленые, хвоя с бурым оттенком и держится 1–2 года; прирост уменьшен или отсутствует; у хвойных сильное смолотечение, значительные участки коры отмерли;

4 балла – усыхающие деревья: усыхание ветвей заметно по всей кроне; листья мелкие, недоразвитые, бледно-зеленые с желтым оттенком, отмечается ранний листопад; хвоя повреждена на 60% от общего количества; прирост отсутствует; на стволах признаки заселения короedами, усачами, златками, буровой мухой, заметны отверстия на коре и древесине;

5 баллов – сухие деревья: крона сухая, листьев нет, хвоя желтая или бурая, осыпается или осыпалась; кора на стволах отслаивается или полностью опала; стволы заселены ксилофагами.

Коэффициент состояния лесного древостоя (К) определяли как среднее арифметическое средних баллов состояния различных деревьев на пробной площадке. Состояние древостоя оценивали по следующим критериям:

$K < 1.5$ – здоровый древостой (I класс);

$K = 1.6 - 2.5$ – ослабленный древостой (II класс);

$K = 2.6 - 3.5$ – сильно ослабленный лес (III класс);

$K = 3.6 - 4.5$ – усыхающий лес (IV класс);

$K > 4.6$ – погибший лес (V класс) [6].

Оценку видового многообразия производили при помощи индексов биоразнообразия Шеннона и Симпсона, а также показателя выравниваемости Пиелу [7].

И индекс разнообразия по Симпсону, и индекс Шеннона принимают максимальное значение при равенстве долей всех видов в сообществе, т. е. при максимальной выравниваемости. Если же доля какого-то одного вида (в случае доминирования) стремится к единице, а всех остальных – к нулю, то оба показателя также стремятся к нулю. С увеличением числа видов в сообществе максимальные значения обоих показателей, в особенности индекса Шеннона, увеличиваются. В то же время считается, что индекс Симпсона обычно придает большее значение постоянно встречающимся, обычным видам, а индекс Шеннона увеличивает значимость редких видов.

Индекс выравниваемости Пиелу, рассчитываемый по индексу Шеннона с учетом числа всех видов сообщества, показывает, насколько биоразнообразие, измеренное по индексу Шеннона, отличается от максимально возможного при данном числе видов. Чем ближе значение индекса Пиелу к единице, тем выше выравниваемость.

В данной работе в качестве *показателей, демонстрирующих изменение видового многообразия* с ростом дигрессии в сообществах, были также рассчитаны доля синантропов и видов, диагностических для разных эколого-ценотических групп и синтаксонов растительности от общего числа встреченных видов, а также доля проективного покрытия этих групп растений от общей площади покрытия.

При характеристике изменений в сообществах на разных стадиях рекреационной дигрессии был использован коэффициент корреляции Пирсона. Статистическую обработку результатов осуществляли с помощью программы Excel 2003.

Результаты и обсуждение

Обследование растительных сообществ в Гурьяновском лесу показало присутствие на его территории растительных ассоциаций преимущественно трех типов: ассоциаций березы, ели и сосны, имеющих участки с разной стадией рекреационной дигрессии. На данных участках было описано 40 учетных площадок: 21 – в ассоциации



березы, 11 – в ассоциации ели и 8 – в ассоциации сосны. На каждой учетной площадке были произведены оценка стадии рекреационной дигрессии, оценка состояния древостоя, подробное геоботаническое описание растительности. По материалам геоботанических описаний произведен анализ флоры и оценка видового многообразия растительных сообществ в связи с рекреационной нагрузкой на их территориях. Данные результаты приведены в табл. 1. В качестве отклонения от среднего значения приведен доверительный интервал. Если его значение отсутствует, значит в ассоциации было выявлено только одно сообщество на данной стадии рекреационной дигрессии.

Таблица 1

Различные показатели видового состава и структуры растительных сообществ трех ассоциаций Гурьяновского леса в связи с рекреационной нагрузкой

Ассоциация	Стадия рекреационной дигрессии	Количество учетных территорий	% мертвого покрова	Состояние древостоя	Процентное количество синантропных видов	Процент проективного покрытия синантропов	Процентное количество видов растений опушечных сообществ и вторичных послеселесных лугов	Проективное покрытие растений опушечных сообществ и вторичных послеселесных лугов	Индекс Шеннона	Показатель выравненности Пielou	Индекс Симпсона
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Березняки	2	6	21.8 ±6.3	1.73 ±0.24	20.7 ±7.1	18.7 ±7.4	23.5 ±6.1	17.2 ±10.5	2.05 ±0.49	0.76 ±0.12	0.52 ±0.19
	3	9	43.0* ±8.6	1.60 ±0.26	33.6* ±5.7	20.0 ±7.3	28.0 ±4.9	13.7 ±7.8	2.50 ±0.23	0.84 ±0.03	0.40 ±0.12
	4	5	42.8 ±20.6	1.43 ±0.18	35.2 ±16.9	23.2 ±21.5	22.6 ±15.0	6.4 ±7.4	2.53 ±0.41	0.92 ±0.07	0.36 ±0.13
	5	1	75.0 -	1.60 -	7.0 -	7.0 -	9.0 -	1.0 -	1.90 -	0.70 -	0.43 -
Ельники	2	5	32.8 ±14.9	1.50 ±0.50	29.8 ±13.1	14.6 ±9.4	25.4 ±11.3	4.0 ±4.9	2.02 ±0.26	0.83 ±0.08	0.54 ±0.20
	3	1	16.0 -	2.35 -	58.0 -	38.0 -	54.3 -	53.1 -	2.50 -	0.80 -	0.24 -
	4	2	58.5* ±6.9	2.30 ±0.40	22.0 ±5.9	10.5 ±1.0	38.5 ±4.9	5.5 ±2.1	2.06 ±0.31	0.88 ±0.07	0.65 ±0.07
	5	2	72.5* ±4.9	2.80 ±0.23	37.0 ±3.9	8.5 ±4.9	32.0 ±23.5	12.2 ±15.6	2.11 ±1.80	0.67 ±0.24	0.59 ±0.26
	6	1	95.0	2.90	20.0	1.0	28.0	0.0	1.30	0.80	0.52
Сосняки	2	4	39.0 ±22.1	1.20 ±0.2	22.0 ±20.4	12.3 ±11.4	25.5 ±6.7	2.8 ±2.2	1.84 ±0.44	0.79 ±0.07	0.61 ±0.34
	3	1	15.0 -	1.82 -	55.0 -	52.0 -	50.0 -	37.0 -	2.10 -	0.70 -	0.85 -
	4	1	45.0 -	1.65 -	30.0 -	19.0 -	18.0 -	5.0 -	2.00 -	0.90 -	0.71 -
	5	2	77.0 ±21.6	1.75 ±1.08	19.0 ±15.7	5.5 ±8.8	15.5 ±14.7	0.5 ±1.0	1.94 ±0.60	0.86 ±0.15	0.64 ±0.30

* – статистически значимые отличия от второй стадии РД при $\alpha = 0.05$

«-» – обследовано одно сообщество с данной стадией рекреационной дигрессии

Следует отметить, что на территории Гурьяновского леса отсутствуют растительные сообщества, находящиеся на первой стадии рекреационной дигрессии, поскольку лес, находящийся в центре города, пронизанный густой сетью дорожек и троп, активно используется горожанами – для отдыха и спорта, прогулок с животными, переходов с улицы на улицу и т. д.

Было выявлено, что с увеличением рекреационного воздействия на фитоценоз связаны некоторые закономерности видового состава и структуры сообществ. Так, например, площадь территории, занимаемая в фитоценозе мертвым покровом (четвертый столбец табл. 1), в первую очередь зависит именно от следов присутствия человека – наличия и количества тропинок, участков, используемых для отдыха, кострищ и т. п. В меньшей степени это обусловлено типом растительности на исследуемой территории.

Древостой испытывает рекреационную нагрузку на территорию в несколько меньшей степени, чем травы нижнего яруса. Данные о состоянии древостоя на территории содержатся в пятом столбце табл. 1. Несмотря на то, что статистически значимых различий между коэффициентом состояния древостоя не выявлено, можно заметить следующие тенденции в изменении этого показателя. Деревья на учетных территориях со второй стадией рекреационной дигрессии относятся в основном к 1–2 классу состояния древостоя (среднее значение по всем типам ассоциаций равно 1.5). В целом его можно считать здоровым или слегка ослабленным. Деревья на участках с третьей-четвертой стадиями рекреационной дигрессии относятся в основном ко второму классу состояния древостоя: среднее значение его показателя – 1.5–1.7, что характеризует древостой как ослабленный. На некоторых территориях с пятой и шестой стадиями рекреационной дигрессии исследуемый показатель увеличивается довольно сильно – до значений 2,3–2,9, что свидетельствует о дальнейшем ослаблении древостоя с ростом данного вида антропогенного воздействия. Это проявляется в увеличении ажурности крон деревьев, усыхании ветвей, желтовато-серых оттенках в окраске листьев и хвои. На стволах некоторых деревьев *Picea abies* (L.) Karst. замечено смолотечение, кора участками отмирает и отслаивается. Низкий суммарный балл жизненного состояния *Sorbus aucuparia* L. на территориях с большими значениями балла рекреационной дигрессии связан с повреждением листьев точечным некрозом, у *Corylus avellana* L. и *Frangula alnus* Mill. – в связи с поражением кроны мучнистой росой.

Общая тенденция усиления роли синантропов в видовом многообразии и проективном покрытии с ростом рекреационной дигрессии на территории исследованных растительных сообществ отражена в столбцах 6 и 7 табл. 1. Синантропные растения в Гурьяновском лесу присутствуют во всех типах лесных растительных ассоциаций и представлены такими видами, как *Plantago Major* L., *Taraxacum officinale* Wigg, *Geum urbanum* L., *Urtica dioica* L., *Stellaria media* L., *Artemisia vulgaris* L., *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Tussilago farfara* L., *Ranunculus repens* L., *Agropyron repens* L. и др. С усилением рекреационного воздействия количество видов-синантропов во флоре растительного сообщества и их проективное покрытие увеличивается к третьей-четвертой (в ассоциации березы) или к третьей стадии рекреационной дигрессии (в ассоциациях ели и сосны). Полученные результаты согласуются с данными других авторов [8, 9]. На этих стадиях дигрессии увеличивается освещённость, уменьшается конкуренция, усиливается фактор распространения плодов и семян синантропных растений по дорожно-тропиночной сети людьми. Особенно наглядно просматривается увеличение влияния синантропных видов в сложении растительных сообществ на примере растений из семейства сложноцветных в ассоциации березы, где видовая представленность синантропов этого семейства увеличивается в среднем от трех видов на второй стадии до десяти видов на третьей стадии рекреационной дигрессии.

Следует отметить, что с возрастанием рекреационной нагрузки до пятой-шестой стадии в березняках и до четвертой-шестой стадии дигрессии в хвойных ассоциациях наблюдается исчезновение видов, в том числе синантропных, и даже некоторых семейств из флористического списка сообществ во всех обследованных ассоциациях.

В целом, полученные данные отражают типичные черты синантропизации растительного покрова [10]: внедрение в состав исследованных растительных сообществ на разных стадиях рекреационной дигрессии синантропных видов, замену естественных коренных растительных сообществ производными и синантропными, уменьшение биоразнообразия, обеднение состава, упрощение структуры растительных сообществ.



Анализ видового многообразия исследованных территорий по принадлежности к различным синтаксонам растительности показал, что среди типичных лесных видов деревьев, кустарников и трав обычными являются виды европейских широколиственных лесов (класса *Quercus-fagetea*), на втором месте – виды хвойных лесов (класса *Vaccinio-piceetea*). Диагностические виды растений широколиственных лесов представлены во всех типах растительных сообществ в количестве 22–30% от общего числа видов, в то время как процент растений бореальных синтаксонов во флористических списках сообществ Гурьяновского леса в целом невелик, что отображено в табл. 2.

Таблица 2
Средний процент количества видов растений четырех наиболее представленных синтаксонов в видовом многообразии ассоциаций Гурьяновского леса

Растительные ассоциации Гурьяновского леса	Растения сообществ			
	вторичных послелесных лугов	опушечных сообществ	широколиственных лесов	бореальных лесов на бедных почвах
березняки	18.6	6.0	29.9	5.0
ельники	18.9	12.9	22.2	9.7
сосняки	14.8	10.4	28.6	10.6
все ассоциации	18.1	8.9	27.8	6.9

лугов, значительный вклад в видовое многообразие вносят также опушечные виды растений, что видно из данных табл. 2. Процентное количество видов во флоре сообществ и проективное покрытие растений последних двух синтаксонов отражены также в столбцах 8 и 9 табл. 1. Примечательно, что в отношении растений этих классов, также как и для типичных синантропов, характерно увеличение видовой представленности и проективного покрытия с ростом рекреационной дигрессии до третьей стадии и дальнейшее снижение этих показателей при усилении дигрессии во всех типах обследованных ассоциаций.

Стоит отметить, что от 14 до 53% видов на исследованных территориях не относятся к диагностическим, поэтому не могут быть отнесены к определенному синтаксону. Так, к примеру, доминирующие в древостое на большинстве учетных площадей березы (*Betula pendula* Roth. и *B. alba* L.), а также *Populus tremula* L. и виды рода *Salix* не являются диагностическими видами и могут встречаться в составе разных растительных сообществ.

Значительная часть травостоя растительных сообществ обследованных ассоциаций представлена видами, относящимися к неморальной и нитрофильной эколого-ценотическим группам. При этом многие виды являются еще и индикаторами высокого плодородия почвы. В табл. 3 приведены средние значения доли травянистых растений разных эколого-ценотических групп в общем проективном покрытии.

На основании анализа растительности по эколого-ценотическим группам и отношению к синтаксонам можно говорить о возможной смене растительности городского лесного массива Гурьяновский лес в сторону неморальной, поскольку под пологом большинства мелколиственных ассоциаций развивается растительность, свойственная широколиственным типам лесов. Это касается не только травянистых видов растений, но также древостоя и подроста. Однако данный сукцессионный процесс, вероятно, в значительной степени замедлен влиянием групп луговых и опушечных видов растений, являющихся сильными конкурентами на светлых участках леса.

В столбце 10 табл. 1 показана общая тенденция к увеличению связанного с видовым многообразием индекса Шеннона к третьей стадии рекреационной дигрессии и, соответственно, снижению этого показателя при дальнейшем увеличении рекреационной дигрессии на обследованных учетных площадях.

Несмотря на то, что в Гурьяновском лесу большая часть территории сформирована именно лесными ассоциациями, на многих территориях среди индикаторных для синтаксонов видов отмечено большое количество видов растений из классов *Molino-arrrhenatheretea* и *Trifolio-geranietea sanguinei*. Среди травянистой флоры во всех ассоциациях преобладают растения вторичных послелесных

Таблица 3

Средний процент проективного покрытия растений четырех наиболее представленных ЭЦГ в растительных ассоциациях Гурьяновского леса

Растительные ассоциации Гурьяновского леса	Эколого-ценотическая группа			
	боре- альная	немо- ральная	нитро- фильная	лугово- опушеч- ная
березняки	3.1	25.3	17.9	12.3
ельники	2.8	19.2	17.6	9.8
сосняки	2.5	22.6	21.6	6.8
все ассоциации	3.1	23.0	18.8	10.8

Следует, однако, отметить, что изменения видового многообразия в сообществах в зависимости от стадии рекреационной дигрессии носят сложный характер. Это объясняется тем, что одни виды с ростом рекреационной дигрессии замещаются другими, на смену типично лесным приходят луговые виды и т. д. По-

этому при данной выборке растительных сообществ в выбранных ассоциациях невозможно проследить четкую закономерность роста или снижения индекса Шеннона.

Показатели выравненности видов травостоя по Пиелу у сообществ на второй, третьей и четвертой стадиях рекреационной дигрессии очень схожи, что видно из данных столбца 11 табл. 1. Виды достаточно равномерно распределены на территории данных фитоценозов. И только со значительным увеличением антропогенного воздействия можно наблюдать тенденцию к усилению роли некоторых видов в сообществах при уменьшении видового многообразия. Статистически значимых различий при этом, однако, не выявлено.

В столбце 12 табл. 1 представлены результаты оценки видового многообразия по индексу Симпсона, который учитывает доминирование отдельных видов в сообществах. Поэтому наблюдаемая картина в некоторой степени обратна результатам, полученным с помощью индекса Шеннона. И хотя статистически значимых различий при этом не выявлено, показана тенденция к уменьшению доминирования отдельных видов с увеличением видового многообразия к третьей стадии рекреационной дигрессии и возрастание индекса Симпсона при дальнейшем увеличении антропогенного воздействия, что во многом обусловлено особенностями синантропизации растительности на данных территориях и согласуется с данными столбца 6.

Для анализа результатов геоботанического исследования был произведен расчет корреляции различных показателей и индексов по Пирсону. Данные занесены в сводную табл. 4 со следующими сокращениями: РД – стадия рекреационной дигрессии; МП – проективное покрытие мёртвого покрова; СИН(КВ) – доля синантропных видов в общем видовом многообразии; СИН(ПП) – доля проективного покрытия синантропных видов в общем проективном покрытии; ШЕННОН – индекс видового многообразия Шеннона; ПИЕЛУ – индекс выравненности по Пиелу; СИМПСОН – индекс видового многообразия Симпсона. Цветом в табл. 4 отмечены (в абсолютных величинах): $0.9 < r \leq 1$ – очень сильная корреляция; $0.7 < r \leq 0.9$ – сильная корреляция; $0.5 < r \leq 0.7$ – средняя корреляция. Данные таблицы позволяют выявить закономерности изменения видового состава и распределения растений на территории исследованных ассоциаций.

Таблица 4

Корреляционная зависимость (по Пирсону) между различными характеристиками состояния и видового многообразия исследованных ассоциаций

	Показатель	РД	МП	СИН (КВ)	СИН (ПП)	ШЕННО Н	ПИЕЛУ
1	2	3	4	5	6	7	8
Берез- няки	МП	0.94					
	СИН (КВ)	-0.39	-0.55				
	СИН (ПП)	-0.58	-0.77	0.94			
	ШЕННОН	-0.178	-0.33	0.97	0.84		



Окончание табл. 4

1	2	3	4	5	6	7	8
	ПИЕЛУ	-0.14	-0.39	0.94	0.88	0.95	
	СИМПСОН	-0.63	-0.45	-0.47	-0.22	-0.66	-0.65
Ельники	МП	0.91					
	СИН (КВ)	-0.42	-0.72				
	СИН (ПП)	-0.64	-0.90	0.91			
	ШЕННОН	-0.67	-0.84	0.80	0.83		
	ПИЕЛУ	-0.39	-0.27	-0.31	0.11	-0.07	
	СИМПСОН	0.30	0.61	-0.84	-0.84	-0.44	0.04
	МП	0.73					
Сосняки	СИН (КВ)	-0.27	-0.84				
	СИН (ПП)	-0.33	-0.87	1.00			
	ШЕННОН	0.24	-0.49	0.87	0.83		
	ПИЕЛУ	0.60	0.75	-0.737	-0.78	-0.37	
	СИМПСОН	-0.09	-0.74	0.98	0.97	0.94	-0.62

Полученные результаты отражают различную реакцию на внешние факторы растений в берёзовых и хвойных лесных ассоциациях. Следует отметить, что еловые и сосновые ассоциации по сравнению с березняками характеризуются более специфичными кислыми почвами, со слоем хвои, являющейся основой почвенного слоя A_0 . Кроме того, в ельниках присутствует ещё и сильно выраженная затененность. Всё это создаёт менее благоприятные условия для существования травостоя, который реагирует соответственно более быстро на усиление рекреационной дигрессии, чем это происходит в березняках. Можно пронаблюдать, что увеличение роли мёртвого покрова отрицательно сказывается не только на разнообразии лесных травянистых растений, но и на распространенности синантропных видов, что видно по сильной отрицательной корреляционной зависимости этих показателей в хвойных сообществах.

В ельниках, кроме того, с увеличением количества синантропов уменьшается доминирование отдельных видов типично бореальной флоры, но видовая выравненность при этом практически не меняется.

В сосняках увеличение количества синантропных видов с ростом рекреационной дигрессии вызывает их доминирование на территории, влияющее на видовую выравненность в сообществе.

В ассоциации берёзы, как наиболее устойчивой к рекреационной дигрессии из исследованных ассоциаций, можно наблюдать, что основную часть биоразнообразия составляет приток синантропной растительности на территориях со второй-четвертой стадиями рекреационной дигрессии. Из-за этого на данных территориях наблюдается увеличение индекса видового многообразия Шеннона, усиливается также выравненность видов (по Пиелу) и наблюдается незначительное доминирование отдельных видов, что отражают невысокие значения индекса Симпсона.

Гурьяновский лес находится в центре растущего города и является не только «легкими» города и популярной у горожан зоной отдыха, но также удобным объектом биологических мониторинговых исследований. Поэтому перспективным является поиск различных показателей растительных сообществ и их компонентов, демонстрирующих реакцию растительности на антропогенное воздействие.

В настоящем исследовании была предложена попытка комплексной оценки состояния растительных ассоциаций в условиях рекреационной нагрузки по видовому составу и проективному покрытию некоторых экологических групп растений, а также с помощью различных индексов. Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы.

1. Древостой страдает от рекреационной нагрузки в меньшей степени, чем травянистый ярус: показатели состояния древостоя с ростом стадии рекреационной диг-



рессии меняются незначительно, что в большей степени характерно для березняков и сосняков, в меньшей – для ельников.

2. При усилении рекреационной дигрессии до третьей стадии видовое многообразие лесных сообществ увеличивается, при дальнейшем росте дигрессии происходит его снижение, что отражается на изменении индексов видового многообразия Шеннона, Пиелу, Симпсона.

3. С ростом рекреационной дигрессии увеличивается количество и проективное покрытие видов луговой и опушечной флоры, а также синантропных видов растений в сообществах, однако степень доминирования и выравнивание распределения этих видов зависят от типа ассоциации.

4. В видовых списках и проективном покрытии всех лесных ассоциаций Гурьяновского леса характерно значительное присутствие видов флоры широколиственных лесов, что свидетельствует о возможной смене растительности данного лесного массива в неморальную сторону.

Список литературы

1. Артамонов В.И. Растения и чистота природной среды. – М.: Наука, 1986. – 172 с.
2. Антипина Г.С. Структура и динамика флористических комплексов урбанизированных экосистем Восточной Фенноскандии: Автореф. дис ...д-ра биол. наук. – Петрозаводск, 2003. – 39 с.
3. Тимошок Е.Е., Скороходов С.Н., Воробьев В.Н. Синантропизация растительности верхних поясов Семинского хребта (Горный Алтай) // Экология. – 2001. – № 2. – С. 91-97.
4. Шенников А.П. Экология растений. – М.: Советская наука, 1950. – 375 с.
5. Горчаковский П.Л. Антропогенные изменения растительности // Экология. – 1984. – № 5. – С. 3-16.
6. Экологический мониторинг: Учебно-методическое пособие. / Под ред. Т.Я. Ашихминой. – М.: Академический Проект, 2005. – С. 91-94.
7. Лебедева Н.В., Дроздов Н.Н., Криволицкий Д.А. Биологическое разнообразие. – М.: ВЛАДОС, 2004. – 432 с.
8. Бирюков Р.Ю., Золотов Д.В., Черных Д.В. Синантропизация растительного покрова вдоль дорожно-тропиночной сети // Мир науки, культуры, образования. – 2009. – № 3 (15). – С. 11-15.
9. Горышина Т.К. Растение в городской среде. – Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1991. – 152 с.
10. Горчаковский П.Л. Антропогенная трансформация и восстановление продуктивности луговых фитоценозов. – Екатеринбург: Изд-во «Екатеринбург», 1999. – 156 с.

ANALYSIS OF CHANGES IN COMPOSITION AND STRUCTURE OF THE FOREST ASSOCIATIONS OF PLANTS IN THE GRADIENT OF RECREATIONAL PRESSURE

T.A. Gorshkova
E.S. Hukalenko
N.N. Pavlova
N.V. Amosova
M.M. Rasskazova

*Obninsk Institute of Atomic Energy of
 National Research Nuclear University
 «MIFI», 249035, Obninsk,
 Studgorodok, 1*

E-mail: tgorshkova@yandex.ru

Authors propose the system of assessing the ecological status of the forest plant community under the influence of recreational load based on geobotanical survey of area. There were screened three types of associations of plants – birch, pine and spruce. With a slight amplification of recreation there is an increase in species diversity and the covering of meadow species, species of edge of a wood and synanthropic species. These indicators are reduced at higher stages of recreational digression. These rates affect the change of the indices of Shannon, Simpson and Pielou. Condition of trees changes more slowly than the species composition and condition of grass in the gradient of recreational pressure.

Key words: recreation load, plant associations, species diversity, synanthropization of flora, indices of Shannon, Pielou, Simpson.



УДК 632.4.630.416.3:582.287

«ДУБ ЧЕРЕШЧАТЫЙ – ПЕЧЕНОЧНИЦА ОБЫКНОВЕННАЯ» КАК АНТРОПОГЕННАЯ ПАТОСИСТЕМА

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

Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет, Россия, 308015
г. Белгород, ул. Победы, 85
E-mail: kiriyushenko@bsu.edu.ru

В статье рассматривается система взаимоотношений типа «древесная порода – дереворазрушающий базидиомицет» на примере дуба черешчатого *Quercus robur* L. и печеночницы обыкновенной *Fistulina hepatica* Fr. в порослевых дубравах Белгородской области. Делается вывод о сильном влиянии антропогенной трансформации дубового древостоя на распространенность печеночницы. Признается целесообразным рассматривать систему взаимоотношений «дуб черешчатый – печеночница обыкновенная» как антропогенную патосистему.

Ключевые слова: дуб черешчатый, печеночница обыкновенная, патосистема, порослевой древостой, клонная биогруппа, корреляционный анализ.

Введение

Систему взаимоотношений типа «хозяин-паразит» на популяционном уровне взаимодействия рассматривают как патосистему [1]. Различают две выраженных категории растительных патосистем: природная патосистема (естественная, стабильная, саморегулирующаяся) и патосистема культурных растений (искусственная, нестабильная, регулируемая человеком).

Стабильность природной патосистемы обеспечивается коэволюционно согласованным комплексом поведенческих реакций наследственного характера в системе «хозяин-паразит», что подтверждено ее эволюционным выживанием до настоящего времени. Относительная стабильность культурной патосистемы обеспечивается человеком (селекция, защита).

Стабильность природной патосистемы часто нарушается, главным образом, под воздействием антропогенного фактора, поэтому целесообразно выделять и такую категорию патосистем как антропогенные. Например, дубравы южной лесостепи на протяжении длительного времени подвергались мощному антропогенному вмешательству (см., например, [2]) и по сути своей являются антропогенными лесами [3], поэтому патосистему «дуб – полупаразитический дереворазрушающий базидиомицет» в этих дубравах следует рассматривать как антропогенную патосистему.

Обоснованию этого положения и освещению продуктивности такого подхода на примере исследования взаимоотношений «дуб черешчатый *Quercus robur* L. – печеночница обыкновенная *Fistulina hepatica* Fr.» посвящена настоящая работа.

Объекты и методика

Объектом исследований являлась патосистема «дуб черешчатый *Q. robur* – печеночница обыкновенная *F. hepatica*». *F. hepatica* – патогенный консорт дуба, способен развиваться как на живых деревьях так и на пнях, которых вместе с комлевыми дуплами, образующимися после полного разрушения пня от сросшегося дерева, насчитывается немало в антропогенных дубравах. Исследования проводились в 2010–2011 гг. в порослевых дубовых древостоях 70–100-летнего возраста, расположенных в нагорных, байрачных и плакорных дубравах Белгородского и Шебекинского районов Белгородской области Российской Федерации (южная лесостепь). Отметим,

что древостой, в которых проводились исследования, представляют собой наиболее типичные лесорастительные участки в дубравах, где они располагаются. Ниже приводится описание обследованных древостоев.

Урочище «Дубовое» (Белгородский лесхоз, Белгородское лесничество). Состав древостоя: 10Д+Кло+Лпм. Возраст (лет), средний диаметр (см), полнота, бонитет: 90; 28.2; 0.5–0.6; II. Урочище «Коровино» (Шебекинский, Архангельское). 5Д5Ясо+Кло+Лпм. 90; 29.0; 0.5–0.6; II. Лес «Шебекинская дача» (Шебекинский, Шебекинское). 8Д1Лпм1Кло+Ясо. 90–95; 29.0; 0.5–0.6; I-II. Дубрава «Архиерейская роща» (Белгородский, Белгородское). 10Д+Кло+Лпм. 70–80; 28.9; 0.5–0.6; II. Урочище «Рог» (Шебекинский, Шебекинское). 10Д+Кло+Лпм. 70–80; 28.2; 0.5–0.6; II-III. «Безлюдовский лес» (Шебекинский, Шебекинское). 10Д. 85; 27.4; 0.5–0.6; II-III. Лес «Дубовое», урочище «Коровино», лес «Шебекинская дача» – относятся к типу нагорных дубрав (тип лесорастительных условий Д₂); дубрава «Архиерейская роща» и урочище «Рог» – к типу байрачных дубрав (тип лесорастительных условий Д₂); дубрава «Безлюдовский лес» – является плакорной дубравой (тип лесорастительных условий С₂).

Полевые исследования проводились согласно методике лесопатологических, фитопатологических и биогеоэкологических исследований [4–6]. Камеральные обработки данных полевых исследований проводилась с применением аналитических методов сравнительной экологии и вариационной статистики [7–9]. В качестве основной рабочей гипотезы было выбрано предположение, что распространенность печеночницы в антропогенных дубравах находится в тесной зависимости от доли деревьев дуба порослевого возобновления вследствие неоднократных сплошных и выборочных рубок.

Результаты и их обсуждение

Остатки естественных дубовых лесов в лесостепной зоне Восточно-Европейской равнины, выпавшие (по ряду причин) из поля зрения наших предков, веками осваивающих облесенные земли под сельхозугодия при помощи подсечно-огневого земледелия [2], на протяжении последних трехсот лет подвергались неоднократным сплошным и выборочным рубкам, что кардинально изменило структуру дубравных фитоценозов. В настоящее время дубовые древостой, составляющие основу древесных фитоценозов дубрав, представлены взрослыми деревьями дуба черешчатого 2-4-ой вегетативной генерации. Рассмотрим особенности формирования порослевых деревьев дуба и структуру порослевых дубовых древостоев.

Особенности формирования порослевых деревьев дуба и структура порослевых дубовых древостоев. После рубки взрослых деревьев остаются дубовые пни, дающие поросль: из спящих почек по периферии пня образуются побеги, которые со временем развиваются во взрослые дочерние деревья. Точек возобновления может быть несколько, но к среднему возрасту жизнеспособных деревьев, выросших из материнского пня, остается, как правило, 1–3 шт. (рис. 1). К этому времени материнский пенек сгнивает; о его существовании напоминает лишь гнездовое дупло (рис. 2) или обширная гнездовая полость (см. рис. 1), обособленная общими для соседних дочерних деревьев комлевыми лапами. Последние – остаток периферической части пня материнского дерева, опробковевший с внутренней стороны и связывающей дочерние стволы. В других случаях формирования дочерних деревьев из близко расположенных точек возобновления или при кущении побега в одной точке возобновления образуются комлевые двойчатки и тройчатки, т.е. два-три ствола, объединенных общим комлем. При этом многие из дочерних деревьев, вследствие конкуренции и внешних ослабляющих факторов, утрачивают жизнеспособность и усыхают. Они удаляются из состава древостоя в процессе выборочных рубок, проводимых на разных возрастных этапах формирования древостоя. Оставшиеся пни постепенно разрушаются и в комлевой части дочерних деревьев, выросших из одного пня, образуются комлевые дупла. В дубовых древостоях встречаются и одноствольные, явно обособленно стоящие, живые деревья, но и они часто имеют пни и дупла – наследие порослевого

возобновления, или же, если пней и дупел нет, имеется сильно развитый комель неправильной конфигурации, что свидетельствует о наличии заросшего дупла или заплывшего пня. Встречаются одноствольные обособленные деревья с хорошим состоянием комлевой части, но как бы приподнятые на корневых лапах, что говорит об их формировании из точки возобновления над поверхностью земли (из спящей почки, еще не утратившего порослевую способность пня). Наконец, в древостоях встречаются и ствольные двойчатки-тройчатки и одноствольные деревья, состояние комлевой части которых более свидетельствует в пользу их семенного происхождения.



Рис. 1. Дочерние деревья, возобновившиеся от одного материнского пня (клоновая биограмма)



Рис. 2. Базидиома *F. hepatica* в комлево-гнездовом дупле

Таким образом, для современных порослевых дурав (точнее – дуровых древостоев в составе дубравных фитоценозов) характерна так называемая клоновая мозаичность горизонтальной фитоценотической структуры [10]. Когда отдельные био группы и участки одноствольных деревьев с хорошим состоянием комлевой части чередуются с био группами и участками деревьев, представленных двойчатками и тройчатками или же одноствольными деревьями с пнями и дуплами в комлевой части, и участками, представленными клоновыми био группами деревьев (см. рис. 1), выросших из одного «гнезда» – пня материнского дерева. Клоновая мозаичность безусловно имеет антропогенную природу. В древостоях подвергавшихся более интенсивному лесохозяйственному воздействию, клоновые био группы составляют в горизонтальной структуре значительную часть. Такая картина, кстати сказать, характерна, хотя и в меньшей степени, не только для популяции дуба – основного лесообразователя в дубравах, но и для его естественных спутников: клена, липы, вяза, ясеня.

В целях наших исследований (изучения взаимоотношений порослевого дуба и полупаразитического базидиомицета – печеночницы обыкновенной, способной развиваться как на пнях, так и на живых деревьях) все рассмотренные типы деревьев дуба в дубовых древостоях удобно разделить на три условных учетных группы. Первая – одноствольные деревья и ствольные двойчатки и тройчатки без пней и дупел в комлевой части, вторая – одноствольные деревья и ствольные и комлево-ствольные двойчатки и тройчатки с пнями и дуплами в комлевой части, третья – деревья клоновых био групп с общей гнездовой полостью, комлевыми дуплами и пнями. Пни, комлевые дупла от сгнивших пней, гнездовые полости – однозначное свидетельство лесохозяйственной деятельности человека.

В процессе полевых обследований дубовых древостоев в сезон 2011 г. мы детально изучали состояние комлевой и ствольной частей каждого из учитываемых живых деревьев дуба. Вся информация заносилась в дежурный полевой журнал. В камеральных условиях был произведен подсчет числа деревьев, относящихся к той или иной из трех вышеуказанных учетных групп. Данные о распределении деревьев по указанным учетным группам в обследованных древостоях Белгородских и Шебекинских дубрав, полученные после обработки полевых журналов, представлены в табл. 1.

Таблица 1

Распределение деревьев дуба по группам учета в обследованных древостоях

Древостой дуб- равы	Всего обследовано живых деревьев, шт. (%), $D_{1,3}$, см.	Распределение деревьев по группам учета, шт. (%), $D_{1,3}$, см.		
		1 (первая)	2 (вторая)	3 (третья)
«Дубовое»	202 (100.0) 28.2±0.46	40 (19.8) 29.5±1.05	63 (31.2) 29.3±0.82	99 (49.0) 27.2±0.64
«Коровино»	199 (100.0) 29.0±0.30	54 (27.1) 29.4±0.41	72 (36.2) 29.9±0.63	73 (36.7) 27.9±0.43
«Шебекинская дача»	200 (100.0) 29.0±0.41	39 (19.5) 30.9±0.80	75 (37.5) 30.4±0.62	86 (43.0) 26.8±0.63
«Архиерейская роща»	198 (100.0) 28.9±0.44	115 (58.1) 28.8±0.60	52 (26.3) 29.5±1.13	31 (15.6) 28.4±1.15
«Рог»	181 (100.0) 28.2±0.74	55 (30.4) 34.7±1.51	65 (35.9) 27.8±1.00	61 (33.7) 22.8±0.82
«Безлюдовский лес»	334 (100.0) 27.4±0.26	108 (32.3) 28.9±0.50	124 (37.2) 27.8±0.42	102 (30.5) 25.4±0.40
По всем древо- стоям	1314 (100.0) 28.5±0.44	411 (31.3) 30.4±0.81	451 (34.3) 29.1±0.77	452 (34.4) 26.4±0.68

Доля деревьев 1-ой группы учета (см. табл. 1), т. е. деревьев с благополучным состоянием комлевой части, в обследованных древостоях составляет от 19.5% («Шебекинская дача») до 58.1% («Архиерейская роща»). Доля деревьев 2-ой группы учета составляет 26.3-37.5%, 3-ей группы учета – 15.6-49.0%.

Обращает на себя внимание тот факт (см. табл. 1), что по каждому из обследованных древостоев средний диаметр на уровне груди $D_{1,3}$ деревьев 3-ей группы учета ниже среднего диаметра всех учтенных деревьев и ниже средних диаметров деревьев 1-ой и 2-ой групп учета. Это говорит о том, что деревья клоновых биогрупп с выраженной общей гнездовой полостью (3-я учетная группа) – это деревья более молодого возраста, более высокой порослевой генерации, более ослабленные физиологически вследствие постепенного угасания потенциала жизнеспособности в ряду порослевых поколений, взаимной конкуренции в биогруппе и внешних ослабляющих факторов.

Суммарная доля деревьев 3-ей и 2-ой учетных групп, т. е. деревьев с неблагоприятным состоянием комлевой части вследствие лесохозяйственной деятельности, в обследованных древостоях колеблется от 41.9% («Архиерейская роща») до 80.5% («Шебекинская дача»). В дубравах, близких к девственным, семенного происхождения, не утративших естественную структуру, где исключена лесохозяйственная деятельность, такого, по определению, быть не может.

Рассмотрим далее особенности развития печеночницы обыкновенной, представителя указанной группы дереворазрушающих грибов, в антропогенных дубравах.

Особенности развития и распространения печеночницы обыкновенной в антропогенных дубравах. Печеночница обыкновенная *Fistulina hepatica* Fr. (MYCOTA: Basidiomycetes: Aphyllophorales: Polyporaceae [11]). Факультативных сапрофит (паразит-сапрофит) [12, 13]. Вызывает темно-бурую комлевою или комлево-стволовую гниль дуба черешчатого. В конечной стадии гниения древесина дуба становится темно-бурой, размягчается и становится хрупкой. Заражение дуба происходит посредством базидиоспор через морозобоины и трещины в коре в нижней части ствола, а также – грибами, развивающейся на материнских пнях. Базидиоспоры образуются в гимениальном слое плодовых тел (базидиом).

Базидиомы патогена однолетние, одиночные. В молодом возрасте языковидной или сферической формы, розово-красные, мягкой консистенции; внутренняя мякоть с бело-красными прожилками. Зрелые базидиомы имеют вид округлых или почкообразных мясистых подушковидных или плоских шляпок (см. рис. 2) с короткими боковыми ножками. Размер зрелых базидиом 10–20 см в диаметре. Верхняя поверхность мясо-красная, с возрастом – красно-бурая. Гименофор – трубчатый, светло-коричневого (песочного) цвета, трубочки обособлены одна от другой. Внутренняя мя-



коть сочная, мясо-красная с белыми прожилками. Базидиомы обычно формируются в трещинах коры ствола и комля, в местах морозобоин и в комлевых и комлево-гнездовых дуплах (полостях).

При обследовании древостоев в 2011 г. мы вели учет базидиом патогена, обнаруженных на живых деревьях дуба. Результаты приведены в таблице 2. Очевидно (см. табл. 2), в антропогенных дубравах в среднем в половине случаев можно обнаружить базидиому патогена на дереве, имеющем комлево-гнездовое дупло (полость), т. е. на дереве, относящемся к 3-ой учетной группе. У деревьев этой группы, как было показано выше, наиболее выражено их порослевое происхождение, и заражение этих деревьев осуществляется грибами патогена, первично развивающейся на материнском пне. В дубравах, близких к девственным, [14] плодовые тела патогена формируются на стволах дуба, т. е. в местах повреждения покровных тканей вследствие естественных причин (морозобоя и проч.). Через подобные повреждения покровных тканей патоген, посредством базидиоспор, и проникает в дерево в дубравах, не утративших естественную структуру.

По каждому из обследованных древостоев средний диаметр явно пораженных деревьев (с базидиомами патогена) $D_{1,3п}$ ниже среднего диаметра всех учетных деревьев $D_{1,3}$.

Таблица 2

Распределение числа обнаруженных базидиом *F. hepatica* в зависимости от места их обнаружения на живых деревьях дуба в обследованных древостоях

Древостой дуб- равы	Общее число обнаруженных базидиом <i>F. he- patica</i> , шт. (%)	Число базидиом <i>F. hepatica</i> , обнаруженных		
		в трещинах коры ствола или комля и в местах моро- зобоин, шт. (%)	в комлевых ду- плах, шт. (%)	в комлево- гнездовых дуплах и гнездовых по- лостях, шт. (%)
«Дубовое»	10 (100.0)	1 (10.0)	4 (40.0)	5 (50.0)
«Коровино»	1 (100.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (100.0)
«Шебекинская дача»	5 (100.0)	2 (40.0)	1 (20.0)	2 (40.0)
«Архиерейская роща»	1 (100.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (100.0)
«Рог»	8 (100.0)	1 (12.5)	3 (37.5)	4 (50.0)
«Безлюдовский лес»	3 (100.0)	1 (33.3)	1 (33.3)	1 (33.3)
По всем древо- стоям	28 (100.0)	5 (17.9)	9 (32.1)	14 (50.0)

Так, для древостоя дубравы «Дубовое» $D_{1,3п}=22.8$ см. ($D_{1,3}=28.2$ см., см. табл. 1). Для древостоя дубравы «Коровино» $D_{1,3п}=28.0$ см. ($D_{1,3}=29.0$ см., см. табл. 1). Для древостоя дубравы «Шебекинская дача» $D_{1,3п}=28.0$ см. ($D_{1,3}=29.0$ см., см. табл. 1). Для древостоя дубравы «Архиерейская роща» $D_{1,3п}=24.8$ см. ($D_{1,3}=28.9$ см., см. табл. 1). Для древостоя дубравы «Рог» $D_{1,3п}=27.5$ см. ($D_{1,3}=28.2$ см., см. табл. 1). Для древостоя дубравы «Безлюдовский лес» $D_{1,3п}=25.3$ см. ($D_{1,3}=27.4$ см., см. табл. 1). По литературным данным печеночница обыкновенная приурочена к деревьям большего возраста и большего диаметра. Это данные для дубрав близких к девственным [14] или для дубрав, не утративших, по-видимому, естественной структуры [12].

Таким образом, при сравнении обработанных данных наших полевых исследований, проведенных в антропогенных дубравах Белгородского и Шебекинского районов, и данных по дубравам, не утратившим в полной мере естественной структуры, можно сказать следующее. В антропогенных дубравах в половине случаев базидиомы патогена обнаруживаются на деревьях, представляющих клоновые биогруппы. Это деревья, которые имеют диаметр ниже среднего. Это деревья более молодого возраста, более высокой порослевой генерации, и более ослабленные физиологически вследствие постепенного угасания потенциала жизнеспособности в ряду порослевых поколений, взаимной конкуренции в биогруппе и внешних ослабляющих факторов. Пораже-

ние этих деревьев осуществляется грибами патогена, первично развившейся в ядровой части материнского пня. В дубравах, не утративших естественной структуры, такого не наблюдается.

Все вышесказанное позволяет рассматривать взаимоотношения популяций дуба черешчатого и печеночницы обыкновенной в современных порослевых дубравах как антропогенную трансформацию природной экосистемы элементарного уровня взаимодействия типа «хозяин-паразит». Рассмотрим в этой связи взаимоотношения «дуб-печеночница» как антропогенную патосистему.

«Дуб-печеночница» как антропогенная патосистема. В результате хозяйственной деятельности человека одно из биологических свойств дуба, а именно – способность к вегетативному возобновлению – стало, по сути, основой единственно возможной стратегии его выживания на уровне популяции. В связи с этим, паразит получил благоприятную возможность вегетативного распространения и заражения дочерних деревьев, однако, в отличие от хозяина, не утратил при этом способности к половому размножению (базидиоспорами) и возможность эволюционировать. Заражение дочерних деревьев от материнского пня обусловило накопление инфекционно начала. В результате паразит широко распространился в антропогенных дубравах.

Так как, патоген образует единичные базидиомы на живых деревьях дуба, а присутствие базидиомы патогена на дереве – явный признак того, что дерево поражено, то по соотношению числа обнаруженных базидиом (см. табл. 2, графа 2) и общего числа учтенных живых деревьев (см. табл. 1, графа 2) можно судить о распространенности его в дубравах в качестве паразита. Для древостоя дубравы «Дубовое», например, число обнаруженных базидиом равно 10 (см. табл. 2, графа 2), общее число обследованных живых деревьев равно 202 (см. табл. 1, графа 2), распространенность печеночницы составляет оценочно $(10/202) \times 100\% = 5,0\%$. Подобным же образом можно оценить распространенность печеночницы и по древостоям других дубрав.

Однако в действительности распространенность патогена может быть гораздо выше. Так, если базидиома обнаруживается в гнездовой полости клоновой биогруппы, что свидетельствует о первичном развитии патогена на материнском пне, то пораженными могут быть все живые дочерние деревья, входящие в состав биогруппы. При обнаружении базидиомы патогена в гнездовой полости, мы учитывали число живых деревьев дуба в клоновой биогруппе. Кроме того, в древостоях встречаются деревья без базидиом патогена, но с косвенными признаками поражения: наличием комлевого или комлево-гнездового дупла и темно-бурой порошкообразной массы разложившейся древесины (3-я, последняя, стадия гнили, вызываемой печеночницей). Такие деревья мы также учитывали.

В таблице 3 приводятся данные о числе живых деревьев с обнаруженными базидиомами патогена с учетом всех живых деревьев в составе клоновых биогрупп (см. табл. 3, графа 2), данные о числе деревьев без базидиом патогена, но с косвенными признаками поражения (см. табл. 3, графа 3), и общее возможное число пораженных деревьев по обследованным древостоям (см. табл. 3, графа 4).

Таким образом, действительная доля пораженных деревьев (распространенность патогена), определяемая как отношение общего возможного числа пораженных деревьев (см. табл. 3, графа 4) к общему числу обследованных деревьев (см. табл. 1, графа 2), составляет, для древостоя той же дубравы «Дубовое», $(22/202) \times 100\% = 10,9\%$.

В таблице 4 (графы 3, 4) приводятся рассчитанные показатели распространенности печеночницы с учетом только числа базидиом на пораженных деревьях (графа 3), а также – рассчитанные показатели распространенности с учетом базидиом, учетом всех живых деревьев клоновых биогрупп с базидиомой в гнездовой полости и учетом деревьев без базидиом, но имеющих признаки поражения печеночницей (графа 4).

Распространенность печеночницы с учетом только обнаруженных базидиом (см. табл. 4, графа 3) по древостоям разных дубрав составляет 0,5–5,0%. Эти цифры можно рассматривать как нижний предел распространенности. В действительности распространенность патогена по доле пораженных им деревьев, т. е. с учетом обнаруженных базидиом патогена, учетом всех живых деревьев клоновых биогрупп с базидиомой в гнездовой полости и деревьев, без базидиом, но имеющих признаки пора-



жения печеночницей (см. табл. 4, графа 4), по древостоям разных дубрав составляет 1.5–10.9%.

Таблица 3

Общее возможное число пораженных *F. hepatica* живых деревьев дуба в обследованных древостоях

Древостой дубравы	Общее число живых деревьев с базидиомами <i>F. hepatica</i> , шт.	Число живых деревьев с косвенными признаками поражения <i>F. hepatica</i> , шт.	Общее возможное число пораженных живых деревьев в древостоях, шт.
«Дубовое»	16	6	22
«Коровино»	1	3	4
«Шебекинская дача»	6	6	12
«Архиерейская роща»	1	2	3
«Рог»	9	5	14
«Безлюдовский лес»	4	5	9
По всем древостоям	37	27	64

Таблица 4

Распространенность печеночницы в обследованных древостоях в связи с долей деревьев 3-ей учетной группы

Древостой дубравы	Доля деревьев 3-ей группы учета, X, %	Распространенность <i>F. hepatica</i> по явному признаку (наличию базидиом), Y_1 , %	Распространенность <i>F. hepatica</i> по доле пораженных деревьев, Y_2 , %
«Дубовое»	49.0	5.0	10.9
«Коровино»	36.7	0.5	2.0
«Шебекинская дача»	43.0	2.5	6.0
«Архиерейская роща»	15.6	0.5	1.5
«Рог»	33.7	4.4	7.7
«Безлюдовский лес»	30.5	0.9	2.7
Гипотетический древостой	0.0	0.4	0.4

Факт частой встречаемости базидиом патогена в комлево-гнездовых дуплах и гнездовых полостях пораженных деревьев (см. табл. 2, графа 5) позволяет сделать предположение, что распространенность печеночницы находится в зависимости от доли деревьев неоднократной порослевой генерации, входящих в состав клоновых биогрупп (3-я учетная группа). Проверить это предположение можно с помощью корреляционного анализа.

В таблице 4 по всем обследованным древостоям приведены численные показатели доли деревьев 3-ей группы учета (графа 2), распространенности патогена по числу обнаруженных базидиом (графа 3), распространенности по доле деревьев с явными и косвенными признаками поражения (графа 4). В самой нижней строке таблицы 4 мы приводим показатели для гипотетического древостоя, моделирующего древостой естественной дубравы (семенного происхождения, с ненарушенной структурой фитоценоза). В таком древостое отсутствуют порослевые деревья неоднократной вегетативной генерации (деревья 3-ей группы учета), поражение деревьев осуществляется через естественные повреждения (морозобоины, трещины). Т. е., для нашего модельного древостоя доля деревьев 3-ей группы учета равна 0.0 (см. табл. 4, графа 2). Долю пораженных деревьев в таком древостое мы определили, исходя из данных наших полевых исследований, как отношение числа деревьев с базидиомами патогена в трещинах и морозобоинах ствола (см. табл. 2, графа 3) к общему числу обследованных деревьев (см. табл. 1, графа 2). Общее число деревьев с базидиомами патогена в местах морозобоин и трещин коры равно 5, всего по всем древостоям обследовано 1314 деревьев,

распространенность печеночницы в гипотетическом естественном древостое равна оценочно $(5/1314) \times 100 = 0.4\%$ (см. табл. 4, графы 3, 4). Дополнив, таким образом, объем выборки гипотетическим древостоем, мы провели, с использованием компьютерной программы, корреляционный анализ. В качестве независимой переменной X выступал такой показатель как доля деревьев 3-ей группы учета (см. табл. 4, графа 2), в качестве зависимых переменных Y_1 и Y_2 : в первом варианте – распространенность печеночницы по наличию базидиом (см. табл. 4, графа 3), во втором случае – распространенность печеночницы по доле пораженных деревьев (см. табл. 4, графа 4).

В биометрии [9] для оценки тесноты связи между двумя признаками используются две величины: коэффициент корреляции r_{xy} и корреляционное отношение h_{xy} . Коэффициент корреляции предпочтительнее использовать, если зависимость между признаками носит линейный характер [9]. Чем больше рассчитанные на основании эмпирических рядов данных значения r_{xy} (в случае линейной зависимости) и h_{xy} (в случае нелинейной зависимости), тем более не случайно (более статистически закономерно) изменение одного признака при изменении другого.

О линейности зависимости можно судить по диаграмме рассеяния, т. е. по характеру распределения множества эмпирических точек в прямоугольной системе координат [9]. Если данное множество эмпирических точек, представляющее собой статистическую зависимость одного признака от другого, может быть описано прямой линией, то зависимость носит линейный характер. На рис. 3 изображена одна такая диаграмма рассеяния для нашего случая изучения зависимости распространенности печеночницы по доле пораженных деревьев Y_2 от доли деревьев 3-ей учетной группы X (значения взяты из численных рядов, см. табл. 4, графы 2, 4). Как можно видеть (см. рис. 3) зависимость близка к линейной или, по крайней мере, имеет линейный тренд, поэтому для оценки тесноты связи между изучаемыми нами признаками мы выбрали величину r_{xy} .

Результаты корреляционного анализа были получены следующие. $Y_1(X)$: коэффициент корреляции r_{xy} равен 0.662, критерий существенности (достоверности) коэффициента корреляции $t_{\phi} = 1.972$, доверительный интервал (критическая точка) для уровня вероятности 95% $t_{st} = 2.570$, для уровня вероятности 90% $t_{st} = 2.015$. Так как, в любом случае, $t_{\phi} < t_{st}$, нулевая гипотеза не отвергается [9] и зависимость распространенности печеночницы с учетом только базидиом от доли деревьев 3-ей учетной группы нельзя признать существенной. $Y_2(X)$: коэффициент корреляции r_{xy} равен 0.777, критерий существенности коэффициента корреляции $t_{\phi} = 2.760$, доверительный интервал (критическая точка) для уровня вероятности 95% $t_{st} = 2.570$, для уровня вероятности 90% $t_{st} = 2.015$. Так как $t_{\phi} > t_{st}$, то нулевую гипотезу следовало бы отвергнуть [9] и зависимость распространенности печеночницы с учетом числа всех пораженных деревьев от доли деревьев 3-ей учетной группы признать существенной для достаточно высокого уровня вероятности 95%.

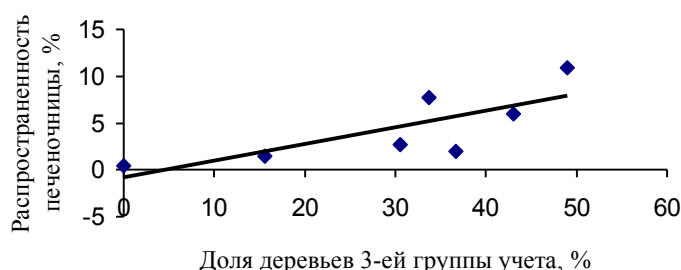


Рис. 3. Эмпирическая зависимость распространенности печеночницы от доли деревьев дуба 3-ей группы учета в обследованных древостоях

Однако, при расчете коэффициента корреляции на малочисленных выборках по общим формулам, когда объем выборки $n < 30$ (в нашем случае $n = 7$), могут возник-



кать ошибки [9]. Для того, что бы их избежать используют поправку ([9], стр. 214), на которую умножают эмпирический коэффициент корреляции r_{xy} . Не вдаваясь в подробности расчета, приведем значение исправленного коэффициента корреляции: $r^*_{xy}=0.815$. Оценивается исправленный коэффициент корреляции r^*_{xy} по способу Р. Фишера ([9], стр. 215-216). Вначале величина r^*_{xy} заменяется преобразованной величиной z , распределение которой почти не зависит от объема выборки. Затем рассчитывается величина t_z , которая является отношением величины z к своей ошибке s_z . Величина t_z выступает критерием достоверности в тех случаях, когда вместо коэффициента корреляции берут соответствующее ему число z . Значение величины z находят по таблице соответствия данному значению r^*_{xy} ([9], см. табл. XXII Приложений). Для нашей выборки: $r^*_{xy}=0.815$, $z=1.127$. В результате расчета по рекомендованной формуле ([9], стр. 216): $t_z=2.254$. Эта величина ниже доверительного интервала (критической точки) для уровня вероятности 95% $t_{st}=2.570$, так что для указанного уровня вероятности отвергнуть нулевую гипотезу нельзя. Но для уровня вероятности 90% значение критической точки $t_{st}=2.015$ и, поскольку $t_z > t_{st}$, нулевая гипотеза может быть отвергнута. Зависимость распространенности печеночницы с учетом числа всех пораженных деревьев от доли деревьев 3-ей учетной группы следует признать существенной (для уровня вероятности 90%). Отметим, что для биологических объектов при проверке нулевой гипотезы, т. е. предположения о случайности или неслучайности изменения одного признака в ответ на изменение другого, обычно принимают уровень вероятности равным 95%, но в отдельных случаях для малочисленных выборок допустимым считается и 90% уровень вероятности [9].

Покажем, также, какова степень влияния доли деревьев 3-ей учетной группы на распространенность печеночницы. Для этого найдем коэффициент детерминации [9]: $(r^*_{xy})^2=(0.815)^2=0.664$. Значение $(r^*_{xy})^2 > 0.5$, это говорит о сильном влиянии антропогенного преобразования древостоя в сторону увеличения доли деревьев клоновых биогрупп на распространенность печеночницы.

Таким образом, для 90%-ного уровня вероятности следует полагать, что распространенность печеночницы по числу пораженных ею деревьев в антропогенных дубравах находится в достаточно тесной прямой положительной зависимости от доли деревьев 3-ей группы учета, которая, в свою очередь, является таким же показателем интенсивности лесохозяйственной деятельности человека. При этом степень влияния антропогенной трансформации древостоя на распространенность печеночницы следует признать сильной, поскольку $(r^*_{xy})^2 > 0.5$.

Выводы

1. В антропогенных дубравах в половине случаев базидиомы печеночницы обыкновенной *Fistulina hepatica* Fr. обнаруживаются на деревьях дуба, представляющих клоновые биогруппы. Это деревья, которые имеют диаметр ниже среднего. Это деревья более молодого возраста, более высокой порослевой генерации, более ослабленные физиологически вследствие постепенного угасание потенциала жизнеспособности в ряду порослевых поколений, взаимной конкуренции в биогруппе и внешних ослабляющих факторов. Поражение этих деревьев осуществляется грибницей патогена, первично развившейся в ядровой части материнского пня. В дубравах, не утративших естественной структуры, подобного не наблюдается.

2. Для 90%-ного уровня вероятности следует полагать, что распространенность печеночницы по числу пораженных ею деревьев дуба в антропогенных дубравах находится в достаточно тесной прямой положительной зависимости от доли деревьев, представляющих клоновые биогруппы, ($r^*_{xy}=0.815$), которая, в свою очередь, является показателем интенсивности лесохозяйственной деятельности человека. При этом степень влияния антропогенной трансформации древостоя на распространенность печеночницы следует признать сильной ($(r^*_{xy})^2 > 0.5$).

3. Взаимоотношения популяций дуба черешчатого *Quercus robur* L. и печеночницы обыкновенной *Fistulina hepatica* Fr. в современных порослевых дубравах необходимо рассматривать как антропогенную трансформацию природной экосистемы

элементарного уровня взаимодействия типа «хозяин-паразит» т. е. как антропогенную патосистему.

Список литературы

1. Robinson R.A. Plant Pathosystems. Springer-Verlag, Berlin. – 1976. – 184 p.
2. Царалунга В.В. Трагедия Российских дубрав // Лесной журнал. – 2005. – №6. – С. 23–30.
3. Рожков А.А., Козак В.Т. Устойчивость лесов. – М.: Агропромиздат, 1989. – 239 с.
4. Мозолевская Е.Г., Катаев О.А., Соколов Э.С. Методы лесопатологического обследования очагов стволовых вредителей и болезней леса. – М., 1984. – 125 с.
5. Программа и методика биогеоценотических исследований. – Под ред. акад. Сукачев В.Н., д. б. н. Дылиса Н.В.. – М.: «Наука», 1966. – С. 186–187.
6. Селочник Н.Н. К методике оценки состояния дубовых насаждений в лесостепной зоне РСФСР // Сб. научн. тр. ВНИИАЛМИ. – 1987. – Вып. 3 (92). – С. 176–183.
7. Одум Ю. Основы экологии. – М.: Мир, 1975. – 744 с.
8. Погребняк П.С. Ландшафтознавство і екологія // Геохімія ландшафтів. – Киев: «Наукова думка», 1975. – С. 3–16.
9. Лакин Г. Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
10. Работнов Т.А. Фитоценология. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1978. – 384 с.
11. Мир растений. В 7 т. / А.Л. Тахтаджян (гл. ред.) и др. – Т.2. Грибы / Под ред. М.В. Горленко. – М.: Просвещение, 1991. – 475 с.
12. Харченко А.А. Экология и биоценотическое значение дереворазрушающих грибов в порослевых дубравах (на примере Воронежской области): Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Воронеж, 2003. – 24 с.
13. 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.
14. Orlos H. Badania nad funkcja ecologiczna grzybow z rodziny *Polyporaceae* w roznych typach lasu Bialowieskiego Parku Narodowego / Prace Instytutu Badawczego Lesnictwa. – Warszawa, 1960. – №№ 193, 194. – S. 3-101.

THE «ENGLISH OAK – BEEFSTEAK FUNGUS» AS ANTHROPOGENOUS PATHOSYSTEM

A.V. Dunaev

E.N. Dunaeva

S.V. Kalugina

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

E-mail: kiryushenko@bsu.edu.ru

In the article the system of mutual relations of type «wood breed – wood-rotting (wood-attacking) basidiomycete» from the example of an oak *Quercus robur* L and beefsteak fungus *Fistulina hepatica* Fr. in sprouts oak forests of the Belgorod region is considered. The conclusion about strong influence of anthropogenous transformation of an oak forest stand on prevalence beefsteak fungus is drawn. It is admitted as expedient to consider the system of mutual relations «English oak – beefsteak fungus» as anthropogenous pathosystem.

Key words: English oak, beefsteak fungus, pathosystem, sprout forest stand, clonal biogroup (biogroup of clones), correlation analysis.



УДК 630*182.21(1-924.85)

ОСОБЕННОСТИ ВОСПРОИЗВОДСТВА РЕСУРСНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАВЯНИСТЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ В АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ¹

П.В. Голеусов

*Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет, Россия, 308015
г. Белгород, ул. Победы, 85
E-mail: Goleusov@bsu.edu.ru*

Представлены результаты исследований восстановления структуры и ресурсных характеристик травянистых фитоценозов в антропогенно нарушенных экосистемах лесостепной зоны. Установлено, что стабилизация видовой структуры фитоценозов происходит уже в первые десятилетия их восстановительной сукцессии. Показатели фитомассы травянистых сообществ к 57-летнему возрасту достигают 80% зонального климаксного уровня, при этом восстановление запасов надземной фитомассы происходит быстрее, чем подземной фитомассы. Скорость наращивания запасов фитомассы в первые десятилетия регенерационной сукцессии достигает 0.6-1.0 т/га-год. Высокая регенерационная способность лесостепных экосистем может быть использована при экологической реставрации антропогенно нарушенных экосистем.

Ключевые слова: фитомасса, регенерационные сукцессии, серийные сообщества, антропогенно нарушенные экосистемы, нелинейное оценивание.

Введение

Антропогенное воздействие на природные экосистемы часто связано с нарушением почвенно-растительного покрова. При этом в новообразованные экотопы нарушенных участков со стороны окружающих экосистем происходит вселение представителей всех основных функциональных групп организмов, которое тем интенсивнее, чем меньше площадь нарушений. Как отмечают авторы «Общей биогеосистемной экологии» [1: 260], «жизнь, воздействуя на материнскую породу, сразу создает достаточно полноценные биогеоценозы...». Сукцессии, протекающие в местах с уничтоженным почвенным покровом, принято называть первичными [2]. Первичные сукцессии характеризуются медленной (по сравнению со вторичными) сменой растительных ассоциаций, сдерживаемой необходимостью формирования почвы. Однако такое понимание первичных сукцессий, на наш взгляд, соответствует лишь их классическому примеру – заселению плотных субстратов или фитотоксичных горных пород. В реальной ситуации локальных нарушений земной поверхности рыхлые субстраты по своим свойствам бывают вполне пригодны для поселения видов сосудистых растений, в том числе формирующих зональные квазиклимаксные группировки. Некоторые горные породы, по сути, можно рассматривать как предпочвы, обладающие первичным плодородием [3, 4]. В геологическом прошлом они уже могли играть роль почвообразующих пород, о чем свидетельствует наличие в них органогенного углерода. В ситуации локального нарушения почвенного покрова, регенерация биоты является, скорее всего, крайним случаем вторичной сукцессии. Т.А. Работнов [5] восстановительные сукцессии на видоизмененном эдафотопе выделяет как квазипервичные. Мы считаем, что целесообразно отличать регенерационные сукцессии биоты в процессе рецентного (нового, недавнего) почвообразования от первичных сукцессий и сопровождающего их первичного почвообразования.

¹ Работа выполнена при поддержке государственного контракта № 14.740.11.0298 в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы и грантов НИУ «БелГУ»

Изучению сингенетических сукцессий, происходящих при естественном зарастании постпромышленных отвалов, посвящен большой ряд работ [4, 6, 7, 8, 9, 10 и др.]. Авторы этих работ отмечают необычайно быструю инокуляцию диаспор высших, низших растений и микроорганизмов во вновь образовавшиеся эдафотопы. Основными факторами, обеспечивающими активизацию регенерационных сукцессий, признаются наличие вокруг нарушенных земель высокопродуктивных природных и культурных ландшафтов [11], а также эффективность транспортных процессов, способствующих расселению организмов [8]. Кроме того, важным фактором, определяющим направленность сукцессии и длительность отдельных ее стадий, является исходное состояние субстрата [10] и экотопа в целом. Значительная неоднородность поверхности техногенных ландшафтов служит причиной высокой контрастности режимов инсоляции, водно-минерального питания, в которых вынуждены развиваться регенерационные биогеоценозы [12].

В исследованиях, проведенных в лесостепной зоне, мы стремились проследить прогрессивные изменения ресурсных характеристик фитоценозов: структуры и общей фитомассы (надземной и подземной). Помимо ресурсного, эти характеристики имеют общеэкосистемное значение, например, оказывая влияние на формирование биохимических и структурно-профильных режимов функционирования почв, развивающихся на участках с антропогенно нарушенным почвенно-растительным покровом.

Материал и методы

В качестве модельных объектов исследования процессов естественного восстановления фитоценозов в антропогенно нарушенных экосистемах лесостепной зоны на территории России и Украины нами были выбраны следующие объекты с датированным началом регенерационных сукцессий:

1. Самозарастающие участки карьерно-отвалных комплексов предприятий горнодобывающей промышленности (ЗАО «Белгородский цемент», ОАО «Лебединский ГОК», Белгородская область).
2. Беллигеративные ландшафты, сформированные в период Курской битвы 1943 г. (окрестности г. Белгорода).
3. Фортификационные сооружения Белгородской черты XVII в. (Белгородская область).
4. Поверхности археологических памятников X в. (Крапивенское городище, Белгородская область; Волчанское городище, Харьковская область) и IV в. до н.э. (Дмитриевское городище, Белгородская область; Бельское городище, Полтавская и Сумская области).

Датировку поверхностей антропогенных сооружений XVII и XX вв. проводили историческим методом: по документальным свидетельствам, приведенным в исторических сводках [13, 14 и др.], а также в технической документации горнодобывающих предприятий. Объекты с возрастом более 1000 лет датировали археологическим методом, путем определения временной принадлежности обнаруженных в профиле новообразованных почв артефактов (в основном, керамики) с помощью специалистов-археологов Белгородского государственного университета и Харьковского государственного педагогического университета им. Г.С. Сковороды, а также с использованием опубликованных материалов исследований датировемых объектов российскими и украинскими археологами [15, 16 и др.]. Основная часть работ на археологических объектах проведена совместно с исследовавшими их учеными-археологами, которые подтвердили принадлежность этих объектов к одной культурно-исторической общности, отсутствие проявлений последующих временных эпох на исследованной нами территории памятников. Исследования фитоценозов проводили параллельно с почвенными исследованиями, в ходе которых констатируется отсутствие в профиле новообразованных почв морфологических и иных вещественных свидетельств нарушений их габитуса в период после стабилизации поверхности. Анализ видового состава фитоценозов на исследованных поверхностях также показал отсутствие значительных повреждений растительного покрова, которые могли бы вызвать повторные регенерационные



сукцессии. Незначительные антропогенные воздействия, которые, вероятно, имели место на территории исследованных объектов, вполне могли быть сопоставимы с естественными повреждающими факторами, например, деятельностью землероев. В связи с этим есть основание для утверждения, что объекты тысячелетнего возраста, использованные нами при составлении хронорядов, находятся в квазистабильном состоянии, в трендах регенерационных сукцессий, не прерванных существенными антропогенными нарушениями.

Всего было исследовано 23 объекта, находящихся на различных стадиях восстановительных сукцессий. В качестве зональных эталонных экосистем был выбран участок «Ямская степь» Государственного заповедника «Белогорье». Стационарные и экспедиционные исследования проведены в период с 2000 по 2005 год в рамках комплексного изучения регенерационных процессов лесостепных экосистем.

Пространственная разобщенность исследованных объектов не позволяет считать их фитоценозы генетически связанными серийными сообществами. В каждом конкретном случае видовой состав молодых экосистем был сформирован под контролем специфичного квазиравновесного экофона. Кроме того, весомую роль в становлении пионерных группировок и в определении тренда их развития играли особенности экспонированного субстрата. Однако, исходя из положения о том, что финальной стадией развития молодых экосистем являются зональные сообщества со свойственной им адаптационной структурой, можно предположить, что формировать эту структуру будет инвариантный набор морфо-экологических групп видов со свойственными им сукцессионными статусами [17] и ценотической «стратегией».

Для модельных объектов описывали видовой состав с оценкой частного проективного покрытия (сеточкой Раменского) и/или обилия видов (по шкале Ж. Браун-Бланке); проводилось определение общей фитомассы травянистых сообществ (надземной – методом укусов с площадок 0,25 м², подземной – методом монолитов размером 10×10×20 см в трехкратной повторности) в период ее максимума (июль, 2000; июль, 2004). Результаты учетов представлены в абсолютно сухой массе.

Определение моделей трендовых составляющих для процессов формирования биомассы растительного сообщества во времени проводилось методом нелинейного оценивания с использованием экспоненциальных (ростовых) функций [18].

Результаты и их обсуждение

Процессы регенерации отдельных компонентов экосистем, нарушенных природными или антропогенными факторами, обладают различным характерным временем. Если формирование почвенного профиля осуществляется на протяжении тысяч лет, то восстановление основных характеристик биоты происходит уже в течение первых десятилетий-столетий существования молодых биогеоценозов. Исследования процессов самозаращения постпромышленных отвалов показали [19], что в возрасте 20–30 лет травяные регенерационные экосистемы характеризуются быстрым приближением к зональному (климакскому) уровню продуктивности, а при переходе их сукцессий в следующую фазу (70–100 лет) происходит полное формирование видового состава автотрофов, а чистая первичная продукция стабилизируется. В работе Г. Иенни [24] отмечается, что первым наступает климакс растительности, а затем – климакс эдафотопы (почвы). В исследованных нами фитоценозах на земляных валах Белгородской черты видовые структуры сообществ уже приближена к зональным, причем появление зональных видов – эдификаторов и субэдификаторов, таких как типчак (*Festuca sulcata* (Hack.) Nym.), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.), полынь австрийская (*Artemisia austriaca* Jacq.), происходит уже в первые десятилетия зарастания субстрата. Умеренная антропогенная нагрузка, например, выпас скота, может даже стимулировать сукцессионное развитие молодых фитоценозов [20]. Видимо, этим объясняется быстрое выпадение рудеральных видов и снижение роли корневичных злаков в растительных сообществах 18- и 25-летнего возраста, исследованных нами на используемом как пастбище гидроотвале «Шевелев Яр» (ОАО «Белгородский цемент»).

В таблице 1 приведены названия видов растений, наиболее часто встречавшихся в наших описаниях молодых травянистых экосистем. Группировка проведена в соответствии с морфо-экологическими особенностями и ценотическим поведением видов (по Л.Г. Раменскому [21]).

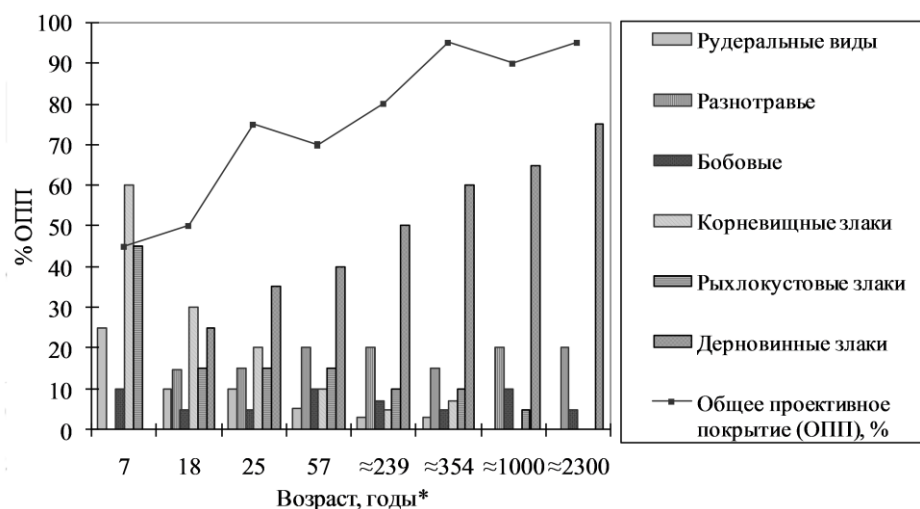
Таблица 1

Характеристика видового состава травянистых фитоценозов рецентных экосистем

Тип ценотического поведения	Морфо-экологические группы	Виды растений
Эксплеренты	Рудеральные (короткостержнекорневые, кистекорневые одно-, двулетники)	<i>Artemisia absinthium</i> L., <i>A. vulgaris</i> L., <i>Atriplex patula</i> L., <i>Barbarea vulgaris</i> R. Br., <i>Berteroa incana</i> (L.) DC., <i>Carduus acanthoides</i> L., <i>Centaurea diffusa</i> Lam., <i>Chenopodium album</i> L., <i>Cichorium intybus</i> L., <i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop., <i>C. vulgare</i> (Savi) Ten., <i>Echium vulgare</i> L., <i>Matricaria chamomilla</i> L., <i>Medicago lupulina</i> L., <i>Melilotus albus</i> Medik., <i>Onopordum acanthium</i> L., <i>Plantago lanceolata</i> L., <i>P. media</i> L., <i>Senecio vulgaris</i> L., <i>Sinapis arvensis</i> L., <i>Sisumbrium officinale</i> (L.) Scop., <i>Sonchus arvensis</i> L., <i>Thlaspi arvense</i> L., <i>Trifolium pratense</i> L., <i>Verbascum lychnitis</i> L.
Пациенты	Разнотравье (корневищные, корнеотпрысковые)	<i>Achillea millefolium</i> L., <i>A. nobilis</i> L., <i>Agrimonia eupatoria</i> L., <i>Artemisia austriaca</i> Jacq., <i>A. sericea</i> Web. ex Stechm., <i>Eryngium planum</i> L., <i>Euphorbia waldsteinii</i> (Soj.) Czer., <i>Galium verum</i> L., <i>Gypsophila paniculata</i> L., <i>Phlomis tuberosa</i> L., <i>Salvia nemorosa</i> L., <i>S. pratensis</i> L., <i>S. verticillata</i> L., <i>Scabiosa ochroleuca</i> L., <i>Veronica incana</i> L.
	Бобовые (глубокостержне-корневые)	<i>Coronilla varia</i> L., <i>Lathyrus pratensis</i> L., <i>Lotus corniculatus</i> L., <i>Medicago falcata</i> L., <i>Trifolium alpestre</i> L., <i>T. montanum</i> L.
	Корневищные злаки	<i>Agropyron repens</i> (L.) Beauv., <i>Bromus inermis</i> Leyss., <i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth., <i>Lolium perenne</i> L., <i>Poa angustifolia</i> L.
Виоленты	Рыхлокустовые злаки	<i>Agropyron cristatum</i> (L.) Beauv., <i>Dactylis glomerata</i> L., <i>Festuca gigantea</i> (L.) Vill., <i>F. pratensis</i> Huds., <i>F. rubra</i> L., <i>Poa trivialis</i> L.
	Дерновинные злаки	<i>Festuca sulcata</i> (Hack.) Nym., <i>Koeleria cristata</i> (L.) Pers., <i>Stipa capillata</i> L.

Исследованные нами 18, 25 и 57-летние травянистые фитоценозы представляют собой этапы развития сложной растительной группировки, которое сопровождается ростом общего проективного покрытия растительности, обилия «климаксных» видов, стабилизацией структуры сообщества. Как следует из рис. 1, травянистые фитоценозы валов Белгородской черты (вековой этап сукцессии) принимают облик ненарушенных степных сообществ с устойчивой структурой, несколько отличаясь от них повышенным участием разнотравья. Например, в период цветения шалфея остепненного вала «Белгородской черты» выделяются на общем фоне фиолетовым аспектом. Повышенная доля разнотравья сохраняется и в структуре фитоценозов древних городищ с продолжительностью сукцессий $n=1000$ лет. На исследованных валах скифских городищ (IV в. до н. э.) доминируют дерновинные злаки (*Festuca sulcata*, *Stipa capillata*).

В целом, развитие травянистых сообществ регенерационных экосистем идет в зависимости от мезоклиматических условий экотопов либо по пути формирования луговой разнотравно-злаковой растительности, либо более ксероморфной разнотравно-полынно-типчаковой (ковыльной) типично степной формации. Примером первого варианта может служить травянистые группировки, сформировавшиеся на культурном слое древних поселений, а второго – растительность на оборонительных валах, для которых характерен специфический (более аридный) водный режим.



* – возраст растительных группировок ($n=100$ и $n=1000$ лет) определен ориентировочно, исходя из датировки исследованных объектов

Рис. 1. Развитие структуры степных фитоценозов в ходе регенерационной сукцессии

Выход молодых фитоценозов на зональный уровень продуктивности, по-видимому, происходит позднее, чем стабилизация их структуры. Исследования, проведенные в зоне сухих степей [22], свидетельствуют о достижении лишь 65% климатического уровня запаса фитомассы 1600–2500-летними фитоценозами. В коллективной монографии «Гумусообразование в техногенных экосистемах» [10] указывается на более медленное достижение подземной частью фитомассы зонального уровня по сравнению с надземной. Последняя, однако, может превышать этот уровень. Проведенный нами учет надземной и подземной (0–20 см) фитомассы сукцессионных сообществ показал быстрое накопление ее запасов в первые десятилетия и довольно слабый рост в дальнейшем (рис. 2). Кроме того, прослеживается тенденция роста доли подземной части фитомассы в ее общем запасе.

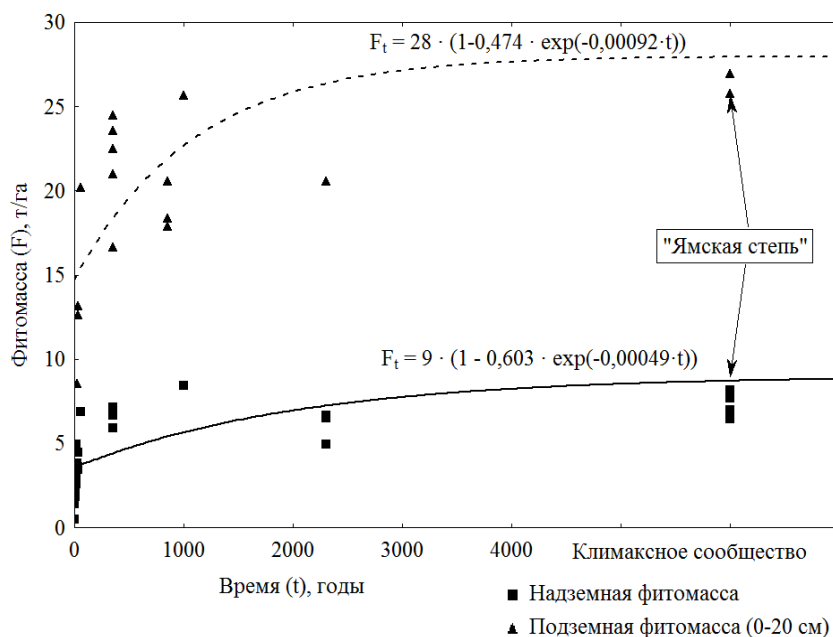


Рис. 2. Формирование фитомассы травянистой группировки во времени

Очевидно, на ранних стадиях развития экосистем происходит реализация начального плодородия экспонированного субстрата, что обеспечивает довольно бы-

строе наращивание запаса фитомассы. Переход к стадии медленного роста запаса фитомассы в процессе регенерации нарушенных экосистем может быть связан с формированием плодородия новообразованной почвы, которое также замедляется при выходе на вековой этап регенерационной сукцессии [23]. Расчеты по моделям трендовых составляющих процесса формирования фитомассы во времени (см. рис. 2) показывают, что скорость данного процесса достигает 0.6–1.0 т/га·год в первые десятилетия формирования фитоценоза и снижается до уровня 0.6–1.4 ц/га·год и менее при достижении квазиклиматического состояния сообщества. Скорость роста подземной фитомассы более чем в 7 раз превышает скорость роста надземной фитомассы на начальном этапе регенерационной сукцессии и в 3 раза – на климаксовом этапе (более 1000 лет). Но запас надземной фитомассы стабилизируется раньше, чем подземной, что, вероятно, связано с большей зависимостью корневой биомассы от степени развития новообразованной почвы.

Высокие темпы начальных стадий формирования ресурсных характеристик фитоценозов лесостепной зоны свидетельствуют о значительном регенерационном потенциале природных сообществ, который может быть использован в экологической реставрации антропогенно нарушенных экосистем. При этом очевидно, что устойчивость структуры и функционирования регенерационных фитоценозов существенно выше, чем у искусственных сообществ, формируемых, например, при биологической рекультивации постпромышленных отвалов горных пород. Моделирование развития ресурсных характеристик фитоценозов во времени позволяет оценить регенерационный потенциал зональной растительности и количественно определить темпы регенерационных процессов. Эти данные фактически могут быть использованы в качестве нормативов ресурсовоспроизводства при реализации стратегии стимулирования естественной регенерации (ренатурирования) нарушенных экосистем.

Выводы

1. Анализ регенерационных сукцессий травянистых фитоценозов в антропогенно нарушенных ландшафтах лесостепной зоны свидетельствует о довольно быстром восстановлении структуры молодых сообществ. К полувековому возрасту видовой состав фитоценозов в значительной степени соответствует климаксовому сообществу.

2. Ранние стадии (первые десятилетия) регенерационной сукцессии характеризуются высокой скоростью наращивания запасов фитомассы (особенно подземной) 0.6–1.0 т/га·год. При выходе на стационарный уровень биопродукционного процесса происходит быстрое снижение темпов роста запаса фитомассы сообщества (к тысячелетнему возрасту это снижение достигает двух порядков). Стабилизация формирования запасов фитомассы происходит при выходе травянистых сообществ на вековой этап развития.

3. Высокий регенерационный потенциал травянистых сообществ лесостепной зоны может быть использован при организации эколого-реставрационных мероприятий в антропогенно нарушенных ландшафтах.

Благодарности.

Автор признателен за содействие в организации исследований д.г.н., проф. Ф.Н. Лисецкому, к.и.н., доц. В.В. Колоде, к.и.н. И.Б. Шрамко, директору Государственного заповедника «Белогорье» А.С. Шаповалову.

Список литературы

1. Общая биогеосистемная экология / Стебаев И.В., Пивоварова Ж.Ф., Смоляков Б.С., Неделькина С.В. – Новосибирск, 1993. – 288 с.
2. Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы / Пер. с англ. – М.: Прогресс, 1980. – 327 с.
3. Адерихин П.Г., Усков Б.В., Дудкин Ю.И., Брехов М.Т. Потенциальное плодородие вскрышных пород КМА. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1977. – 223 с.
4. Масюк Н.Т. Эколого-биологические основы сельскохозяйственной рекультивации в техногенных ландшафтах Украины (на примере Никопольского марганцеворудного бассейна): Автореф. дис. ... докт. биол. наук. – Днепропетровск, 1981. – 35 с.
5. Работнов Т.А. Фитоценология. – М., 1983. – 296 с.



6. Етеревская Л.В., Угарова В.А. Процессы почвообразования в техногенных ландшафтах степи СССР // Почвообразование в техногенных ландшафтах. Новосибирск, 1979. – С. 140-156.
7. Засорина Э.В., Пигорев И.Я. Некоторые закономерности формирования биоценозов на отвалах Стойленского ГОКа // Восстановление и повышение плодородия земель техногенных ландшафтов (на примере КМА). Науч. тр. Т. 119. – Воронеж, 1982. – С. 55-78.
8. Етеревская Л.В., Лехциер Л.В., Михновская А.Д., Лапта Е.И. Почвообразование в техногенных ландшафтах на лессовых породах // Техногенные экосистемы. Организация и функционирование. – Новосибирск, 1985. – С. 107-135.
9. Экологические основы рекультивации земель / Под ред. Н.М. Черновой. – М.: Наука, 1985. – 183 с.
10. Трофимов С.С., Наплекова Н.Н., Кандрашин Е.Р. и др. Гумусообразование в техногенных экосистемах. – Новосибирск: Наука, 1986. – 164 с.
11. Трофимов С.С., Таранов С.А. Особенности почвообразования в техногенных экосистемах // Почвоведение. 1987. – № 11. – С. 95-99.
12. Трофимов С.С., Титлянова А.А., Клевенская И.Л. Системный подход к изучению процессов почвообразования в техногенных ландшафтах // Почвообразование в техногенных ландшафтах. – Новосибирск, 1979. – С. 3-19.
13. Загоровский В. П. Белгородская черта. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1969. – 303 с.
14. Колтунов Г.А., Соловьев Б.Г. Курская битва. – М.: Воениздат, 1970. – 400 с.
15. Шрамко Б.А., Михеев В.К., Грубник-Буйнова Л.П. Справочник по археологии Украины: Харьковская область. – К.: Наукова думка, 1977. – 156 с.
16. Плетнева С.А. На славяно-хазарском пограничье (Дмитриевский археологический комплекс). – М.: Наука, 1989. – 288 с.
17. Тишков А.А. Фитогенные механизмы устойчивости наземных экосистем // Факторы и механизмы устойчивости геосистем. – М., 1989. – С. 93-103.
18. Шмидт В.М. Математические методы в ботанике. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1984. – 288 с.
19. Титлянова А.А., Миронычева-Токарева Н.П., Наумова Н.Б. Крутоворот углерода в травяных экосистемах при зарастании отвалов // Почвоведение. – 1988. – №7. – С. 164-174.
20. Одум Ю.П. Основы экологии: Пер. с англ. – М.: Мир, 1975. – 750 с.
21. Раменский Л.Г. Избранные работы. Проблемы и методы изучения растительного покрова. – Л.: Наука, 1971. – 334 с.
22. Лисецкий Ф.Н. Автогенная сукцессия степной растительности в постантичных ландшафтах // Экология. – 1998. – №4. – С. 252-255.
23. Голеусов П.В., Лисецкий Ф.Н. Воспроизводство почв в антропогенных ландшафтах лесостепи. – М.: ГЕОС, 2009. – 210 с.
24. Jenny H. The soil resource. Origin and Behavior. – New York: Springer, 1980. – 377 p.

FEATURES OF REPRODUCTION OF RESOURCE CHARACTERISTICS OF GRASSY PHYTOCOENOSES IN ANTROPOGENIC DISTURBED ECOSYSTEMS OF A FOREST-STEPPE ZONE

P.V. Goleusov

*Belgorod State National Research University, Pobedy St., 85, Belgorod, 308015, Russia
E-mail: Goleusov@bsu.edu.ru*

Results of research of restoration of structure and resource characteristics of grassy phytocoenoses in anthropogenically disturbed ecosystems of forest-steppe zone are submitted. It is established, that in the first decades of the regenerative succession there is a formation of steady structure of phytocoenoses. Indicators of phytomass of grassy communities in the 57 years of age reached 80% of a zone climax level, with the replenishment of stocks of aboveground phytomass being faster than the underground phytomass. The rate of stock build-up of phytomass in the first decades of the regenerative succession reaches 60-100 g/m²-year. High reclaiming ability of forest-steppe ecosystems can be used while ecological restoration of anthropogenically disturbed ecosystems.

Key words: phytomass, regenerative succession, serial communities, anthropogenically disturbed ecosystems, nonlinear estimation.



УДК 595.7(470.325)

ЛИСТОЕДЫ (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE) ПОДСЕМЕЙСТВА КРИПТОСЕРФАЛИНАЕ В ФАУНЕ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ¹

А.С. Андреева

А.В. Присный

Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет, Россия, 308015
г. Белгород, ул. Победы, 85
E-mail: prisniy@bsu.edu.ru

В статье приведен аннотированный список жуков-листоедов подсемейства Cryptocephalinae, распространенных в Белгородской области, включающий 30 видов рода *Cryptocephalus* и 4 вида рода *Pachybrachys*. Дан краткий анализ биотопического распределения отмеченных видов.

Ключевые слова: листоеды Cryptocephalinae, Белгородская область, биотопическое распределение.

Введение

Подсемейство Cryptocephalinae одно из наиболее многочисленных в семействе листоедов (Chrysomelidae) [1].

Почти для всех видов подсемейства Cryptocephalinae кормовыми являются двудольные растения. Для имаго большей части скрытноглавов характерно питание листьями. Исключением из этого являются некоторые виды – *Cryptocephalus laetus* Fabricius 1792, *C. sericeus* Linnaeus 1758, *C. solivagus* Leonardi & Sassi 2001, *C. violaceus* Laicharting 1781 питающиеся цветками травянистых растений [2].

При питании криптоцефалин наиболее распространено повреждение листьев и молодых побегов, что приводит к уменьшению ассимилирующей поверхности растений. Особенно чувствительны к повреждениям всходы и молодые побеги. У молодых растений и всходов часто отмечается отмирание верхушечного листа [3].

С древесно-кустарниковой растительностью связаны около половины видов подсемейства. В список листоедов-дендробионтов входит спектр видов питающиеся листьями дуба: *Cryptocephalus coryli* Linnaeus 1758, *C. chrysopus* Gmelin 1790, *C. cordiger* Linnaeus 1758, *C. imperialis* Laicharting 1781, *C. octopunctatus* Scopoli 1763, *C. schaefferi* Schrank 1789, *Pachybrachys tessellatus* G.A. Oliver 1791, Различные представители семейства отмечены на боярышнике, шиповнике, клёне, иве, скумпии обыкновенной, вязе [2]. К вредителям садовых деревьев относят *Cryptocephalus flavipes* Fabricius 1781, скелетирующего листа вишни, сливы и тёрна [4, 5], отмеченного также как вредителя золотистой смородины [1, 6]. В.А. Трач [2] в своей статье отмечает питание на тёрне следующих видов: *Cryptocephalus bipunctatus* Linnaeus 1758, *C. bameuli* Duchardebord 1999, *C. schaefferi*. Хвойным деревьям листоеды не приносят почти никакого вреда. Только *Cryptocephalus pini* Linnaeus 1758 обгрызает иногда хвою на молодых посадках сосны [3, 7].

Более половины видов скрытноглавов питаются различной травянистой растительностью, в числе которой встречаются лекарственные растения. *Cryptocephalus hypochoeridis* Linnaeus 1758 (= *C. cristulata* Duft.) был отмечен нами на шалфее. Среди кормовых растений *C. moraei* Linnaeus 1758 В.А. Трач отмечает зверобой, лапчатку, крушину.

В Белгородской области представители подсемейства скрытноглавов как вредители не отмечены. Но, не смотря на то, что в настоящее время скрытноглавы не наносят ущерба, опасность вспышки их численности, при определённых условиях, не исчезает.

¹ Работа выполнена в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 гг., госконтракт П 351 от 7.05.2010 г.



Фаунистических исследований с приведением региональных списков видов данного подсемейства сравнительно немного. Одним из наиболее изученных регионов в этом отношении можно считать юго-восток Украины, и ее лесостепные районы.

В статье Л.И. Мальцевой (Л.И. Мальцева) для Юго-Восточной Украины приведены 45 видов, принадлежащих трём родам. Для пойменных биотопов реки Северский Донец, находящихся на территории заповедника «Придонцовская пойма» она приводит два рода подсемейства *Cryptocerphalinae* с 33 видами [8].

В то же время М.Е. Сергеев для юго-востока Украины отмечает 44 вида, принадлежащих трём родам, а для всей территории Украины 83 вида [9].

На юго-западе Украины подсемейство *Cryptocerphalinae* представлено 38 видами, что составляет 12.62% от фауны листоедов региона. Подобное соотношение видов характерно для всей Европы в целом. Род *Cryptocerphalus* представлен 32 видами, что составляет 10.63%. Установлено, что по количеству видов фауна юго-запада Украины вполне сопоставима с близко расположенными и сходными по площади территории: примерно одинакова по сравнению с юго-восточной Украиной и Молдовой, в 1.5 раза богаче Южного Заднепровья (что объясняется сравнительным однообразием его рельефа и бедностью флоры) и в 1.3 раза беднее Крыма (что связано с высоким разнообразием его ландшафтов). То, что по числу видов территория региона уступает Польше (в 1.5 раза), Чехословакии (в 1.8 раза) и Болгарии (в 1.7 раза) связано в первую очередь с их большей площадью и разнообразием ландшафтов. Близкое число видов с фауной более крупной по площади Беларуси, объясняется более северным положением этой страны [2].

Для песчано-ракушечниковой террасы Азовского моря в пределах Украины М.Е. Сергеев приводит 15 видов подсемейства *Cryptocerphalinae*, отнесённых к трём родам. Всего на исследованной территории обнаружено 74 вида листоедов. К широко распространённым видам на данной территории, в частности, относятся: *Cryptocerphalus gamma* Herrich-Schaeffer 1829, *C. laetus*, *C. flavipes*, *C. sericeus*, *C. octacosmus* (= *Cryptocerphalus anticus* Suffrian 1848, *C. moraei* Linnaeus 1758, *C. connexus* G. A. Oliver 1807, *C. ocellatus* Drapiez 1819), *Pachybrachys fimbriolatus* Suffrian 1848, *P. scriptidorsum* Marseul 1875 [10].

Г.Н. Левчинской и А.А. Прокопенко в поймах рек Северского Донца и Оскола в пределах Харьковской области было обнаружено 25 видов скрытноглавов [11].

Р.А. Огуль для лесостепи Левобережной Украины приводит 38 видов скрытноглавов [12].

М.Н. Цуриков для Липецкой области (лесостепной зоны средней полосы России) приводит 31 вид скрытноглавов, относящихся к двум родам. К широко распространённым относятся: *C. laetus*, *C. bameuli*, *C. sericeus*, *C. bipunctatus*, *C. moraei*, *C. anticus* Suffrian 1848, *C. planifrons* Weise 1882, *C. fulvus* Goeze 1777, *Pachybrachys hieroglyphicus* Laicharting 1781 [13].

Для Полесского государственного заповедника В.Г. Надворный приводит перечень обычных видов – *C. octopunctatus*, *C. moraei*, *C. octacosmus* и редких видов – *C. populi* Suffrian 1848, *C. janthinus* German 1824, *Pachybrachys hieroglyphicus* [14].

Сведения о видовом составе листоедов Белгородской области имеются в монографии А.В. Присного [15]. В ней содержится фаунистический список для района южных макросклонов Среднерусской возвышенности (большая часть территории Белгородской области, крайний юго-восток Курской области, запад и юго-запад Воронежской области, а также небольшой район юго-востока Сумской и северные районы Харьковской и Луганской областей Украины) и принадлежность видов к ландшафтно-зональным фаунистическим элементам, здесь упоминается 24 вида скрытноглавов.

В издании «Научные коллекционные фонды «Музея зоологии» при кафедре зоологии и экологии Белгородского государственного университета» [16] приводится список видов подсемейства, обнаруженных на территории области, включающий 37 видов из двух родов.

Дополнительно проведенные исследования и ревизия коллекционных фондов позволяют более точно охарактеризовать современную фауну криптоцефалин Белгородской области.

Район исследований

Белгородская область располагается в пределах юго-западного и южного склонов Среднерусской возвышенности, являющейся частью Восточно-Европейской (Русской) равнины. Это возвышенная пологоволнистая равнина, глубоко расчленённая долинно-балочной и овражной сетью.

В современных очертаниях морфоскульптур преобладает флювиальный тип со следующими элементами мезоформ рельефа: плакоры, водораздельные склоны, склоны речных долин, балок и оврагов, надпойменные террасы, поймы рек, днища балок. Эоловый тип морфоскульптуры выражен на песчаных террасах рек. Карстовый тип – при довольно широком распространении карстующихся пород распространен спорадически [17]. Характерны для территории юга Среднерусской возвышенности и, в частности, для Белгородской области, обширные пространства обнажений писчего мела с тимьянниками и ископниками [15, 18].

Климат.

Область расположена в умеренном климатическом поясе, что обуславливает чётко выраженную смену температурных условий по сезонам года. Среднегодовая температура воздуха на территории области возрастает в юго-восточном направлении от 5.4°C до 6.7°C . Средняя летняя температура также увеличивается в юго-восточном направлении – от 18.4°C до 19.6°C . Зимой самые высокие температуры (в среднем, – 6.5°C) наблюдаются в центральной части региона, понижаясь в юго-восточном направлении до -6.7°C , а в северном – до -8.0°C . Безморозный период в воздухе в среднем составляет от 157 дней на севере до 154 дней на юго-востоке, на почве он в среднем составляет 138 дней. [15, 19].

Осадки.

Климат области в целом характеризуется недостаточным увлажнением. Наблюдается резкое колебание сумм осадков по годам. Характерной чертой годового режима осадков является их преобладание в летний период – 34–38%. Минимум осадков наблюдается в феврале – марте (от 24 до 32 мм) [19].

Характеристика почв и почвенного покрова.

Территория Белгородской области включает лесостепную и меньшую – степную почвенные зоны. Лесостепная зона (около 75% площади области) представлена наиболее плодородными почвами – чернозёмами типичными, выщелоченными и серыми лесными почвами, а в степной зоне – чернозёмами обыкновенными, карбонатными (меловыми) и солонцеватыми. Как в лесостепной, так и в степной почвенных зонах встречаются чернозёмно-луговые, пойменные луговые, болотные и балочные почвы [15, 17].

Растительный мир Белгородской области.

Растительный покров природных зон области разнообразен и представлен травяными и лесными сообществами (естественные леса занимают 10.4% всей площади). Общая площадь лесов области составляет 246.3 тыс. га. В составе лесного фонда преобладают твёрдолиственные породы, хвойные насаждения занимают 19.2 тыс. га (9.4%), мягколиственные породы – 11.3 тыс. га (5.5%) [20]. Главными лесобразующими породами являются: дуб (черешчатый), сосна, липа, клен, ясень, ольха, осина, берёза. Встречаются кустарники: шиповник, боярышник, черемша, бересклет [21]. Лесостепь провинции древняя, доледниковая. Флора её богата реликтовыми видами.

Большая часть территории области занята землями сельскохозяйственного назначения, которые составляют 2013.9 тыс. га (74.2%) от общей площади.

В составе земель сельскохозяйственного назначения преобладают сельскохозяйственные угодья, площадь которых составляет 1830.8 тыс. га (90.9%), земли под древесно-кустарниковой растительностью составляют 67.6 тыс. га (3.3%) в том числе защитного значения – 53.3 тыс. га. Площадь земель занятых, водными объектами, в том числе болотами, составляет 33.2 тыс. га [17].

Главные зерновые культуры – ячмень и пшеница; выращиваются также рожь, гречиха, просо, кукуруза на зерно и силос. Среди технических культур сахарная свёкла



распространена по всей области, подсолнечник и кориандр – в восточных районах [21, 22].

Методы

Наши материалы, как и фондовая коллекция кафедры, были собраны в пределах юга Среднерусской возвышенности, большей частью на территории Белгородской области. Основная масса сборов для коллекционного фонда проводилась согласно общепринятым методикам: кошение энтомологическим сачком и сачком для сбора насекомых в кроне деревьев, отряхивание насекомых на полотно, сборы в почвенные ловушки [23].

Для подтверждения пищевой специализации сбор жуков производился совместно с растениями, на которых было отмечено питание или найден экземпляр, для этого в пробирку с жуком помещался неповреждённый лист предполагаемого кормового растения.

Определение видовой принадлежности криптоцефалин производилось с использованием определителей А.О. Беньковского [6, 24] и Л.Н. Медведева, Д.С. Шапиро [25]. В необходимых случаях производилось препарирование половых структур. Авторы признательны А.О. Беньковскому за ценные консультации и проверку результатов определения некоторых видов.

Результаты исследований

Ниже приведён фаунистический список видов подсемейства *Cryptocephalinae*, основанный на коллекционных фондах кафедры биоценологии и экологической генетики БелГУ (преимущественно, сборы А.В. Присного) и наших полевых сборах за последние пять лет. Известный ареал и основные растения-прокормители в аннотированном списке криптоцефалин даются для территории европейской части СНГ по А.О. Беньковскому [6, 8].

Род *Cryptocephalus*

Подрод *Asionus*

Cryptocephalus apicalis Gebler, 1830

Известный ареал: юг лесостепи и степь, Крым. На полынях.

Пункты сбора: Вейделевский р-н, урочище «Гнилое», 21.V.2002; Валуйский р-н, окр. с. Принцевка, левый берег реки Оскол, псамофитный и мезофитный луга, 16.VII.2004.

Cryptocephalus bohemi Drapiez, 1819

Известный ареал: юг лесостепной и степная зоны, Крым, юго-восточное Предкавказье. На полынях.

Пункты сбора: Валуйский р-н, окр. дер. Бережанка, опушка бора на левом берегу реки Оскол, псаммофитный луг, 13.VII.2004; окр. хут. Миронов, песчаная терраса левого берега р. Оскол, 18.VII.2007.

Cryptocephalus flavicollis Fabricius, 1781

Известный ареал: степная зона. На травянистых и древесных растениях.

Пункты сбора: Ровеньский р-н, окр. с. Нагольное, правый берег р. Сарма, склон южной экспозиции, кальцефитный луг, 14.VI.2008, 14.VI.2009.

Идентификация данного вида требует корректировки диагностических признаков, т. к. у самцов на 5-ом стерните брюшка иногда выражен маленький зубчик.

Cryptocephalus gamma Herrich-Schaeffer, 1829

Известный ареал: степная и полупустынная зоны. На полынях.

Пункты сбора: Ровеньский р-н, окр. с. Нагольное, правый берег р. Сарма, склон южной экспозиции, мел, 14.VI.2009, 12.VIII.2011, на полыни поникающей – *Artemisia nutans*; окр. с. Клименково, правый берег р. Сарма, склон южной экспозиции, кальцефитная степь, 14.VI.2009, на полыни поникающей; западнее с. Нижняя Серебрянка, опушка бора и луг с солонцами, 14.VI.2009, на полыни австрийской – *Artemisia austriaca*.

Отмеченные пункты расположены на участке северной границы ареала, дающей выступ в северном направлении на водосборе р. Айдар.

***Cryptocephalus quatuordecimmaculatus* Schneider, 1792**

Известный ареал: лесостепная и степная зоны. На полынях, жабрице, воробейнике, венечнике.

Пункты сбора: Вейделевский р-н, окр. с. Становое, кальцефитный луг, 21.V.2002; северная окраина г. Валуйки, кальцефитная степь на склонах южной экспозиции, 21.V.2011.

Подрод *Protophysus*

***Cryptocephalus schaefferi* Schrank, 1789**

Известный ареал: лесостепная и степная зоны. Древесные лиственные растения.

Пункты сбора: Белгород, южная окраина, балка, меловые обнажения, кальцефитный луг, 14.V.1989; окр. г. Белгорода, опушка дубравы, 23.V.1985, на боярышнике.

Подрод *Lamellosus*

***Cryptocephalus laevicollis* Gebler, 1830**

Известный ареал: юг лесостепной и степная зоны. На древесных растениях.

Пункты сбора: Белгород, южная окраина, балка, меловые обнажения, кальцефитный луг, 18.V.1988; окр. г. Белгорода, опушка дубравы, 23.05.85, на боярышнике.

Подрод *Cryptocephalus*

***Cryptocephalus anticus* Suffrian, 1848 (= *C. octacosmus* Bedel, 1891)**

Известный ареал: от таежной зоны до полупустынь. На полынях и других травянистых и древесных растениях.

Пункты сбора: Ровеньский р-н, окр. с. Клименково, правый берег р. Сарма, склон южной экспозиции, мел, 14.VI.2009; западнее с. Нижняя Серебрянка, опушка бора и луг с солонцами, 14.VI.2009; Губкинский р-н, окр. с. Песчанка, правый берег р. Осколец, лугостепь, 9.VI.2007; Лебединский ГОК, берег гидроотвала, сорная залежь, 14.VI.2007; окр. с. Кочегуры, опушка дубравы, 12.VI.2007; южнее Ямской степи, урочище Михеево, опушка дубравы, 13.VI.2007; Белгородский р-н, окр. г. Белгорода, правый берег р. Везёлка, лойменный луг, 31.V.2011; севернее с. Ерик, берег пруда, опушка дубравы, 14.V.2011; Шебекинский р-н, окр. пос. Шебекино, луг, 10.VII.2011; окр. пос. Шебекино, луг, 25.VI.2011, на люцерне.

***Cryptocephalus bameuli* Duchaldebord, 1999**

Известный ареал: подзона смешанных и лиственных лесов, лесостепь, Крым. На дроке, сливе, розе, землянике.

Пункты сбора: Ровеньский р-н, ур. «Калюжный яр», кальцефитный луг и степь, 22.V.2011; Вейделевский р-н, северная окраина п. Вейделевка, склон юго-восточной экспозиции, ковыльник, 22.V.1999; ур. «Гнилое», лугостепь с дерезняками, 23.V.2003; Валуйский р-н, окр. д. Нижние Мельницы, правый берег р. Оскол, 13.VII.2004; северная окраина г. Валуйки, кальцефитная степь на склонах южной экспозиции, 21.V.2011; Белгородский р-н, Белгород, южная окраина, балка с меловыми обнажениями, 21.VIII.1988, 2.VII.1989; Белгород, северо-западная окраина, карьер керамзитового завода (меловые отвалы и обнажения), 14.VII.2000; Шебекинский р-н, окр. с. Архангельское, опушка дубравы, остепнённый луг с меловыми обнажениями, 23.VI.2005; Новооскольский р-н, «Стенки-Изгорья», «Жостова Гора», 28.VI.2004.

Идентификация данного вида требует корректировки диагностических признаков, в частности, окраски головы.

***Cryptocephalus biguttatus* Scopoli, 1763**

Известный ареал: большая часть Русской равнины. На древесных и кустарниковых лиственных растениях.

Пункты сбора: Валуйский р-н, с. Борки, меловые обнажения и степь, 15.VII.2004.

***Cryptocephalus bipunctatus* Linnaeus, 1758**

Известный ареал: большая часть Русской равнины. На травянистых и древесных лиственных растениях.

Пункты сбора: Ровеньский р-н, окр. с. Нагольное, правый берег р. Сарма, кальцефитный луг и степь, 22.V.2011; Валуйский р-н, северная окраина г. Валуйки, кальцефитная степь на склоне южной экспозиции, 21.V.2011; Белгородский р-н, окр. Бел-



города, опушка дубравы, 23.V.1985, на боярышнике; просека, 25.VI.1987; Белгород, правый берег р. Везёлка, пойменный луг, 31.V.2011; Шебекинский р-н, западная окраина с. Архангельское, опушка дубравы, 23.VI.2005; Борисовский р-н, балка западнее ур. «Круглое», 25.VII.1997.

***Cryptocephalus caerulescens* Sahlberg, 1839 (= *C. androgyne androgyne* Marseul, 1875)**

Известный ареал: от тайги до степной зоны. На березах, лещине и тополях.

Пункты сбора: Ровеньский р-н, западнее с. Нижняя Серебрянка, опушка соснового бора, 12.VI.2008.

***Cryptocephalus decemmaculatus* Linnaeus, 1758 (= *C. bothnicus* L.)**

Известный ареал: лесная зона. На ивах и ольхе.

Пункты сбора: Грайворонский р-н, западнее с. Гора-Подол, ур. «Городская дача», кв. 95, болото «Моховатое», 20.VII.2002.

Предположительно, обнаруженная локальная популяция, приуроченная к сфагновому болоту, является реликтовой.

***Cryptocephalus elongatus* German, 1824**

Известный ареал: степная зона. На карагане.

Пункты сбора: Ровеньский р-н, 3 км севернее п. Ровеньки, урочище «Калюжный яр», 29.IV.2001; Вейделевский р-н, ур. «Гнилое», лугостепь с дерезняками, 23.V.03; Белгородский р-н, Белгород, южная окраина, балка, кальцефитный луг, 18.V.1988; Новооскольский район, окр. дер. Белый Колодезь, склоны с выходами мела, 27.IV.2000; Губкинский р-н, западнее с. Сергиевка, участок ГПЗ «Белогорье» «Лысые Горы», кальцефитный луг, 17.V.2001.

Данный вид входит в состав экстразональной степной фаунистической группировки, приуроченной в регионе к кальцефитным лугам и степям.

***Cryptocephalus flavipes* Fabricius, 1781**

Известный ареал: кроме севера. На древесных лиственных растениях.

Пункты сбора: Белгородский р-н, Белгород, южная окраина, балка, остепненный луг, 23.VII.1983; Новооскольский р-н, участок ГПЗ «Белогорье» «Стенки Изгорья», юго-западная опушка дубравы, 02.VII.2004.

***Cryptocephalus hypochoeridis* Linnaeus, 1758. (= *C. cristula* Dufour, 1843)**

Известный ареал: указывается распространение «на север до южной Карелии ... Кавказ [6] или только таежная зона [24]. На цветках.

Пункты сбора: Губкинский район, западнее с. Сергиевка, участок ГПЗ «Белогорье» «Лысые Горы», луг, 22.VI.2005; Шебекинский р-н, с. Ржевка, меловая гора, дача, на шалфее.

Вероятно, все же, что этот вид имеет бореомонтанный тип ареала.

***Cryptocephalus janthinus* German, 1824**

Известный ареал: юг лесной, лесостепная и степная зоны. Различные древесные и травянистые растения.

Пункты сбора: Ровеньский район, западнее с. Нижняя Серебрянка, луг на песчаной террасе р. Айдар, 13.VI.2008; опушка соснового бора, 12.VI.2008; Белгородский р-н, Белгород, ур. «Сосновка», бор, 2.VIII.1986.

***Cryptocephalus laetus* Fabricius, 1792**

Известный ареал: юг лесной, лесостепная и степная зоны. На сложноцветных.

Пункты сбора: Ровеньский район, северо-восточные окр. с. Верхняя Серебрянка, мел обнажения на склоне, полыньники, 31.VII.2004; «Калюжный яр» 28.VII.2004; с. Нагольное, правый берег реки Сарма, кальцефитная степь, склон южной экспозиции, 15.VIII.2000; Вейделевский р-н, 5 км южнее п. Вейделевка, балка, остепненный луг на склоне восточной экспозиции, 16.VIII.2000; Алексеевский р-н, сс. Афонасьевка – Подсереднее, участок степи, 06.VIII.2003; Белгородский р-н, Белгород, ур. «Сосновка», бор, 24.VII.1990, 20.VII.1995; Красногвардейский р-н, ур. «Наумкино» ООПТ, степь, 30.VIII.2002; Новооскольский р-н, с. Беломестное «Белая гора» ООПТ, 22.VII.1999; с. Нечаевка, балка «Ханова», 8.VIII.1999; 4.IX.1999; Чернянский р-н, окраина с. Кочегуры, балка с остепненными и кальцефитными лугами, 16.VIII.2005; Ко-

рочанский р-н, 1 км северо-западнее с. Хмелевое, меловые обнажения, 14.VIII.1992, 2.VIII.1998, 4.VIII.2003.

***Cryptocephalus moraei* Linnaeus, 1758**

Известный ареал: почти вся Русская равнина. На цветках травянистых растений.

Пункты сбора: Ровеньский район, северо-восточная окраина с. Верхняя Серебрянка, меловые обнажения, на склонах, полыньники, 31.VII.2004; западнее с. Нижняя Серебрянка, опушка бора и луг с солонцами, 14.VI.2009; Клименково, правый берег реки Сарма, южная экспозиция, мел, 14.VI.2009; Валуйский район, окр. д. Нижние Мельницы, правый берег р. Оскол, 13.VII.2004; окр. с. Песчанка, правый берег р. Оскол, лугостепь, 9.VI.2007; Шебекинский р-н, с. Маломихайловка, надпойменная терраса р. Нежеголь, луг, 10.VII.2011, на Сложноцветных; окр. с. Мало-Михайловка «Бекарюковский бор», 8.VII.2003; пос. Шебекино, влажный луг в пойме р. Нежеголь, 19.VII.2009, на черноголовке, лапчатке гусиной; Белгородский район, Белгород, южные окр., балка, 3.VIII.1988, 2.VII.1989 на зверобое; 2 км севернее Волхов, балка, склон южной экспозиции, 13.VII.1997; Корочанский р-н, с. Бехтевка, балка, меловые обнажения, склон южной экспозиции, 05.VII.1997; Прохоровский р-н, с. Гнездиловка, остепненный луг, 25.VII.1992; Губкинский р-н, окр. с. Мелавое, опушка дубравы, 3.VI.2007; окр. с. Кочегуры, опушка дубравы, 12.VII.2007; Белгородский р-н, западная окраина Белгорода, склон южной экспозиции, вдоль левого берега р. Везёлки, 28.VI.1992; Борисовский район, окр. с. Кустовое, лесополоса, 08.VII.1981.

***Cryptocephalus octopunctatus* Scopoli, 1763**

Известный ареал: лесная и степная зоны. На древесных лиственных растениях.

Пункты сбора: Белгородский р-н, Белгород, окр. аэропорта, балка, 20.05.93; севернее с. Ерик, берег пруда, 14.V.2011.

Нахождение данного вида в характерных лесостепных биотопах, а также наличие в Липецкой области [22] позволяет предполагать его распространение и в лесостепной зоне.

***Cryptocephalus parvulus* O. F. Muller, 1776**

Известный ареал: почти вся Русская равнина. На березах и других древесных лиственных растениях.

Пункты сбора: Борисовский район, окр. с. Дубино, болото «Моховое», 21.07.02

***Cryptocephalus sericeus* Linnaeus, 1758**

Известный ареал: кроме севера. На различных травянистых растениях.

Пункты сбора: Ровеньский р-н, Нагольное, меловые обнажения, южная экспозиция на склоне правого берега р. Сарма, 7.VIII.2003; 2 км южнее с. Айдар, правый берег, степные и остепнённые участки с меловыми обнажениями, 15.VIII.2000; Валуйский р-н, окр. с. Борки, меловые обнажения и степь, 15.VII.2004; северная окраина г. Валуйки, кальцефитная степь и меловые обнажения, 16.VII.2004; Волоконовский р-н, с. Ютановка, меловой лоб, 13.VII.2002; Новооскольский р-н, с. Нечаевка, «Ханова балка», 8.VIII.1999; «Стенки-Изгорья», меловой склон у юго-западной опушки, 26.VII.1999, 2.VII.2004; балка на северной опушке, 25.VI.1999; окр. с. Макешкино, левый берег р. Оскол, склон южной экспозиции, меловые обнажения, 18.VII.1997; Красненский р-н, восточная окраина с. Свистовка, «Большой лог», степь, мел, 17.VIII.2004; Белгородский р-н, Белгород, лес, просека, 25.VI.1987; Белгород, лиственный лес, 23.VI.1986; 2 км севернее Волхов, балка, склон южной экспозиции, 13.VII.1997; 2 км севернее Волхов, балка, склон южной экспозиции, 13.VII.1997; Шебекинский р-н, окр. с. Архангельское, опушка дубравы, остепнённый луг с меловыми обнажениями, 13.VI.2005, 23.VI.2005; пос. Шебекино, луг, 25.VI.2011, цикорий, луг, 10.VII.2011, клевер гибридный (цветки); окр. с. Титовка, остепнённый луг, 10.VII.2011; окр. с. Титовка, пойменный луг, 10.VII.2011; г. Шебекино, меловая гора, 10.VII.2011, василёк восточный; Губкинский р-н, «Лысые горы», кв. 88 выд. 5, 27.VI.1997.

***Cryptocephalus violaceus* Laicharting, 1781**

Известный ареал: юг лесной, лесостепная и степная зоны. Различные древесные и травянистые растения.



Пункты сбора: Ровеньский р-н, окр. с. Нижняя Серебрянка, опушка соснового бора, 12.VI.2008; Вейделевский р-н, урочище «Гнилое», лугостепь с дерезняками, 23.V.2003; Белгородский р-н, Белгород, северная окраина, балка, 3.VI.1992; окр. аэропорта, балка, 20.V.1993; южная окраина, балка, 25.VIII.1990, на лютике; южная окраина, опушка дубравы, 22.V.1992; ур. «Сосновка», лиственный лес, просека, 14.VII.1987; Яковлевский р-н, Малые Кульбаки, опушка леса, 10.VI.1984; Шебекинский р-н, западная окраина с. Архангельское, опушка дубравы, 23.VI.2005; Корочанский р-н, с. Ворошиловка, сухой склон балки, 14.VIII.1992; Губкинский р-н, окр. с. Дливенка, опушка дубравы и остепнённый луг, 13.VI.2007; южнее участка ГПЗ «Белогорье» «Ямская степь», ур. Михеево, опушка дубравы, 13.VI.2007; западнее с. Сергиевка, опушка листового леса, 28.VI.1997.

Подрод *Burlinius*

***Cryptocephalus bilineatus* Linnaeus, 1767**

Известный ареал: большая часть Русской равнины. На сложноцветных.

Пункты сбора: Ровеньский р-н, ур. «Балка Средняя», опушка байрачного леса, 14.VI.2008.

***Cryptocephalus connexus* G. A. Oliver, 1807**

Известный ареал: степная зона. На вязах.

Пункты сбора: Ровеньский р-н, северо-восточная окраина с. Верхняя Серебрянка, меловые обнажения на склонах, полыньники, 31.VII.2004; западнее с. Нижняя Серебрянка, псаммофитный луг у солоноватых озёр, 20.VIII.2008; Валуйский р-н, д. Дубровки, склоны правого берега р. Оскол, 04.VIII.2005.

Приведенные пункты, вероятно, расположены на участке северной границы видового ареала. Здесь он характеризуется крайне изменчивостью степени меланизации покровов.

Один из диагностических признаков вида [6, 24] – форма глаз – требует корректировки.

***Cryptocephalus elegantulus* Gravenhorst, 1807**

Известный ареал: лесостепная и степная зоны. На полынях и других травянистых и древесных лиственных растениях.

Пункты сбора: Ровеньский район, окр. с. Клименково, правый берег реки Сарма, склон южной экспозиции, кальцефитная степь, 14.VI.2009.

***Cryptocephalus fulvus* Goeze, 1777**

Известный ареал: большая часть Русской равнины. На травянистых и древесных лиственных растениях.

Пункты сбора: Ровеньский район, «Калужный яр», 31.VII.2004; окр. д. Тишанка, склоны правого берега реки Волчья, кальцефитный луг, 2.VIII.2005; Валуйский район, окр. с. Борки, меловые обнажения и степь, 15.VII.2004; окр. с. Принцевка, левый берег р. Оскол, псаммофитные и мезофитный луга, 16.VII.2004; Волоконовский р-н, с. Ютановка, меловой лоб, 3.VII.2002; Новооскольский р-н, с. Нечаевка, опушка дубравы с зарослями караганы, 20.VII.1999; меловой склон южной экспозиции с ковылём и иссопом, 20.VII.1999; ур. «Ханова Балка», 4.IX.1999; Чернянский р-н, южные окр. с. Лубяное 1-е, склоны балки, 16.VIII.2004; Корочанский р-н, меловые обнажения у с. Хмелевое, 2.VIII.1998; сс. Яблоново-Павловка, балка, меловые обнажения, 31.VII.1998; окр. с. Афанасово, склон южной экспозиции на опушке дубравы, 11.VII.1992; г. Короча, «Меловая гора», 1.VIII.1998; г. Короча, Казанка, меловые обнажения, 29.VII.1998; Белгородский р-н, Белгород, ур. «Сосновка», сухой луг, 12.VII.1995, бор, 20.VII.1995; южная окраина, балка с меловыми обнажениями, 29.VII.1988.

***Cryptocephalus populi* Suffrian, 1848**

Известный ареал: лесостепная и степная зоны. На ивах и тополях.

Пункты сбора: Губкинский р-н, промплощадка Лебединского ГОК, отвалы вскрышных пород, 13.VII.2011, на тополе черном.

***Cryptocephalus punctiger* Paykull, 1799**

Известный ареал: лесная и лесостепная зоны. На ивах, тополях, березах и карагане.

Пункты сбора: Белгородский р-н, Белгород, ур. «Сосновка», 2.VII.1986.

***Cryptocephalus pygmaeus* Fabricius, 1792**

Известный ареал: степная зона. На различных травянистых растениях.

Пункты сбора: Новооскольский р-н, окр. с. Нечаевка, меловой склон южной экспозиции с ковылём и иссопом, 20.VII.1999; Белгородский р-н, Белгород, южная окраина, балка с меловыми обнажениями, 29.VII.1988.

Приведенные пункты, вероятно, расположены на участке северной границы ареала вида, где он приурочен к кальцефитным лугам и степям.

Род *Pachybrachis*

***Pachybrachys fimbriolatus* Suffrian, 1848**

Известный ареал: юг лесостепной и степная зоны. На чине, эспарцете, карагане.

Пункты сбора: Ровеньский р-н, «Калюжный яр», мел, южная экспозиция, дата; Валуйский р-н, с. Герасимовка, меловые обнажения, ловушки, 17.V.2001; Вейделевский р-н, ур «Гнилое», лугостепь с дерезняками, 23.V.2003; окр. с. Принцевка, левый берег р. Оскол, псаммофитный и мезофитный луг, 16.VII.2004; Губкинский р-н, участок ГПЗ «Белогорье» «Лысые горы», склон южной экспозиции, мел, «сниженные Альпы», ассоциация проломника Козо-Полянского, 17.V.2001; Белгородский р-н, Белгород, ур. «Сосновка», бор, 20.VII.1995; сухой луг, 12.VII.1995; Шебекинский р-н, пос. Шебекино, луг, 10.VII.2011, клевер гибридный, на цветках; Губкинский р-н, отвалы Лебединского ГОКа, склон северной экспозиции, участок самозаращания, 26.V.2011; западнее с. Сергиевка, участок ГПЗ «Белогорье» «Лысые горы», луг, 22.VI.2005.

***Pachybrachys hieroglyphicus* Laicharting, 1781**

Известный ареал: большая часть Русской равнины. На ивах, березах и дубах.

Пункты сбора: Ровеньский р-н, западнее с. Нижняя Серебрянка, опушка бора и луг с солонцами, 14.VI.2009; Шебекинский р-н, Шебекино, луг, клевер гибридный, 25.VI.11, 10.VII.2011; с. Титовка, мезофитный луг, 5.VI.2011, на иве.

***Pachybrachys scriptidorsum* Marseul, 1875**

Известный ареал: степная зона. На ивах, тополях и других древесных лиственных растениях.

Пункты сбора: Белгородский р-н, г. Белгород, ур. «Сосновка», VII.2000.

***Pachybrachys tessellatus* G. A. Oliver 1791**

Известный ареал: лесостепная и степная зоны.

Пункты сбора: Ровеньский р-н, правый берег р. Сарма у с. Нагольное, склоны с меловыми обнажениями, южная экспозиция, 20.08.01; Валуйский р-н, окр. с. Борки, меловые обнажения и степь, 15.07.04; Валуйский р-н, окр. д. Нижние Мельницы, правый берег р. Оскол, 13.07.04; Новооскольский р-н, участок ГПЗ «Белогорье» «Стенки-Изгорья», опушка дубравы, 2.07.04; окр. с. Песчанка, берег р. Оскол, 29-30.05.09; Шебекинский р-н, с. Мало-Михайловка «Бекарюковский бор», 8.07.03; Белгородский р-н, 2 км севернее хут. Волхов, балка, склон южной экспозиции, 13.07.97; Губкинский р-н, южнее участка ГПЗ «Белогорье» «Ямская степь», ур. «Михеево», опушка дубравы, 13.06.07.

Из 34-х приведенных в списке видов 12 являются полизональными, 10 – степными (в т.ч. 4 из 5 видов подрода *Asionus*), 10 – зональными лесостепными, 2 – экстразональными (лесной и южно-степной). Для двух видов через юго-восток Белгородской области проходит участок северной границы ареала.

Биотопическое распределение

На территории Белгородской области в настоящее время к основным типам наземных биотопов следует отнести остепненные, кальцефитные, псаммофитные и мезофитные луга, луговые (разнотравные), злаково-разнотравные и кальцефитные степи, нагорные, плакорные и байрачные дубравы, сосновые боры (б. ч. искусственные насаждения). Но они занимают менее 30% площади. Остальная часть приходится на пахотные сельхозугодья (около 60%), населенные пункты, дороги, промышленные зоны и водоемы.



Большинство криптоцефалин, отмеченных в регионе, связаны с открытыми биотопами, меньшая часть – с опушками, полянами и просеками. При этом, в подсемействе есть как политопные, так и стенотопные виды, образующие специфические группировки.

Кальцефитные луга: *C. bameuli*, *C. elongatus*, *C. flavicollis*, *C. fulvus*, *C. hypochoeridis*, *C. laevicollis*, *C. laetus*, *C. moraei*, *C. pygmaeus*, *C. quatuordecimmaculatus*, *C. sericeus*.

Кальцефитные степи: *C. bameuli*, *C. biguttatus*, *C. gamma*, *C. laetus*, *C. pygmaeus*, *P. fimbriolatus*.

Псаммофитные луга: *C. apicalis*, *C. bohemiensis*, *C. elongatus*, *C. fimbriolatus*.

Мезофитные и остепненные луга: *C. anticus*, *C. bilineatus*, *C. elongatus*, *C. flavipes*, *C. fulvus*, *C. hypochoeridis*, *C. janthinus*, *C. laetus*, *C. laevicollis*, *C. moraei*, *C. octopunctatus*, *C. sericeus*, *C. violaceus*, *P. hieroglyphicus*, *P. tessellatus*

Лугостепи и степи: *C. apicalis*, *C. bameuli*, *C. connexus*, *C. elongatus*, *C. flavicollis*, *C. flavipes*, *C. laetus*, *C. quatuordecimmaculatus*, *C. pygmaeus*, *C. violaceus*.

Сосновые боры: *P. fimbriolatus*, *C. janthinus*.

Опушки, поляны и просеки в лиственных лесах: *C. bipunctatus*, *C. moraei*, *C. octopunctatus*, *C. punctiger*, *C. sericeus*, *C. shaefferi*, *C. violaceus*.

Болота: *C. parvulus*, *C. decemmaculatus*.

В агроценозах (на пашне) криптоцефалины встречаются единично, б. ч. на обочинах полей. Это широко распространенные политопные виды: *C. sericeus* и *C. moraei*.

Выводы

На территории Белгородской области зарегистрировано 30 видов рода *Cryptoserphus* и 4 вида рода *Rachybrachys*. В их числе 12 – полизональные, как обычные, так и редко встречающиеся, 10 – степные (в т.ч. 2 на северной границе ареалов), 10 – зональные лесостепные, 2 – лесной и южно-степной экстразональные.

Список литературы

1. Лопатин И.К. Жуки – листоеды фауны Белоруссии и Прибалтики: Определитель. – Мн.: Выш. шк., 1986. – 131 с.
2. Трач В.А. Эколого-фаунистический обзор листоедов (Coleoptera: Chrysomelidae) юго-запада Украины. // Известия Харьковского энтомологического общества. – 2005. – Т. XIII, вып. 1-2. – С. 43-81
3. Дубешко Л.Н., Жуки-листоеды (Chrysomelidae) Сибири / <http://www.zin.ru/animalia/coleoptera/rus/dubeshk2.htm>
4. Определитель сельскохозяйственных вредителей по повреждениям культурных растений. / Под ред. Г.Е. Осмоловского. – Л.: «Колос», 1976. – 696 с.
5. Гусев В. И., Римский-Корсаков М. Н. Определитель повреждений лесных и декоративных деревьев и кустарников европейской части СССР. – М.; Л.: Гослесбумиздат, 1951. – 580 с.
6. Беньковский А. О. Определитель жуков-листоедов (Coleoptera: Chrysomelidae) Европейской части России и европейских стран ближнего зарубежья. – М., 1999. – 204с.
7. Брокгауз Ф.А., Ефрон И.А. Энциклопедический словарь. / http://dic.academic.ru/dic.nsf/brokgauz_efron/61690/Листоеды
8. Мальцева А. Г. Эколого-фаунистический обзор жуков-листоедов (Coleoptera: Chrysomelidae) пойменных биотопов среднего течения реки Северский Донец. // Учёные записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология». – 2003. – Т. 16, №2. – С. 123–130.
9. Сергеев М. Е. Материалы по фауне и экологии жуков-листоедов (Coleoptera: Chrysomelidae) юго-востока Украины // Вестник зоологии. – 2003. – №16. – С. 129–131.
10. Сергеев М.Е. Жуки-листоеды (Coleoptera: Chrysomelidae) песчано-ракушечниковой террасы Азовского моря в пределах Украины. // Кавказский энтомологический бюллетень. – 2010. – Т. 6, вып. 2. – С. 161–170.
11. Левчинская Г.Н., Прокопенко А.А. К эколого-фаунистической характеристике листоедов (Coleoptera, Chrysomelidae) пойм рек Северского Донца и Оскола в пределах Харьковской области. // Вестник Харьковского ун-та. – 1980. – № 195. – С. 73–75



12. Огуль Р.А. Эколого-фаунистический обзор листоедов-скрытноглавов (Coleoptera, Cryptocerphalinae) лесостепи Левобережной Украины. // В кн.: Биологическая наука в университетах и пед. ин-тах Украины за 50 лет: материалы межвуз. конф. – 1968. – С. 251–253.
13. Цуриков М.Н. Жуки Липецкой области. – Воронеж: ИПЦ Воронежского гос. ун-та, 2009. – 332 с.
14. Надворный В.Г. Видовой состав, распространение и жизнедеятельность насекомых в различных биоценозах Полесского государственного заповедника // Известия Харьковского этомол. Об-ва. – 1996. – Т. IV, вып. 1–2. – С. 53–57
15. Присный А.В. Экстразональные группировки в фауне наземных насекомых юга Среднерусской возвышенности. – Белгород: Белгородский государственный университет, 2003. – 296 с.
16. Присный А.В., Воробьёва О.В. Научные коллекционные фонды «Музея зоологии» при кафедре зоологии и экологии Белгородского государственного университета. Вып. 1. Насекомые – Ectognatha. Жесткокрылые – Coleoptera. – Белгород: ИПЦ «Политерра», 2005. – 64 с.
17. Природные ресурсы и окружающая среда Белгородской области / П.М. Авраменко и др. – Белгород, 2007. – 556 с.
18. Мильков Ф. Н. Физическая география: учение и географическая зональность. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1986. – 328 с.
19. Практические работы школьников по экологии: Ч. 3. Природные условия и экологические проблемы Белгородской области и земли Северный Рейн-Вестфалия / Научн. ред. А.В. Присный. – Белгород: Изд-во Белгородского гос. ун-та, 1999. – 117 с.
20. Состояние окружающей природной среды Белгородской области в 1999 году / Под ред. Е.Г. Глазунова. – Белгород, 2000. – 132 с.
21. Большая советская энциклопедия / <http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/68196/>
22. Промышленность Белгородской области / <http://www.gorodbelgorod.narod.ru/promt.htm>
23. Голуб В.Б., Негрбов О.П. Методы сбора наземных беспозвоночных и составления коллекций: методическое пособие для студентов 1 курса дневного отделения биолого-почвенного факультета. – Воронеж, 1998. – 25 с.
24. Bienkowski A.O. Leaf-beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) of the Eastern Europe. New key to subfamilies, genera and species. – М.: Mikron print, 2004. – 278 p.
25. Медведев Л.Н., Шапиро Д.С. Сем. Chrysomelidae – Листоеды // Определитель насекомых европейской части СССР. В 5-и т. Т. 2. Жесткокрылые и веерокрылые / Под общ. ред. чл.-корр. АН СССР Г.Я. Бей-Биенко. – М.; Л: Наука, 1965. – С. 419–474.

LEAF-BEETLES (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE) SUBFAMILY CRYPTOCEPHALINAE IN A FAUNA OF THE BELGOROD REGION

A.S.Andreeva

A.V.Prisnyi

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

In article the annotated list of leaf-beetles of subfamily Cryptocephalinae extended in the Belgorod Region, including 30 species of genus *Cryptocephalus* and 4 species of genus *Pachybrachys* is resulted. Short analysis biotopic allocations of noted species is given.

Key words: leaf-beetles Cryptocephalinae, the Belgorod Region, biotopic allocation.



УДК 594.3

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СИСТЕМЫ КЛАССА GASTROPODA

И.Д. Каневская

Приднестровский государственный университет
им. Т.Г.Шевченко, Молдова,
Приднестровская Молдавская
республика, 3300, г. Тирасполь,
ул. 25 Октября, 128
E-mail: I.D.Kanevskaya@yandex.ru

Представлен современный взгляд исследователей на проблему классификации брюхоногих моллюсков. Приведен анализ наиболее значимых и перспективных работ по систематике класса Gastropoda. Аргументирована позиция автора по данному вопросу.

Ключевые слова: моллюски, класс Gastropoda, систематика, конхологические системы, анатомические системы, молекулярная филогения, клады.

Научная классификация брюхоногих моллюсков, как и других организмов, берет свое начало от «Systema Naturae...» К.Линнея [1], при этом основой классификации служили самые разнообразные признаки, которые отражают основные особенности морфологии раковины и анатомии мягкого тела.

Достаточно отметить, что с начала XXв. были разработаны нескольких систем брюхоногих моллюсков [2-14], что указывает на непрекращающиеся поиски исследователями путей для объяснения разноплановости строения и разнообразия направлений эволюции в этой большой группе.

В связи с этим, в настоящее время, возможно, сгруппировать две категории систем: 1. конхологические, разработанные на основе изучения морфологии раковины; 2. анатомические, построенные с учетом анатомии мягкого тела.

Более того, накопление новых данных в развитии систематики класса Gastropoda создало предпосылки для расхождения этих категорий систем. Данный факт, с одной стороны, затруднял решение некоторых вопросов эволюции класса, и в тоже время предоставил возможность поиска новых путей упорядочения систематики некоторых групп брюхоногих моллюсков и выделение признаков, которые могли быть положены в основу более совершенных типов классификаций. В результате появились своеобразные, комплексные системы, содержащие данные о важнейших особенностях морфологии раковины с учетом филогенетического развития отдельных групп.

В 1804 г. Ж. Кювье выделил Gastropoda как самостоятельный класс среди моллюсков. Обращая внимание на важнейшее систематическое значение структуры органов дыхания брюхоногих моллюсков, он несколько позже расчленил данный класс на 7 отрядов: Nudibranchiata, Inferobranchiata, Tectibranchiata, Pulmonata, Pectibranchiata, Scutibranchiata и Cyclobranchiata.

Однако как впоследствии выяснилось, не все установленные Ж. Кювье отряды основаны на равных по значению признаках строения органов дыхания. Так, согласно некоторым источникам [4, 7], отдельные отряды имеют явно подчиненное значение по отношению к другим.

В 1848 г. Х. Мильн-Эдвардс [15] впервые уточнил границы и объем класса, а также выделил в его пределах следующие три подкласса: Prosobranchia, Opisthobranchia и Pulmonata. Каждый из предложенных автором подклассов в свою очередь подразделяется на отряды. Хотя, как известно, в отношении наименования отрядов и их объемов среди исследователей существуют некоторые разногласия. Однако, несмотря на это, предложенные Х. Мильн-Эдвардсом крупные таксономические единицы в основном были приняты большинством специалистов-зоологов и палеонтологов с учетом некоторых изменений их объемов.

Ж. Шпенгель, изучая систему Gastropoda [16], предлагал выделить в составе класса всего два подкласса: Streptoneura соответствовал Prosobranchia и Euthyneura



включал Opisthobranchia и Pulmonata.

В фундаментальном труде П. Фишер [17] представил для обсуждения следующую схему классификации мегатаксонов класса Gastropoda:

Класс Gastropoda
 Подкласс Univalvia
 Androgyna
 Отряд Pulmonata
 Opisthobranchiata
 Dioica
 Heteropoda
 Отряд Nucleobranchiata
 Platypoda
 Отряд Prosobranchiata
 Подкласс Multivalvia
 Отряд Polyplacophora

Схема, предложенная П. Фишером, пользовалась вначале признанием, однако при установлении более дробных подразделений выявилась громоздкость данной схемы, а невозможность классификации по ней ископаемых форм привели к необходимости сохранения лишь основных подразделений.

Значительно позже, Ж. Тиле [2] усовершенствовал систему, основываясь на материале эволюционного развития брюхоногих. Его классификация класса была принята практически без изменений в работе В. Венца [3]. По утверждению И.А. Коробкова [4], в отличие от всех предложенных ранее систем, система Тиле наиболее точно и полно отвечает требованиям палеонтологии. Ее придерживались многие исследователи, занимающиеся вопросами систематики отдельных групп гастропод. Систему Ж. Тиле, с некоторыми изменениями объемов надсемейств и семейств, принимает и И.А. Коробков [4]. В своем справочнике он предлагает следующую схему крупных таксонов брюхоногих:

Класс Gastropoda
 Подкласс Prosobranchia
 Отряд Archaeogastropoda
 Mesogastropoda
 Neogastropoda
 Подкласс Opisthobranchia
 Отряд Pleurocoela
 Pteropoda
 Подотряд Thecosomata
 Gymnosomata
 Отряд Sacoglossa
 Отряд Acoela
 Подотряд Notaspidea
 Nudibranchia
 Подкласс Pulmonata
 Отряд Basommatophora
 Отряд Stylommatophora

Данную систему Gastropoda с некоторыми уточнениями приняли и соавторы справочника «Основы палеонтологии» [7]. В основу предложенной в их работе схемы классификации брюхоногих были положены особенности исторического развития брюхоногих моллюсков. Традиционные подклассы Prosobranchia, Opisthobranchia и Pulmonata при этом включены в состав класса Gastropoda в ранг отрядов, а многие ранее принятые отряды – в ранг подотрядов, что отличает ее от систем Ж. Тиле [2] и И.А. Коробкова [4].

Названная система представлена в следующем виде:

Класс Gastropoda
 Подкласс Isopleura
 Отряд Monoplacophora



Подкласс Anisopleura
Отряд Prosobranchia
 Подотряд Archaeogastropoda
 Mesogastropoda
 Neogastropoda
Отряд Opisthobranchia
 Подотряд Tectibranchia
 Pteropoda
 Acoela
Отряд Pulmonata
 Подотряд Basommatophora
 Подотряд Stylommatophora

При описании видов, в своей работе данного систематического порядка придерживалась Н.С. Волкова [16]. Такая же схема классификации брюхоногих моллюсков взята в основу при разработке систематики, принятой в учебниках и справочниках по палеонтологии [19-21].

В работе «Treatise...» [6] по брюхоногим моллюскам дано описание только археогастропод, а мезо- и неогастроподы планировалось в дальнейшем объединить в Gaenogastropoda.

Таким образом, следует отметить, что предложенные классификации брюхоногих моллюсков на уровне подклассов и отрядов строились в основном по мягкому телу, а не по внешним признакам раковин. Кроме того, авторы важнейших систем Gastropoda были одновременно и палеонтологами и неонтологами. Возможно, поэтому В. Венц и другие палеонтологи без изменений приняли систему подклассов и отрядов гастропод, разработанную Ж. Тилем на современном материале.

Различие между классификациями Gastropoda в описательных работах разных лет заключается в основном в положении моноплакофор: у В. Венца они являются частью отряда Archaeogastropoda, в «Основах палеонтологии» рассматриваются как самостоятельный подкласс Isopleura. При этом остальные гастроподы отнесены к подклассу Anisopleura, а подклассы Prosobranchia, Opisthobranchia и Pulmonata понижены до ранга отрядов, отряды в свою очередь Archaeogastropoda, Mesogastropoda, Neogastropoda – до ранга подотрядов. В «Treatise...» моноплакофоры выделяются в самостоятельный класс.

Не было единогласия среди исследователей и относительно положения некоторых других групп, например, Pyramidelidae по Ж. Тилею и В. Венцу – Mesogastropoda, по И.А. Коробкову – Archaeogastropoda, а по «Treatise...» – Opisthobranchia.

Накопление фактов и разногласий привело к появлению в печати ряда статей Я.И. Старобогатова и других соавторов [8-14]. Классификация брюхоногих при этом подверглась значительным изменениям: количество подклассов и отрядов существенно увеличилось, во многих подклассах отряды группируются в надотряды.

А.Н. Голиков и Я.И. Старобогатов [8, 11] выделили в пределах Prosobranchia три отдельных подкласса: Cyclobranchia, Scutibranchia и Pectinibranchia. Ю.С. Миничев [9] к Opisthobranchia и Pulmonata предложил добавить подкласс Opisthopneumona. Затем Я.И. Старобогатов и др. [12] представили систему брюхоногих, где Euthyneura делится на четыре подкласса: Opisthobranchia, Dextrobranchia (куда включается и Opisthopneumona), Divasibranchia и Pulmonata.

Авторы данной системы утверждают, что установленные ими подклассы и отряды в общем можно охарактеризовать и по раковине, при этом большее значение будут иметь некоторые особенности протоконха, формы устья, линий нарастания и т.д., а меньшее – ее общая форма и скульптура раковины. Следует отметить, что и прежние системы гастропод на уровне подклассов и отрядов строились в основном по мягкому телу, а не по внешним признакам раковины, так как уже общеизвестно, что группы гастропод, сильно различающиеся по строению мягкого тела, могут иметь похожие раковины и наоборот.

Позже А.Н. Голиков, О.Г. Кусякин [22] полностью поддержали систему брюхоногих моллюсков, предложенную А.Н. Голиковым, Я.И. Старобогатовым и др. [8, 10,

11], которая основана на анализе филогенетических отношений и на строгом применении принципа диагностируемости.

Последний вариант системы брюхоногих представляется ее авторам [8-14] в следующем виде:

Класс *Gastropoda*
 Подкласс *Cyclobranchia*
 Scutibranchia
 Pectinibranchia
 Divasibranchia
 Sinistrobranchia
 Opisthobranchia
 Dextrobranchia
 Pulmonata

В данной классификации класса пересмотрена систематическая принадлежность мегатаксонов, включены новые отряды, почти для всех групп различного ранга введены общие номенклатурные изменения. Например, бывший подкласс *Prosobranchia*, за исключением некоторых групп, охватывает *Pectinibranchia*, *Cyclobranchia* и *Scutibranchia*, где подклассы *Cyclobranchia* и *Scutibranchia* соответствуют части традиционного отряда *Archaeogastropoda*, а почти все остальные археогастроподы, большая часть *Mesogastropoda* и все *Neogastropoda* включены в подкласс *Pectinibranchia*. Относившиеся к археогастроподам, безраковинные *Opisthobranchia*, неизвестные в ископаемом состоянии, а также палеозойские онихохилиды, включены в подкласс *Dextrobranchia*.

Хотя подклассы сохранили свое название, из них также исключены некоторые группы, а в *Pulmonata*, наоборот, включены субулитиды, которые относились ранее к археогастроподам или согласно системе, предложенной «*Treatise...*», к ценогастроподам. В подкласс *Divasibranchia* вошли маклюритиды, относившиеся к археогастроподам, и сифонарии, относившиеся к *Pulmonata*. Подкласс *Sinistrobranchia* включает рингикулиды, относившиеся ранее к *Opisthobranchia*, меланеллиды, пирамиделлиды и неринеиды, положение которых было поводом для дискуссий, а также архитектонициды, матильдины, эпитонииды и другие группы, считавшиеся мезогастроподами.

Серьезным изменениям подверглась систематика и на семейственном уровне. В предложенной классификации многие бывшие надсемейства соответствуют по объему подотрядам и отрядам, бывшие семейства – надсемействам, разделенным на новые семейства, которым частично соответствуют бывшие подсемейства.

Тем не менее, предложенная классификация *Gastropoda* уже принята рядом малакологов, в том числе и палеонтологов, в своих регионально-описательных работах.

Так, Л.Б. Ильина [23] при изучении переднежаберных брюхоногих принимала за основу систему А.Н. Голикова и Я.И. Старобогатова [11], заднежаберных – систему В. Венца и А. Цильха [5].

В 2000г. О.Ю. Анистратенко в своей диссертационной работе «Археогастроподы сарматских отложений Украины (фауна, систематика, стратиграфическое значение)» и других работах в соавторстве с В.В. Анистратенко [24-31] использует общую систему класса *Gastropoda*, разработанную Я.И. Старобогатовым и соавторами [11-14]. При видовой диагностике моллюсков, помимо традиционного конхологического анализа, автор использовал компараторный метод Я.И. Старобогатова.

М. Harzhauser и др. в своих исследованиях [32-35] также большое внимание уделяют раннему онтогенезу и морфологии протоконха при определении и классификации представителей класса *Gastropoda*.

По новой системе [36], основанной на морфологических исследованиях и молекулярной филогении, с учетом строения ДНК, современная классификация из общепринятых таксонов содержит таксоны до ранга надсемейства, а подклассы и отряды заменены на клады. Таким образом, данная система представляется авторами в следующем виде:



Класс Gastropoda
Clade Patellogastropoda
Clade Vetigastropoda
Clade Cocculiniformia
Clade Neritimorpha (= Neritopsina)
Clade Cyrtoneritimorpha
Clade Cycloneritimorpha
Clade Caenogastropoda
 Architaenioglossa
Clade Sorbeoconcha (пример – битинии)
Clade Hypsogastropoda
Clade Littorinimorpha
Clade Neogastropoda
Clade Ptenoglossa
Clade Heterobranchia
 «Lower Heterobranchia» (= Allogastropoda)
 Opisthobranchia — включает клады Cephalaspidea, Thecosomata,
 Gymnosomata, Aplysiomorpha (= Anaspidea), Sacoglossa,
 Umbraculida, Nudipleura и группы Acochlidiacea и Cylindrobullida.
Pulmonata
 Basommatophora
 Eupulmonata

Отказ авторов новейшего способа классификации гастропод от выделения некоторых таксонов вообще и замена их кладами является отражением ситуации, при которой макросистема брюхоногих находится в состоянии активной трансформации. Ф. Буше и Ж.-П. Рокруа [36] попытались скомпоновать и обобщить накопленные в этой области данные. Впоследствии предпринимались попытки использовать и уточнить данную систему рядом исследователей, главным образом, зарубежными авторами [37-53].

Каталог раковинных брюхоногих моллюсков российских вод Японского моря [54, 55] построен по системе Буше – Рокруа, соподчиненные таксоны внутри таксона более высокого ранга расположены, как правило, в алфавитном порядке, подроды не выделяются.

Однако на сегодняшний день не существует стройной системы ранжирования морфологических признаков, которые могут быть положены в основу деления брюхоногих моллюсков на подклассы и отряды. Разное таксономическое значение одного и того же морфологического признака, придаваемое разными авторами, приводит к ошибочному определению родовой и семейственной принадлежности многих видов.

А.Н. Янакевич в своей статье [56] указывает на то, что в региональных исследованиях [57, 58] автор придерживается системы Gastropoda, предложенной И.А. Коробковым [4], с учетом достижений в капитальных трудах В. Венца, А. Цильха, «Treatise...» [5, 6] и в других работах [59-65], в которых прямо или косвенно рассматриваются вопросы систематики таксономических единиц класса.

Также в своих работах придерживается классификации брюхоногих по И.А. Коробкову [4] Е.Н. Кравченко [66-68]. Автор сообщает, что в основе систематики нассариид лежит форма раковины, а тип онтогенетического развития, размер и форма протоконха не могут служить основанием для надвидовой систематики.

В работе «Зоология беспозвоночных в двух томах» под редакцией В. Вестхайде и Р. Ригера [69] авторы, при систематике класса Gastropoda, опираются на традиционную систему с очень небольшими изменениями, аргументируя свой выбор тем фактом, что в настоящее время система класса брюхоногих меняется и полной ясности филогенетических отношений пока не существует.

Следует отметить, что в работах российских ученых последних лет [70, 71] в основу деления на подклассы положен способ дыхания и положение жабр по отношению к сердцу. При этом выделяется традиционных три подкласса: Prosobranchia,



Opisthobranchia и Pulmonata, а в подклассе Prosobranchia различают 3 отряда Archaeogastropoda, Mesogastropoda, Neogastropoda.

С.В. Леонов [71] обращает внимание на то, что современные представления о систематике брюхоногих моллюсков значительно отличаются от классической линнеевской, что связано с попытками отразить в системе филогенетические отношения между разными группами в ситуации, когда новейшие данные о молекулярной структуре ДНК и РНК порой резко противостоят традиционным представлениям, основанным на изучении морфологии.

М.В. Чертопруд, Е.С. Чертопруд [72] утверждают, что система моллюсков традиционно основывалась на внешних признаках, что позволяло определить их достаточно легко. Однако авторы отмечают, что в последнее время многие ученые стали считать эти признаки недостаточными, при этом число видов резко увеличилось и определять их по внешним признакам стало весьма затруднительно. В своей работе М.В. Чертопруд, Е.С. Чертопруд при определении во многих случаях опирались на возможность надежного различения по раковине.

Таким образом, обобщенный выше материал показывает, что в настоящее время единого взгляда на проблему классификации брюхоногих не существует. Вместе с тем, есть основание аргументировать, что наиболее перспективные системы классификации будут разработаны на основе широкого использования методов молекулярной систематики и филогении с учетом строения ДНК. Однако, в предложенной статье, автор, вслед за М.В. Чертопруд, Е.С. Чертопруд [72], считает, что наиболее надежным способом классификации брюхоногих моллюсков является определение форм по отдельным морфологическим признакам раковины.

Список литературы

1. Linne C. Systema naturae sistems per regna tria naturae. – 1758. – 624 p.
2. Thiele J. Handbuch der systematischen Weichter-Kunde. – Jena, 1929. – Vol. 1. – 376 p.
3. Wenz W. Gastropoda. – Handbuch der Paleozoologie. – 1938-1944. – Bd. 6. – 1639 p.
4. Коробков И.А. Справочник и методическое руководство по третичным моллюскам. Брюхоногие. – Л.: Гостехиздат, 1955. – 795 с.
5. Wenz W., Zilch A. Gastropoda. – Borntraeger, 1960. – Т. 2.: Euthyneura. – 834 p.
6. Treatise on Invertebrate Paleontology. Pt. 1. Mollusca 1. / Ed. Moore R.C. – Lawrence, 1960. – 350 p.
7. Основы палеонтологии. Справочник для палеонтологов и геологов СССР. Моллюски брюхоногие / Под ред. В.Ф. Пчелинцева, И.А. Коробкова. – М.: Госнаучтехиздат, 1960. – 274 с.
8. Голиков А.Н., Старобогатов Я.И. К построению системы переднежаберных брюхоногих моллюсков // Моллюски и их роль в экосистемах. – Л.: Наука, 1968. – Сб. III. – С. 5-7.
9. Миничев Ю.С. Положение Soleolifera в системе Gastropoda // Моллюски, пути, методы и итоги их изучения. – Л.: Наука, 1971. – Сб. 4. – С. 8-10.
10. Голиков А.Н., Старобогатов Я.И. Тип моллюски // Определитель фауны Черного и Азовского морей. – Киев: Наук. думка, 1972. – Т.3. – С. 60-166.
11. Golikov A.N., Starobogatov J.I. Sustematics of Prosobranch Gastropods // Malacologia. – 1975. – Vol. 15. – P. 185-232.
12. Миничев Ю.С., Старобогатов Я.И. К построению системы эвтиневральных брюхоногих моллюсков // Моллюски, их система, эволюция и роль в природе. – Л.: Наука, 1975. – Сб. 5. – С. 8-11.
13. Миничев Ю.С., Старобогатов Я.И. Подклассы брюхоногих моллюсков и их филогенетические отношения // Зоол. журн. – 1979. – Вып. 3, № 58. – С. 293-305.
14. Голиков А.Н., Старобогатов Я.И. Вопросы филогении и системы переднежаберных брюхоногих моллюсков // Труды Зоол. ин-та АН СССР. – 1989. – Т. 187. – С. 4-77.
15. Milne-Edwards H. Note sur la classification naturelle chez Mollusques Gastropodes // Ann. Sci. Nat. – 1848. – Ser. 3, 9. – P. 102-112.
16. Spengel J.W. Die Geruchsorgane und des Nervensystem der Mollusken // Z. Wiss. Zool. – 1881. – Bd. 35. – P. 333-383.
17. Fischer P. Manuel de Conchyliologie et de Paléontologie conchyliologique. – Paris, 1887. – 1136 p.
18. Волкова Н.С. Полевой атлас фауны моллюсков неогеновых отложений юга СССР. – Л.: Недра, 1974. – 192 с.



19. Друщиц В.В., Обручева О.П. Палеонтология. – М., 1962. – 382 с.
20. Друщиц В.В. Палеонтология беспозвоночных. – М.: Изд-во МГУ, 1974. – 529 с.
21. Палеонтологический справочник. Брюхоногие и лопатоногие моллюски / Под ред. Г.И. Молявко. – Киев: Наукова думка, 1968. – 286 с.
22. Голиков А.Н., Кусакин О.Г. Раковинные брюхоногие моллюски литорали морей СССР. – Л.: Наука, 1978. – 292 с.
23. Ильина Л.Б. Определитель морских среднемиоценовых гастропод Юго-Западной Евразии. – М.: Наука, 1993. – 151 с.
24. Анистратенко О.Ю. Археогастроподы сарматских отложений Украины (фауна, систематика, стратиграфическое значение): Автореф. дисс. ... канд. геол. наук. – Киев, 2000. – 21 с.
25. Анистратенко О.Ю. Моллюски семейства Tecturidae (Gastropoda, Cyclobranchia) из сарматских отложений Украины // Вестн. зоол. – 2000. – Вып. 15. – С. 33–39.
26. Анистратенко О.Ю. Сарматские моллюски группы Calliostoma podolicoformis (Gastropoda, Calliostomatidae): тафономия, филогения, распространение и стратиграфическое значение // Геол. журн. – 2000. – №1. – С. 82–86.
27. Анистратенко О.Ю. Новые виды рода Tectura (Mollusca, Gastropoda, Tecturidae) из сарматских отложений Украины // Геол. журн. – 2000. – №2. – С. 85–87.
28. Анистратенко В.В. К систематике и филогении некоторых миоценовых гастропод Rissoidae sensu lato Восточной Европы // Бюлл. Моск. об-ва. испыт. прир. Отд. геол. – 2003. – Т. 78. – Вып. 5. – С. 71–77.
29. Анистратенко О.Ю. и Анистратенко В.В. Обзор сарматских моллюсков группы «Trochus podolicus» (Gastropoda, Trochoidea) // Вестн. зоол. – 2005. – Вып. 39 (3). – С. 3–15.
30. Анистратенко В.В., Анистратенко О.Ю., Халиман И.А. Состав фауны моллюсков Азовского моря как функция его соленостного режима // Доповіді Національної академії наук України. – 2007. – № 4. – С. 161–166.
31. Anistratenko V.V. A new rissoid gastropod with lecithotrophic development from the Miocene of Paratethys // Acta Geologica Polonica. – 2009. – Vol. 59, № 2. – P. 261–267.
32. Harzhauser M. Mollusc based Biostratigraphy of the Clay Pit Mataschen in the Styrian Basin (Pannonian) Mollusken-Biostratigrafie der Tongrube Mataschen im Steirischen Becken (Pannonium) // Joannea Geol. Paläont. – 2004. – № 5. – P. 149–161.
33. Kowalke T., Harzhauser M. Early ontogeny and palaeoecology of the Mid-Miocene rissoid gastropods of the Central Paratethys // Acta Palaeontologica Polonica. – 2004. – Vol. 49 (1). – P. 111–134.
34. Kowalke T., Harzhauser M. Survey of the Nassariid Gastropods in the Neogene Paratethys (Mollusca: Caenogastropoda: Buccinoidea) // Arch. Molluskenkunde. – Frankfurt am Main, 2004. – P. 1–63.
35. Latala C., Pillera W., Harzhauser M. Palaeoenvironmental reconstructions by stable isotopes of Middle Miocene gastropods of the Central Paratethys // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. – 2004. – Vol. 211. – P. 157–169.
36. Bouchet P., Rocroi J.-P. Classification and Nomenclator of Gastropod Families // Malacologia. – 2005. – Vol. 47 (1–2). – 397 p.
37. Чернышев А.В., Чернова Т.В. Система отряда Patellogastropoda (Mollusca: Gastropoda) // Бюлл. Дальневост. малаколог. об-ва. – 2006. – Вып. 10. – С. 37–45.
38. Bandel K. Description and classification of Late Triassic Neritimorpha (Gastropoda, Mollusca) from the St Cassian Formation, Italian Alps // Bull. of Geosciences. – Prague, 2007. – Vol. 82 (3). – P. 215–274.
39. Beu A. G. Recent deep-water Cassidae of the world. A revision of Galeodea, Oocorys, Sconisia, Echinophoria and related taxa, with new genera and species (Mollusca, Gastropoda) // Tropical Deep-sea Benthos. – 2008. – Vol. 25. – P. 269–387.
40. Beu A. G. Neogene Tonnoidean Gastropods of Tropical and South America: Contributions to the Dominican Republic and Panama Paleontology Projects and Uplift of the Central American Isthmus // Bull. of American Paleontology. – 2010. – Vol. 377–378. – 552 p.
41. Fehse D. Contributions to the knowledge of the Ovulidae. XVI. The higher systematic // Spixiana. – München, 2007. – Vol. 30 (1). – P. 121–125.
42. Geiger D. L. A new species of Depressizona and the family rank of Depressizonidae // Zootaxa. – 2009. – № 2095. – P. 57–59.
43. Geiger D.L., Fernández-Garcés R. Anatomia rolandi n. sp. and new records of rare Caribbean Anatomia species (Gastropoda: Vetigastropoda: Anatomidae) // Zootaxa. – 2010. – № 2488. – P. 65–68.
44. Geiger D.L., McLean J. H. New species and records of Scissurellidae and Anatomidae from the Americas (Mollusca: Gastropoda: Vetigastropoda) // Zootaxa. – 2010. – № 2356. – P. 1–35.

45. Geiger D.L., Sasaki T. New species of Scissurellidae and Anatomidae from Manazuru, Sagami Bay, and Okinawa, Japan (Gastropoda: Vetigastropoda) // *Molluscan Research*. – 2009. – Vol. 29. – P. 1–16.
46. Sasaki T., Geiger D.L., Okutani, T. A new species of *Anatoma* (Vetigastropoda: Anatomidae) from a hydrothermal vent in Myojin Knoll, Japan // *The Veliger*. – 2010. – Vol. 51. – P. 63–75.
47. Harzhauser M. Oligocene and Aquitanian Gastropod Faunas from the Sultanate of Oman and their biogeographic implications for the early western Indo-Pacific // *Palaeontographica Abt. A*. – Stuttgart, 2007. – Vol. 280 (4-6). – P. 75–121.
48. Malaquias M. A., Bercibar E., Reid D. G. Reassessment of the trophic position of Bullidae (Gastropoda: Cephalaspidea) and the importance of diet in the evolution of cephalaspidean gastropods // *Journal of Zoology*. – 2009. – Vol. 277. – P. 88–97.
49. Neusser T.P., Schrödl M. Between Vanuatu tides: 3D anatomical reconstruction of a new brackish water acochlidian gastropod from Espiritu Santo // *Zoosystema*. – Paris, 2009. – Vol. 31 (3). – P. 453–469.
50. Poppe G.T., Tagaro S.P. The new classification of Gastropods according to Bouchet & Rocroi, 2005 // *Visaya*. – 2006. – P. 2–11.
51. Sutcharit C., Naggs F., Panha S. A first record of the family Cerastidae in Thailand, with a description of a new species (Pulmonata: Orthurethra: Cerastidae) // *The Raffles Bulletin of Zoology*. – 2010. – Vol. 58 (2). – P. 251–258.
52. Swennen C. *Costasiella coronata*, new species, and a revised diagnosis for the Family Costasiellidae (Mollusca: Opisthobranchia: Sacoglossa) // *The Raffles Bulletin of Zoology*. – 2007. – Vol. 55 (2). – P. 355–362.
53. Swennen C., Buatip S. *Aiteng ater*, new genus, new species, an amphibious and insectivorous sea slug that is difficult to classify [Mollusca: Gastropoda: Opisthobranchia: Sacoglossa(?): Aitengidae, new family] // *The Raffles Bulletin of Zoology*. – 2009. – Vol. 57 (2). – P. 495–500.
54. Гульбин В.В. Каталог раковинных брюхоногих моллюсков российских вод Японского моря. Часть 1 // *Бюл. Дальневост. малаколог. об-ва*. – 2006. – Вып. 10. – С. 5–28.
55. Гульбин В.В., Чабан Е.М. Каталог раковинных брюхоногих моллюсков российских вод Японского моря. Ч. 2 // *Бюл. Дальневост. малаколог. общ-ва*. – 2007. – Вып. 11. – С. 5–30.
56. Янакевич А.Н. Некоторые сведения о системе брюхоногих моллюсков (Gastropoda) // *Вестник ПГУ*. – Тирасполь, 2006. – № 2 (25). – С. 107–111.
57. Янакевич А.Н. Определитель среднемиоценовой фауны Молдавии. – Кишинев, 1980. – 144 с.
58. Янакевич А.Н. Среднемиоценовые брюхоногие моллюски Молдавии и условия их существования. – Кишинев, 1987. – 148 с.
59. Акопян В.Т. Позднемиоценовые гастроподы Армянской ССР. – Ереван, 1976. – 441 с.
60. Жгенти Е.М. Эволюция и стратиграфическое значение некоторых среднемиоценовых брюхоногих Грузии. – Тбилиси: Мецниереба, 1981. – 177 с.
61. Ильина Л.Б. История гастропод Черного моря. – М.: Наука, 1966. – 228 с.
62. Пламадяла Г.С. Брюхоногие моллюски // *Атлас беспозвоночных позднемиоценовых морей Прикаспийской впадины*. – М.: Наука, 1982. – С. 166–193.
63. Пламадяла Г.С. Сеноманские гастроподы Юго-Запада Восточно-Европейской платформы. – Бэлць, 1999. – 92 с.
64. Рошка В.Х. Моллюски меотиса северо-западного Причерноморья. – Кишинев: Штиинца, 1973. – 284 с.
65. Коюмджиева Е., Страшимиров Б. Фосилите на България. VII, торгон. – София, 1960. – 246 с.
66. Кравченко О.М. Букциноїди міоцену Молдавського Придністер'я (номенклатура, склад і стратиграфічна приуроченість) // *Палеонт. збірник*. – 2007. – № 39. – С. 118–123.
67. Кравченко Е.Н. Номенклатура миоценовых букциноидов (mollusca: caenogastropoda) Молдавского Приднестровья // *Материалы чтений памяти д. биол. н. В.А. Собоцкого*. – Тирасполь, 2008. – С. 57–60.
68. Кравченко Е.Н. *Nassariidae* миоцена Молдавского Приднестровья: Автореф. дисс. ... канд. геол. наук. – Киев, 2011. – 25 с.
69. Зоология беспозвоночных в двух томах. Т. 1: От простейших до моллюсков и артропод / Под ред. В. Вестхайде и Р. Ригера. – М.: Изд. КМК, 2008. – 512 с.
70. Данукалова Г.А. Палеонтология в таблицах. Метод. рук-во. – Тверь: Изд-во ГЕРС, 2009. – 196 с.
71. Леонов С. В. Наземные моллюски (Mollusca; Gastropoda) Крыма: список видов // *Экосистемы, их оптимизация и охрана*. – 2009. – Вып. 20. – С. 14–19.



72. Чертопруд М.В., Чертопуд Е.С. Краткий определитель беспозвоночных пресных вод центра Европейской России. – М.: Изд-во. КМК, 2010. – 184 с.

CURRENT STATE OF THE SYSTEM OF THE CLASS GASTROPODS

I.D. Kanevskaya

*Transnistrian State University named
by T.G. Shevchenko,
25th October St., 128, Tiraspol, 3300,
PMR, Moldova
E-mail: I.D.Kanevskaya@yandex.ru*

A modern view of researchers on the problem of classifying gastropod is presented. An analysis of the most important and perspective works on the classification of Gastropods is given. The position of the author on the matter is argued.

Key words: Mollusca, Gastropoda, taxonomy, conchologic systems, anatomic systems, molecular phylogeny, clade.

УДК 591.111.7:595.142.39

ТИПОЛОГИЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КЛЕТОЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ВНУТРЕННЕЙ СРЕДЫ ОБЫКНОВЕННОГО ЗЕМЛЯНОГО ЧЕРВЯ (*LUMBRICUS TERRESTRIS* L.)

**А.А. Присный
Т.А. Пигалева**

Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет, Россия, 308015,
г. Белгород, ул. Победы, 85
E-mail: Prisny@bsu.edu.ru

Целью данной работы является изучение морфофункциональных характеристик гемоцитов *Lumbricus terrestris*. Проведенные исследования позволили впервые осуществить типологию, дать морфофункциональные характеристики, а также составить гемоцитарную формулу клеток крови *L. terrestris*. Определена фагоцитарная активность для каждого форменного элемента крови *L. terrestris*.

Ключевые слова: гемоциты, псевдоподии, фагоцитарная активность.

Введение

Беспозвоночные животные часто являются объектами для оценки антропогенной нагрузки на природные и искусственные экосистемы. Являясь удобными объектами для мониторинга, они непосредственно оказываются подвержены неблагоприятному влиянию со стороны человека. Существуют методы мониторинга, которые основаны на оценке состояния организма по качественному и количественному составу гемолимфы [1]. Биоиндикационные методы оценки состояния природной среды широко используются в современных экологических исследованиях [2]. Одной из многочисленных и представленных во всех биогеоценозах групп почвообитающих животных-биоиндикаторов являются дождевые черви [3].

Клеточные элементы внутренней среды животных обладают высокой чувствительностью к воздействию экзогенных факторов. В связи с этим, морфофункциональные показатели гемоцитов дождевых червей можно использовать при биоиндикации.

Однако детальный анализ реакций внутренней среды организма дождевых червей не проведен, в связи с недостаточностью данных о морфофункциональном статусе клеточных элементов циркулирующих жидкостей. При использовании дождевых червей для биомониторинга необходимо четко знать нормальные показатели качественного и количественного состава гемоцитов. Изучение этих показателей позволит осуществлять более адекватную оценку физиологического состояния животных в меняющихся условиях окружающей среды.

Целью представленного исследования было изучение морфофункциональных особенностей гемоцитов дождевого червя *Lumbricus terrestris* L.

Объекты и методы исследования

Исследования осуществлены в период с 2010 по 2011 год на базе научно-исследовательской лаборатории «Физиология адаптационных процессов» кафедры анатомии и физиологии живых организмов.

В исследованиях использованы представители вида Обыкновенный земляной червь (*L. terrestris*). Видовую принадлежность животных определяли с использованием различных источников [4–6].

Представители вида *L. terrestris* были собраны весной 2010 года в типичном агроценозе Борисовского района Белгородской области. Животных содержали в деревянной кадке с количеством чернозема из расчета 5–6 ведер на сотню червей, который был перемешан с листовым опадом, необходимым для питания червей. Почву периодически увлажняли из пульверизатора. Раз в неделю проводили осмотр на выявление



больных и умерших червей, которых удаляли из общего садка.

Для обездвиживания исследуемых животных использовали кратковременное погружение в 10% этиловый спирт.

Животных неподвижно фиксировали препаровальными иглами, после чего делали разрез кожи и мышц брюшной стороны, затем микропипеткой непосредственно из брюшного сосуда отбирали кровь.

При пробоподготовке фиксированных препаратов для световой микроскопии возник ряд трудностей. Во-первых, это отсутствие стандартной методики фиксации и окраски форменных элементов крови беспозвоночных животных. Во-вторых, это физико-химические особенности внутренней среды аннелид. Методы приготовления фиксированного препарата форменных элементов внутренней среды, подбирали на основе классических техник, разработанных для гемоцитов млекопитающих. Проведены испытания таких фиксаторов как этанол (C_2H_5OH), формалин (CH_2O (40%), CH_3OH (8%), H_2O (52%)), глутаровый альдегид ($C_5H_8O_2$); красители – азур-эозин по Романовскому, Гимза и Май-Грюнвальду. Для каждой комбинации красителя и фиксатора варьировали время операции. В итоге было подобрано наилучшее сочетание красителя и фиксатора, а так же время экспозиции.

Для изучения морфологических особенностей клеток *L. terrestris* использовали модифицированную окраску по Романовскому. Кровь наносили на чистое сухое предметное стекло, и оставляли её до полного высыхания. После этого следовала фиксация этиловым спиртом в течение 3-4 минут, после чего препарат промывали фосфатным буфером ($pH=7.2$) и окрашивали азур-эозином по Романовскому в течение 10-12 минут (для лучшей окраски краситель подогревали до $30^{\circ}C$), краситель так же смывали фосфатным буфером.

Все полученные измерения были выполнены с использованием анализатора изображений «ВидеоТест» (ООО «Микроскоп Сервис», г. Санкт-Петербург).

В опытах *in vitro* изучали один из основных показателей фагоцитоза – поглотельную способность клеток крови. Суспензии форменных элементов с объектами фагоцитарной реакции инкубировали при комнатной температуре в течение 20 и 40 минут. В качестве объектов фагоцитоза использовали инертные откалиброванные частицы агломерированного латекса (НИИМСК, Ярославль) диаметром $0.8 \mu m$ [7] и супернатант дрожжевых клеток (*Saccharomyces cerevisiae*).

Для наблюдения фагоцитоза и прижизненного поведения клеток использовали инвертированный микроскоп Nikon Eclipse Ti-E в режиме дифференциально-интерференционного контраста с программным приложением NIS-Elements.

Полученные данные обрабатывали с использованием методов вариационной статистики [8].

Результаты и их обсуждение

В результате проведенных исследований гемоциты *L. terrestris* были разделены на несколько групп (табл. 1).

Таблица 1

Линейные размеры (μm) гемоцитов и их ядер дождевого червя *Lumbricus terrestris*

Тип гемо- цита	Гемоциты		Ядра	
	длинная ось	короткая ось	длинная ось	короткая ось
1	18.09 \pm 5.52	17.15 \pm 5.07	7.26 \pm 2.21	6.71 \pm 1.18
2	18.66 \pm 4.62	18.78 \pm 5.81	6.85 \pm 2.02	7.05 \pm 0.95
3	27.44 \pm 6.76	21.19 \pm 5.41	6.89 \pm 0.87	6.98 \pm 0.76
4	15.49 \pm 4.64	15.01 \pm 4.39	6.35 \pm 2.25	5.96 \pm 1.47
5	12.51 \pm 1.71	12.24 \pm 1.59	6.15 \pm 1.81	5.37 \pm 1.71
6	9.73 \pm 1.62	9.75 \pm 1.33	6.05 \pm 1.53	5.07 \pm 1.31
7	6.13 \pm 0.77	6.12 \pm 0.92	4.19 \pm 0.44	4.46 \pm 0.91

Тип 1. Большие амёбовидные клетки, цитоплазма заполнена большим количеством вакуолей. Ядро относительно небольшое, располагается эксцентрично. Клетки отличаются активным перемещением, по стеклу не распластываются. Отмечена секреция клетками этого типа содержимого вакуолей во внешнюю среду.

Тип 2. Большие амёбовидные клетки, цитоплазма заполнена крупными вакуолями. Ядро небольшое, располагается периферически. Клетки распластываются по стеклу, после чего уже не способны к активному движению.

Тип 3. Большие клетки, овальной формы с четкими контурами, полностью заполненные гранулами (темными и светлыми). Иногда гранулы маскируют небольшое ядро, которое располагается эксцентрично. Клетки не способны к образованию псевдоподий.

Тип 4. Средние амёбовидные клетки, цитоплазма заполнена крупными и мелкими темными гранулами. Ядро может располагаться как в центре, так и на периферии. Клетки способны адгезировать к стеклу, активное перемещение отсутствует.

Тип 5. Округлые клетки с четкими контурами. Ядро овальное, занимает периферическое положение. Цитоплазма содержит темные гранулы и светлые вакуоли. Клетки не осуществляют активного перемещения, но способны выпускать длинные филоподии.

Тип 6. Округлые клетки с четкими контурами. Ядро овальное, относительно крупное, занимает периферическое положение. Цитоплазма гомогенная. Клетки способны выпускать филоподии.

Тип 7. Небольшие округлые клетки, цитоплазма гомогенная. Ядро круглое, цитоплазма образует светлый, узкий ободок вокруг ядра.

В гемоцитарной формуле преобладали клетки первого, второго и четвертого типа, которые занимали по 18–19,5% от всего количества клеток, остальные гемоциты представлены в равном количестве, на каждый тип приходится по 10–13% всех гемоцитов (рис. 1).

Одной из основных функций системы циркуляции является защита организма, которая выполняется, в том числе, и посредством фагоцитоза. Гемоциты способные к фагоцитозу, составляют линию иммунной защиты и имеют функциональное название – иммунocyты.

При оценке фагоцитарной и двигательной активности гемоцитов *L. terrestris* выявлено, что введение латекса в дозах, угрожающих жизни, стимулирует фагоцитоз у всех 7 клеточных типов.

При инкубации с дрожжами и тушью, гемоциты проявляли активность, выпускали псевдоподии по направлению к инородным объектам, но фагоцитоз происходил в единичных случаях.

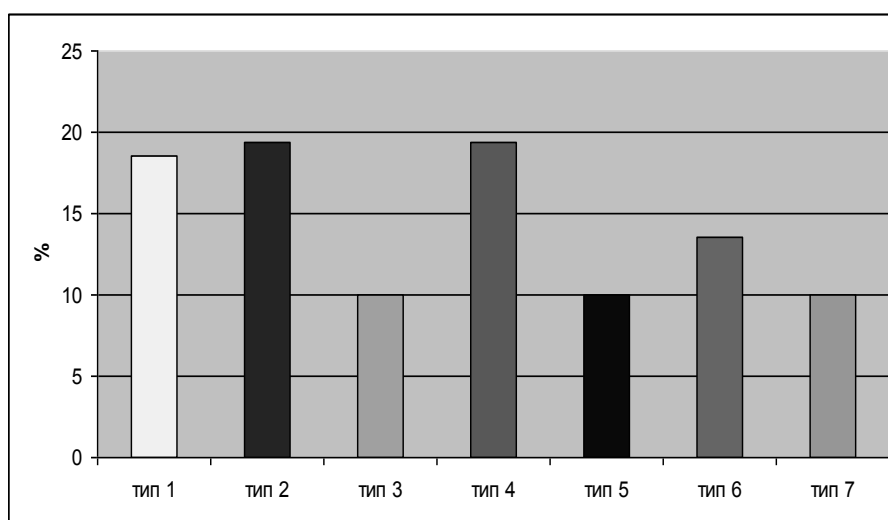


Рис. 1. Гемоцитарная формула *Lumbricus terrestris*



По способности к передвижению клетки крови червя можно разделить на способные к активному перемещению, способные к выпячиванию псевдоподий и не способные к выпячиванию псевдоподий. К первой группе относятся большие амёбовидные клетки (тип 1), к третьей – наиболее крупные клетки, заполненные темными гранулами (тип 2), ко второй – все остальные клетки.

Заключение

В результате проведенных исследований осуществлена типология и дана морфофункциональная характеристика гемоцитов семи клеточных типов для *L. terrestris*. Среди гемоцитов преобладали клетки первого, второго и четвертого типа, остальные гемоциты представлены в равном количестве.

Все типы клеток крови *L. terrestris* способны к фагоцитозу при инкубации с частицами латекса в концентрации, угрожающей жизни организма. При снижении концентрации частиц фагоцитарная активность резко падает. В процессе экспозиции клеток с супернатантом дрожжей (*S. cerevisiae*) фагоцитарную активность не наблюдали.

Список литературы

1. Алехина Г.П., Логинова Е.Г., Мисетов И.А. Иммунологическая реакция пресноводных двустворчатых моллюсков на неблагоприятное воздействие среды // Вестник ОГУ. – 2010. – №6. – 112. – С. 52–54.
2. Interactions between environmental pollution and cold tolerance of soil invertebrates: a neglected field of research / Holmstrup M., Bayley M., Sjørnsen H., Højer R., Bossen S., Friis K. // CryoLetters. – 2000. – Vol. 21. – P. 309–314.
3. Cadmium toxicity in earthworm, *Metaphire posthuma*: Ultrastructural changes in secretory cells of clitellar epithelium / Gupta S.K., Baskar Singh S., Sundararaman V. // Indian J. Exp. Biol. – 1997. – № 7. – P. 780–786.
4. Перель Т.С. Распространение и закономерности распределения дождевых червей фауны СССР (с определительными таблицами). – М.: Наука, 1979. – 272 с.
5. Всеволодова-Перель Т.С. Дождевые черви фауны России: Кадастр и определитель. – М.: Наука, 1997. – 102 с.
6. Присный А.В. Работы с дождевыми червями / Практические работы школьников по экологии: Ч.2. Методические материалы к практическим работам (модельные методики и ключи для распознавания организмов). – Белгород: Издательство БелГУ, 1999. – 7 с.
7. Изучение поглотительной способности нейтрофилов крови с использованием инертных частиц латекса / Потапова С.Г., Хрустиков В.С., Демидова Н.В., Козинец Г.И. // Проблемы гематологии и переливания крови. – 1977. – Т. XXII, №9. – С. 58–59.
8. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.

STRUCTURAL AND FUNCTIONAL FEATURES OF HAEMATOCYTES OF AN ORDINARY EARTHWORM

A.A. Prisny
T.A. Pigaleva

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

The purpose of the given work is to study haemocytal morphofunctional characteristics of *Lumbricus terrestris*. Research has allowed for the first time to carry out a typology, to give morphofunctional characteristics, and also to make haemocytal count of *L. terrestris* blood cells. Phagocytal activity is defined for each uniform element of *L. terrestris* blood.

Key words: haematocytes, pseudopodia, phagocytal activity.

УДК 576.08

ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КРОВИ И ИХ ВЗАИМОСВЯЗЬ С ЖЕСТКОСТЬЮ МЕМБРАН ГЕМОЦИТОВ У ЗДОРОВЫХ МУЖЧИН И ЖЕНЩИН

В.Н. Тукин
М.З. Федорова

*Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет, Россия, 308015,
г. Белгород, ул. Победы, 85*

E-mail: fedorova@bsu.edu.ru

Возрастные изменения показателей крови проявляются в повышении уровня холестерина и триглицеридов и снижении АСТ. Выявлена возрастная тенденция роста содержания в крови глюкозы, а также жесткости мембран клеток крови, более выраженная у женщин. Корреляционный анализ показал зависимость средней жесткости мембраны эритроцита от содержания ионов кальция в плазме крови женщин.

Ключевые слова: биохимические показатели, эритроциты, лейкоциты, жесткость мембраны, атомно-силовая микроскопия.

Введение

В современных медико-биологических исследованиях особую актуальность приобретает необходимость применения в качестве контроля за состоянием здоровья надежных тестов диагностики. Для того, чтобы получить полное представление о работе того или иного органа тела человека, уже не одно десятилетие успешно применяют метод биохимического анализа крови. Это один из способов лабораторной диагностики, который очень информативен и отличается высокой степенью достоверности [1, 2]. К числу диагностических тестов также относятся пробы, позволяющие оценить функциональные свойства клеток крови, обеспечивающих реализацию жизненно важных функций (транспорт O_2 , защитные реакции) и играющих важную роль в создании местного сосудистого сопротивления и органной перфузии. Одним из перспективных методов изучения морфофункциональной организации клеток в настоящее время становится атомно-силовая микроскопия (АСМ). Экспериментальными и клиническими исследованиями показана универсальность механизма нарушений реологических свойств форменных элементов крови при измененных функциональных состояниях разного генеза. В частности, установлено повышение жесткости клеточных структур при действии на организм различных экстремальных факторов (дегидратация, гипотермия, гипертермия, острое воспаление), изменение контактных и упругих свойств клеток крови при сосудистых нарушениях [1, 2, 3, 4].

Целью данного исследования было установление возрастных изменений и наличия связи между биохимическими показателями крови и жесткостью мембран эритроцитов и лейкоцитов крови мужчин и женщин. Задачи исследования: 1) изучить возрастную динамику биохимических показателей крови у мужчин и женщин; 2) методами атомно-силовой микроскопии определить показатели жесткости мембран эритроцитов и лейкоцитов; 3) выявить наличие корреляционных связей между полученными данными.

Материал и методы

Объектом исследования служила кровь 50 практически здоровых доноров Белгородской областной станции переливания крови. Мужчины и женщины были разделены на 2 возрастные группы (взрослый и зрелый возраст). Среди мужчин – 1 группа ($n=14$) – мужчины от 21 до 34 лет (взрослые), 2 группа ($n=12$) – от 35 до 60 лет (зрелый возраст). Среди женщин – 1 группа ($n=12$) – женщины от 20 до 34 лет (взрослые), 2 группа ($n=12$) – от 35 до 55 лет (зрелый возраст).



Кровь для исследования получали из локтевой вены. В качестве антикоагулянта использовали гепарин в количестве 20 ед./мл. Производили разделение проб крови на плазму, лейкоциты и эритроциты. Кровь центрифугировали 10 мин при 1500 об./мин, отделяли верхнюю часть плазмы для биохимических исследований, собирали нижнюю часть плазмы, богатую лейкоцитами, и лейкоцитарное кольцо. Примесь эритроцитов в этой фракции разрушали 0.83%-ным раствором хлорида аммония. Клетки дважды отмывали изотоничным буферным раствором (раствор Дульбекко, $pH=7.4$). В плазме унифицированными методиками, применяемыми в клинической лабораторной диагностике, определяли концентрацию глюкозы, общего белка, холестерина (ХЛ), триглицеридов (ТГ), аланинаминотрансферазы (АЛТ), аспартатаминотрансферазы (АСТ). Биохимические исследования крови проводили на аппарате HITACHI INTEGRA 800 следующими методами: концентрация глюкозы – реверсный энзиматический метод с гексокиназой, общий белок – биуретовый метод, холестерол, триглицеролы – энзиматический метод. Концентрацию ионов Na^+ , K^+ , Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} определяли методом плазменной атомно-абсорбционной спектроскопии. На атомно-силовом микроскопе ИНТЕГРА ВИТА (Россия, Зеленоград) проводили определение жесткости мембран лейкоцитов и эритроцитов с использованием программного обеспечения «Nova 1.0.26 Build 1397» (НТ МДТ). Сканировали нативные клетки в условиях, предотвращающих их высыхание, при комнатной температуре.

Результаты и обсуждение

Биохимический анализ плазмы крови здоровых мужчин двух возрастных групп выявил, что у мужчин зрелого возраста наблюдается достоверное повышение уровня холестерина и триглицеридов, а также снижение содержания активности АСТ (табл. 1). Выявлена тенденция повышения с возрастом уровня глюкозы и ионов натрия и снижение уровня общего белка, ионов хлора, кальция и калия, а также увеличения активности АЛТ. У женщин, как и у мужчин, с возрастом достоверно повышается уровень холестерина и триглицеридов, снижается активность АСТ (табл. 2). Показатель уровня холестерина у лиц обоего пола не превышал допустимую норму, но находился на верхней её границе. Выявленное повышение можно рассматривать как показатель риска возникновения заболеваний сердечно-сосудистой системы (ишемическая болезнь сердца, инфаркт миокарда), атеросклероза и заболеваний печени.

**Биохимические показатели крови
здоровых мужчин ($M \pm m$)**

Показатель, ед. измерения	Мужчины	
	1 группа ($n=14$)	2 группа ($n=12$)
Глюкоза, $ммоль \times л^{-1}$	4.30 ± 0.11	4.44 ± 0.14
Холестерин, $ммоль \times л^{-1}$	4.64 ± 0.10	$5.72 \pm 0.09^*$
Триглицериды, $ммоль \times л^{-1}$	1.86 ± 0.04	$2.69 \pm 0.04^*$
Общий белок, $г \times л^{-1}$	76.62 ± 0.80	74.22 ± 0.72
АСТ, Ед/л	39.87 ± 2.01	$31.22 \pm 1.45^*$
АЛТ, Ед/л	27.92 ± 1.73	24.09 ± 2.15
Na^+ , $ммоль \times л^{-1}$	139.23 ± 1.14	139.69 ± 1.04
K^+ , $ммоль \times л^{-1}$	4.41 ± 0.11	4.15 ± 0.12
Cl^- , $ммоль \times л^{-1}$	105.08 ± 0.78	103.07 ± 0.73
Mg^{2+} , $ммоль \times л^{-1}$	0.90 ± 0.03	0.89 ± 0.03
Ca^{2+} , $ммоль \times л^{-1}$	2.50 ± 0.04	2.43 ± 0.04

Примечание: * – достоверность различий по критерию Стьюдента между разными возрастными группами мужчин ($p < 0.05$).

Снижение общего белка плазмы у зрелых женщин, по сравнению с молодыми, вероятно связано с возрастной перестройкой гормональной системы, и, как следствие, изменением общего метаболизма [5, 6, 7, 8]. Повышенное содержание (разница 6% и более) ионов калия у зрелых мужчин и женщин, по сравнению с молодыми, не выходило за пределы возрастной нормы и, вероятно, связано с возрастными изменениями системы ионного гомеостаза, которые не приводят к появлению патологий [7]. Активность АСТ у женщин младшей возрастной группы пре-

Таблица 2
**Биохимические показатели крови
здоровых женщин (M±m)**

Показатель, ед. измерения	Женщины	
	1 группа (n=12)	2 группа (n=12)
Глюкоза, ммоль×л ⁻¹	4.44±0.12	4.69±0.13
Холестерин, ммоль×л ⁻¹	4.54±0.09	5.88±0.09*
Триглицериды, ммоль×л ⁻¹	1.92±0.05	2.89±0.05*
Общий белок, г×л ⁻¹	76.20±0.82	72.80±0.78*
АСТ, Ед/л	32.83±1.83	22.20±1.70*#
АЛТ, Ед/л	31.60±1.53	22.60±2.10*
Na ⁺ , ммоль×л ⁻¹	140.83±1.14	141.00±1.08
K ⁺ , ммоль×л ⁻¹	4.43±0.10	4.17±0.13
Cl ⁻ , ммоль×л ⁻¹	107.01±0.71	102.80±0.65*
Mg ²⁺ , ммоль×л ⁻¹	0.86±0.04	0.89±0.03
Ca ²⁺ , ммоль×л ⁻¹	2.43±0.04	2.45±0.03

Примечание: * – достоверность различий по критерию Стьюдента между разными возрастными группами женщин ($p < 0.05$); # – достоверность различий по критерию Стьюдента между лицами разного пола в пределах одновозрастных групп ($p < 0.05$)

или *L*-аланином и α -кетоглутаратом, в крови здоровых людей незначительная, но существенное снижение ее активности свидетельствует об изменении метаболических процессов в печени, так как аспартат и *L*-аланин необходимы для процесса глюконеогенеза [8]. Установленное снижение уровня кальция у женщин зрелого возраста говорит о потенциальном риске возникновения остеопороза и снижении функции щитовидной железы [6, 7]. При сравнении биохимических показателей крови взрослых (1 группа) и зрелых (2 группа) людей разного пола выявлено, что достоверные межполовые различия начинают проявляться только в зрелом возрасте. У зрелых женщин, по сравнению с мужчинами, выше концентрация глюкозы, холестерина и триглицеридов и ниже активность АСТ. Эти отличия отражают различную степень возрастных изменений общего метаболизма у лиц разного пола.

Таблица 3
Морфометрические и микрореологические показатели гемоцитов мужчин

Показатель, ед. измерения	1 группа (n=14)	2 группа (n=12)
Площадь поверхности эритроцита, мкм ²	130.77±1.56	138.11±1.43*
Площадь поверхности лимфоцита, мкм ²	95.05±2.84	116.26±4.18*
Площадь поверхности нейтрофила, мкм ²	144.89±3.18	150.44±6.17
Диаметр эритроцита, мкм	7.31±0.05	7.50±0.05*
Диаметр нейтрофила, мкм	12.64±0.08	13.26±0.11
Диаметр лимфоцита, мкм	8.16±0.07	7.73±0.09
Объем эритроцита, мкм ³	89.72±0.99	92.31±0.84*
Объем нейтрофила, мкм ³	103.17±5.89	104.95±6.08
Объем лимфоцита, мкм ³	130.02±5.21	129.28±5.71
Средняя жесткость мембраны эритроцита, Ра	10.64±0.71	11.07±0.65
Средняя жесткость мембраны нейтрофила, Ра	9.10±1.03	9.48±1.45
Средняя жесткость мембраны лимфоцита, Ра	8.70±0.93	9.17±1.11

Примечание: * – достоверность различий по критерию Стьюдента между разными возрастными группами мужчин ($p < 0.05$).

вышла физиологическую норму (норма до 31 Ед/л), но не значительно. У женщин зрелого возраста (группа 2), выявлено достоверное снижение содержания общего белка, концентрации ионов хлора и снижение активности АЛТ. Наиболее выраженным возрастным изменением является существенное снижение (на 42% у мужчин и 32% у женщин) активности АСТ. В меньшей степени с возрастом уменьшалась активность АЛТ (на 14% у мужчин и на 28% у женщин). Эти результаты совпадают с возрастным снижением общего белка (у мужчин на 3.1% и у женщин на 4.5%). Известно, что активность АСТ и АЛТ-ферментов, катализирующих реакцию трансаминирования между аспартатом



Методами атомно-силовой микроскопии установлено, что с возрастом у мужчин происходит увеличение площади поверхности всех клеток крови: эритроцитов (на 6 %), лимфоцитов (18%) и нейтрофилов (4%). Однако морфологические основы этих изменений разные. Рост площади поверхности эритроцитов и нейтрофилов происходит при увеличении диаметра клеток (соответственно на 5% и 4%) , а лимфоцитов – на фоне снижения (на 5%). Средняя жесткость мембраны эритроцитов с возрастом не изменяется, а у лимфоцитов (5%) и нейтрофилов (4%) возрастает.

Таблица 4

Морфометрические и микрореологические показатели гемоцитов женщин

Показатель, ед. измерения	1 группа (n=12)	2 группа (n=12)
Площадь поверхности эритроцитов, мкм ²	140.30±1.69#	146.18±1.59*#
Площадь поверхности лимфоцитов, мкм ²	107.05±2.53#	131.26±3.68*#
Площадь поверхности нейтрофилов, мкм ²	155.89±3.10#	159.44±6.07
Диаметр эритроцита, мкм	7.39±0.06	7.62±0.06*
Диаметр лимфоцитов, мкм	8.24±0.06	8.70±0.08#
Диаметр нейтрофилов, мкм	12.82±0.08	14.01±0.12*#
Объем эритроцита, мкм ³	92.99±0.97#	99.98±0.99*#
Объем лимфоцитов, мкм ³	141.07±5.01	137.28±4.99
Объем нейтрофилов, мкм ³	105.88±5.99	109.95±5.22
Средняя жесткость мембраны эритроцита, Ра	11.32±0.77	12.15±0.73
Средняя жесткость мембраны лимфоцита, Ра	8.82±1.02	9.04±0.96
Средняя жесткость мембраны нейтрофила, Ра	9.16±1.12	9.49±1.32

Примечание: * – достоверность различий по критерию Стьюдента между разными возрастными группами женщин ($p < 0.05$); # – достоверность различий по критерию Стьюдента между лицами разного пола в пределах одновозрастных групп ($p < 0.05$).

Установлено, что с возрастом у женщин наблюдается увеличение площади поверхности эритроцитов (на 4%), их диаметра (на 3%), объема (на 7%), что свидетельствуют об изменении их формы, и средней жесткости мембраны. Выявлено, что с возрастом у женщин возрастает площадь поверхности лимфоцитов (на 19%) и диаметр (на 5%), объем снижается (на 3%), а средняя жесткость мембран увеличивается (на 3%). Диаметр, площадь поверхности, объем и средняя жесткость мембраны нейтрофилов у женщин также увеличивается (на 9, 2, 4, 4% соответственно). Выявленное повышение жесткости клеточных структур создает условия для затруднения кровотока в микрососудах.

Корреляционный анализ, проведенный для изучения взаимосвязей между биохимическими показателями крови и жесткостью мембран гемоцитов, выявил, что в обеих возрастных группах женщин регистрируется положительная корреляция ($r=0.87$ у женщин 1 группы; $r=0.90$ у женщин 2 группы, $p \leq 0.05$) между средней жесткостью мембраны эритроцита и содержанием ионов кальция в плазме. Содержание ионов кальция в плазме крови женщин обеих групп не отличалось достоверно от показателей мужчин и не выходило за пределы физиологической нормы. Выявленное увеличение жесткости может быть следствием усиления связывания кальция с белками плазмалеммы, что, по мнению ряда авторов, приводит к снижению текучести мембраны эритроцитов [9]. У лейкоцитов такой зависимости не выявлено.

Таким образом, повышение с возрастом у женщин морфометрических показателей эритроцитов сопровождается увеличением жесткости их мембраны, в то время как у мужчин такой взаимосвязи не установлено. Изменения площади и объема эритроцитов свидетельствуют об изменении их формы. Известно, что изменение формы эритроцитов может быть следствием увеличения содержания ионов кальция в крови, оказывающего влияние на транспорт ионов калия и натрия и, тем самым, влияющего на форму эритроцитов [10, 11]. Полученные данные позволяют

говорить, что с возрастом у женщин изменение формы и жесткости мембран эритроцитов происходит более выражено, чем у мужчин. Вероятно, эти различия являются следствием более существенных возрастных сдвигов ионного гомеостаза у женщин по сравнению с мужчинами.

Интересным фактом является то, что значительное увеличение площади поверхности лимфоцитов (на 18.2% у мужчин и на 18.5% у женщин) у женщин приводит к увеличению их диаметра (на 5.3%), а у мужчин, напротив, к его снижению (на 5%). При этом с возрастом степень увеличения средней жесткости мембраны лимфоцитов выше у мужчин. Одной из возможных причин этого может являться различный характер изменений липидного состава и, как следствие, жесткости цитоплазматической мембраны. Известно, что в лимфоцитах человека присутствует фермент НАДФН-оксидаза, способствующий образованию свободных форм кислорода [12]. Существуют механизмы, способствующие быстрому накоплению активных форм кислорода при активации лимфоцитов [10]. С одной стороны, свободно-радикальное окисление является важным звеном окислительного метаболизма клеток, лимитирующим модификацию и проницаемость биомембран, играющим роль специфического звена, обеспечивающего фагоцитарную активность макрофагов и функционирование иммунокомпетентных клеток. С другой стороны, продукты частичного восстановления кислорода — перекись водорода, и свободные радикалы вызывают перекисное окисление липидов, белков и нуклеиновых кислот, определяя бактерио- и вирусотоксический эффект лимфоцитов. Однако постоянная генерация активных форм кислорода в лимфоцитах может способствовать также и окислительным модификациям собственных клеточных компонентов [13, 14]. Показано, что увеличение окислительного стресса при различных вирусных инфекциях [10] приводит к повышению микровязкости поверхностных мембран лимфоцитов крови, что свидетельствует о приобретении мембранами лимфоцитов более жестких и менее пластичных свойств. Увеличение жесткости мембраны лимфоцитов указывает на угасание метаболических процессов в мембране клетки, тем самым затрудняя активацию лимфоцитов и процессов распознавания лимфоцитами своих или чужих клеточных рецепторов, что в конечном итоге приводит к формированию неадекватного иммунного ответа. Можно предположить, что различия возрастных изменения морфометрических характеристик лимфоцитов у мужчин по сравнению с женщинами связаны с более высоким уровнем окислительного стресса и является следствием изменения липидного компонента мембран.

Заключение

Изменения биохимических показателей с возрастом проявляются в виде повышения содержания в крови холестерина, триглицеридов и снижения содержания фермента АСТ; у женщин также выявлено достоверное снижение содержания общего белка, АЛТ и ионов хлора. В качестве тенденции у зрелых лиц обоего пола наблюдается повышение содержания глюкозы в крови. С возрастом повышается жесткость мембран эритроцитов, лимфоцитов и нейтрофилов, причем данные изменения более выражены у женщин.

Корреляционный анализ между изученными показателями у мужчин в обеих возрастных группах не выявил достоверных взаимосвязей, что свидетельствует об отсутствии напряженности функционирования системы крови, как у молодых, так и зрелых здоровых мужчин. У женщин выявлено наличие корреляции между средней жесткостью мембраны эритроцита и содержанием ионов Ca^{2+} в плазме обеих возрастных групп, что позволяет говорить о возникновении напряженности функционирования системы крови у женщин зрелого возраста. У мужчин изменения микрореологических показателей лимфоцитов связаны с изменением жесткости мембран вследствие возможного более высокого уровня окислительного стресса в лимфоцитах по сравнению с женщинами.



Список литературы

1. Федорова М.З. Реактивность лейкоцитов крови при различных функциональных нарушениях. – М.; Ярославль, 2001. – 68 с.
2. Федорова М.З. Функциональная активность нейтрофилов при перегревании, охлаждении и дегидратации организма // Тез. докл. XVIII съезда физиол. об-ва им. И.П. Павлова. – Казань, 2001. – С. 442.
3. Агаджанян Н.А. Реактивность лейкоцитов в различных условиях среды // Экология человека. – 2001. – № 4. – С. 66–68.
4. Федорова М.З., Ключкова Г.Н. Анкудинов И.В. Микрореологические свойства лейкоцитов при сосудистых дисфункциях разного генеза // Материалы III Всерос. науч. конф. «Клиническая гемостазиология и гемореология в сердечно-сосудистой хирургии». – М., 2007. – С. 247–248.
5. Камышников В.С. Справочник по клинико-биохимической лабораторной диагностике: В 2 т. / В.С. Камышников. – Минск: Беларусь, 2000. – 495 с.
6. Комаров Ф.И., Коровкин Б.Ф. Биохимические показатели в клинике внутренних болезней. – М.: МЕДпресс-информ, 2002. – 208 с.
7. Кутина А.В., Кузнецова А.А., Наточин Ю.В. Катионы в сыворотке крови человека // Успехи физиол. наук. – 2005. – Т. 36, №3. – С. 3–32.
8. Меньшиков В.В. Лабораторные методы исследования в клинике. – М.: Медицина, 1987. – 364 с.
9. Dunn M.J. Red blood cell calcium and magnesium: effects upon sodium and potassium transport and cellular morphology // Biochim Biophys Acta. – 1974. – Vol. 352. – P. 97–116.
10. Jackson S.H., Devadas S, Kwon J, Pinto LA, Williams MS. T cells express a phagocyte-type NADPH oxidase that is activated after T cell receptor stimulation // Nat. Immunol. – 2004. – Vol. 5, № 8. – P. 818–827.
11. Lorand L., Weissmann L.B., Epel D.L. Role of the intrinsic transglutaminase in the Ca^{2+} -mediated crosslinking of erythrocyte proteins // Proc. Nat. Academic Science USA – 1976. – № 73. – P. 4479–4481.
12. Romero P.J., Whittam R. The control by internal calcium of membrane permeability to sodium and potassium // J. Physiology. – 1971. – № 214. – P. 481–507.
13. Vignais P.V. The superoxide-generating NADPH oxidase: structural aspects and activation mechanism // Cell. Mol. Life. Sci. – 2002. – № 59. – P. 1428–1450.
14. Walee Chamulitrata. Activation of the superoxide-generating NADPH oxidase of intestinal lymphocytes produces highly reactive free radicals from sulfite // Free Radical Biology and Medicine. – 1999. – Vol. 27, Iss. 3-4, – P. 411–421.

AGE-DEPENDENT CHANGES IN BIOCHEMICAL INDICES OF BLOOD AND THEIR RELATIONSHIP WITH THE STIFFNESS OF MEMBRANES OF HEMOCYTES IN THE BLOOD OF HEALTHY MEN AND WOMEN

V.N. Tukin
M.Z. Fedorova

*Belgorod State National Research
University, Pobedy St, 85, Belgorod,
308015, Russia*

E-mail: fedorova@bsu.edu.ru

Age-dependent changes in blood indices are manifested in the increase of cholesterol and triglyceride levels and the decrease of AST. The age trend of growth of glucose in blood was detected, as well as the stiffness of the membranes of blood cells more expressed in the blood of women. Correlation analysis showed the relationship of the middle stiffness of the erythrocyte membrane with the content of calcium ions in the plasma in the blood of women.

Key words: biochemical markers, red blood cells, white blood cells, the rigidity of the membrane, atomic force microscopy.

УДК 616.893–053.2–07

СОСТОЯНИЕ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ЗДОРОВЫХ ДЕТЕЙ В РАЗЛИЧНЫЕ ПЕРИОДЫ ДЕТСТВА

С.М. Кушнир
И.В. Стручкова
И.И. Макарова
Л.К. Антонова

Тверская государственная медицинская академия, Россия, 170100
г. Тверь, ул. Советская, 4

E-mail: s_kushnir@mail.ru;
struchkova.iv@yandex.ru;
iim777@yandex.ru;
antonova.lk@yandex.ru

В работе представлены результаты исследования вегетативной регуляции, основанные на анализе данных variability сердечного ритма здоровых детей в возрасте от 1-го года жизни до 17 лет. Выявлены особенности нейрогенного, симпато-парасимпатического, и гуморального обеспечения сердечного ритма на уровне автономного контура вегетативной регуляции. В возрастном аспекте показана динамика изменения вегетативных регуляторных влияний на формирование сердечного ритма.

Ключевые слова: дети, вегетативная регуляция, variability сердечного ритма.

Введение

Актуальность исследования. Исследование особенностей вегетативной регуляции сердечного ритма у детей всегда привлекало пристальное внимание [1, 2, 3, 4]. Результаты таких исследований, как правило, с использованием одного из методов оценки variability сердечного ритма (ВСР), давали представление о приспособительно-компенсаторных процессах, формирующихся на уровне центрального и автономного контуров вегетативной регуляции [5, 6, 7]. Работы многих исследователей касались вопросов функционирования вегетативной нервной системы в условиях болезни ребенка или воздействия негативных средовых факторов [8, 9, 10]. Однако, лишь немногочисленные работы были посвящены здоровому ребенку, состоянию его адаптационно-регуляторного аппарата управления сердечным ритмом. В публикациях последних лет имеются сведения о возрастных особенностях вегетативной регуляции. Но результаты таких исследований во многом остаются противоречивыми, что обусловлено различными методами исследования и подходами в оценке получаемых показателей [11, 12, 13, 14].

Несмотря на представленную в работах некоторых авторов зависимость абсолютных значений параметров ВСР от множества различных факторов [7, 15], в том числе и от возраста [13], поиск закономерностей возрастного динамизма до настоящего времени остается актуальной проблемой физиологии ребенка.

Цель исследования: выявить особенности симпато-парасимпатических и гуморальных влияний на сердечный ритм в системе автономного контура вегетативной регуляции у здоровых детей от 1-го года жизни до 17 лет.

Методика исследования. Всего обследовано 145 здоровых детей в возрасте от 1 до 17 лет, относящихся к I и II группам здоровья [16]. Все обследованные были разделены на 4 возрастные группы: 1-я – дети в возрасте 1-го года, 2-я – 4-7 лет, 3-я – 8-12 лет и 4-я группа – 13-17 лет. Мальчики и девочки в группах были представлены, примерно поровну.

В работе использовался метод кардиоинтервалографии (КИГ) [5]. Исследование проводилось в первой половине дня, не ранее, чем через 1,5 часа после приема пищи, в клино- или ортоположении обследуемого при определении исходного вегетативного тонуса (ИВТ) и вегетативной реактивности (ВР) соответственно.

Использовался вегетотестер "Полиспектр-8Е/88" (2000 Гц, 12 бит) фирмы "Нейрософт" (Россия). Мониторинг 50 мм/с и 10 мм/мв на коротких участках составлял 5 минут (не менее 500 кардиоциклов) с антитреморной фильтрацией низкой



частоты 35 Гц, стандартной высокой частоты 50 Гц и режекторной фильтрацией – 0,05 Гц. Анализ данных кардиоинтервалографии (КИГ) осуществлялся по линейной ритмограмме. Экстрасистолы из анализа были исключены.

Анализировались показатели: симпатической (АМо, %), парасимпатической (ΔХ, с) и гуморальной (Мо, с) активности; стресс-индекс (SI, усл.ед.), рассчитываемый по формуле: $АМо/2Мо*ΔХ$ [17] и характеризующий ИВТ; показатель преимущественного пути (нейрогенного или гуморального) центрального стимулирования – АМо/Мо. Значения параметров КИГ были согласованы с данными С.М.Кушнира, Л.К. Антоновой (2007) [18].

Вегетативная реактивность изучалась по общепринятой методике [19] с оценкой данных по Соболевой Е.А. (1984) [17]. Для определения вегетативной реактивности у детей 1 года жизни использовался тилт-тест с моделированием полувертикального положения с фиксированным подъемом на 45 градусов головной части кровати [20].

Проверка выборки на вид распределения показателей выявила, что основная их часть не имела нормального распределения. Поэтому для проведения статистических исследований использовались непараметрические методы: критерии Манна-Уитни и Вилкоксона. Статистическая обработка результатов исследования проведена с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel-2003 и BIOSTAT.

Результаты и их обсуждение. Данные КИГ у обследованных детей представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Результаты исследования фоновой и ортостатической проб у здоровых детей различных возрастных групп по показателям КИГ ($M \pm m$)

Параметры	1 год (n=22)		4-7 лет (n=35)		8-12 лет (n=44)		13-17 лет (n=44)	
	Фон	Орто-проба	Фон	Орто-проба	Фон	Орто-проба	Фон	Орто-проба
АМо, %	51.9±2.82	57.4±3.38	42.4±2.1 ##	41.8±1.86	33.2±1.4 ##	40.4±2.0 **	28.3±1.4 ##	41.1±2.5 **
ΔХ, с	0.24±0.03	0.20±0.02	0.51±0.04 ##	0.85±0.10 **	0.49±0.03	0.51±0.03	0.46±0.03	0.44±0.03
Мо, с	0.43±0.01	0.44±0.01	0.62±0.01 ##	0.58±0.01 **	0.77±0.01 ##	0.62±0.01 **	0.8±0.02 ##	0.59±0.01 **
SI, усл.ед.	351±66.6	405±36.9	87.4±10.6 ##	64.1±9.1 **	48.8±3.5 ##	67.1±4.0 **	43.0±3.2	88.0±5.0 **
АМо/Мо, усл.ед	122±7.18	132±9.06	69.5±4.1 ##	77.1±4.6	43.6±1.9 ##	66.5±3.7 **	34.7±2.0 ##	70.8±4.9 **

Примечание: р – достоверность различий данных: ## – последующей возрастной группы к группе предшествующей; ** – показателей ортостатической пробы к фоновой в данной возрастной группе.

На основании данных таблицы 1 было показано, что с возрастом ребенка симпатическая (СТ) активность имела выраженное статистически значимое снижение на 53.0%, 21.7% и 14.8%, в сравнении с данными 2-ой группы к 1-ой, 3-ей ко 2-ой и 4-ой к 3-ей группе соответственно (все $p < 0.05$).

В то же время, отмечался существенный прирост показателя парасимпатической (ПСТ) активности на 112.5% ($p < 0.05$) у детей в возрастной группе 4-7 лет к данным 1-ой группы. У детей 3-ей и 4-ой групп уровень ПСТ не имел статистически значимого различия к данным 2-ой и 3-ей группы соответственно.

Интересен факт изменений показателя гуморальной активности (Мо, с) у детей различных возрастных групп: её нарастание с возрастом ребенка к 4-7 годам и далее, в группах 8-12 и 13-17 лет, соответственно на 44.2%, 24.2% и 7.8% (все $p < 0.05$).

Таким образом, возрастная динамика вегетативной регуляции на уровне её автономного контура визуализировалась как снижение СТ и нарастание ПСТ влияний на сердечный ритм при перманентном возрастании роли гуморального канала.

Кроме того, анализ полученных данных свидетельствовал, что преимущественный путь центрального стимулирования осуществлялся, в основном, за счет гуморальной активации: показатель АМо/Мо существенным образом снижался в возрастной группе 4-7 лет и далее, в группах детей 8-12 и 13-17 лет, на 43.0%, 37.3% и 20.4% соответственно (все $p < 0.05$).

Выявленные возрастные динамические вегетативно-регуляторные изменения автономного контура подтверждались значениями стресс-индекса (SI, усл. ед.). Было показано, что его уровень статистически значимо снижался уже к возрасту 4-7 и далее, в 8-12 лет, соответственно на 75.1% и 44.2%, сохраняясь практически неизменным и в группе детей 13-17 лет (все $p < 0.05$).

Анализ ИВТ в различных возрастных группах представлял аналогию выявленным закономерностям динамики показателей вегетативно-регуляторных влияний на сердечный ритм. Так ИВТ у детей в возрасте 1-го года характеризовался высокой симпатикотонией, в группе детей 4-7 лет уже у половины (57.1%) обследованных он носил характер уравновешенности основных его компонентов за счет существенного снижения СТ влияний; у 2/3 детей, начиная с 8-12 лет и старше, устанавливался уровень эйтонии равный 75%, с доминированием вагусных, ПСТ влияний в 22.7% случаев.

Таким образом, результаты проведенного исследования позволили выявить основные существенные закономерности возрастной динамики вегетативной регуляции и роли её детерминантных (нейрогенных и гуморальных) компонентов в оформлении вегетативно-регуляторных влияний на сердечный ритм.

Изучение данных ВР позволило установить, что нормальной вегетативной реакцией на предлагаемый ортостаз у детей 1-года жизни обладала лишь половина обследованных. В то же время, 36.4% детей этой группы давали гиперсимпатикотоническую реакцию на стресс. Интересен факт, что у детей 4-7 лет, при эйтонической ВР в 40% случаев, у 51.4% обследованных отмечалась недостаточно адекватная, асимпатикотоническая реакция. Как оказалось, в последующий возрастной период 8-12 лет увеличивалось до 68.2% число детей с нормальной вегетативной реакцией на ортостаз, при существенном снижении их числа с асимпатикотонией. Что касается обследованных 13-17 лет, то в этой группе отмечается максимальное (70.5%) число детей с нормальной ВР и минимальное (2.3%) – с асимпатикотонией. Важно отметить, что у трети (27.3%) детей данного возраста регистрировалась гиперсимпатикотоническая реакция на ортостаз.

Анализ проведенного исследования дает представление о том, что в раннем возрастном периоде 1-го года жизни постнатального онтогенеза приспособительно-компенсаторные механизмы вегетативной регуляции отличаются высокой адаптационной напряженностью: выраженной симпатической активностью за счет, в основном, центральной стимуляции по нейрогенному регуляторному каналу. По всей видимости, на наш взгляд, именно такой уровень вегетативной регуляции поддерживает стационарность функциональных систем организма ребенка, жесткость их основных параметров, чем и обеспечивает процессы саморегуляции и самосохранения в условиях, когда ребенок еще не испытывает достаточно сильных или длительных стрессорных воздействий.

Интенсивное развитие ребенка в более поздние возрастные периоды, расширение взаимодействия со средовыми факторами, «первые уроки» социализации предъявляют адаптационно-регуляторной системе более высокие требования, для реализации которых необходимо расширение возможностей функциональных систем организма ребенка. Процессы саморегуляции и самосохранения в последующем онтогенезе претерпевают существенные адаптационно-регуляторные изменения, заключающиеся в преобладании автономных регуляторных влияний над центральными с достаточной гуморальной поддержкой. Более того, следует полагать, что уже с раннего возраста трансформация вегетативного адаптационно-регуляторного гомеостаза но-



сит тренирующий характер, достигая оптимального уровня к периоду полового созревания, как бы подготавливая функциональные системы к морфофункциональной перестройке полового созревания и формированию репродуктивной функции.

Выводы

1. Изменения вегетативной регуляции у детей обладают возрастным динамизмом, в основе которого лежат процессы саморегуляции и самосохранения.
2. Исследование variability сердечного ритма позволяет отслеживать организацию вегетативного адаптационно-регуляторного обеспечения не только ритма сердца, но и всего функционального аппарата; его параметры могут служить надежным возрастным критерием формирования функциональных систем и, в целом, организма ребенка как биосистемы на любом временном отрезке постнатального онтогенеза.

Список литературы

1. Догадкина С.Б. Особенности вегетативной нервной регуляции сердечного ритма у детей 5 лет // Новые исследования. – 2008. – № 4 (17). – С. 64-72.
2. Нароган М.В. Особенности вегетативной регуляции и энергетического обмена у новорожденных детей: Дисс. ... д. мед. наук / [НИИ Педиатр. ГУ НЦЗД РАМН]. – М., 2007. – 232 с.
3. Поскотинова Л.В. Вегетативная регуляция ритма сердца и эндокринный статус подростков и молодых лиц в условиях Европейского Севера: Автореф. дисс. ... д. биол. наук. [Поморский гос. университет]. – Архангельск, 2009. – 36 с.
4. Ситдииков Ф.Г., Шайхелисламова М.В., Ситдииков А.А. Функциональное состояние симпато-адреналовой системы и особенности вегетативной регуляции сердечного ритма у младших школьников // Физиол. человека. – 2006. – Т. 32, № 6. – С. 22–27.
5. Баевский Р.М., Берсенева А.П. Введение в донозологическую диагностику. – М.: Фирма «Слово», 2008. – 220 с.
6. Михайлов В.М. Variability ритма сердца. Опыт практического применения метода. – Иваново, 2002. – 288 с.
7. Шлык Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2009. – 255 с.
8. Кондратьева М.В. Variability ритма сердца в раннем неонатальном периоде у здоровых детей и перенесших гипоксию // Variability ритма сердца: Теоретические аспекты и практическое применение. Материалы IV Всеросс. симп. (19-21 ноября 2008 г.). – Ижевск, 2008. – С. 145–146.
9. Леонова Л.А., Лукьянец Г.Н. Возрастные особенности реакции организма детей 5-7 лет на работу с ПЭВМ // Физиол. человека. – 2001. – Т. 27, № 6. – С. 23–28.
10. Вегетативная регуляция и умственная работоспособность у детей в процессе обучения в неблагоприятных климатических условиях Среднего Приобья / А.Н. Поборский и др. // Физиол. человека. – 2000. – Т. 26, № 5. – С. 128–136.
11. Галеев А.Р., Игишева Л.Н., Казин Э.М. Variability ритма сердца у здоровых детей в возрасте 6-16 лет // Физиол. человека. – 2002. – Т. 28, № 4. – С. 54–58.
12. Новый подход к оценке суточной variability ритма сердца у здоровых детей / А.В.Соболев и др. // Педиатрия. – 2005. – № 5. – С. 108–112.
13. Панкова Н.Б. Функциональное развитие вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы человека в онтогенезе // Физиол. журн. им. И.М. Сеченова. – 2008. – Т. 94, № 3. – С. 267–275.
14. Чечельницкая С.М. Вегетативная регуляция у детей и подростков. Закономерности становления и роль в реализации риска хронической патологии: автореф. дисс. ... д-ра мед. наук [НИИ детской гематологии]. – М., 2000. – 52 с.
15. Хомич М.М. Критерии оценки функционального состояния кардиореспираторной системы в определении здоровья ребенка: Автореф. дисс. ... д. мед. н. [С.-Петербург. гос.педиатр. мед. акад.]. – С.-Пб., 2005. – 36 с.
16. Приказ МЗ РФ от 30.12.2003 №621 «О комплексной оценке состояния здоровья детей», М.
17. Белоконь Н.А., Кубергер М.Б. Болезни сердца и сосудов у детей: руководство для врачей в 2 т.. – М.: Медицина, 1987. – 446 с.
18. Кушнир С.М., Антонова Л.К. Вегетативная дисфункция и вегетативная дистония. – Тверь: ИП Орлова З.П., 2007. – 214 с.



19. Кардиоинтервалография в оценке реактивности и тяжести состояния больных детей: методические рекомендации / М.Б. Кубергер и др. – М., 1985. – 15 с.

20. Тилт-тест в определении вегетативной реактивности у детей раннего возраста / Л.К. Антонова и др. // Вестник аритмологии. Приложение А. – СПб., 2010. – С. 131.

STATE OF VEGETATIVE REGULATION OF HEART RHYTHM IN HEALTHY CHILDREN IN DIFFERENT PERIODS OF CHILDHOOD

S.M. Kushnir

I.V. Struchkova

I.I. Makarova

L.K. Antonova

*Tver State Medical Academy, Sovetskaya
St., 4, Tver, 170100, Russia*

*E-mail: struchkova.iv@yandex.ru;
iim777@yandex.ru;
antonova.lk@yandex.ru*

The paper presents the results of study of vegetative regulation, based on an analysis of heart rate variability of healthy children between the ages of the first year of life to 17 years. The features of neurogenic, sympathetic-parasympathetic, and humoral support of heart rate at the level of independent contour of vegetative regulation were revealed. It shows age-related changes of vegetative regulatory effects on the formation of heart rate.

Key words: children, vegetative regulation, heart rate variability.



УДК 612.01–053.5

ДИНАМИКА УМСТВЕННОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ УЧАЩИХСЯ 4–11 КЛАССОВ НА УРОКАХ В ТЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ДНЯ И НЕДЕЛИ

В.В. Ставцева

Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет, Россия, 308007,
г. Белгород, ул. Студенческая, 14
E-mail: Stavtseva@bsu.edu.ru

В статье представлены результаты исследования дневной и недельной динамики уровня умственной работоспособности учащихся средних и старших классов. Показаны особенности динамики работоспособности школьников разного возраста, которые следует учитывать при организации здоровьесберегающего образовательного процесса, в частности, при составлении расписания уроков, являющегося важным компонентом школьного режима.

Ключевые слова: умственная работоспособность, хронометраж урока, активность коллектива, количественные и качественные показатели работоспособности, сила нервной деятельности.

Введение

Умственная работоспособность, по определению Р.М. Баевского, это определенный объем умственной работы, который выполняется без снижения оптимального уровня функционирования организма, установившегося для данного индивида. Умственная работоспособность в каждый отрезок времени адекватно отражает функциональное состояние организма школьников, и, поскольку интегрирует основные свойства психики – восприятие, внимание, память и др., является одним из важных факторов, определяющих возможности ученика в овладении знаниями.

Умственная работоспособность в работах М.В. Антроповой, А.В. Аюровой, Н.Б. Бушанской, С.А. Нетопиной, Н.М. Поповой и др. рассматривается в связи с возрастом, полом, состоянием здоровья, психофизиологическими характеристиками человека (силой, подвижностью нервных процессов, тревожностью, экстраверсией-интраверсией и т. д.), с физической, сенсорной, учебной нагрузкой, успешностью обучения.

Исследованиями М.В. Антроповой, посвященными изучению умственной работоспособности детей и подростков, установлено, что работоспособность периодически изменяется в течение суток, в течение недели и учебного года. Суточная периодичность работоспособности находится в тесной связи с суточной периодикой всех физиологических функций организма. Хотя суточный ритм физиологических процессов наследственно закреплен в ходе эволюции, он подвержен влиянию раздражителей, воздействующих на организм извне и из внутренней среды. Выявлено, что биоритмологический оптимум работоспособности у детей школьного возраста приходится на интервал с 10 до 12 часов. В это время наблюдается наибольшая эффективность усвоения учебного материала при наименьших психофизиологических затратах организма [1, 2]. В учебном процессе рекомендуется учитывать закономерности динамики работоспособности детей и подростков [3–5]. В соответствии с гигиеническими требованиями к условиям обучения в общеобразовательных учреждениях наиболее интенсивная нагрузка (по общему количеству баллов по шкале трудности И.Г. Сивкова, 1975 г.) рекомендуется для учащихся 5–8 классов на вторник и четверг, в среду рекомендуется облегченный день. Для школьников 9–11 классов наибольшая нагрузка предполагается на вторник и (или) среду. В расписании уроков для учащихся I ступени основные предметы должны проводиться на 2–3-ем уроках, а для учащихся II и III ступени – на 2, 3, 4-ом уроках [6].

Объект и методы исследования

Объектом исследования являлась умственная работоспособность учащихся разного возраста на уроках в течение учебного дня и недели. Цель исследования заключалась в выявлении особенностей работоспособности учащихся средних и старших классов на уроках.

Умственную работоспособность определяли методом хронометража урока и методом корректурной пробы (по таблицам В.Я.Анфимова). Хронометраж уроков проводили в образовательных учреждениях г. Белгорода и Белгородской области в течение 2008 – 11 г.г. Основные исследования проведены в течение 3 – 4 недель октября, когда адаптация учащихся к учебной нагрузке после летних каникул достигнута. В основном хронометраж проводился в определенном классе на уроках в течение учебного дня на протяжении учебной недели. Урок делили на 9 пятиминутных интервалов, фиксировали число отвлечений учащихся на протяжении каждого интервала времени, по результатам наблюдений строили график работоспособности, вычисляли % отвлечений и % активности коллектива. Анализировали результаты по каждому уроку, средние показатели для разных возрастов по урокам, дням недели. Достоверность разницы показателей рассчитывали по t-критерию Стьюдента с использованием функций Excel Microsoft. Проведен хронометраж 1709 уроков.

Корректурную пробу проводили в 9 – 11 классах в течение 2 минут в начале и 2 минут в конце урока. Определяли объем, и качество выполненной работы, достоверность разницы показателей рассчитывали по t-критерию Стьюдента. Представлены результаты 342 корректурных проб.

Силу нервной деятельности определяли посредством методики теппинг-теста (Е.П. Ильин, 1972 г.) В соответствии с силой нервной деятельности учащихся условно разделили на две группы: к I группе отнесены школьники, обладающие сильной и средней силы нервной деятельностью, ко II – слабой и средне-слабой.

Результаты и их обсуждение

Уровень умственной работоспособности учащихся разных классов

По результатам хронометража уроков сравнивали уровень умственной работоспособности учащихся 4 – 11 классов (табл. 1, рис. 1).

Таблица 1

Уровень работоспособности учащихся 4–11 классов в дни высокой учебной активности (по сумме показателей с понедельника по четверг)

Параметры	Класс							
	4	5	6	7	8	9	10	11
Возраст, лет	9–10	10–11	11–12	12–13	13–14	14–15	15–16	16–17
Активность, %	67.8±2.2	73.7±1.4	63.3±1.8	58.7±1.8	70.9±0.84	65.6±0.51	67.3±0.63	75.4±0.61

Как показано в таблице 1, уровень умственной работоспособности (по % учебной активности) у школьников разных классов различен. Следует отметить, что с увеличением возраста учащихся не наблюдалось равномерного нарастания работоспособности, отмечены волнообразные изменения ее уровня. С 4 по 5 класс уровень умственной работоспособности растет ($p \leq 0.05$), у учащихся 6 и особенно 7 класса (12–13 лет) – значительно понижается (на 15%) по сравнению с уровнем работоспособности школьников 5 класса: с $73.7 \pm 1.4\%$ до $58.7 \pm 1.8\%$ ($p \leq 0.05$). В 8 классе наблюдается достоверное повышение уровня работоспособности, затем в 9 классе (14–15 лет) – его достоверное снижение: с $70.9 \pm 0.84\%$ до $65.5 \pm 0.51\%$ ($p \leq 0.05$). В 9 и 10 классах прирост работоспособности замедляется. В 11 классе работоспособность учащихся повышается ($p \leq 0.05$), наблюдаются наиболее высокие ее показатели. Значительное понижение умственной работоспособности у школьников 11–13 лет и 14–15 лет отражает функциональное состояние организма подростков, обусловленное гормональной перестройкой, характерной для названного возраста. В 11–13 лет в организме большинства девочек и части мальчиков, в 14–15 лет организме большинства мальчиков происходят значительные гормональные изменения, которые обуславливают перестройку в функционировании других сис-



тем органов. В связи с активизацией гипоталамуса существенные изменения претерпевают функции центральной нервной системы. Изменяется эмоциональная сфера: эмоции подростков изменчивы, подвижны, влияют на работоспособность. Повышенная активность гипоталамуса вызывает нарушение баланса корково-подкоркового взаимодействия, в результате чего усиливается генерализованное возбуждение и ослабляется внутреннее торможение. По сравнению с учащимися предыдущей возрастной группы у подростков затруднено образование условно-рефлекторных связей как на первосигнальные, так и на второсигнальные раздражители. Неравномерность роста и развития внутренних органов, недостаточное кровоснабжение тканей также способствуют быстрому развитию утомления в процессе учебных занятий. На уроках и в течение учебного дня учащиеся утомляются быстро, укорачивается время, в течение которого они могут сконцентрировать активное внимание на уроке, увеличивается число отвлечений, понижается учебная активность, снижаются количественный и качественные показатели умственной работоспособности, что сказывается на результатах учебной деятельности. Двигательное беспокойство – изменение положения тела, которое регистрируется у учащихся на уроке, является защитной реакцией организма и объективно отражает нарастание утомления учащихся и снижение их работоспособности. Статический компонент учебной деятельности более интенсифицирует нарастание утомления в конце работы, чем в ее начале. При нормировании учебной нагрузки в течение учебной недели, учебного дня, в процессе организации учебной деятельности на уроке необходимо учитывать особенности работоспособности школьников разного возраста.

Недельная динамика умственной работоспособности учащихся
Рассмотрим, как изменялась работоспособность учащихся разных классов в течение учебной недели (табл. 2).

Таблица 2

Работоспособность учащихся 4–11 классов на уроках в течение недели (по % учебной активности)

День недели	Классы							
	4	5	6	7	8	9	10	11
Понедельник	64.2± 2.05	73.1± 1.65	51.1± 1.32	52.1± 0.98	71.2± 1.71	64.2± 0.77	69.1± 1.16	74.7± 0.98
Вторник	67.1± 2.11	69.8± 2.24	56.2± 2.01	60.6± 1.13	70.1± 2.23	68.9± 1.68	67.1± 1.39	72.8± 1.73
Среда	60.7± 2.46	71.9± 1.19	65.1± 2.21	77.8± 1.05	70.5± 1.39	65.8± 0.80	67.1± 1.14	75.6± 0.98
Четверг	51.5± 2.40	71.1± 2.05	56.1± 1.57	52.3± 0.96	71.9± 2.51	68.9± 1.89	65.8± 1.44	78.8± 1.50
Пятница	67.9± 1.93	65.8± 1.83	58.8± 0.96	58.3± 1.24	65.1± 1.45	61.8± 0.83	61.1± 1.30	71.9± 1.64
Суббота			51.1± 2.13	52.1± 2.03	60.5± 2.54	60.4± 0.92	62.9± 1.70	77.2± 1.63

Как показано в таблице 2, у школьников 4, 6, 7 и 9 классов в первый день недели заметна фаза вработывания в учебную деятельность, в то время как у учащихся 5, 8, 10 и 11 классов понедельник являлся днем высокой работоспособности. Снижение учебной активности, следовательно, работоспособности у школьников 4, 6 и 7 классов приходилось на четверг, у учащихся 5, 8–11 классов – на пятницу.

Неустойчивость работоспособности в течение недели наблюдалась у школьников 6, 7 и 9 классов, у них отмечены волнообразные колебания работоспособности. У учащихся 6 и 7 классов наблюдался пик работоспособности в среду и второй небольшой подъем в пятницу. У школьников 9 класса колебания работоспособности в течение недели выражены в меньшей степени, выявлялись два ее подъема – во вторник и в четверг. Нестабильность работоспособности является отражением напряженности регуляторных процессов в организме подростков, свидетельствует о функциональном

напряжении, возникающим под воздействием учебной нагрузки, о невозможности быстрого восстановления функций у учащихся названных возрастных групп.

Работоспособность у учащихся 4, 5, 8, 10, 11 классов в течение недели закономерно изменялась без резких колебаний – удерживалась на определенном уровне в первой половине недели и снижалась во второй. Следует отметить более высокий, чем у других, уровень работоспособности учащихся 11 класса и повышение работоспособности у них в субботу. В 10 классе работоспособность в субботу оставалась на уровне пятницы, но она ниже, чем в понедельник, в других классах значительно понижалась по сравнению с первым уроком или с уроком с высокой работоспособностью (от 11 до 33%) ($p \leq 0.05$).

Объединив учащихся в группы по возрасту и по особенностям их работоспособности, получили следующие результаты (табл. 3).

Таблица 3

Недельная динамика работоспособности учащихся средних и старших классов (по % учебной активности) ($p \leq 0.05$)

Классы	Дни недели					
	понедельник	вторник	среда	четверг	пятница	суббота
5–7	64.8 ± 1.91	66.2 ± 1.86	67.7 ± 1.59	64.2 ± 2.01	61.2 ± 1.89	61.6 ± 1.95
8	71.2 ± 1.71	70.1 ± 2.23	70.5 ± 1.39	71.9 ± 1.88	65.1 ± 1.45	60.5 ± 1.78
9	64.2 ± 0.77	68.9 ± 1.68	65.8 ± 0.80	68.8 ± 1.89	61.8 ± 0.83	60.4 ± 1.32
10–11	71.8 ± 0.75	69.1 ± 1.09	71.6 ± 0.73	71.1 ± 1.07	67.2 ± 0.83	69.4 ± 1.21

Как свидетельствуют данные, приведенные в таблице 3, у учащихся 5–7 классов в недельной динамике пик работоспособности наблюдался в среду, затем работоспособность понижалась. В 8 классе умственная работоспособность у школьников удерживалась на стабильном уровне с понедельника по четверг, с пятницы понижалась. В 9 классе наблюдались два подъема работоспособности – во вторник и четверг. В 10–11 классах снижение работоспособности наблюдалось с пятницы.

Дневная динамика умственной работоспособности учащихся

Выясняли, как изменяется умственная работоспособность учащихся разных классов в течение учебного дня в разные дни недели (табл. 4).

Таблица 4

Снижение умственной работоспособности учащихся на уроках в разные дни недели (по % учебной активности) ($p \leq 0.05$)

Класс, возраст (лет)	День недели, уроки					
	понедельник	вторник	среда	четверг	пятница	суббота
5 (10–11)	4	3.5	5	5	3	3
6 (11–12)	4	3.5	5	5	3	3
7 (12–13)	4	3.5	5	5	3	3
8 (13–14)	4	4	4	4	3	3
9 (14–15)	5	5	4	5	4	4
10 (15–16)	5	5	4	5	4	3
11 (16–17)	5	5	5	5	4	3

Как свидетельствует таблица 5, у учащихся разного возраста динамика умственной работоспособности в течение учебного дня в разные дни недели различна при наличии определенной закономерности. Так, в динамике умственной работоспособности учащихся 11–13 лет отражается, что их организм с трудом мобилизует внутренние адаптационные резервы для достижения высоких результатов в процессе длительной напряженной работы. Если в понедельник в средних классах (5–7) снижение работоспособности наблюдалось на 4-ом уроке, а пик работоспособности приходился на 2–3 уроки, то во вторник работоспособность была нестабильной – спад работоспособ-



ности происходил на 3 и 5 уроках с подъемом на 4 уроке. В среду и в четверг работоспособность удерживалась на стабильном уровне до 5 урока, затем снижалась. В пятницу и субботу она снижалась уже на 3 уроке. Таким образом, наиболее продуктивными для обучения днями недели у школьников 5–7 классов являлись вторник и среда, в понедельник работоспособность была выше, чем в пятницу.

В 8 классе по сравнению с 5–7 происходила некоторая стабилизация работоспособности: с понедельника по четверг спад ее наблюдался на 4-ом уроке, в пятницу и субботу – на 3-ем. В 9 и 10 классах динамика работоспособности сходна, в разные дни недели ее снижение наблюдалось на разных уроках: в понедельник, вторник и четверг работоспособность снижалась на 5-ом, в среду и пятницу – на 4-ом уроке, в субботу – на 4-ом и 3-ем. В 11 классе, при более высоком уровне работоспособности, чем у школьников другого возраста, динамика ее благоприятна для учебного процесса: с понедельника по четверг спад работоспособности происходил на 5-ом уроке, в пятницу – на 4-ом, в субботу – на 3-ем. Наиболее непродуктивными для учебной работы являлись пятница для учащихся 5–8 классов и суббота для учащихся всех классов.

Достоверность разницы работоспособности по учебной активности учащихся средних и старших классов между понедельником и вторником незначительна ($p \geq 0.05$). Согласно нашим исследованиям, понедельник является днем высокой работоспособности, хотя по показателям учебной активности коллектива за учебный день в понедельник первый урок отмечался как урок вработывания. Анализ динамики работоспособности в процессе урока показал, что на первом уроке период вработывания длиннее, чем на последующих, но в дальнейшем учебная активность учащихся повышается и утомление наступает позже, за счет чего суммарная активность учащихся на первом уроке изменяется незначительно по сравнению со вторым и третьим уроками. На втором и третьем уроках период вработывания короче, учебная активность школьников выше. В другие дни недели на первом уроке период вработывания короче, чем на первом уроке в понедельник.

Исследовали работоспособность учащихся в течение учебного дня по сумме показателей % учебной активности коллектива на уроках (табл. 5).

Таблица 5

Умственная работоспособность учащихся на уроках в течение учебного дня (по сумме % учебной активности)

Урок	Классы, число учащихся (n)									
	5, 6, 7	n	8	n	9	n	10	n	11	n
1	70.5±1.96	542	72.1±1.72	710	67.1±0.96	2384	69.1±1.16	1585	72.7±1.33	1123
2	73.2±1.71	680	71.1±1.58	825	67.9±0.98	2065	69.1±1.27	1327	79.2±1.24	1067
3	62.9±1.75	763	70.1±1.16	763	67.4±0.98	2281	72.0±1.14	1543	76.7±1.12	1425
4	68.4±1.78	485	68.4±1.76	667	61.5±1.08	2024	64.1±1.34	1285	74.5±1.17	1386
5	58.1±1.76	322	64.9±1.86	448	61.1±1.03	2240	62.3±1.28	1429	69.5±1.36	1148
6	57.1± 2.51	207	60.5±2.03	347	60.2±1.36	1305	57.9±1.66	923	71.6±1.52	882

У школьников средних классов так же, как и в течение учебной недели, наблюдалась нестабильность умственной работоспособности в течение учебного дня. Умственная работоспособность учащихся 5–7 классов удерживалась на высоком уровне на 1–2-ом уроках, достоверно снижалась на 3-ем уроке ($p \leq 0.05$), затем несколько повышалась на 4-ом уроке и снова значительно понижалась на 5-ом уроке ($p \leq 0.05$). У школьников 8-го класса наблюдалось некоторое понижение работоспособности на 4-ом уроке и достоверное ее снижение на 5-ом. У учащихся 9–10 классов снижение работоспособности отмечалось на 4-ом уроке, в 11 классе – на 5-ом уроке ($p \leq 0.05$). На 6-ом уроке у школьников всех возрастных групп наблюдался достоверный спад работоспособности.

Провели исследование умственной работоспособности учащихся с помощью буквенных таблиц В.Я. Анфимова. Замеры работоспособности проводились в одних и

тех же классах в течение двух уроков. По силе нервной деятельности школьники условно разделены на две группы.

Динамика работоспособности учащихся 11 классов на 2 и 3 уроках в субботу представлена в таблице 6.

Таблица 6

Динамика умственной работоспособности учащихся I и II групп на 2-м и 3-ем уроках в субботу

Место урока в расписании		Группа учащихся	А			Б			В		
			1	2	Изменение (%)	1	2	Изменение (%)	1	2	Изменение (%)
Суббота, 11 класс	2	I n=22	118.4 ±8.0	149.6 ±7.1	+20.2	11.71 ±0.3 2	9.91 ±0.3 8	+15.4	1.88 ±0.0 7	2.17 ±0.0 8	-15.5
		II n=18	124.0 ±8.2	157.0 ±8.7	+21.0	13.42 ±0.51	14.95 ±0.31	-11.4	1.56 ±0.0 8	2.34 ±0.0 9	-50.1
	3	I n=22	175.4 ±9.6	129.6 ±6.4	-26.1	12.36 ±0.5 3	13.92 ±0.5 4	-11.2	1.71 ±0.0 8	2.61 ±0.0 9	-34.5
		II n=18	161.3 ±8.7	136.3 ±8.3	-15.5	15.62 ±0.6 9	22.8 ±0.7 2	-45.8	2.21 ±0.0 7	2.76 ±0.0 9	-25.1

Обозначения: А – объем работы (число просмотренных знаков); Б – число общих ошибок (в пересчете на 500 знаков); В – число ошибок на дифференцировку (в пересчете на 200 знаков); 1 – замер в начале урока; 2 – замер в конце урока; «+» – положительный сдвиг показателя; «-» – отрицательный сдвиг (ухудшение) показателя.

Как следует из данных, представленных в таблице 6, в субботу у школьников I и II групп от начала к концу 2-го урока достоверно повысился объем выполненной работы ($p \leq 0.05$), но у учащихся II группы увеличилось число ошибок на дифференцировку ($p \leq 0.05$), свидетельствующее об ослаблении дифференцировочного торможения в нейронах коры больших полушарий головного мозга. Уже к концу 2-го урока у учащихся II группы наблюдалось снижение работоспособности (1 фаза утомления) за счет преобладания процесса возбуждения при ослаблении активного торможения. В начале 3-го урока после 15-минутной перемены количественный показатель работоспособности у учащихся обеих групп были выше, чем в начале и в конце 2 урока, но к концу урока значительно ухудшился ($p \leq 0.05$). Оба качественных показателя работоспособности у школьников I и II групп ухудшились. Следует отметить, что у школьников II группы показатель В, характеризующий число ошибок на дифференцировку, уже в начале 3-го урока был выше, чем на 2-ом уроке, что говорит о неблагоприятных для учебной работы изменениях в нервной деятельности, которые не компенсированы отдыхом на перемене. Динамика показателей у учащихся обеих групп свидетельствует о значительном снижении умственной работоспособности на 3-ем уроке, особенно у школьников, обладающих слабой и средне-слабой силой нервной деятельности. На последующих уроках работоспособность была ниже, чем на 3-ем уроке. Аналогичные результаты получены в процессе исследований в других классах. Таким образом, результаты подтверждают данные исследования работоспособности, полученные с помощью хронометража урока, о том, что в субботу работоспособность снижается уже на 3-ем уроке.

Исследовали динамику умственной работоспособности на сдвоенных уроках (табл. 7).



Согласно данным, представленным в таблице 7, если на первом из сдвоенных уроков к концу урока наблюдалось постепенное повышение работоспособности, то на втором уроке выявилось достоверное снижение показателя В у учащихся обеих групп ($p \leq 0.05$), что является свидетельством проявления первой фазы утомления за счет преобладания процесса возбуждения при ослаблении активного торможения.

Таблица 7

Динамика умственной работоспособности учащихся 9 классов на сдвоенных уроках математики

Место урока в расписании		Группа уч-ся	А			Б			В		
			1	2	Из-мене-ние (%)	1	2	Из-мене-ние (%)	1	2	Из-мене-ние (%)
Вторник	3	I n=20	117.2 ±9.6	121.6 ±10.5	+3.6	9.67± 0.12	10.52 ±0.17	-8.1	1.79± 0.04	1.28 ±0.02	+28.5
		II n=28	128.4 ±12.4	133.1 ±13.1	+3.4	12.38 ±0.47	8.17 ± 0.29	+30.8	1.45 ± 0.01	1.16 ± 0.01	+20.0
	4	I n=20	127.1 ±11.5	152.3 ±10.4	+16.6	10.75 ±0.36	12.37 ±0.41	-13.1	1.52 ± 0.02	3.01 ± 0.05	-49.5
		II n=28	120.8 ±9.8	129.3 ±10.2	+6.57	11.97 ±0.52	10.56 ±0.36	+11.8	1.41 ± 0.01	1.87 ± 0.02	-24.6

Несмотря на мастерство учителя, применение им методических приемов, способствующих активизации учебной деятельности учащихся, на втором из сдвоенных уроков их умственная работоспособность снижалась. Хронометраж уроков показал аналогичные результаты: на уроках, которые следовали за сдвоенными уроками, в большинстве случаев регистрировали большое число отвлечений, учебная активность была низкой (около 50%).

Выводы

С увеличением возраста учащихся не наблюдается плавного нарастания их учебной активности и умственной работоспособности; в начальной фазе вступления школьников в период полового созревания отмечается снижение этих показателей.

В недельной динамике работоспособности у учащихся разных классов наблюдаются различия. У школьников 4 класса пик работоспособности приходится на вторник, второй подъем работоспособности наблюдается в пятницу. У учащихся 5–7 классов пик работоспособности приходится на среду. В 9 классе наблюдаются два подъема работоспособности – во вторник и четверг. В 8, 10 и 11 классах работоспособность с понедельника по четверг удерживается на стабильном уровне, снижение работоспособности происходит с пятницы. Наиболее непродуктивными для учебной работы являются пятница для учащихся 5–8 классов и суббота для учащихся всех классов.

Дневная динамика умственной работоспособности школьников разных классов в разные дни недели различна. У школьников средних классов (5–7) наблюдается неустойчивость умственной работоспособности в течение учебного дня так же, как и в течение учебной недели: в понедельник работоспособность снижается на 4 уроке, во вторник снижается дважды – на 3 и 5 уроках, в пятницу и в субботу – на 3-ем. В 8 классе снижение работоспособности наблюдается с понедельника по четверг на 4-ом уроке, в пятницу и субботу на 3-ем уроке. В 9 и 10 классах в понедельник, вторник и четверг снижение работоспособности наблюдается на 5-ом уроке, в среду и пятницу – на 4-ом, в субботу – на 4-ом и 3-ем. В среду и пятницу наиболее продуктивно учащиеся работают только на первых трех уроках. В 11 классе динамика работоспособности благоприятна для учебного процесса: с понедельника по четверг, когда спад работоспособности происходит на 5-ом уроке, в пятницу работоспособность снижается на 4-ом уроке, в субботу – на 3-ем.

К концу второго из сдвоенных уроков, а также на следующем за ним уроке работоспособность снижена.

У учащихся, для которых характерна слабая и средне-слабая сила нервной деятельности, в процессе учебной работы наблюдаются более выраженные неблагоприятные сдвиги умственной работоспособности, что может сказываться на результатах их обучения и состоянии здоровья.

Заключение

При организации образовательного процесса, на наш взгляд, следует учитывать не только общие закономерности динамики умственной работоспособности учащихся, но и ее особенности у школьников разных классов.

Согласно нашим исследованиям, наиболее продуктивными для учебы днями для учащихся 5–7 классов являются вторник и среда, однако при составлении расписания уроков во вторник следует учитывать неустойчивость работоспособности школьников в течение дня и чередовать уроки в соответствии с их трудностью. Для школьников 9-го класса наиболее продуктивными днями являются вторник и четверг, в среду можно рекомендовать несколько уменьшить учебную нагрузку, начиная с 4 урока.

Для школьников 8, 10 и 11 классов дни с понедельника по четверг наиболее продуктивны. Увеличение учебной нагрузки рационально в первой половине недели (вторник или среда). В пятницу и субботу для учащихся всех классов необходимо обеспечить наименьшую нагрузку за счет максимального уменьшения в расписании в эти дни уроков с учебными дисциплинами высокой трудности.

Проведение сдвоенных уроков возможно только при неукоснительном следовании гигиеническим требованиям к условиям обучения в общеобразовательных учреждениях.

Список литературы

1. Антропова М.В. Работоспособность учащихся и ее динамика в процессе учебной и трудовой деятельности. – М.: Просвещение, 1967 – 251 с.
2. Доскин В.А., Куинджи Н.Н. Биологические ритмы растущего организма. – М.: Медицина, 1989. – 220 с.
3. Безруких М.М. Здоровьесберегающая школа. – М.: Московский психолого-социальный институт, 2004. – 240 с.
4. Осмоловская И.М. – Организация дифференцированного обучения в современной общеобразовательной школе. – М.: Изд-во «Институт практической психологии»; Воронеж: Изд-во НПО «МОДЭК», 1998. – 160 с.
5. Нормализация учебной нагрузки школьников. Экспериментальное физиолого-гигиеническое исследование / Под ред. М.В. Антроповой, В.И. Козлова. – М.: Педагогика, 1988.
6. Гигиенические требования к условиям обучения в общеобразовательных учреждениях, СанПиН 2.4.2.1178-02 // Официальные документы в образовании. – 2003. – С. 18–59.

DYNAMICS OF INTELLECTUAL WORKING CAPACITY OF PUPILS 4–11 GRADES AT LESSONS DURING EDUCATIONAL DAY AND WEEK

V.V. Stavtseva

*Belgorod State National Research
University, Studencheskaya St., 14,
Belgorod, 308007, Russia*

E-mail: Stavtseva@bsu.edu.ru

In the article the results of research of day and week dynamics and level of intellectual working capacity of pupils of middle and senior grades are presented. Features of dynamics of working capacity of schoolchildren of different age which should be considered while organizing a health-saving educational process, in particular, while drawing up the schedule of the lessons which are an important component of the school mode are shown.

Key words: intellectual working capacity, lesson timing, activity of collective, qualitative and quantitative indicators of working capacity, strength of nervous activity.



УДК 619:615.24:616.935:636.4

КОМБИНИРОВАННЫЕ ПРЕПАРАТЫ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ДИЗЕНТЕРИИ У СВИНЕЙ¹**В.Д. Буханов¹****А.И. Везенцев¹****Н.П. Зув²****Л.А. Козубова¹****Н.А. Воловичева¹**

¹⁾ Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет,
Россия, 308015, г. Белгород, ул.
Победы, 85

E-mail: vesentse@bsu.edu.ru

²⁾ Белгородская государственная
сельскохозяйственная академия,
Россия, 308503, Белгородская обл.,
п. Майский, ул. Вавилова, 1

E-mail: Stavtseva@bsu.edu.ru

Проведены исследования по определению профилактической и лечебной эффективности комбинированных препаратов, содержащих тилозин и бентониты: биофрад, фрадифур и бентол. Проведенными исследованиями установлено, что изучаемые средства обладают высокой профилактической и лечебной эффективностью при дизентерии свиней.

Ключевые слова: ветеринария, дизентерия свиней, профилактика, лечение, препараты тилозина, монтмориллонит, глина, комбинированные средства, биофрад, фрадифур.

Введение

Изменение эволюционно- и хозяйственно-сложившегося характера содержания и кормления свиней способствуют значительному распространению желудочно-кишечных заболеваний, понижению общей неспецифической и специфической резистентности, а нерациональная терапия – появлению и распространению лекарственно-устойчивых популяций микроорганизмов – возбудителей болезней. Все это, в конечном счете, способствует значительной заболеваемости и гибели, в первую очередь, молодняка сельскохозяйственных животных, а также снижению уровня естественной резистентности и иммунобиологической реактивности, на фоне которой проявляет свое действие условно-патогенная микрофлора, что затрудняет проведение мер профилактики желудочно-кишечных болезней. Причем, большинство патологий желудочно-кишечного тракта, в том числе и дизентерия свиней, протекают с участием не одного, а одновременно нескольких возбудителей.

Изучение этиологии и патогенеза заболевания, разработка эффективных способов терапии и профилактики имеет важное народнохозяйственное значение при решении вопроса обеспечения населения страны продуктами животноводства. Решение этой задачи предусматривает использование профилактических и лечебных средств, цикличность и ротацию при их применении, разработку новых схем лечебно-профилактических обработок животных и создание на их основе новых соединений с потенцированным, синергидным антимикробным действием, привыкание к которым станет маловероятным, а лечебно-профилактический эффект будет значительно выше, так как индивидуальными, даже самыми современными высокоэффективными препаратами широкого спектра бывает трудно губительно воздействовать на разнообразную, устойчивую к химиотерапевтическим препаратам микрофлору. Одним из основных направлений создания новых фармакологических средств является конструирование комплексных препаратов. Это направление представляет собой основу ветеринарной фармакологии [1].

¹ Работа выполнена при поддержке государственным контрактом, проект № 16.740.11.0168

Дизентерия свиней – контагиозная инфекционная болезнь, проявляющаяся кроваво-слизистой диареей и катарально-геморрагическим воспалением слизистой оболочки толстого отдела кишечника. Она протекает в виде эпизоотии и энзоотии, чаще ее регистрируют у поросят на участке дорастивания и в первый период откорма независимо от сезона года. Источник возбудителя инфекции – больные и переболевшие свиньи, а природный резервуар – мыши и крысы [2].

Возбудитель болезни – *Brachyspira hyodysenteriae* – грамотрицательная, подвижная (змееподобное движение), анаэробная спирохета с 2–3 (и более) плавными изгибами и заостренными концами, спор и капсул не образует, длина ее 6.0–11.0 мкм, диаметр 0.3–0.4 мкм. *B. hyodysenteriae* имеет внешнюю оболочку, а внутри клетки – 7 – 13 осевых фибрилл, входящих с каждого конца в цилиндр протоплазмы и перекрестывающихся вблизи центра спирохеты.

Оздоровительные мероприятия при дизентерии включают: применение эффективных химиотерапевтических средств; проведение механической очистки и дезинфекцию свинарников, подсобных помещений, предметов ухода, спецодежды и обуви обслуживающего персонала; дератизацию и дезинсекцию. В качестве лечебных и профилактических средств во многих странах, в том числе и в России, используют карбадокс, динамутилин, тиавет, диметридазол, ипронидазол, ронидазол, урзометронид, виргиниамицин, линкомицин, моненсин, салиномицин, седекамицин, тердекамицин [3]. Согласно инструкции в нашей стране применяют ветдипасфен, нифулин, тилан, фармазин и трихопол [4]. Помимо этого в отечественной ветеринарной практике широко используют макролидные антибиотики из группы тилозина, чаще тилозин и фрадизин. Последний является одним из препаратов микробиологического синтеза, представляя собой кормовую форму тилозина. Выпускают фрадизин-5 и фрадизин-10, что свидетельствует о содержании в 1 г препарата 5 или 10 мг тилозина. Наряду с антибиотиком в его состав входит комплекс биологически активных веществ, в том числе аминокислоты, витамины, ферменты, макро- и микроэлементы [3]. В последнее время препарат выпускают в виде фрадизина-40 и фрадизина-50. При длительном применении эффективность тилозинсодержащих препаратов может снижаться.

На основе фрадизина – 40 (50) нами разработаны композиционные антимикробные препараты: «Фрадифур», состоящий из фрадизина-50, фуразонала и монтмориллонита и «Биофрад», включающий биовит-120, фрадизин-40(50) и монтмориллонит, которые обладают повышенной ингибирующей активностью по отношению к болезнетворным микроорганизмам, в том числе и к возбудителю дизентерии свиней [5]. Введение в препараты обогащённой монтмориллонитовой глины связано с тем, что минеральные вещества играют важную роль в обменных процессах. Их влияние на организм определяется тем, что макро- и микроэлементы участвуют в построении опорных тканей, поддержании гомеостаза организма, активизации биохимических реакций, воздействии на ферментные и гормональные системы, симбионтную микрофлору желудочно-кишечного тракта. Несбалансированность рационов по минеральным веществам сдерживает рост поголовья, снижает продуктивность, плодовитость, вызывает заболевания и гибель животных, ухудшает качество их продукции [5–8].

В последние годы появились сообщения об использовании смектит – монтмориллонитсодержащих глин при серьезных интоксикациях организма, как животных, так и человека [9]. Не хуже современных антибиотиков они справляются и с болезнетворными бактериями. Но, в отличие от традиционных лекарственных препаратов, смектит-монтмориллонитовые препараты остаются химически инертными, а, следовательно, абсолютно безвредными для организма, они инактивируют только вредоносные микробы и токсины, обновляя клетки, способствуют улучшению иммунитета. Благодаря широкому диапазону применения при различных заболеваниях, физическим способностям к регенерации тканей, антитоксическим, антисептическим, бактерицидным и консервирующим свойствам, глинистые минералы – незаменимый помощник здоровью животных.

Лечебное действие глинистых природных материалов типа монтмориллонитов (смектитов), объясняется их сорбционно-адгезивными и ионоселективными свойствами, а также насыщенностью разнообразными жизненно необходимыми химиче-



скими элементами, часть из которых находится в биологически доступной форме. Попадая внутрь организма, природные сорбенты, посредством нормализации содержания микро- и макроэлементов, способны стимулировать процессы авторегуляции обмена веществ. Установлено, что при их использовании нормализуется функция кишечника, повышается воспроизводительная способность и резистентность организма, увеличивается прирост живой массы, улучшаются качественные показатели продукции: мяса, молока, яиц. С помощью природных сорбентов можно профилактировать желудочно-кишечные болезни [9].

Монтмориллонит – глинистый минерал, относящийся к классу слоистых силикатов. Встречается в природе в виде мелких несовершенных кристаллов. Структура минерала – трехслойный пакет типа (2:1): два слоя кремнекислородных тетраэдров $[\text{SiO}_4]^{4-}$, обращенных вершинами друг к другу, с двух сторон покрывающих слой алюмогидроксильных октаэдров $[\text{Al}(\text{O},\text{OH})_6]$. Связь между пакетами слаба, межпакетное расстояние велико и в него могут внедряться молекулы воды или другие полярные молекулы, а также обменные катионы и анионы. Минерал не токсичен для животных, не обладает кумулятивными свойствами, эмбриотоксичность, тератогенность, раздражающее действие на слизистые оболочки экспериментально не установлено. Он связывает и выводит из организма токсичные вещества, оптимизирует обмен белков, липидов, жизненно важных микроэлементов, способствует всасыванию витаминов пищеварительной системой, нормализует функцию кишечника, повышает неспецифическую резистентность организма, положительно влияет на продуктивность и воспроизводительные функции животных. При этом улучшается биологическая ценность и экологическая чистота продукции животноводства.

Высокая адсорбционная способность определенных видов глин обусловлена их составом, высокоразвитой удельной поверхностью и слоистой структурой. Такого рода адсорбенты обычно имеют большую удельную поверхность – до нескольких сотен $\text{м}^2/\text{г}$. Расстояние между элементарными слоями, составляющими структурную основу глины, составляет доли нанометра. Если увеличить это расстояние, можно существенно повысить удельную поверхность нативного материала и тем самым его адсорбционные свойства [2].

Отмечено, что монтмориллонитовые глины эффективны в профилактике и лечении диарей у поросят, особенно в послеотъемный период [3].

Монтмориллониты, как основа бентонитов, а также цеолиты нашли применение при производстве рассыпных, гранулированных и брикетированных комбикормов, премиксов, минерально-аммонийных препаратов, амидоконцентратных добавок, экструзии зерновых кормов, мясо-костной и жирно-костной муки, белково-жировой массы из сточных вод мясокомбинатов, сыпучего кормового жира и сыпучей мелассы, для стабилизации йодидов, улучшения качества кормовых белковых добавок микробиологического синтеза, консервантов кормов и лекарственных препаратов. Бентонит широко используется для улучшения технологических свойств кормов, выступает в качестве связующего и обезвоживающего средства.

Перспективными для изучения являются препараты «Фрадифур», состоящий из фразидина-50, фуразонала и монтмориллонита и «Биофрад», включающий биовит-120 и фразидин-40(50) и монтмориллонит. Эффективность указанных препаратов изучали в отношении дизентерии свиней, одним из симптомов которой является гастроэнтерит.

Цель исследований – получение ветеринарных препаратов и изучение лечебной и профилактической эффективности комбинированных препаратов фразифура и биофрада при дизентерии свиней.

Объекты и методы исследования

Изучение лечебной эффективности «Биофрада» и «Фрадифура» проводили в научно-хозяйственных опытах на поросятах, больных дизентерией. Диагноз на данное заболевание устанавливали с помощью эпизоотологических, клинических и лабораторных исследований, а также результатов патологоанатомического вскрытия. Препара-

раты применяли с кормом в течение 10 дней. Дозы «Биофрада» и «Фрадифура» для всех видов животных по активно действующему веществу составляли 10 мг/кг массы тела, т.е. по 5 мг/кг активно действующего вещества каждого химиотерапевтического ингредиента, входящего в состав композиции. В обеих композициях обогащённая монтмориллонитовая глина присутствовала в качестве сорбционно-минеральной добавки в дозе 300 мг/кг массы тела. Сравнительным контролем «Биофрада» служил биовит, «Фрадифура» – фуразонал, а для обоих препаратов – фразизин в дозах 10 мг активно действующего вещества на кг массы тела. Ежедневно и 14 суток после завершения опытов вели клинические наблюдения, учитывали заболеваемость и падёж. До и после проведенного курса лечения микробиологическому исследованию подвергали фекалии опытных животных.

Формирование групп животных для проведения экспериментов проводили по принципу аналогов, где учитывали возраст, породу, живую массу, физиологическое состояние, продуктивность, состояние здоровья. Количество животных в группах определяли целесообразностью объективной оценки полученных результатов и их статистической достоверности.

Клиническое обследование животных проводили по общепринятой схеме, описанной в книге «Клиническая диагностика внутренних незаразных болезней сельскохозяйственных животных» (1981) и в других источниках. Гематологические и биохимические исследования проведены по методам, опубликованным в книге «Методические указания по применению унифицированных биохимических методов исследования крови, мочи и молока в ветеринарных лабораториях» (1981), подсчет количества эритроцитов и лейкоцитов – на приборе «Культер-Каунтер», определение гемоглобина – по Сали, общего белка – рефрактометрическим методом, белковых фракций – по Карпюку, общих липидов – по цветной реакции с сульфованилиновым реактивом.

Профилактическую эффективность этих препаратов определяли на поросятах, подозреваемых в заражении дизентерией. Опытные животные с кормом в течение семи суток получали «Биофрад» и «Фрадифур». Дозы препаратов были такими же, как и при лечении. В качестве контроля использовали идентичных животных, в корме которых отсутствовали антибактериальные препараты. За подопытными животными наблюдали в течение 30 суток. В начале и конце эксперимента проводили взвешивание животных, а клинические наблюдения осуществляли каждый день. При этом учитывали заболеваемость и падёж.

Влияние тилозинсодержащих препаратов на функции органов пищеварения изучали в процессе определения их лечебной и профилактической эффективности. Фецес подвергали органолептическим, микроскопическим и химическим исследованиям.

Полученные данные обрабатывали статистически общепринятыми вариационными методами.

Обсуждение результатов

Проведенные опыты по выяснению лечебной эффективности «Биофрада» и «Фрадифура» свидетельствуют об их высокой результативности. Из данных, представленных в таблице 1, установлено, что «Биофрад» обладает лучшим терапевтическим действием, чем «Фрадифур».

Таблица 1

Сравнительная эффективность тилозинсодержащих препаратов при дизентерии поросят*

Биофрад	Биовит	Фрадифур	Фуразонал	Фразизин
20/12	20/2	20/12	20/0	20/11

*Количество больных дизентерией поросят в начале (числитель) и выздоровевших в конце опыта (знаменатель).

В контрольных группах, в которых терапия больных животных осуществлялась



биовитом и фуразоналом, установлено, что фуразонал ни в одной контрольной группе не способствовал выздоровлению животных. В основном эффективность фразидина на 6–10 % была ниже «Биофрада» и на 5–7% ниже «Фрадифура». В некоторых случаях она была равной «Фрадифуру».

Лечение больных поросят «Биофрадом» и «Фрадифуром» существенно изменяло пейзаж микрофлоры их каловых масс. По окончании терапевтического курса «Биофрадом» в испражнениях опытных животных не обнару-

живали брахиспир. После проведенного курса лечения «Фрадифуром» в фекасах животных также не выявляли брахиспир. В то же время следует отметить, что в обоих случаях снижалась концентрация не дифференцируемой нами микрофлоры на 50–70%.

Результаты апробации профилактической эффективности «Биофрада» и «Фрадифура», содержащиеся в таблице 2, указывают на высокую степень профилактики «Биофрадом» и «Фрадифуром», гастроэнтеритов, обусловленных дизентерией, хотя заболеваемость животных в контроле была высокой и составила 40%.

Таблица 2

Эффективность тилозинсодержащих препаратов при профилактике дизентерии

Биофрад	Фрадифур	Контроль
Количество поросят в начале опыта		
20	20	20
Заболело гастроэнтеритами в течение 30 суток		
3	4	8

За период наблюдения среднесуточный прирост поросят от применения «Биофрада» и «Фрадифура» составил 250 и 240 г. В контроле показатели прироста животных были ниже на 25–43%.

Проведенными исследованиями установлено, что физические свойства кала не отличались от таковых у контрольных животных. Запах фекалий был естественным, цвет их не изменялся, оформленность и консистенция были идентичными.

При микроскопическом обследовании мазков кала, обработанных спиртовым раствором судана-3, обнаруживали единичные жировые капли и крахмальные зёрна при окраске спиртовым раствором Люголя. У животных, получавших препараты, отмечено незначительное содержания белка в кале. Также в нём не выявлено увеличения количества желчных и кровяных пигментов.

Произвольные акты мочеиспускания у поросят всех опытных групп были регулярными, безболезненными, в естественной позе. Моча светло-жёлтого цвета, прозрачная, водянистой консистенции со специфическим запахом и концентрацией водородных ионов, не превышающих нормативных показателей.

Заключение

По результатам проведенных исследований сделаны следующие выводы:

1. «Биофрад» и «Фрадифур» эффективны при гастроэнтеритах у свиней, обусловленных дизентерией, в дозах 10 мг/кг массы тела (по активно действующему веществу) и сорбционно-минеральной добавки в дозе 300 мг/кг массы тела при длительности применения 10 суток с лечебной целью, либо 7 суток с профилактической целью.

2. Длительное энтеральное назначение тилозинсодержащих препаратов не оказывает отрицательного влияния на физиологическое состояние поросят.

Список литературы

1. Зуев, Н.П. Терапевтическая эффективность композиционных тилозинсодержащих препаратов в остром опыте / Н.П. Зуев, В.Д. Буханов // Материалы первого съезда ветеринарных фармакологов России. – Воронеж: С.РАСН ВНИВИПФ и Т, 2007. – С. 307 – 311.

2. Буханов, В.Д. Современные проблемы качественного питания и получение экологически чистых продуктов животного происхождения / В.Д. Буханов, А.И. Везенцев, Л.И. Науменко, Н.И. Мячикова // Прогресивна техніка та технології харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі: Зб. Наук. Пр. – Харків: ХДУХТ, 2009 май. – С.474-479.
3. Буханов, В.Д. Применение фитоаскорбоминералосорбента при колибактериозе телят и дизентерии свиней / В.Д. Буханов, А.И. Везенцев, А.А. Шапошников, В.Н. Скворцов, Н.П. Зуев, Л.А. Козубова, Н.А. Воловичева, Г.В. Фролов // Научные ведомости БелГУ. Серия естественные науки. – № 9 (80), 2010. – Выпуск 11. – С. 99 – 103.
4. Буханов В.Д., Скворцов В.Н., Везенцев А.И., Козубова Л.А., Королькова С.В., Воловичева Н.А. Химический состав и сорбционные свойства препаратов «Экос» и «Экос-О» // Актуальные проблемы болезней обмена веществ у сельскохозяйственных животных в современных условиях : материалы международной научно-практической конференции посвящённой 40-летию ГНУ ВНИВИПФиТ / Воронеж, 2010. – С. 64-68.
5. Благитко, Е.М Профилактические и лечебные свойства природных цеолитов (Биологически активные пищевые добавки типа «Литовит») /Е.М. Благитко, В.И. Бгатов, А.В. Ефремов и др.– Новосибирск: "Экор", 1999. – 160 с.
6. Буханов, В.Д. Чувствительность микроорганизмов к унифицированным наноструктурным монтмориллонитсодержащим сорбентам /В.Д. Буханов, А.И. Везенцев, Н.А. Сафонов, Л.А. Козубова, С.В. Королькова, Н.А. Воловичева //Актуальные проблемы ветеринарной фармакологии, токсикологии и фармации : материалы III съезда фармакологов и токсикологов России: «». – Санкт-Петербург, 2011. – С.83 – 86.
7. Зуев, Н.П. Получение и разработка антимикробных композиций на основе тилозинсодержащих препаратов / Н.П. Зуев, В.Д. Буханов // Материалы первого съезда ветеринарных фармакологов России. – Воронеж С.РАСН ВНИВИПФ и Т, 2007. – С. 311 – 316.
8. Шапошников, А.А. Использование природного гидроалюмосиликата в животноводстве и ветеринарии: методические рекомендации / А.А. Шапошников, И.А. Бойко, В.Д. Буханов и др. – Белгород, 2000. – 18 с.
9. Везенцев, А.И. Диоктаэдрические смектиты как противоязвенное средство /А.И. Везенцев, И.И. Бойко, В.Ф. Рудиченко, В.Н. Попенко // Сорбенты как фактор качества жизни и здоровья : материалы III Международной конференции. – Белгород, 2008. – С. 210 – 215.

COMBINED PREPARATIONS FOR TREATMENT OF DYSENTERY OF PIGS

V.D. Bukhanov¹

A.I. Vesentsev¹

N.P. Zuev²

L.A. Kozubova¹

N.A. Volovicheva¹

¹⁾ Belgorod State National Research University, Pobedy St., 85, Belgorod, 308015, Russia

E-mail: vesentsev@bsu.edu.ru

²⁾ Belgorod State Agricultural Academy, Vavilova St., 1, Maysky Sett., 308503, Belgorod Dist., Belgorod Reg.

Research to study the preventive and medical efficiency of combined preparations containing tylosynum and bentonites: biofard, fradifur and bentol are carried out. The conducted research revealed that the studied remedies possess high preventive and medical efficiency for dysentery of pigs.

Key words: veterinary science, dysentery of pigs, preventive maintenance, treatment, tylosynum preparations, montmorillonite, clay, combined preparations, biofard, fradifur.



ХИМИЯ

УДК 681.2

СИНТЕЗ МОДИФИЦИРОВАННЫХ НАНОГИДРОКСИАПАТИТОВ МЕТОДОМ ОСАЖДЕНИЯ ИЗ РАСТВОРОВ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ БИОРЕЗОРБИРУЕМОСТИ¹

М.А. Трубицын
Н.Г. Габрук
И.И. Олейникова
Ле Ван Тхуан
Доан Ван Дат

Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет,
Россия, 308015, г. Белгород,
ул. Победы, 85
E-mail: gabruk@bsu.edu.ru

В работе проведены синтез и исследование морфологических характеристик биорезорбируемых материалов на основе наногидроксиапатитов, модифицированных карбонат- и силикат-ионами. Методом осаждения из растворов синтезированы модифицированные гидроксиапатиты (МГАП) с размером кристаллов 11–27 нм, что в 3–6 раз меньше немодифицированного гидроксиапатита. Изучено влияние варьирования коэффициентов замещения силикат- и карбонат-ионов на функциональные характеристики и биорезорбируемость МГАП. Установлено, что полученные МГАП являются перспективным биоматериалом для ортопедического и дентального протезирования.

Ключевые слова: гидроксиапатит, модифицированный наногидроксиапатит, кремнийсодержащий наногидроксиапатит, карбонатсодержащий наногидроксиапатит, биорезорбируемость.

Введение

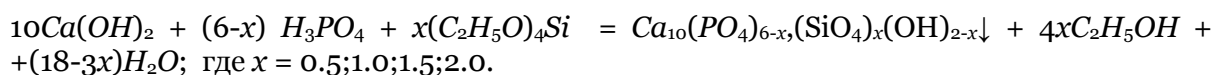
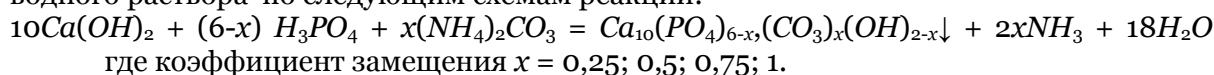
В настоящее время перспективным направлением исследования является разработка биоматериалов на основе фосфата кальция для замены и восстановления поврежденных костных тканей. В ряду биоматериалов, используемых в костной хирургии и стоматологии гидроксиапатит (ГАП , $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) занимает особое место, так как он является синтетическим аналогом минеральной составляющей костной ткани и биологически совместим с организмом человека [1]. Однако применение немодифицированного гидроксиапатита имеет существенный недостаток, вследствие низкой скоростью резорбции при контакте в организме с межтканевыми жидкостями. Увеличение резорбируемости материалов на основе гидроксиапатита может быть достигнуто путем увеличения удельной поверхности порошков фосфатов кальция при уменьшении размеров кристаллитов, изменения параметров кристаллохимической решетки и степени упорядоченности структуры, а также химического модифицирования фосфатов кальция биосовместимыми ионами [2]. Было установлено, что апатитные материалы, в частности, гидроксиапатиты, модифицированные ионами кремния и карбоната, способствуют улучшенной пролиферации остеобластов и росту внеклеточного матрикса, а также ускоренной минерализации костной ткани [3]. В данной работе для регулирования скорости резорбции биоматериалов на основе гидроксиапатита выбрали метод химического модифицирования как наиболее перспективный подход.

¹ Работа выполнена в рамках договора об условиях предоставления и использования субсидии на реализацию комплексного проекта по созданию высокотехнологичного производства, выполняемого с участием российского высшего учебного заведения № 13.G25.31.0006 от 07.09.2010г. «Биосовместимые композиционные и кальцийсодержащие остеопластические и лечебно-профилактические материалы для медицины».

Целью нашей работы являлся синтез и исследование морфологических характеристик кремнийсодержащего (Si-ГАП) и карбонатсодержащего (КГАП) наногидроксипатитов с заданным составом, а также их биорезорбируемости.

Материал и методы исследования

Образцы модифицированных ГАП были синтезированы методом осаждения из водного раствора по следующим схемам реакции:



К насыщенному раствору $\text{Ca}(\text{OH})_2$ добавляли определенное количество реагента, учитывая что силикат- и карбонат-ионы замещают в кристаллической решетке ГАП либо OH -группы, либо PO_4^{3-} -группы до 7,4% [4], а соотношение $\text{Ca}/(\text{P}+\text{Si}) = \text{Ca}/(\text{P}+\text{CO}_3^{2-})$ равно 1,67 и остается постоянным. Затем добавляли рассчитанное количество фосфорной кислоты при интенсивном перемешивании. Осадок отстаивали при комнатной температуре в течение 24 час. и отделяли от маточного раствора фильтрованием, сушили до постоянной массы. Для достижения наибольшей степени кристалличности и более полного удаления побочных продуктов реакции образцы МГАП прокаливали в течение 2 час. В качестве объекта сравнения выбран, синтезированный ранее немодифицированный ГАП.

Структуру поверхности и физико-химические характеристики полученных образцов исследовали методами ИК-спектроскопии, рентгенофазового анализа (РФА), просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ) и методом БЭТ (измерение удельной поверхности и пористости). Для оценки биорезорбируемости образцов МГАП изучали динамику их растворения в растворе хлороводородной кислоты с $C(1/\text{HCl}) = 10^{-3} \text{ М}$ с помощью pH -метра Metter Toledo.

Результаты исследования и обсуждение

Для исследования формы частиц, кристаллической структуры продуктов и их химического состава проводили анализ с помощью просвечивающей электронной микроскопии со встроенным детектором энергодисперсионного анализа на приборе Tescan G2 20F S-TWIN. Установлено, что немодифицированный гидроксипатит в водной суспензии существует в виде кристаллов длиной 100–200 нм и шириной 15–20 нм, у частиц Si-ГАП длина кристаллов составляет 60–95 нм и ширина 4–8 нм, у КГАП 75–115 нм и 10–15 нм, соответственно (рис. 1). Предполагалось, что подобная структура и размер кристаллов модифицированных ГАП могут обеспечить повышение резорбируемости, а, следовательно, и биоактивность материала по сравнению с обычным ГАП.

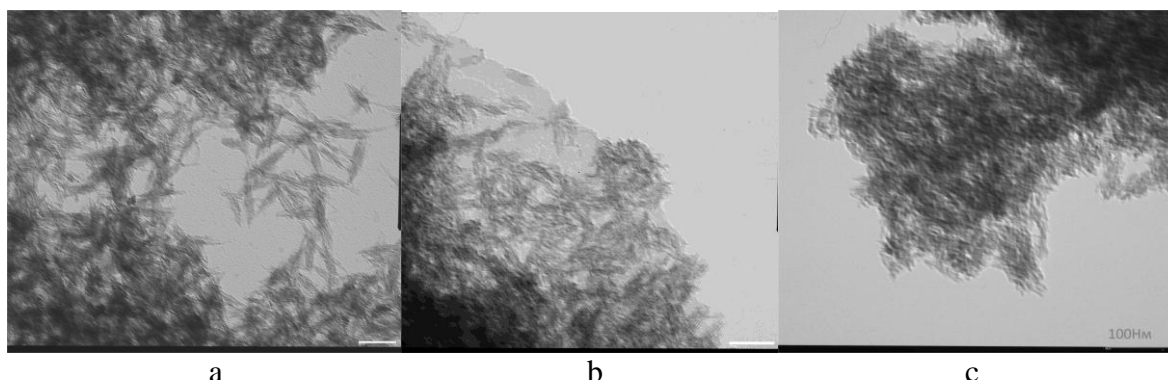


Рис. 1. ПЭМ-микрофотография наночастиц ГАП (а), Si-ГАП (b) и КГАП (с)

С целью определения фазовой чистоты, параметров элементарной ячейки, степени кристалличности и размера кристалла, а также пространственной группы полученных порошков проводили РФА на рентгеновском дифрактометре ARL X'TRA. Полученные результаты приведены в таблице 1 и на рисунке 2.

Таблица 1

Рентгенокачественные характеристики полученных образцов

		Число фаз	Постоянная решетки, Å°		Кристалличность, %	Размер кристаллов, нм
			a=b	c		
ГАП		1	9.414	6.865	91.00	65.51
Si-ГАП	x=0.50	1	9.440	6.916	92.49	19.29
	x=1.00	1	9.423	6.902	90.25	12.78
	x=1.50	1	9.424	6.904	85.39	11.37
	x=2.00	1	9.420	6.908	88.43	11.68
КГАП	x=0.25	1	9.442	6.904	90.49	26.49
	x=0.50	1	9.436	6.906	89.86	24.66
	x=0.75	1	9.424	6.910	90.23	20.84
	x=1.00	1	9.380	6.881	92.00	17.71

По данным РФА установлено, что полученные образцы принадлежат к пространственной группе $R\bar{6}_3/m$ гексагональной системы и являются однофазными. По смещению пиков у образцов Si-ГАП и КГАП относительно ГАП (рис. 2) можно сделать вывод об изменении объема элементарной ячейки за счет встраивания в решетку силикат- и карбонат-ионов. При этом наблюдается уменьшение размера кристаллов МГАП по сравнению с немодифицированным ГАП.

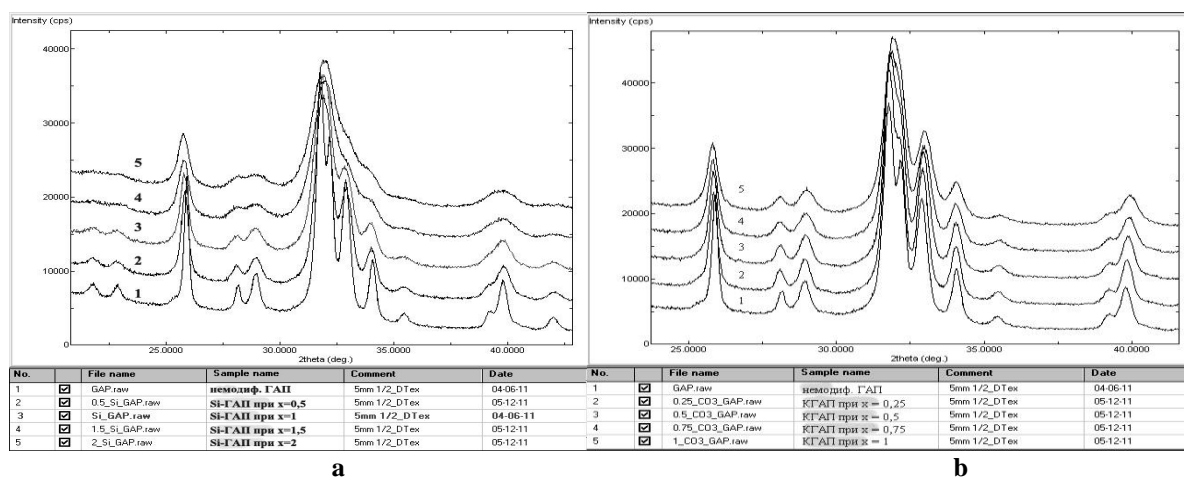


Рис. 2. Дифрактограммы РФА образцов Si-ГАП (a) и КГАП (b)

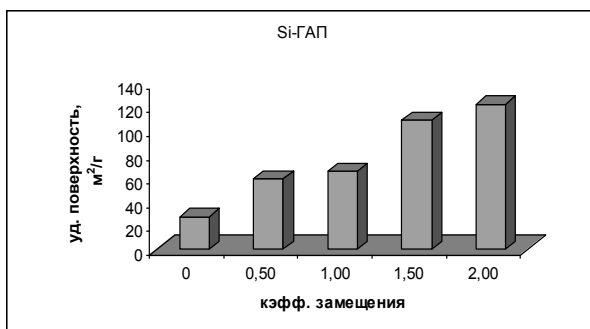
Помимо этого, из данных, представленных в таблице 1 видно, что при увеличении коэффициента замещения, увеличивается концентрация модифицирующего агента, а размер кристаллов у МГАП уменьшается. Кристалличность немодифицированного и модифицированных ГАП составляет 85–92%. Среди синтезированных образцов Si-ГАП, наибольшая кристалличность у $Si_{0.5}$ -ГАП, а наименьшая у $Si_{1.5}$ -ГАП.

В табл. 2. представлены результаты определения удельной поверхности, объема и среднего размера пор, которое проводилось методом низкотемпературной адсорбции и термодесорбции азота (метод БЭТ) на газо-адсорбционном анализаторе TriStar II 3020. Видно, что внедрение силикат- и карбонат-ионов в кристаллическую решетку ГАП приводит к увеличению удельной поверхности, объема и среднего размера пор почти в 2–4 раза по сравнению с обычным наногидроксиапатитом, что может положительно отразиться на сорбционных свойствах ГАП. При этом удельная поверхность образцов МГАП увеличивается с повышением коэффициента замещения (рис. 3).

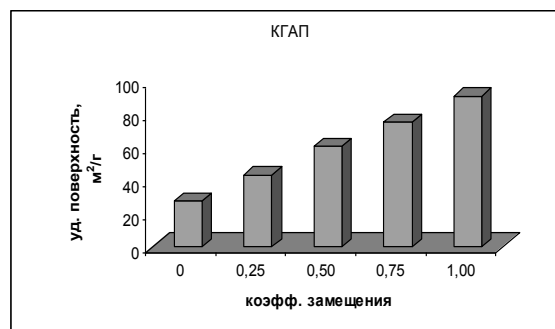
Таблица 2

Физико-химические характеристики образцов ГАП и МГАП

		Удельная поверх- ность, м ² /г	Объем пор, см ³ /г	Средний размер пор, А°
ГАП		27.703	0.118	171.76
Si-ГАП	X=0.50	59.065	0.275	278.11
	X=1.00	65.990	0.523	316.94
	X=1.50	108.969	0.582	212.17
	X=2.00	122.216	0.735	240.43
КГАП	X=0.25	43.459	0.394	362.92
	X=0.50	60.536	0.421	264.79
	X=0.75	75.542	0.481	254.56
	X=1.00	91.004	0.496	218.05



а



б

Рис. 3. Зависимость удельной поверхности образцов Si-ГАП (а) и КГАП (б) от коэффициента замещения

Качественный анализ на наличие силикатов и карбонат-ионов в тех или иных позициях кристаллической структуры был проведен методом ИК-спектроскопии на ИК-Фурье спектрометре Nicolet 6700 (рис. 4).

Спектры продуктов синтеза имеют полосы поглощения, характерные для немодифицированного гидроксилапатита кальция. В спектрах МГАП наблюдаются слабые сигналы при 870 и 497 см⁻¹, указывающие на присутствие силикат-ионов в структуре гидроксиапатита и карбонат-ионов при 1479 и 875 см⁻¹. Интенсивность этих полос увеличивается при повышении коэффициента замещения. Для ГАП полосы валентных колебаний ионов OH^- при 3571 см⁻¹ и гидроксильное вибрационное колебание при 620 см⁻¹ аналогичны образцам МГАП. Однако их интенсивность не так велика, а с повышением содержания кремния и карбоната эти пики пропадают в связи с уменьшением количества ионов OH^- в соединении. Различие ИК-спектров кристаллического ГАП и МГАП наблюдается в интервале частот, отвечающих за деформационные колебания групп PO_4^{3-} . Если в ИК-спектре ГАП имеется характерный триплет с частотами при 653, 620 и 589 см⁻¹, то в спектрах МГАП в этой области присутствуют только две полосы при 651 и 589 см⁻¹, соответствующие деформационным колебаниям групп PO_4^{3-} . Обнаруживаются фосфатные колебания при 962–960 см⁻¹, и при 1085–1007 см⁻¹, интенсивность которых уменьшается при увеличении коэффициента замещения. Таким образом, данные ИК-спектроскопии свидетельствует о формировании Si-ГАП и КГАП смешанного типа, то есть замещение на SiO_4^{4-} или CO_3^{2-} группы происходит параллельно OH^- и PO_4^{3-} группами.

На рисунке 5 представлены результаты исследования биорезорбируемости образцов МГАП. Установлено, что внедрение биосовместимых ионов в кристаллическую решетку ГАП приводит не только к оптимизации физико-химических характеристик, но и к повышению биорезорбируемости. С повышением содержанием доли силикат- и карбонат-анионов в структуре МГАП наблюдается заметное увеличение биорезорби-

руемости МГАП. При этом, скорость растворения $Si_{2,0}$ -ГАП примерно в 1.2 раз больше, чем у $Si_{0,5}$ -ГАП. КГАП и Si -ГАП обладают сравнимой скоростью растворения.

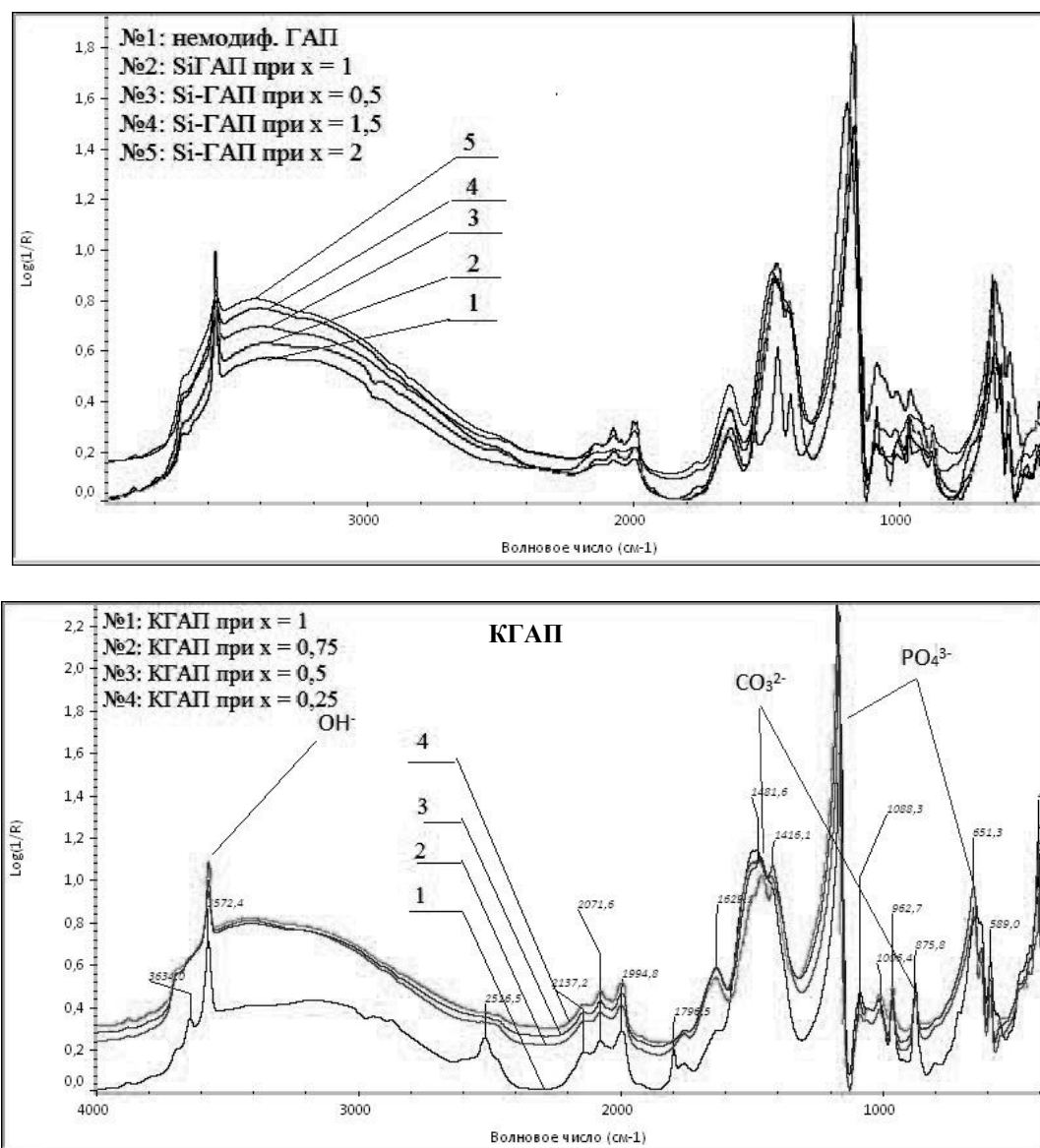


Рис. 4. ИК-спектры образцов Si -ГАП и КГАП

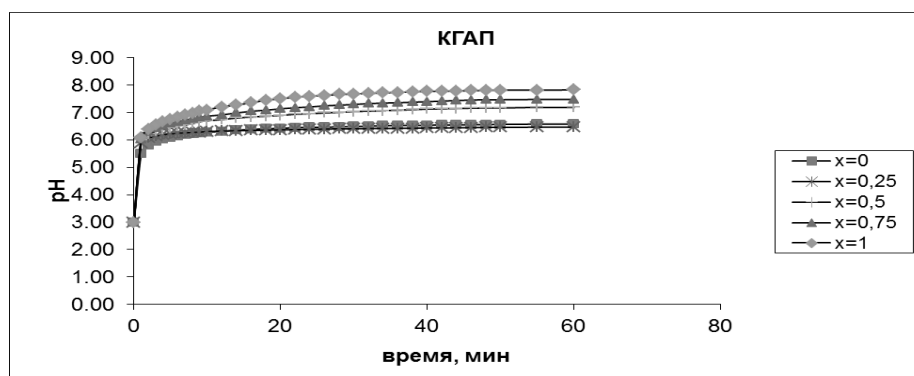
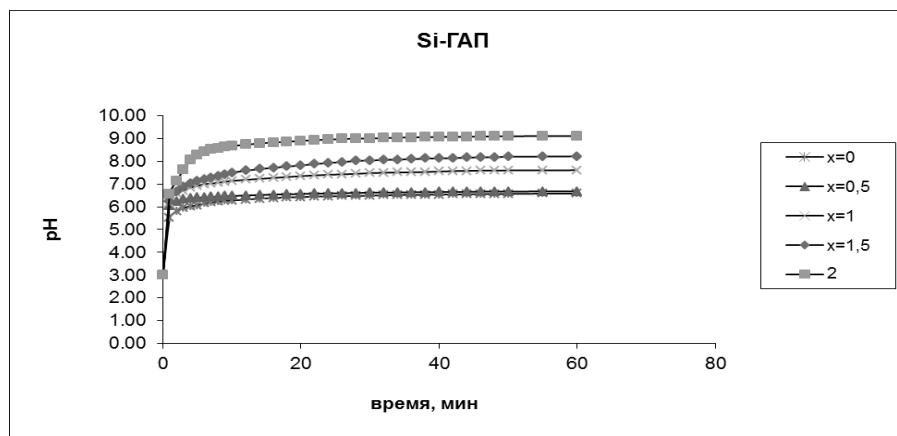


Рис. 5. Динамика растворения МГАП в HCl



Окончание рис. 5. Динамика растворения МГАП в HCl

Выводы

Таким образом, данным методом осаждения получены модифицированные наноразмерные образцы на основе гидроксиапатита. Продукты синтеза являются однофазными. С помощью комплекса инструментальных методов анализа исследована их морфология. Установлено, что биорезорбируемость МГАП увеличивается с повышением коэффициента замещения модифицирующего агента. Полученные результаты дают основание полагать, что гидроксиапатит, модифицированный силикат- и карбонат-ионами может стать перспективным биоматериалом для ортопедического и дентального протезирования.

Список литературы

1. Климашина Е.С. Синтез, структура и свойства карбонатзамещённых гидроксиапатитов для создания резорбируемых биоматериалов: Автореф. дисс. ... к. хим. н. – М., 2011. – 23 с.
2. Трубицын М.А., Нгуен Х.Н.Ч. Синтез и кристаллохимическое модифицирование наноразмерного гидроксиапатита // Научная инициатива иностранных студентов и аспирантов российских вузов: Сб. докл. III Всероссийской научн.-практ. конф. Томск, 19–21 мая 2010 г. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – С. 319–324.
3. Соин А.В., Евдокимов П.В., Путляев В.И., Вересов А.Г. Синтез и исследование анионмодифицированных апатитов // Международный научн. журн. – 2007. – Т. 45. – № 1. – С. 130–132.
4. Лазебная М.А., Нгуен Х. Н. Ч., Трубицын М.А. Синтез и исследование свойств кремний-замещенного наноразмерного гидроксиапатита // Сборник тезисов III Всероссийской шк.-семинара для студентов, аспирантов и молодых ученых (Белгород, 6–9 октября 2010 г.) / Под ред. д-ра хим.наук, проф. О.Е. Лебедевой. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2010. – С. 75–77.

SYNTHESIS OF MODIFIED NANO HYDROXYAPATITE IS A METHOD OF DEPOSITION BY PRECIPITATION FROM AQUEOUS SOLUTIONS AND STUDY OF THEIR RESORBABLE

M.A Troubitsin
N.G Gabruk
I.I Oleynikova
Le Van Thuan
Doan Van Dat

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

In this paper the synthesis and study of the morphological characteristics of materials based on bioresorbable nano hydroxyapatite modified by carbonate and silicate ions are conducted. By precipitation from aqueous solutions, modified hydroxyapatite powders (MHAP) with a crystal size of 11 to 27 nm, which is 3-6 times less compared to the unmodified hydroxyapatite, were synthesized. The effect of varying the replacement rates of silicate and carbonate ions on the functional characteristics and bioresorbable MHAP was studied. It is established that the obtained MHAP are promising biomaterial for orthopedic and dental prostheses.

Key words: hydroxyapatite, modified nano hydroxyapatite, silicate hydroxyapatite, carbonate hydroxyapatite, resorbable.



УДК 549.623.78+553.676.2

ВЛИЯНИЕ ЧЕРНОМОРСКОЙ ВОДЫ НА ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ КОММЕРЧЕСКОГО ХРИЗОТИЛ-АСБЕСТА

А.И. Везенцев
А.Н. Тищенко

Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет,
Россия, 308015, г. Белгород,
ул. Победы, 85
E-mail: vesentsev@bsu.edu.ru;
nyuta.t.87@mail.ru

Установлено, что при двенадцати и даже шестимесячном воздействии Черноморской воды на хризотил-асбест его минералогический состав остается неизменным, но происходит некоторое изменение химического состава волокон хризотил-асбеста, что предполагает снижение его биологической активности при сохранении эксплуатационных характеристик.

Ключевые слова: хризотил-асбест, амфибол-асбест, минерализованный водный раствор, асбестовый канцерогенез, биологическая активность.

Введение

Асбест – собирательное название двух групп волокнистых минералов – амфибол-асбеста и хризотил-асбеста, которые резко отличаются друг от друга по внешним признакам, химическому составу, строению кристаллической решетки, физико-химическим и технологическим свойствам, биологической активности и влиянию на организм человека.

Амфиболовые асбесты являются ленточными, а хризотил-асбесты – слоистыми силикатами. В таблице 1 приведены кристаллохимические формулы некоторых представителей группы амфибола.

Таблица 1

Представители амфиболовых асбестов

Название амфиболовых минералов	Кристаллохимическая формула
Амозит	$MgFe_6(OH)_2[Si_4O_{11}]$
Антофиллит	$Mg_6Fe(OH)_2[Si_4O_{11}]$
Режикит	$Na_3Mg_4Fe^{3+}(OH)_2[Si_8O_{22}]$
Родусит (магнезиорибекит)	$Na_2Mg_3Fe^{3+}(OH)_2[Si_8O_{22}]$
Крокидолит (рибекит)	$Na_2Mg_3^{2+}Fe^{3+}(OH)_2[Si_8O_{22}]$
Рихтерит	$Na_2CaMg_5(OH)_2[Si_8O_{22}]$
Арфедсонит	$Na_3Fe_4^{2+}Fe^{3+}(OH)_2[Si_8O_{22}]$
Актинолит	$Ca_2(Mg,Fe)_5(OH)_2[Si_8O_{22}]$
Тремолит	$Ca_2Mg_5(OH)_2[Si_8O_{22}]$
Ферроактинолит (ферро-тремолит)	$Ca_2Fe_5(OH)_2[Si_8O_{22}]$
Кумминтонит	$Fe_7(OH)_2[Si_8O_{22}]$
Глаукофан	$Na_2Mg_3Al_2(OH)_2[Si_8O_{22}]$
Эккерманит	$Na_3Mg_4Al(OH)_2[Si_8O_{22}]$

Эти виды асбеста, как и фактически все химически стойкие волокнистые частицы, в количестве, превышающем предельно допустимые концентрации, могут вызывать заболевания, в том числе и онкологические. Амфиболовые волокна мало изменяются в организме человека, поэтому обладают наибольшей биологической активностью, а волокна хризотил-асбеста быстро разлагаются под действием даже слабых кислот тканевых

жидкостей и тем самым быстрее выводятся из организма, в результате чего обладают умеренным фиброгенным и канцерогенным действием [1].

Хризотил-асбест является уникальным природным волокнистым жильным минералом, слоистым гидросиликатом магния группы серпентина, идеализированная кристаллохимическая формула которого – $Mg_6[(OH)_8Si_4O_{10}]$. Сочетание высокого предела прочности на разрыв, значительной адсорбционной ёмкости, огне- и теплоустойчивости, тепло-, звуко- и электроизоляционных свойств, щелоче-устойчивости и способности образовывать стабильные композиции с различными неорганическими и

органическими вяжущими материалами сделали хризотил-асбест незаменимым при производстве более 3000 видов изделий [1], которые находят применение в производстве строительных материалов, энергетике, машиностроении и других отраслях современной промышленности и новейшей техники, включая авиакосмическую, что обусловило его важное народно-хозяйственное и оборонное значение.

Крупнейшими в мире производителями хризотил-асбеста являются Канада, Россия и Казахстан. В связи с онкоопасностью все виды амфибол-асбеста запрещены во всем мире, а хризотил-асбест – в странах Европейского Союза. В США, Канаде, Японии, Китае, Индии, России, Украине и в большинстве других стран допустимо использование хризотил-асбеста при строгом соблюдении правил техники безопасности.

Вследствие жестокой борьбы сторонников и противников использования асбеста в мировой науке осуществляется интенсивное изучение механизма канцерогенного действия хризотил-асбеста [2].

Согласно последним исследованиям, проведенным ведущими токсикологическими лабораториями Швейцарии, Германии и США доказано, что хризотил-асбест является менее опасным волокнистым минералом среди аналогичных минералов и искусственных заменителей, таких как целлюлоза, волокно арамида и керамическое волокно [1].

В работах [3–6] доказано, что хризотил-асбест изменяется под действием окружающей среды (погодных условий: снег, ветер, дождь) и цементной матрицы [7–9]. Зафиксировано, что в результате трехгодичного воздействия комплекса погодных факторов онкоопасность хризотил-асбеста уменьшается в 10 раз [10].

До сих пор отсутствует общепризнанная причина канцерогенной активности асбестовых минералов [11]. Реализация онкоопасности асбеста зависит от дозы, т.е. продолжительности контакта биологического объекта с асбестом и его содержанием в атмосферном воздухе, последние факторы поддаются контролю [2]. Контролируемое использование хризотил-асбеста одобрено Международной организацией труда [12].

Канада, США, Китай и ряд других стран на протяжении многих лет отстаивают позицию безопасного контролируемого использования хризотил-асбеста. Правительство Квебека (Канада) оказывает финансовую поддержку по реализации проекта восстановления шахты Джеффри – одной из шахт Канады по добычи хризотил-асбеста. Подобное решение Правительства Квебека – очередной пример взвешенного и рационального подхода в оценке рисков, связанных с использованием хризотил-асбеста [12].

Правительство России, руководствуясь данными многочисленных зарубежных и российских исследований, также выступает за контролируемое использование хризотил-асбеста. Весной 2011 года Президент РФ Д.А. Медведев подписал закон «О присоединении к Роттердамской конвенции», что позволит России, являясь её полноправным участником, противостоять предлагаемым странами Европейского Союза недостаточно обоснованным и невыгодным для России решениям о запрете использования хризотил-асбеста [12].

Известно, что человек в повседневной жизни не может избежать контакта с волокнами асбеста, так как асбестосодержащие породы широко распространены (хризотил-асбест обнаруживается почти в двух третях земной коры) [13]. Хризотил-асбест встречается и в горных породах Кавказа. Залегания асбеста неглубокие и поэтому, вследствие процессов выветривания и вымывания горных пород, он включён в круговорот веществ в биосфере, задолго до начала промышленной разработки месторождений. По данным [14, 15] асбест обнаружен во льдах Гренландии, в водах Великих американских озер (провинция Квебек, Канада).

На черноморском побережье существуют предприятия производящие асбесто-содержащую продукцию, в частности Новороссийский асбестоцементный и Николаевский шиферный заводы. Существование указанных производств, а также массовое использование населением, сельскохозяйственными и промышленными предприятиями Черноморских городов и сел кровельных асбестоцементных изделий, предопределяет вероятность попадания хризотил-асбеста в воду Черного моря, в связи с чем вопрос об изменении либо не изменении химического состава и структурно-морфологических характеристик хризотила под действием Черноморской воды становится актуальным.

Объекты и методы исследования

Целью представленной работы являлось исследование влияния минерализованных водных растворов, в виде Черноморской воды, на вещественный состав коммерческого хризотил-асбеста.

Для проведения экспериментальных исследований использован коммерческий хризотил-асбест марки А4-20, Баженовского месторождения (Средний Урал, РФ) полученный через представительство ООО «Ураласбест» в г. Одесса (Украина). По ГОСТ 12871-93, ТУ 5721-10-0284351-2000 хризотил-асбест четвертой группы марки А-4-20 имеет следующие гарантируемые остатки на ситах с размером ячейки 4,8 мм – 20 масс.%, 1,35 мм – 58 масс.%, просев через сито 0,4 мм – не более 4,5%, массовая доля гали – не более 0,4%; массовая доля фракций: более 1,18 мм – 16%, менее 0,075 мм – 56%.

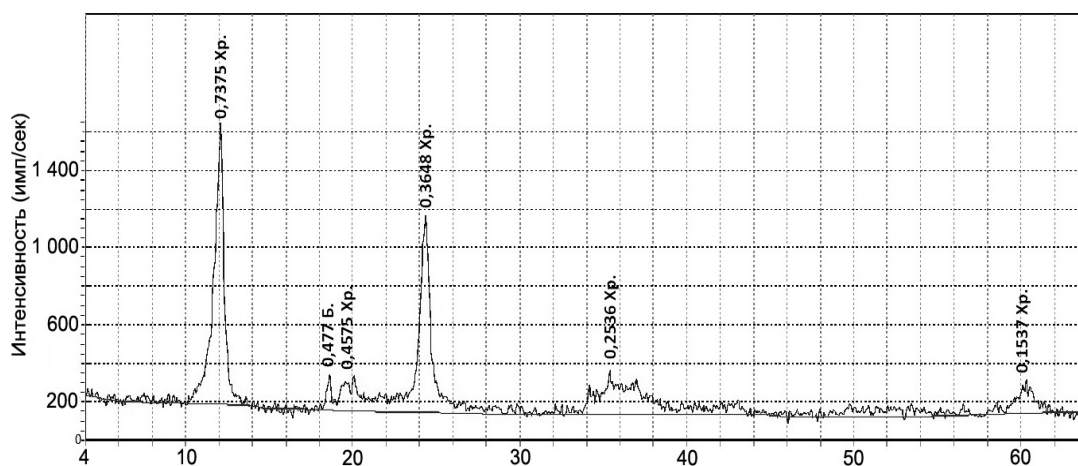


Рис. 1. Рентгеновская порошковая дифрактограмма хризотил-асбеста марки А4-20. Начальный угол = 4°; конечный угол = 64°; шаг = 0,05; экспозиция = 0,38; максимальное число импульсов = 620. Хр. – хризотил-асбест, Б. – брусит.

На рисунке 1 приведена рентгеновская порошковая дифрактограмма коммерческого хризотил-асбеста, полученная в Межкафедральной Лаборатории рентгенофазового анализа Института Строительного материаловедения Белгородского Технологического Государственного Университета имени В.Г. Шухова. Рентгенофазовый анализ проводили в автоматизированном режиме на рентгеновском дифрактометре ДРОН-ЗМ (анод – Cu) по методу порошка в диапазоне двойных углов 2θ 4÷64° с использованием программы PELdos.

Анализируя приведенную рентгеновскую порошковую дифрактограмму, установлено, что исследуемая проба представлена хризотил-асбестом с включением брусита.

Структурно-морфологические характеристики и химический состав хризотил-асбеста определяли в Центре коллективного пользования научным оборудованием НИУ «БелГУ» с использованием растрового электронного микроскопа (РЭМ) Quanta 200 3D и трансмиссионного электронного микроскопа (ТЭМ) JEM 2100 (рис. 2-6).

Определение химического состава проводили методом анализа спектров характеристического рентгеновского излучения, генерируемого электронным пучком. Спектры (рис. 3) получили с помощью энерго-дисперсионного спектрометра рентгеновского излучения системы PEGASUS фирмы EDAX, совмещенного с ионно-электронным микроскопом. Расчет содержания химических элементов в исследуемом материале проводили с помощью программы, прилагаемой к растровому ионно-электронному микроскопу.

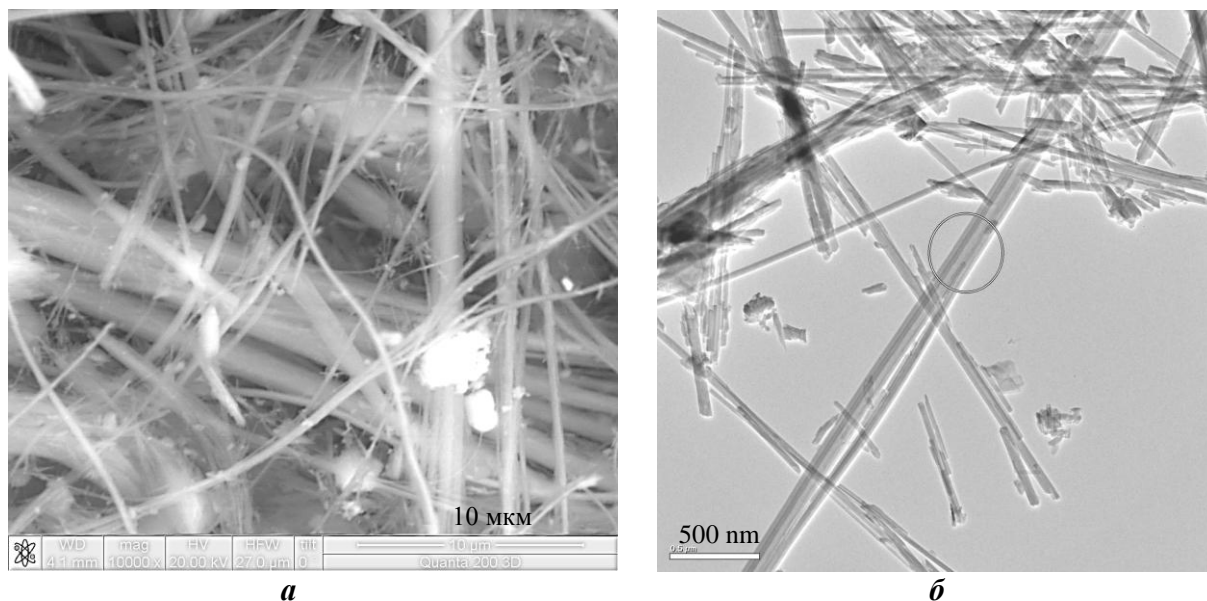


Рис. 2. Волокна коммерческого хризотил-асбеста: а – РЭМ, б – ТЭМ

Методом растровой электронной микроскопии обнаружены пучки хризотил-асбеста (рис.2) в виде параллельно-волоконистых агрегатов толщиной от 1 мкм до 100 мкм, длиной – более 350 мкм, а также изометричные частицы размером от 2.5×4 до 30×50 мкм.

На рис. 2а представлены параллельно-волоконистые агрегаты хризотил-асбеста, расщепляющиеся на более тонкие пучки волокон. Толщина указанных пучков колеблется от 1 мкм до 5–7 мкм, а длина от 8 до 40 мкм. Также присутствуют частички изометричной формы, порообразующих серпентинитов и минералов дунит-гарцбургитового комплекса. Наиболее крупные изометричные частички зафиксированные на приведенной электронно-микроскопической фотографии имеют размер 2.5×4 мкм.

На рис. 2б зафиксированы волоконистые агрегаты хризотил-асбеста и отдельные волокна в виде нанотубулярных монокристаллов. Толщина монокристаллов составляет 30–33 нм, а длина от 120 нм до 3 мкм.

Забор морской воды для исследования произведен 30 сентября 2009 года в районе станции «Аркадия», расположенной в устье Аркадийской балки Одесского залива Северо-Западного шельфа Черного моря (Украина) при температуре воздуха 21°C и температуре воды 18.3°C с помощью металлического литрового батометра, предоставленного Украинским научным центром экологии моря (УкрНЦЭМ), с глубины 1 метр.

Анализы химического состава морской (исходной) воды были произведены в УкрНЦЭМ и лаборатории Морской гидро-геологической экспедиции Причерноморского государственного регионального геологического предприятия (Причерномор ГРГП) города Одессы. Результаты анализа Черноморской воды приведены в таблице 2.

Методика эксперимента

Эксперимент начали сразу после отбора воды. В трехлитровую ёмкость поместили 100 г хризотил-асбеста и добавили 2.8 л Черноморской воды ($t = 21^\circ\text{C}$) при t воздуха = 22°C и закрыли крышкой. На протяжении всего эксперимента хризотил-асбест подвергался воздействию минерализованного водного раствора. В ходе эксперимента содержимое ёмкости испытывало колебания комнатной температуры от 22 до 8°C и его перемешивали с периодичностью один раз в месяц.

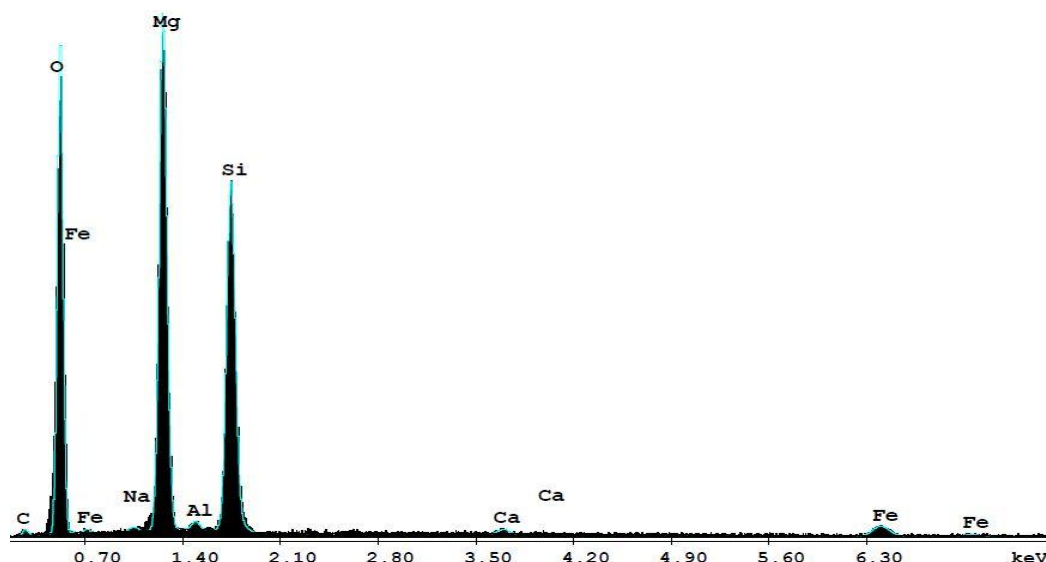


Рис. 3. Энергодисперсионный спектр волокон коммерческого хризотил-асбеста

Таблица 2

Химический состав Черноморской воды

Качественные показатели	Количественный состав
<i>По данным УкрНИЦЭМ</i>	
<i>P</i> , мкг/л	4.6
<i>Si</i> , мкг/л	110
<i>N</i> нитритный (N_{NO_2}), мкг/л	1.8
<i>N</i> нитратный (N_{NO_3}), мкг/л	30
<i>pH</i>	8.3
O_2 , мг/л	8.1
O_2 , %	95
БПК (биологическое потребление кислорода через 5 суток), мг/л	0.64
<i>T</i> воды, °C	18.3
<i>S</i> , (‰)	15.8
<i>По данным Причерномор ГРГП</i>	
Mg^{2+} , мг/л	717
Ca^{2+} , мг/л	184
Na^+, K^+ , мг/л	1865
SO_4^{2-} , мг/л	1229
Cl^- , мг/л	4260

Отбор первой пробы был произведен через 6 месяцев. Хризотил-асбест отбирали стеклянной палочкой в химический стакан. Перед анализом пробу промывали дистиллированной водой и отделяли от основной массы воды методом декантации. Далее исследуемая проба была изучена методами рентгенофазового анализа, аналитической сканирующей (рис. 4, а) и трансмиссионной электронной микроскопии (рис. 4, б) в сочетании с энергодисперсионным определением химического состава. Методом рентгенофазового анализа не зафиксировано изменение минералогического состава исследуемых образцов.

На рис. 4а представлены параллельно-волокнистые агрегаты хризотил-асбеста, расщепляющиеся на более тонкие пучки волокон. Толщина пучков колеблется от менее 1 мкм до 90-100 мкм, а длина от 10 до 400 и более мкм. Также присутствуют частички различных размеров и форм, наиболее крупные представители имеют размер 30х50 мкм.

На рис. 4б зафиксированы очертания нанотубулярных монокристаллов хризотил-асбеста и сгустки нанодисперсных изометричных частиц гипербазитовых пород. Толщина волокнистых монокристаллов находится в пределах от 35 до 50 нм, а длина видимой на снимке части волокон достигает 350 нм.

Отбор второй пробы произвели через 12 месяцев, методом описанным выше. На рис. 5 приведена электронно-микроскопическая фотография волокон хризотил-асбеста второй пробы, а на рис. 6 показан энергодисперсионный спектр, по которому определили химический состав волокон данного образца.

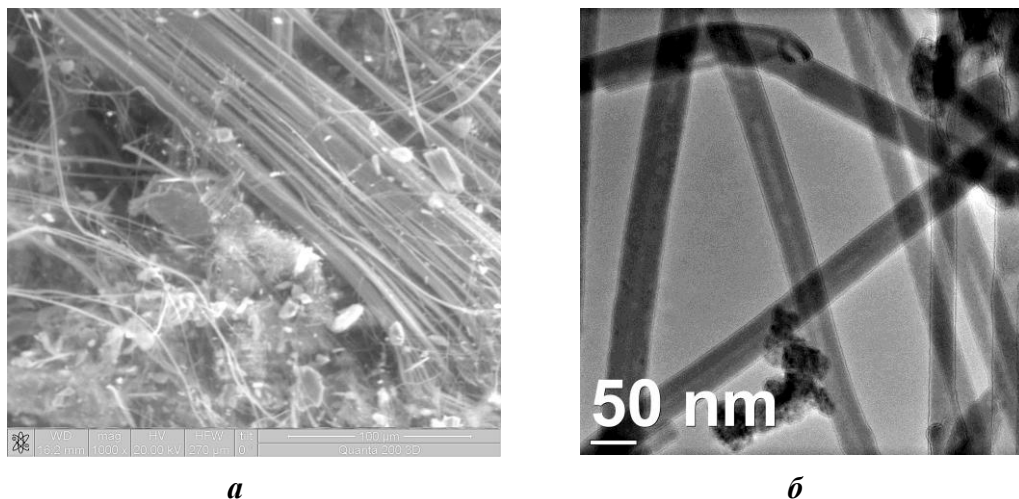


Рис. 4. Волокна хризотил-асбеста после шестимесячного воздействия Черноморской воды: а – РЭМ, б – ТЭМ



Рис. 5. Волокна хризотил-асбеста после двенадцатимесячного воздействия Черноморской воды

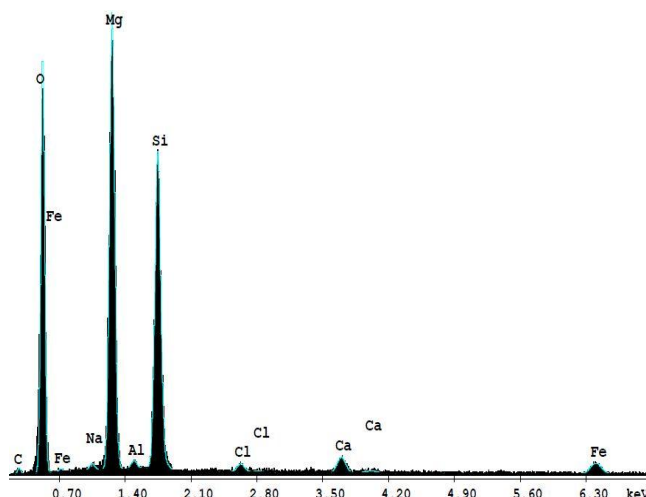


Рис. 6. Энергодисперсионный спектр волокон хризотил-асбеста после двенадцатимесячного воздействия Черноморской воды

На рисунке 5, на переднем плане присутствует параллельно-волокнистый агрегат хризотил-асбеста (толщина – до 20 мкм, длина зафиксированной части волокна – более 80 мкм), расщепляющийся на более тонкие пучки (толщина – до 10 мкм) и отдельные волокна. Также присутствуют частички различных размеров и форм, наиболее крупные представители имеют размер от нескольких мкм до 30×50 мкм.

Результаты и их обсуждение

На основании полученных экспериментальных данных в таблице 3 приведена сравнительная характеристика химического состава волокон, выделенных из исходного коммерческого хризотила и отобранных проб хризотил-асбеста, подверженного воздействию Черноморской воды.

Исходя из данных таблицы 3, прослежено уменьшение содержания в нелетучей части волокон хризотил-асбеста оксида магния от 44.43 до 43.37 масс.%, оксида алюминия от 1.34 до 1.13 масс.%, диоксида кремния от 48.93 до 48.25 масс.%, а также увеличение содержания оксида кальция от 0.73 до 2.21, оксида железа от 3.80 до 4.41 масс.% и оксида натрия от 0.42 до 0.63 масс.%.



Таблица 3

Химический состав нелетучей части волокон хризотил-асбеста

Волокна хризотила	Оксидный состав исследуемых волокон, в масс.%						
	<i>MgO</i>	<i>SiO₂</i>	<i>Al₂O₃</i>	<i>CaO</i>	<i>Fe₂O₃</i>	<i>Cr₂O₃</i>	<i>Na₂O</i>
A4-20	44.43	48.93	1.34	0.73	3.80	0.25	0.42
Первая проба (6 мес.)	44.13	48.52	1.23	1.61	3.90	0	0.61
Вторая проба (12 мес.)	43.37	48.25	1.13	2.21	4.41	0	0.63

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод, что морфологические характеристики волокон природного хризотил-асбеста, подвергшихся воздействию минерализованного водного раствора, в виде Черноморской воды, как на уровне визуального контроля, так и при электронно-микроскопических исследованиях остались прежними, а химический состав – изменился, что позволяет предположить и изменение свойств хризотил-асбеста, в том числе и биологической активности. С учетом того, что канцерогенная активность хризотил-асбеста связана с содержанием хрома и никеля, а также магния [16, 17] в волокнах, можно прогнозировать уменьшение онкоопасности волокон хризотил-асбеста под действием Черноморской воды.

Заключение

В результате проведенных исследований установлено, что при шести и двенадцатимесячном воздействии Черноморской воды на хризотил-асбест его минералогический и гранулометрический состав остается прежним, но происходит неглубокое изменение химического состава волокон хризотила, что предполагает снижение его биологической активности, без изменения эксплуатационных характеристик.

Авторы выражают искреннюю благодарность коллективу Украинского научно-го центра экологии моря в лице Золотарёва Г.Г., коллективу лаборатории Морской гидро-геологической экспедиции Причерноморского государственного регионального геологического предприятия в г. Одесса (Украина) за помощь в проведении химических анализов проб черноморской воды, доценту кафедры общей и морской геологии Одесского Национального Университета имени И.И. Мечникова – к.г.-м.н. Кадуруну В.Н., заведующему лабораторией электронной микроскопии и рентгеноструктурного анализа Центра коллективного пользования научным оборудованием НИУ «БелГУ» – к.т.н. Колесникову Д.А.

Список литературы

1. http://www.chrysotil.ru/node_2781 Сайт Международной Асбестовой (Хризотиловой) Ассоциации (МАСА)
2. Пылёв Л.Н. Волокнистый (асбестовый) канцерогенез. Факты и гипотезы // Уральский медицинский журнал. Профессиональные канцерогены и рак. – 2008. – № 11. – С. 11-13.
3. Везенцев А.И., Наумова Л.Н. Влияние погодных факторов на эмиссию хризотил-асбеста с поверхности асбестоцементных изделий и его свойства. // Известия вузов. Строительство. – 1997. – № 6 (462). – С. 54-59.
4. Везенцев А.И., Нейман С.М., Гудкова Е.А. Превращения и изменения свойств хризотил-асбеста под влиянием различных факторов. // Строительные материалы. – 2006. – № 6. – С. 104-105.
5. Везенцев А.И., Нейман С.М., Лугинина И.Г., Турский В.В., Наумова Л.Н., Нестерова Л.Л., Горшков А.И., Сивцов А.В. Видоизменение хризотил-асбеста под влиянием окружающей среды и продуктов гидратации цемента в асбестоцементе. // Безопасность и здоровье при производстве и использовании асбеста и других волокнистых материалов: Сб. докладов и выступлений/ Международная конференция. 3-7 июня 2002г., Екатеринбург. – Асбест: НО «Асбестовая ассоциация», 2003. – С. 97-103.
6. Пылёв Л.Н., Васильева Л.А., Стадникова Н.М., Зубакова Л.Е., Везенцев А.И., Кринари Г.А., Бахтин А.И., Нуриева Е.М., Сергеенко С.А. Влияние поверхности волокон асбеста на его биологическую агрессивность // Гигиена и санитария. – 1998. – № 3. – С. 28-31.
7. Везенцев А.И., Гудкова Е.А., Пылёв Л.Н., Смирнова О.В. Модифицирование поверхности волокон хризотил-асбеста под действием продуктов гидратации портландцемента. // Уральский медицинский журнал. – 2008. – № 11(51). – С. 42-45.



8. Горшков А.И., Везенцев А.И., Сивцов С.М., Нейман С.М., Турский В.В. Исследования хризотил-асбеста, эмитированного с поверхности асбестоцемента, методами аналитической электронной микроскопии // Доклады академии наук, 2002. – Т. 384, № 1. – С. 89-91.
9. Нейман С.М., Лугинина И.Г., Везенцев А.И., Турский В.В., Наумова Л.Н., Нестерова Л.Л., Горшков А.И., Сивцов А.В. Видоизменение поверхности асбестовых волокон в асбестоцементе под действием продуктов твердения цемента // Строительные материалы. – 2002. – № 4. – С. 22-23.
10. Пылёв Л.Н., Смирнова О.В., Васильева Л.А., Везенцев А.И., Гудкова Е.А., Наумова Л.Н., Нейман С.М.. Влияние модификации поверхности волокон хризотила на его биологическую активность // Гигиена и санитария. – 2007. – № 2. – С. 77-80.
11. Везенцев А.И. Адсорбционные процессы в механизме зарождения нанотубулярных монокристаллов хризотила // Учеб.-метод. Материалы Всерос. конф. с элементами научной школы для молодежи (Белгород, 14-17.09.2010 г.) / под ред. д-ра техн. наук, профессора А.И. Везенцева. – Белгород: 2010. – С. 23-31.
12. <http://ru-chrysotile.livejournal.com/26300.html>
13. Петров В.П. Асбест – горный лён / Рассказы о трёх необычных минералах. – М.: Недра, 1978. – С. 63-117.
14. Myers J.L. Handling Asbestos. Chrysotile asbestos in plastics. – Journal of Paint Technology, 1975. – V. 47, No. 611. – P. 63-67.
15. Langer A.M. The Subject of Continuous vigilance. Environ pathh Perspectives. – 1974. – No.9, p. 53-56.
16. Васильева Л.А., Пылёв Л.Н., Везенцев А.И., Смоликов А.А. Канцерогенная активность синтетических хризотил-асбестов с различными размерами волокон и химическим составом // Экспериментальная онкология. – 1989. – Т. 11, № 4. – С. 26-29.
17. Везенцев А.И., Смоликов А.А., Пылёв Л.Н., Васильева Л.А. Получение хризотил-асбеста и его изоморфных аналогов и оценка их канцерогенной активности // Журнал экологической химии. – 1993. – № 2. – С. 127-131.

INFLUENCE OF THE BLACK SEA WATER ON MATERIAL STRUCTURE OF COMMERCIAL CHRIZOTIL-ASBESTOS

A.I. Vezentsev
A.N. Tishchenko

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

*E-mail: vesentsev@bsu.edu.ru;
nyuta.t.87@mail.ru*

It is established that after twelve and even six-months of chrysotile-asbestos exposure to the Black Sea water, its mineralogical structure remains invariable, but there is some change in the chemical composition of the fibres of chrysotile-asbestos, which implies a decrease in its biological activity, while its operational characteristics are preserved.

Key words: chrysotile-asbestos, amfibole-asbestos, mineralized water solution, asbestine carcinogenesis, biological activity.

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ «Государственное задание вуза на 2012 г., проект 3.1785. 2011 г.

Начальным субстратом в данной схеме является тирозин (**I**), хотя его может заменить и тиронин. **I** на первой стадии под действием фенолоксидазы (медьсодержащего бифункционального фермента) окисляется до ДОФА (3,4-дигидроксифенилаланин, **II**). Далее **II** превращается по трем направлениям, в одном из которых под действием того же фермента образуется хинон **III** (dopaquinone), а другая часть **II** превращается в *секо*-производное **IV** (4,5-*seco*-DOPA). Третье направление связано с декарбоксилированием **II** и с рядом соответствующих метаболитов. Далее **III** самопроизвольно циклизуется до производного дигидроиндола **V** (*cyclo*-DOPA), а **IV** также самопроизвольно преобразуется в беталамовую кислоту **VI**. Объединение двух фрагментов по самопроизвольной реакции приводит к синтезу бетанидина (**VII**), который под действием бетанидин 5-О-глюкозилтрансферазы превращается в бетанин (**VIII**). Конденсация беталамовой кислоты с другими аминокислотами **IX** приводит к синтезу бетаксантинов (**X**). Среди приведенных на схеме веществ с красной окраской (**бетацианинов**) обладают соединения **VII** и **VIII**, а соединения типа **X** (у которых отсутствует дополнительная делокализация на ароматическом кольце дигидроиндольного фрагмента) имеют желтую окраску и называются **бетаксантинами**. Сумма этих пигментов в англоязычной литературе называется **беталаинами**. Отметим, что в корнеплодах золотистой свеклы – разновидности красной, *B. vulgaris* var. *lutea* [6], основной компонент, отвечающий за окраску – вульгаксантин-I (**XI**), рис. 2. Наконец, в сумме красных пигментов присутствует изомер **VIII**, – изобетанин, **XII** [7].

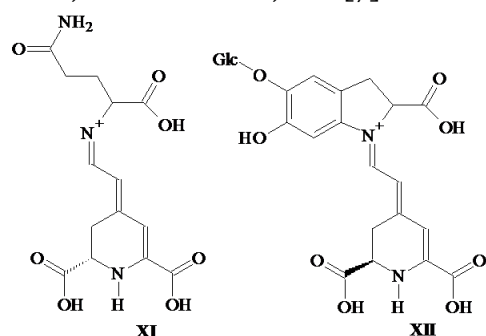


Рис.2. Дополнительные компоненты пигментного комплекса свеклы

Бетацианины помимо красящей способности обладают широкой и разнообразной биологической активностью благодаря высоким антиоксидантным свойствам: способствуют расщеплению и усвоению белков пищи [8], активно участвуют в образовании холина, повышающего жизнедеятельность клеток печени, ингибируют процессы пролиферации раковых клеток, препятствуя возникновению злокачественных опухолей [2] и т.д.

К одним из важнейших овощных растений нашего региона, богатых именно бетацианинами, относится красная столовая свекла, *Beta vulgaris* L., издавна выращиваемая как на промышленных плантациях, так и на частных огородах. За многие годы усилиями селекционеров создано множество разнообразных сортов, но информация об уровне накопления бетацианинов в них в доступной нам литературе не обнаружена.

Целью работы явилось исследование уровня накопления бетацианинов в нескольких сортах красной столовой свеклы, доступных на рынке Белгорода.

Материалы и методы исследования

Для обобщенного количественного определения беталаиновых пигментов использовали спектрофотометрический метод. Навеску мелко измельченной свеклы в диапазоне 0.50–1.00 г истощивающе (до обесцвечивания исходного материала) экстрагировали порциями 2 % раствора муравьиной кислоты в воде при гомогенизации в фарфоровой ступке под слоем экстрагента; порции фильтровали через бумажный фильтр и собирали в мерной колбе объемом V, мл, доводя до метки экстрагентом.

Фильтрат фотометрировали относительно экстрагента в кварцевых кюветах при $\lambda = 400\text{--}700$ нм (спектрофотометр СФ-56). Суммарное содержание бетацианинов,



α_1 (мг/г), определяли (в пересчете на бетанин), используя коэффициент молярного погашения $\varepsilon=60000$ [7] при λ_{\max} по формуле:

$$\alpha_1 = \frac{A(535\text{нм})}{\varepsilon_1(535\text{нм}) \cdot l} \cdot \frac{V \cdot M \cdot 1000}{1000 \cdot m}, \text{ мг/г}$$

где: $A(535\text{нм})$ – оптическая плотность раствора в максимуме абсорбции бетацианинов;

$\varepsilon_1(535\text{нм})$ – коэффициент молярного погашения бетацианинов на этой длине волны;

l – длина оптического пути, см;

V – объём экстракта, мл,

M – молярная масса бетанина, 550 г/моль,

m – масса навески, г.

Для количественного определения бетаксантинов, α_2 (мг/г), в пересчете на вульгаксантин I с коэффициентом молярного погашения $\varepsilon=48000$ [7], использовали абсорбцию экстракта на двух длинах волн по формуле, учитывающей остаточное поглощение бетаксантинов при 469 нм:

$$\alpha_2 = \frac{A(469\text{нм}) - k \cdot A(535\text{нм})}{\varepsilon_2(469\text{нм}) \cdot l} \cdot \frac{V \cdot M \cdot 1000}{1000 \cdot m}, \text{ мг/г},$$

где: $A(469\text{нм})$ – оптическая плотность раствора в максимуме абсорбции бетаксантинов;

$A(535\text{нм})$ – оптическая плотность раствора в максимуме абсорбции бетацианинов;

$k = \varepsilon_1(469\text{нм})/\varepsilon_1(535\text{нм})$ – коэффициент пересчета, принятый в настоящей работе равным 0.323;

$\varepsilon_2(469\text{нм})$ – коэффициент молярного погашения бетацианинов при 469 нм;

l – длина оптического пути, см;

V – объём экстракта, мл,

M – молярная масса вульгаксантина I, 339 г/моль,

m – масса навески, г.

Для разделения комплекса беталаинов на бетацианины и бетаксантины использовали метод твердофазной экстракции на патронах ДИАПАК С18. Экстракты пропускали через подготовленный активацией ацетоном и кондиционированием экстрагентом патрон. Первые порции элюата имели желтую окраску и содержали практически не сорбирующиеся в использованных условиях бетаксантины. Пропускание экстракта прекращали до начала проскока бетацианинов. Патрон промывали небольшой порцией экстрагента (5–15 мл) для удаления бетаксантинов – до исчезновения желтой окраски элюата. Бетацианины десорбировали раствором, содержащим 50% ацетонитрила и 2 % муравьиной кислоты (по объему) в воде.

Результаты исследования и обсуждение

Бетаксантины и бетацианины обладают разными размерами систем сопряженных двойных связей, и, как следствие, различными электронными спектрами поглощения. Добавление ароматического кольца дигидроиндольного фрагмента при переходе от бетаксантинов к бетацианинам приводит к батохромному смещению максимумов абсорбции от 469 нм до 535 нм. Поэтому в исходном экстракте обычно обнаруживается наличие двух перекрывающихся полос; причем, как следует из полученных в настоящей работе результатов соотношение между бетацианинами и бетаксантинами различно для различных сортов свеклы, (рис. 3).

Для использования литературных значений коэффициентов молярного погашения (ε_{ij} , i -го компонента на j -ой длине волны) аналитов для количественного определения их концентрации (c_i) в сложных смесях необходимо убедиться в отсутствии перекрывания полос абсорбции при аналитической длине волны, или учесть вклад каждого из компонентов (по методу Фирордта): для n -компонентной смеси задача

может быть решена определением суммарной абсорбции (A_i) при (минимум) n различных аналитических длинах волн, решением системы линейных уравнений:

$$\begin{cases} A_1 = \varepsilon_{11} \cdot c_1 + \varepsilon_{21} \cdot c_2 + \dots + \varepsilon_{n1} \cdot c_n \\ A_2 = \varepsilon_{12} \cdot c_1 + \varepsilon_{22} \cdot c_2 + \dots + \varepsilon_{n2} \cdot c_n \\ \dots \\ A_n = \varepsilon_{1n} \cdot c_1 + \varepsilon_{2n} \cdot c_2 + \dots + \varepsilon_{nn} \cdot c_n \end{cases}$$

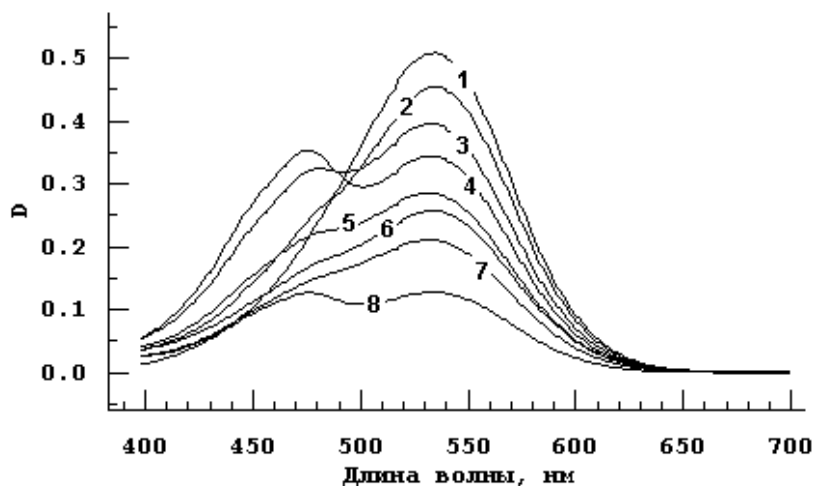


Рис.3. Спектры экстрактов корнеплодов некоторых сортов красной столовой свеклы: Сорта *Beta vulgaris* L.: 1 – «Красный шар»; 2 – «Мулатка»; 3 – «Цилиндра»; 4 – «Кубинка»; 5 – «Тема Потема»; 6 – «Голландская», 7 – «Цыганочка»; 8 – «Бордо»

Анализ спектров бетаксантинов и бетацианинов проводили после их разделения методом твердофазной экстракции на патронах ДИАПАК С18. Спектры несорбированной части экстракта, содержащей желтые пигменты (бетаксантины), представлены на рис. 4. Полнота извлечения в этой фракции бетаксантинов подтверждается отсутствием соответствующей полосы абсорбции в спектрах очищенных бетацианинов, рис. 5.

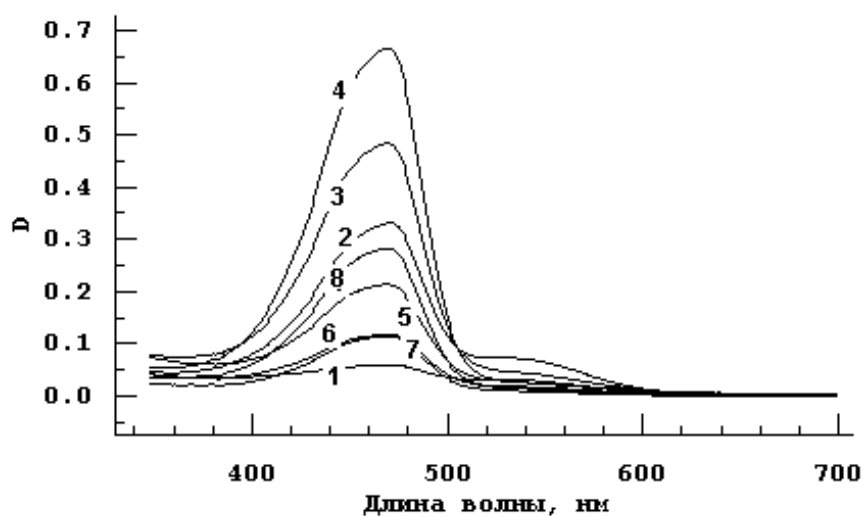


Рис. 4. Спектры бетаксантинов. Номера сортов см. рис. 1

Спектры бетаксантинов экстрактов всех исследованных сортов свеклы оказались однотипными (в смысле совпадения в нормированном виде), что не удивительно для соединений, в которых цепь сопряжения заканчивается на атоме азота иминного

типа. И хотя иминная составляющая бетаксантинов может быть различной, расчет удобно производить на один конкретный бетаксантин, в качестве которого можно использовать, например, вульгаксантин I. При этом интенсивность полосы абсорбции бетаксантинов после максимума при 469 нм с ростом длин волн быстро уменьшается. Однако на спектрах обнаруживается небольшое количество некоторого компонента с параметрами, подобными спектрам бетацианинов. Этот компонент по нашим данным постепенно образуется из желтых исходных веществ: при хранении несорбированной на патроне С18 части исходного экстракта чисто желтого цвета через несколько часов раствор приобретает красно-оранжевую окраску. Нам удалось методом ВЭЖХ обнаружить, что образующиеся бетацианины неотличимы от бетанина, поэтому бетацианины могут быть определены непосредственно по абсорбции при 535 нм без поправок на другие компоненты.

Спектры бетацианинов всех образцов также оказались подобными, хотя на хроматограммах обнаруживали пики двух изомеров (С15 эпимер бетанина, VIII) в разных соотношениях, рис. 6.

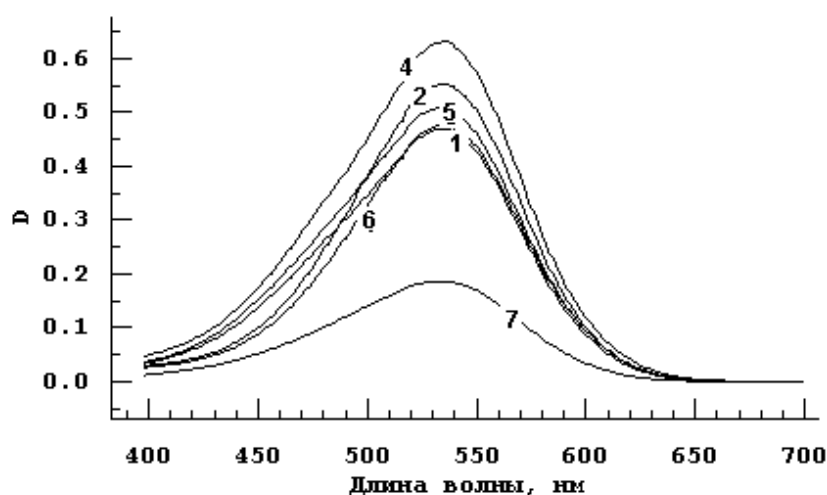


Рис. 5. Спектры растворов очищенных бетацианинов. Номера сортов см. рис.1

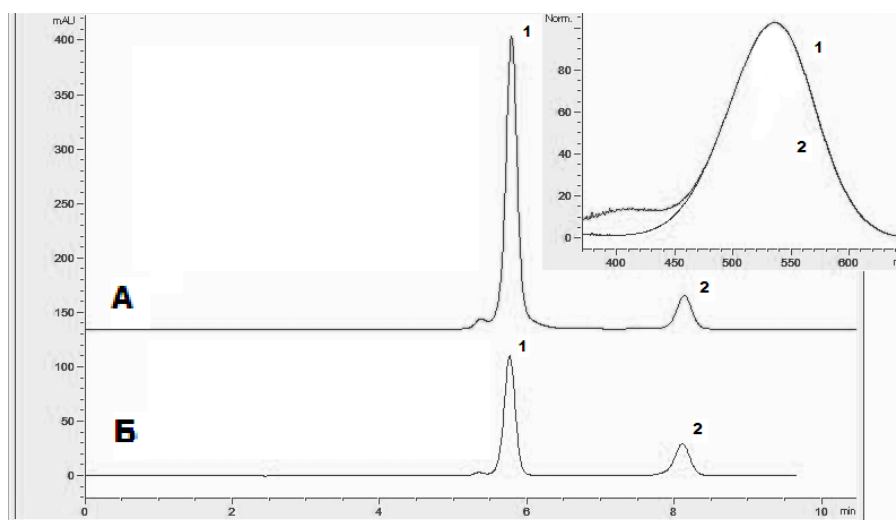


Рис. 6. Разделение и спектры изомеров бетанина

Хроматограммы очищенных экстрактов свеклы сортов **A** – «Тема» и **B** – «Цилиндра»:

1 – бетанин, 2 – изобетанин

Но если бетаксантины не мешают количественному определению бетацианинов спектрофотометрическим методом, то абсорбция бетацианинов при 469 нм не может считаться пренебрежимо низкой, поэтому система линейных уравнений для спектрофотометрического определения бетацианинов и бетаксантинов при совместном присутствии упрощается:

$$\begin{cases} A(535) = \varepsilon_{11} \cdot c_1 + 0 \cdot c_2 \\ A(469) = \varepsilon_{12} \cdot c_1 + \varepsilon_{22} \cdot c_2 \end{cases}$$

Обобщенный уровень накопления бетацианинов и бетаксантинов в исследованных в настоящей работе сортах *Beta vulgaris* L. представлен в табл. 1. Разброс в найденных значениях связан с различным уровнем накопления веществ в различных частях одного даже одного и того же корнеплода.

Таблица 1
Уровень накопления бетацианинов в корнеплодах некоторых сортов *Beta vulgaris* L.

Сорт	Содержание компонентов, мг/100 г, ± 12%	
	VIII*	X**
Красный шар	195	0.0
Мулатка	167	17
Бордо	68	25
Цилиндра	143	45
Цыганочка	85	19
Голландская	45	8
Кубинка	33	21
Тема Потема	47	13

* – содержание бетацианинов в пересчете на бетанин;

** – содержание бетаксантинов в пересчете на вальсаксантин I

Как видно из представленных данных, соотношение между бетанином и изобетанином различно для исследованных сортов свеклы: доля изомера варьирует от 10 до 26 %. Отметим, что отмеченное выше спонтанное превращение желтого пигмента в бетанин может указывать на то, что в цепи метаболизма имеется некоторое гликозилированное соединение с хромофором бетаксантинового типа, которое может далее превращаться в бетанины.

Выводы

Из восьми сортов свеклы красной столовой, выращенной в Белгороде в 2011 году, наивысший уровень накопления бетацианинов найден для сорта «Красный шар», несколько уступают им по данному показателю сорта «Мулатка» и «Цилиндра». Наивысший уровень накопления бетаксантинов обнаружен для корнеплодов сорта «Цилиндра».

Список литературы

1. Бриттон Г. Биохимия природных пигментов: Пер. с англ. – М.: Мир, 1986. – 422 с.
2. Henriette M.C. Betalains: properties, sources, applications, and stability // Intern. J. Food Sci. Technol. – 2009. – V. 44. – P. 2365–2376.
3. Куликов Ю.И., Дадян Н.К. Перспективы использования натурального красителя «Лаконос американский» при производстве колбасных изделий // Вестник Северо-Кавказского государственного университета. – 2008. – №3 (16). – P. 1997–9541.

В сорте «Красный шар» бетаксантинов практически не остается, а в корнеплодах сорта «Кубинка» доля желтых пигментов немногим превышает 39 % (от суммы пигментов), хотя максимальный уровень накопления бетаксантинов найден для корнеплодов сорта «Цилиндра».

С использованием метода ВЭЖХ были определены соотношения между бетанином и изобетанином в очищенных экстрактах, табл. 2.

Таблица 2
Соотношение основных компонентов бетацианинов в корнеплодах различных сортов красной свеклы

Сорт	Бетанин, %	Изобетанин, %
Красный шар	73.78	16.24
Мулатка	77.58	17.73
Бордо	86.78	10.36
Цилиндра	71.92	26.15
Цыганочка	55.70	20.53
Голландская	76.21	23.79
Кубинка	74.97	23.04
Тема Потема	84.83	12.34



4. Kirsten M.H., Florian C.S., Reinhold C. Betalain Stability and Degradation—Structural and Chromatic Aspects//J. Food Sci. – 2006. – V. 71. – P. 41-50.
5. Pavokovic D., Krsnik-Rasol M. Biotechnological Production of Betalains // Food Technol. Biotechnol. – 2011. – V.49. – P. 145-155.
6. Savolainen K., Pyysalo H., Kallio H. The influence of water activity on the stability of vulgaxanthin I // Z. Lebensm. Unters. Forsch. – 1978. – V.167. – P.250-251.
7. Stitzing F.C., Carle R. Analysis of betalains / In: Food colorants. Chemical and functional properties. Ed. C. Socaciu. CR Press Taylor & Francis Group. 2008. P. 507-520.
8. Bohm H. "Opuntia dillenii" – An Interesting and Promising Cactaceae Taxon // J. Profess. Assoc. Cactus Develop. – 2008. – V.10. – P. 148-170.

BETACYANINS OF RED BEETROOT ROOT

I.I. Saenko
O. V. Tarasenko
V.I. Deineka
L.A. Deineka

*Belgorod State National Research University
Pobedy St., 85, Belgorod, 308015,
Russia
E-mail: deineka@bsu.edu.ru*

HPLC and spectrophotometrical method were used for investigation of red beetroot root, *Beta vulgaris* L., cultivars («Krasny shar», «Mulatka», «Tsyindra», «Kubinka», «T'oma Pot'oma», «Gollandskaya», «Tsyganochka» and «Bordo»). The upmost level of betanine isomers accumulation has been found for cv. «Krasny shar» (195 mg/100 g \pm 12%), while that of betaxanthines (as vulgaxanthin I) has been found for cv. «Cylindra» (45 mg/100 g \pm 12%). Some betaxanthine component was determined to gradually convert into betanine.

Key words: HPLC, spectrophotometry, betacyanines, betaxanthines
Beta vulgaris, cultivars.



УДК 544.47:544.34

ОКИСЛИТЕЛЬНАЯ ДЕСТРУКЦИЯ ИНДИГОКАРМИНА В ПРИСУТСТВИИ СОЛЕЙ МАГНИЯ¹

К.С. Ерохин¹

К.К. Кишибаев²

О.Е. Лебедева¹

¹⁾ Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Россия, 308015, г. Белгород,
ул. Победы, 85

E-mail: OLebedeva@bsu.edu.ru

²⁾ Казахский национальный университет им. аль-Фараби,
Республика Казахстан, 050040,
Алматы, просп. аль-Фараби, 71

Изучена окислительная деструкция индигокармина системами Фентона и Раффа в присутствии солей магния. Показано, что введение нитрата магния в систему не оказывает влияния на деструкцию индигокармина, тогда как в присутствии сульфата магния отчетливо видны признаки ингибирования целевого процесса. Высказано предположение, что в результате взаимодействия с сульфат-ионами происходит гибель реакционноспособных радикальных частиц.

Ключевые слова: индигокармин, окислительная деструкция, система Фентона, система Раффа, соли магния.

Введение

Химическая деструкция органических загрязнителей изучена в модельных системах для достаточно широкого круга субстратов. Однако применение окислительно-деструктивных процессов для очистки воды сдерживается ограниченными знаниями о протекании этих процессов в реальных системах, даже достаточно простых, содержащих набор типичных для природной пресной воды компонентов. Так, дискуссионным остается вопрос о влиянии солей на окислительную деструкцию органических субстратов системами Фентона и Раффа. Например, опубликованы экспериментальные результаты, согласно которым присутствие сульфат-ионов в системе ингибирует окисление 2-нитрофенола и 2-хлорфенола реактивом Фентона [1]. Наши исследования окислительной деструкции динитрофенолов реактивом Фентона, напротив, свидетельствуют о весьма незначительном влиянии сульфата натрия на скорость и глубину окисления органического субстрата [2]. Представляло интерес проверить общность полученных результатов с применением субстрата другого состава и использованием сульфата другого металла. С этой целью нами было выполнено исследование окислительной деструкции индигокармина в присутствии сульфата магния. Окисление индигокармина в модельных системах изучено ранее [3].

Экспериментальная часть

В работе использовали индигокармин марки «чда», пероксид водорода «медицинский», точное значение концентрации которого определяли методом косвенного окислительно-восстановительного титрования тиосульфатом натрия в кислой среде, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ марки «чда», $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ марки «чда», $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ марки «чда», $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ марки «чда».

Эксперименты по окислительной деструкции осуществлялись в водных растворах индигокармина объемом 50 мл с начальной концентрацией субстрата 70 мкмоль/л. Окисление проводили либо реактивом Фентона (пероксид водорода в сочетании с двухзарядными ионами железа), либо реактивом Раффа (пероксид водорода в сочетании с трехзарядными ионами железа). Концентрация пероксида водорода в начале эксперимента во всех случаях составляла 0.34 ммоль/л, концентрация ио-

¹ Работа выполнена в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 гг., госконтракт № ПЗ97 от 12 мая 2010 г.

нов железа – 25 мкмоль/л, независимо от окислительной системы. Эксперименты по окислению проводились при исходном значении pH реакционных смесей 3.0–3.5 без дополнительного регулирования.

Для оценки влияния посторонних ионов на процесс окислительной деструкции в исследуемый раствор вводили соли магния: сульфат или нитрат.

Изменения концентрации индигокармина в растворах фиксировали методом спектрофотометрии при помощи прибора Spesord 50 с автоматической регистрацией оптической плотности.

Результаты и их обсуждение

Соли магния вводили в исследуемые системы в концентрации 7 ммоль/л. Именно такое значение концентрации сульфата натрия использовано авторами [1]. Отметим, что это значение близко к верхней границе минерализации пресных природных вод [4].

Первоначально изучали влияние солей магния на скорость и глубину окислительной деструкции индигокармина системой Фентона. Соответствующие кинетические кривые представлены на рис.1 в сравнении с кривой для модельной системы – раствора, в котором присутствуют только индигокармин, пероксид водорода и соль железа. Как видно из представленных данных, в присутствии сульфата магния скорость деструкции, определяемая наклоном кривой, заметно меньше, чем для модельной системы, а для полной деструкции индигокармина требуется значительно больше времени, чем в модельной системе. В то же время кинетическая кривая, полученная в присутствии нитрата магния, практически совпадает с кривой для модельной системы. Результаты сравнения двух солей магния однозначно свидетельствуют о влиянии на процесс именно аниона; катион магния, как и следовало ожидать, в изучаемом процессе индифферентен. Нитрат также не влияет на ход окислительной деструкции индигокармина.

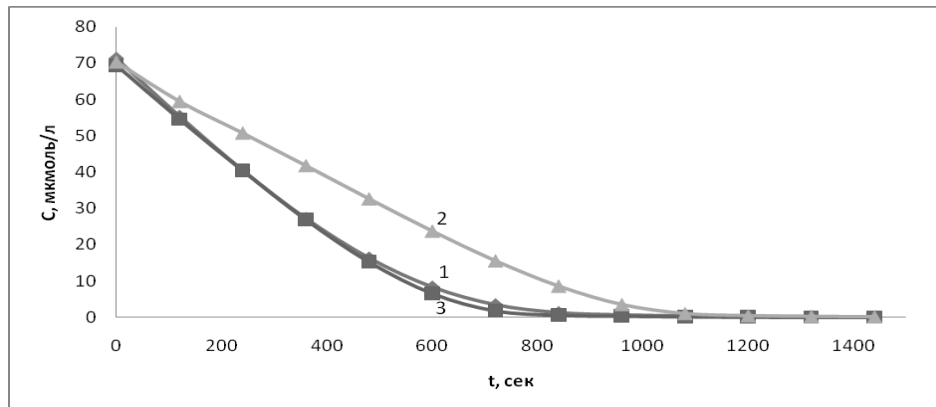


Рис. 1. Кинетические кривые окисления индигокармина системой Фентона: 1 – $C(\text{Mg}(\text{NO}_3)_2)=7$ ммоль/л; 2 – $C(\text{MgSO}_4)=7$ ммоль/л; 3 – в отсутствие солей Mg^{2+}

К аналогичному заключению приводит окисление индигокармина системой Раффа: присутствие нитрата магния не сказывается на виде кинетической кривой, тогда как при введении в систему сульфата магния отчетливо видны признаки ингибирования окисления индигокармина (рис. 2).

Как известно, окисление органических субстратов системами Фентона и Раффа протекает по радикальному механизму; гидроксильные либо гидропероксильные радикалы генерируются из пероксида водорода под действием двух- или трехзарядных ионов железа соответственно. Авторы [1] объясняют ингибирующую способность сульфат-ионов их взаимодействием с радикалами-окислителями, в результате чего снижается количество активных частиц в системе. В то же время образующиеся новые радикальные частицы $\text{SO}_4^{\cdot-}$ достаточно активны и могут сами вносить вклад в окисление субстрата.

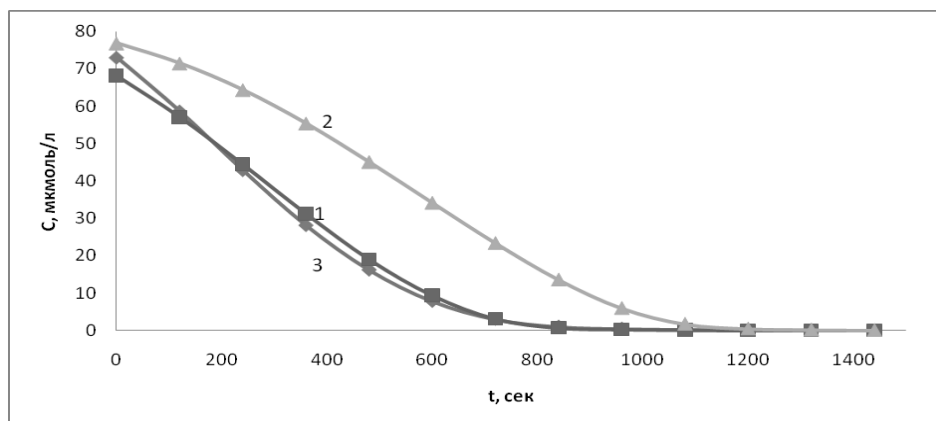


Рис. 2. Кинетические кривые окисления индигокармина системой Раффа:
1 – $C(Mg(NO_3)_2)=7$ ммоль/л; 2 – $C(MgSO_4)=7$ ммоль/л; 3 – в отсутствие солей Mg^{2+}

Таким образом, наблюдаемые экспериментально эффекты влияния посторонних анионов в системах Фентона/Раффа являются усредненным результатом параллельного протекания нескольких процессов: гибели гидроксильных (пергидроксильных) радикалов при взаимодействии с введенным веществом или реакционными интермедиатами и деструкции субстрата под воздействием не только основных частиц-окислителей, но и вновь возникающих реакционных интермедиатов. Следовательно, конечный результат зависит от соотношения реакционной способности гидроксильных (пергидроксильных) радикалов, и радикалов, образующихся с участием сульфат-ионов, а также устойчивости субстрата к деструкции.

Список литературы

1. Sidlecka E. M., Stepnowski P. Phenols degradation by Fenton reaction in the presence of chlorides and sulfates// Polish J. Environmental Studies. -2005. – V. 14. – N 6. – P.823-828.
2. Соловьева А. А., Пашина М. А., Лебедева О. Е. Окислительная деструкция динитрофенолов реактивом Фентона в присутствии неорганических солей // Ж. прикладной химии. – 2007. – Т. 80. – № 2. – С. 276 – 279.
3. Ерохин К.С., Жибурт В.С., Глухарева Н.А., Лебедева О.Е. Окислительная деструкция индигокармина // Научные ведомости БелГУ. Сер. Естественные науки. – 2011. – № 9 (104) – Вып. 15. – С. 142-146.
4. ГОСТ 17403-72. Гидрохимия. Основные понятия. Термины и определения.

OXIDATIVE DESTRUCTION OF INDIGOCARMIN IN THE PRESENCE OF MAGNESIUM SALTS

C.S. Yerohin¹
K.K. Kishibaev²
O.E. Lebedeva¹

¹⁾ Belgorod State National Research University
 Pobedy St., 85, Belgorod, 308015, Russia
 E-mail: OLebedeva@bsu.edu.ru

²⁾ Al-Farabi Kazakh National University
 Al-Farabi av., 71, Almaty, 050040, Republic of Kazakhstan

Oxidative destruction of indigocarmine by Fenton and Ruff systems in the presence of magnesium salts was studied. Introduction of magnesium nitrate into the system was demonstrated not to affect the destruction of indigocarmine while the indication of inhibition of indigocarmine destruction in the presence of magnesium sulfate was distinctly observed. The interaction of reactive radical particles with sulfates was assumed to result in the termination of the particles.

Key words: indigocarmine, oxidative destruction, Fenton system, Ruff system, magnesium salts.



НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 502.33(470.325)

ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИИ СТАРООСКОЛЬСКО-ГУБКИНСКОГО РАЙОНА БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ С УЧЕТОМ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ИЕРАРХИИ ПРОЦЕССОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ*

Е.В. Уколова**А.Н. Петин****Т.Н. Фурманова**

Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет,
Россия, 308015, г. Белгород,
ул. Победы, 85
E-mail: Leukolova@yandex.ru

В работе исследованы основные параметры и принципы моделирования системы Природа-Общество с учетом экстраполяции на локальный уровень геосистемы Старооскольско-Губкинского района Белгородской области. Выделены ключевые компоненты, на которые следует опираться при построении модели. Мы установили, что существует гипотетическая «точка равновесия» во взаимодействии систем *Природа* и *Человек* и выдвинуто предположение о том, как с помощью метода моделирования возможно ее достижение в теории, а затем и на практике.

Ключевые слова: система Природа-Общество, моделирование, компоненты, техногеосистема, геосистема, точка равновесия.

Любая подсистема окружающей среды рассматривается как элемент природы, взаимодействующий через биосферные, климатические и социально-экономические связи с глобальной системой Природа-Общество (СПО). Для конкретного объекта мониторинга создается модель, описывающая это взаимодействие и функционирование различных уровней пространственно-временной иерархии всей совокупности процессов в окружающей среде, влияющих на экологическое состояние каждого компонента и всей системы в целом. Модель описывает характерные для изучаемой территории процессы природного, антропогенного и техногенного характера и в начале своей разработки опирается на информационную основу. Структура модели ориентируется на адаптивный режим ее использования.

Любая экологическая проблема обладает «открытостью», включенностью в систему глобальных проблем современности, главная из которых состоит в сохранении гомеостаза человечества. На современном этапе научно-технического прогресса в этой области ведутся интенсивные разработки, анализ которых позволяет выявить характерные особенности экологического знания и проблемы применяемых методов [1].

Одной из предпосылок создания мониторинговых систем послужило наличие разнокачественных данных и множество порожденных ими математических моделей различного типа (балансовых, оптимизационных, эволюционных, статистических и т.д.). Синтезированные на основе параметризации и, как правило, линеаризации закономерностей природных явлений эти модели включают широкий арсенал детерминированных и вероятностных описаний геологических, экологических, океанологических, биогеохимических и биогеоценотических процессов глобального, регионального и локального характера. Большинство из них ориентировано на теоретическое осмысление особенностей живых систем высокого уровня с использованием имеющихся знаний и лишь малая часть нацелена на стремление к объективной оценке современной глобальной экологической ситуации. Модель экологической ситуации территории

* Работа выполнена в рамках государственного задания № 5.3407.2011

строится по эмпирической информации, которая не ограничена рамками математического аппарата, что обусловит впоследствии «мягкость» формализации данных [2]. При этом необходимо применение компьютерных технологий, соединяющих методы эволюционного и имитационного моделирования. Это позволит учитывать внутреннюю динамику (эволюцию) структуры моделируемых процессов и адаптивно синтезировать модели в условиях неполноты и частичной достоверности данных.

Традиционные подходы к построению глобальной модели сталкиваются с трудностями алгоритмического описания многих социально-экономических и климатических процессов, так что в результате приходится иметь дело с информационной неопределенностью. Развитые подходы к глобальному моделированию игнорируют эту неопределенность, в результате чего структура моделей не охватывает реальные процессы адекватным образом. Совместное использование эволюционного и имитационного моделирования позволяет устранить этот недостаток путем синтеза комбинированной модели, структура которой подвергается адаптации на основе предыстории комплекса биосферных и климатических компонентов. При этом реализация модели также может быть комбинированной в разных классах моделей, с использованием программных средств на традиционных компьютерах и спецпроцессорах эволюционного типа. Форма такого комбинирования многообразна и зависит от пространственно-временной полноты глобальных баз данных [3].

Синтез модели СПО основывается на представлении о ней, как о самоорганизующейся и самоструктурирующейся системе, согласованность действий элементов которой во времени и пространстве обеспечивается процессом естественной эволюции. Антропогенная составляющая в этом процессе направлена на нарушение этой целостности. Попытки параметризовать на формальном уровне процесс коэволюции природы и человека, как элементов биосферы, связаны с поиском единого описания всех процессов в системе Природа-Общество, которое бы объединяло усилия различных отраслей знания в познании окружающей среды. Данное синергетическое начало лежит в основе многих работ по глобальному моделированию.

В настоящее время понятие системы ПО существует и разрабатывается в глобальном смысле. Однако для осуществления целей, поставленных в данной работе нам необходимо скорректировать данную модель для территории Старооскольско-Губкинского района. В связи с этим она перестает быть глобальной и переходит в локальную модель природных и социальных процессов определенной территории.

Таким образом, покроем поверхность исследуемой территории Ω географической сеткой $\{\varphi_i, \lambda_j\}$ с шагами дискретизации $\Delta\varphi_i$ и $\Delta\lambda_j$ по широте и долготе соответственно, так что внутри ячейки поверхности суши:

$$\Omega_{ji} = \{(\varphi, \lambda) : \varphi_i \leq \varphi \leq \varphi_i + \Delta\varphi_{ji}; \lambda_j \leq \lambda \leq \lambda_j + \Delta\lambda_j\} \quad (1)$$

все процессы и элементы считаются однородными и параметризуются площадными моделями. Водная поверхность на территории ячейки Ω_{ij} делится на слои толщиной Δz_k , т.е. выделяются трехмерные объемы:

$$\Omega_{ijk} = \{(\varphi, \lambda, z) : (\varphi, \lambda) \in \Omega_{ij}, z_k \leq z \leq z_k + \Delta z_k\}, \quad (2)$$

внутри которых все элементы экосистемы распределены равномерно. И еще одна составляющая модели – атмосфера над площадкой Ω_{ij} по высоте h дискретизируется либо по уровням атмосферного давления, либо по слоям толщиной Δh_s .

Взаимодействия в системе ПО рассматриваются как взаимодействие между элементами ПО внутри указанных пространственных структур, а также между ними. Комплексная модель системы ПО реализует пространственную иерархию гидродинамических, атмосферных, экологических и социально-экономических процессов с учетом деления всего объема окружающей среды на структуры Ω_{ij} и Ω_{ijk} . Ячейки этого деления являются опорной сеткой в численных схемах при решении, основанном на динамических уравнениях или при синтезе рядов данных в обучающих процедурах эволюционного типа [1].

Ячейки Ω_{ij} и Ω_{ijk} неоднородны по параметрам и функциональным характеристикам. Через эту неоднородность и осуществляется привязка глобальной модели к базам данных. Также, чтобы избежать избыточности в структуре глобальной модели предполагается, что все учитываемые в ней элементы и процессы СПО имеют харак-



терную для них пространственную дискретизацию. В результате структура модели не зависит от структуры базы данных, а следовательно, не изменяется с изменением последней. Аналогичная независимость обеспечивается и между блоками модели. Это реализуется обменом данными между ними только через входы и выходы под контролем базовой информационной магистрали. В случае отключения одного или нескольких блоков их входы идентифицируются с соответствующими входами в базу данных. При этом пользователь должен обладать определенной базой знаний и располагать методикой ее структуризации. В данном случае можно использовать перечни ключевых проблем геоэкологии или списки необходимых для исследования элементов СПО.

Для контроля и наблюдения за состоянием техногеосистемы Старооскольско-Губкинского района необходимо регулярное наблюдение за такими параметрами, как метеорологические данные, криосфера, суша, гидрологический цикл и растительность, радиационный баланс, атмосфера, геосфера, солнце, внешние воздействия. С увеличением вероятности резких глобальных изменений спектр этих переменных будет варьироваться, т.е. прогнозирующая система и база данных должна постоянно пополняться и модернизироваться. Построение модели СПО с помощью Геоинформационных мониторинговых систем (ГИМС) позволяет использовать ее как экспертную систему, а это означает возможность проведения комплексного анализа большого числа элементов СПО в условиях реализации гипотетических ситуаций, которые могут возникать по естественным или антропогенным причинам.

СПО можно представить как совокупность природы N (Nature) и человеческого общества H (Homo sapiens), которые составляют единую природно-социальную систему. Поэтому их разделение при построении модели следует считать условным. Системы N и H имеют иерархические структуры $|N|$ и $|H|$, цели \underline{N} и \underline{H} , поведения \underline{N} и \underline{H} соответственно. С математической точки зрения взаимодействие систем N и H можно рассматривать как случайный процесс $\eta(t)$ с неизвестным законом распределения, представляющим уровень напряженности во взаимоотношении этих систем или оценивающей состояние одной из них. Цели и поведения систем являются функциями показателя η . Однако существуют диапазоны изменения η , в которых поведения систем могут быть антагонистическими, индифферентными и кооперативными.

Основная цель системы H состоит в достижении высокого жизненного уровня с гарантией долговременного выживания. Аналогично цель системы N может быть определена в терминах выживания. Поведение системы N определяется объективными законами коэволюции. В этом смысле выделение N и H является условным и его можно интерпретировать как разделение множества природных процессов на управляемые и неуправляемые. Тогда будем считать системы N и H симметричными. При этом система H располагает технологиями, наукой. Экономическим потенциалом, промышленным и сельскохозяйственным производством, социальным устройством и т.д. Процесс взаимодействия систем N и H приводит к изменению η , уровень которого влияет на структуру векторов \underline{N} и \underline{H} . На самом деле существует порог η_{\max} , за пределами которого человеческое общество перестает существовать, а природа выживает. Несимметричность систем N и H в данном контексте вызывает изменение цели и стратегии системы H .

В современных сложившихся условиях ситуация на территории Старооскольско-Губкинского района выглядит так, что взаимодействие этих систем $\eta \rightarrow \eta_{\max}$ довольно уверенными и относительно быстрыми темпами, поэтому отдельные компоненты вектора \underline{H} можно отнести к классу кооперативных. Поскольку социально-экономическая структура территории представлена социальным обществом, производственным и инфраструктурным комплексом (в совокупности – социум), то в качестве функционального элемента системы H будем рассматривать социум. Функция $\eta(t)$ отражает результат взаимодействия элементов социума между собой и с природой. Совокупность результатов этих взаимодействий описывается матрицей $B||b_{ij}||$, каждый элемент которой несет символическую смысловую нагрузку:

$$b_{ij} = \begin{cases} + & \text{при кооперативном поведении;} \\ - & \text{при антагонистических взаимоотношениях;} \\ 0 & \text{при индифферентном поведении.} \end{cases}$$

Моделирование климатической составляющей СПО представляет наибольшую трудность при синтезе, т.к. характеризуется большим числом обратных связей, в

большинстве своем неустойчивых. Например, *водяной пар-радиация, облачность-радиация, аэрозоль-радиация* и т.д. Функционирование климатической системы для территории Старооскольско-Губкинского района определяется состоянием атмосферы, почвы, поверхностных вод, биотой, различными антропогенными структурами, а также деятельностью горнодобывающего и горно-перерабатывающего комплекса. Поэтому построение модели климата требует учета многочисленных факторов, роль которых в его формировании достаточно хорошо изучена [4].

Климатическая система является физико-химико-биологической системой, обладающей неограниченной степенью свободы. Поэтому любые попытки моделировать такую сложную систему связаны с непреодолимыми трудностями. Именно этим обстоятельством объясняется многообразие параметрических описаний отдельных процессов в этой системе. Для локальной модели с шагом дискретизации по времени до одного года приемлемым подходом является использование двух вариантов. Первый вариант состоит в совместном применении корреляционных связей между частными процессами формирования климатической обстановки на данной территории в совокупности со сценариями климата. Второй вариант основывается на использовании данных глобального мониторинга, являющихся основой для формирования рядов данных о климатических параметрах с их территориально-временной привязкой и используемых для восстановления полной картины их пространственного распределения.

Как правило, использование таких сложных моделей в качестве блока глобальной модели системы КПО неизбежно приводит к отрицательному результату, т.е. к невозможности синтеза эффективной модели. Наиболее обнадеживающим подходом является комбинирование моделей климата с данными глобального мониторинга. Схема такой комбинации очень проста. Существующие наземные и спутниковые системы контроля климатообразующих процессов, они охватывают некоторую часть ячеек $\{\Omega_{ij}\}$ земной поверхности. Над этими ячейками измеряется температура, облачность, содержание паров воды, аэрозолей и газов, альбедо и многие другие параметры энергетических потоков. Использование простых климатических моделей, а также методов пространственно-временной интерполяции позволяет восстанавливать на основе этих измерений полную картину распределения климатических параметров по всей территории Старооскольско-Губкинского района.

Режим мониторинга окружающей природной среды Старооскольско-Губкинского района может предусматривать ситуации принятия решений в реальной обстановке и реальном времени на основе собранной информации или в результате анализа фактических данных без привязки к реальному времени. Прогноз развития территории сопровождается динамическим состоянием компонентов системы, что означает нестационарность и параметрическую неопределенность в ситуациях, когда каждое измерение требует больших усилий и затрат средств, заставляет искать новые методы мониторинга на основе фрагментарных во времени и отрывочных по пространству данных измерений.

Взаимодействие *Человека (H)* и *Природы (N)* является функцией обширного комплекса факторов, действующих как в социуме, так и в природной среде. Основной проблемой этого взаимодействия является интенсивное влияние человека на окружающую природную среду, сопровождающееся быстрым развитием промышленности на территории Старооскольско-Губкинского района, а также сосредоточением здесь источников техногенного и антропогенного воздействия и, как следствие, кризисных явлений в состоянии окружающей среды на исследуемой территории.

Человек занимался хозяйственной деятельностью на всех этапах своего исторического развития. С доисторических эпох и до настоящего времени он постепенно расширял свое влияние на *Природу*, все шире использовал минеральные ресурсы, загрязнял среду своего обитания и нарушал установившиеся в процессе эволюции связи между компонентами природной среды, что привело к уменьшению разнообразия биологических видов, сокращению площади лесов, засолению почв, истощению биологических ресурсов и, в результате, встал вопрос о перспективе жизнеобитания на Земле. Технический прогресс способствовал расширению масштабов воздействия Че-



ловека на *Природу*, вызывая истребление отдельных видов животных, приводя к хищнической эксплуатации других природных ресурсов. Таким образом, в настоящее время реально встал вопрос о поиске стратегии оптимального взаимодействия систем *H* и *N*. Поэтому при исследовании территории Старооскольско-Губкинского района мы считаем целесообразно развивать и реализовывать многоаспектные программы по изучению взаимодействия между природой и обществом. Создавать базы данных, которые позволяют оценить уровень и направленность антропогенных процессов, а также осуществлять прогноз [5].

Основные тенденции в хозяйственной деятельности человека характеризуются функционированием природных процессов, таких как производство энергии, промышленных материалов и пищи. При этом наблюдается тенденция возрастания эффективности этих процессов в пересчете на душу населения. От энергетического потенциала в прямой зависимости находятся другие параметры, определяющие состояние производства и экономики района. При этом потенциал Старооскольско-Губкинского района является очень высоким за счет развития энергетики, черной металлургии, горнопромышленного и горнодобывающего комплекса, а также сельского хозяйства. Так, антропогенный фактор в развитии района в современных условиях многообразен по своей функциональности и затрагивает все природные процессы. Понятно, что в данном контексте полный учет всего спектра антропогенных воздействий на окружающую среду невозможен из-за сложности и динамичности процессов, однако здесь возможно осуществить параметризацию антропогенных процессов и обеспечить их учет при имитационных экспериментах.

Влияние человеческой активности на природу может быть оценено лишь с помощью развития принципиально новой технологии в рамках системного подхода. Он необходим для формализации экологических, технологических, экономических взаимодействий подсистем *H* и *N*. В общем система *H* располагает технологиями, наукой, экономическим потенциалом, сельскохозяйственным производством, индустрией, социальным устройством, населением и т.д. Система *N* обладает набором взаимозависимых процессов, таких как климатические, биогеоценотические, биогеохимические, геофизические и др.

С точки зрения системного подхода и теории систем *H* и *N* являются открытыми системами. Их разделение условно и направлено на выделение управляемых и неуправляемых компонентов окружающей среды. При этом мы полагаем, что обе системы симметричны с позиции их описания, т.е. каждая имеет цель, структуру и поведение. Пусть $H = \{H_G, H_S, |H|\}$ и $N = \{N_G, N_S, |N|\}$, где H_G и N_G – цели систем, H_S и N_S – стратегии поведения систем, $|H|$ и $|N|$ – структуры систем *H* и *N* соответственно. Тогда взаимодействие систем *H* и *N* можно описать процессом (V, W) – обмена, состоящего в том, что каждая из систем для достижения своей цели затрачивает ресурсы *V* и взамен получает новый ресурс в количестве *W*. Цель каждой системы состоит в оптимизации и гармонизации обмена с другой системой, т.е. максимизировать *W* и минимизировать *V*. Тогда уравнения (V, W) обмена будут выглядеть:

$$W_H(H^*, N^*) = \max_{\{H_S, |H|\}} \min_{\{N_S, |N|\}} W(H, N) = \min_{\{N_S, |N|\}} \max_{\{H_S, |H|\}} W(H, N) \quad (3)$$

$$W_N(H^*, N^*) = \max_{\{N_S, |N|\}} \min_{\{H_S, |H|\}} W(H, N) = \min_{\{H_S, |H|\}} \max_{\{N_S, |N|\}} W(H, N) \quad (4)$$

где H^* и N^* – оптимальные системы. Также здесь существует спектр мощности взаимодействия систем *H* и *N*, охватывающий конечные интервалы изменения выигрышей W_H и W_N в зависимости от степени агрессивности каждой из них. Конкретизация функции выигрыша требует определенной систематизации механизмов коэволюции человека и природы. Модель сбалансированного развития социума и природы состоит в отождествлении системы *H* с совокупностью городов, промышленных узлов и рекреационных зон. Вся процедура моделирования завершается синтезом имитационной модели, которая в рамках принятых допущений и предположений является инструментом исследования. В нашем случае будем считать, что структура системы *H* включает:

- население *G*,
- загрязнения *Z*,

- природные ресурсы M ,
т.е. $|H| = \{G, Z, M\}$.

Аналогично структура системы N состоит из следующих элементов:

- климатический параметр температура T (температурный режим территории);
- качество среды обитания Q ;
- площадь лесов L ;
- площадь сельскохозяйственных земель S ;

Таким образом, $|N| = \{T, Q, L, S\}$.

Стратегия поведения системы N формируется из распределения капиталовложений в восстановление ресурсов U_{MG} , борьбы с загрязнениями U_{ZG} , сельскохозяйственных инвестиций U_{BG} , т.е. $N_S = \{U_{MG}, U_{ZG}, U_{BG}\}$.

Стратегия поведения системы N отождествляется со скоростью старения капиталовложений T_V , смертностью населения μ_G , продуктивностью сельского хозяйства H_x , стоимостью восстановления ресурсов G_{MG} , постоянной времени самоочищения природной среды от загрязняющих веществ T_B , степенью воздействия горнодобывающей промышленности на окружающую природную среду F , а также степенью самовосстановления техногеосистемы P , т.е.

$$N_S = \{T_V, \mu_G, H_x, G_{MG}, T_B, F, P\} \quad (5)$$

В общем смысле эта модель формулируется с помощью терминов теории эволюционной технологии моделирования. Если все возможные состояния природной среды территории Старооскольско-Губкинского района составляют множество $\Gamma = \{\Gamma_i\}$, то в результате воздействия горнодобывающей и горно-перерабатывающей промышленности C_K на природную среду гипотетически возможны два выхода:

- 1) $C_K(\Gamma_i) \rightarrow \Gamma_i \in \Gamma$ – геосистема стремится к самоочищению и самовосстановлению природной среды, формируются оптимальные условия существования человека;
- 2) $C_K(\Gamma_i) \rightarrow \Gamma_i \notin \Gamma$ – геосистема уже не способна к самовосстановлению, происходят необратимые изменения в природной среде и ее компонентах, формируется техногеосистема.

На данном этапе развития территория Старооскольско-Губкинского горнопромышленного комплекса идет по второму пути, т.е. здесь уже достаточно четко выделяется сформированная техногеосистема, произошли глубокие и необратимые изменения в компонентах природной среды, отмечены весьма неблагоприятные условия для жизнедеятельности человека.

Если последовательность состояний окружающей природной среды

$\{C_K(\Gamma_i)\} \in \Gamma$, то можно говорить об устойчивой коэволюции системы $N \cap N$. Однако территорию Старооскольско-Губкинского района нельзя охарактеризовать как территорию устойчивого развития, поэтому равновесие сдвигается в сторону *Человека* и в результате выглядит так: $\{C_K(\Gamma_i)\} \in \Gamma \rightarrow H_N \not\cap N$.

На основании вышеизложенного мы выдвинули предположение о том, что в геосистеме расположенной на территории Старооскольско-Губкинского района должна существовать некая «точка равновесия». Ее значение состоит в том, что она является тем гипотетическим балансом, который может достигнуть *Человек* и *Природа* в процессе стремления к гармонизации межкомпонентных взаимоотношений. Ее достижение в принципе возможно лишь в том случае, если названные системы будут двигаться в процессе своей эволюции навстречу друг другу. Поскольку система *Природа* на территории Старооскольско-Губкинского района претерпела необратимые изменения и не сможет вернуться к своему исходному состоянию, т.к. стала на путь формирования природно-технической геосистемы, то ее движение навстречу *Человеку* невозможно – она сможет либо сократить темпы своего дальнейшего развития, либо продолжит изменяться дальше, без изменений. Если же она сократит темпы своего развития, то экономические процессы на исследуемой, а также на прилегающих территориях будут испытывать ущерб. Если система продолжит свои изменения, то будет уже целесообразно употреблять термин не *Природа*, а *Техногеосистема*, где взаимоотношения между компонентами будут строиться на других принципах.



Система *Человек* всегда будет стремиться к достижению максимально комфортных условий. Эти условия будут тесно связаны с экономическими факторами и степенью развития инфраструктуры района. Так, в основе дальнейшего развития данной системы лежит принцип постепенного отделения от *Природы*. Тогда складывается следующая ситуация: система *Природа* движется в направлении к *Техногеосистеме*, а система *Человек* движется не к природе, а в противоположном направлении, т.е. к *Социуму* (система, где все компоненты гармонизируют друг с другом, но отдалены от природной среды). *Социум* и *Техногеосистема* находятся на постоянном расстоянии друг от друга и не движутся навстречу в данных условиях. Но гипотетически они могут пойти на сближение, и тогда встанет вопрос о том, какая из них станет частью другой и при каких условиях.

Достижение «точки равновесия» в современных условиях практически невозможно, однако, если построить оптимальную модель территориального развития и выделить главные цели, направленные на достижение устойчивого развития, провести модельный эксперимент и спрогнозировать дальнейшее развитие, то первый шаг на пути к максимально комфортному взаимодействию между *Природой* и *Человеком* будет сделан.

Безусловно, возникает проблема адекватности между реальными процессами, происходящими на исследуемой территории и их упрощенным представлением в виде модели. Однако математическое моделирование для данного исследования весьма целесообразно, т.к. позволяет осуществить перспективную оценку кинетики параметров окружающей среды. Также использование модели удобно по следующим причинам:

- во-первых, о модели имеется больше информации, чем о реальном состоянии окружающей среды;
- во-вторых, с моделью легче и удобнее работать;
- в-третьих, модель позволяет вычислить и определить «точку равновесия» между *Человеком* и *Природой*;
- в-четвертых, модель позволяет проводить опосредованные эксперименты и осуществлять прогноз.

Тенденции хозяйственной деятельности человека определяются совокупностью огромного количества факторов. Но все они сводятся к экономике и энергетике, связь между которыми описывается с помощью линейной регрессии:

$$V = k_{ve}e + b_{ve}, \quad (6)$$

где под V понимается бюджет района, а через e измеряется вырабатываемая в нем энергия. Постоянные коэффициенты k_{ve} и b_{ve} отражают специфику хозяйственной деятельности и ее эффективность. Общая схема возможной модели социально-экономических процессов на территории Старооскольско-Губкинского включает в виде V_i обозначение размеров фондов в регионе, которые он может использовать при планировании своей антропогенной деятельности:

$$\partial V / \partial t = G_{VG} V_{MG} - V/T_{VG} \quad (7)$$

где T_{VG} – постоянная времени износа основных фондов, множители G_{VG} и V_{MG} определяют скорость генерации фондов. При этом функция V_{MG} отражает зависимость скорости генерации фондов от материального уровня M_{BG} населения региона. Эту зависимость опишем логарифмической функцией:

$$V_{MG} = k_{MGV} \ln(1 + k_{1,MGV} M_{BG}) \quad (8)$$

где коэффициент k_{MGV} выбирается из условия $k_{MGV} \ln(1 + k_{1,MGV} M_{BG}(t_0)) = 1$. Тогда коэффициент G_{VG} приобретает смысл объема фондов, генерируемых в момент t_0 на одного жителя района. Постоянная времени износа основных фондов является функцией научно-технического прогресса и в модели рассматривается как управляющий параметр.

Основные фонды определяют интенсивность и направленность антропогенной активности. Их распределение отражает региональную стратегию управления ресурсами, обуславливает скорость протекания антропогенных процессов. В частности, генерация отходов и их утилизация существенно регулируются этим распределением.

Таким образом, соотношение реальной (R) и оптимальной модели (O) межкомпонентного взаимодействия между системой *Природа* и *Человек* основывается на

стремлении природной среды к устойчивому развитию и сбалансированности отношений между внешними и внутренними компонентами, а человек, в свою очередь, стремиться к социальному и экономическому благополучию и максимально комфортным условиям среды. В этом одновременном противоречии важно найти так называемую «точку равновесия», при которой воздействие отрицательных антропогенных и техногенных факторов будет стремиться к минимуму, социальное и экономическое благополучие будет максимально сбалансировано с процессами окружающей природной среды.

Вышеизложенные теоретические основы моделирования природных процессов позволяют с учетом экстраполяции построить реальную модель локальной территориальной системы Природа-Общество для Старооскольско-Губкинского района. Основное ее значение состоит в том, что она позволит проводить мониторинг с использованием ГИМС-технологий, создать базу данных для контроля и слежения за взаимодействием природных, социальных и техногенных процессов на исследуемой территории, а также с ее помощью можно создать наглядную комплексную модель системы ПО и спрогнозировать ее дальнейшее развитие с учетом широкого спектра факторов.

Список литературы

1. Крапивин В.Ф., Кондратьев К.Я. Глобальные изменения окружающей среды: экоинформатика. – СПб, 2002. – 724 с.
2. Петин А.Н., Васильев П.В. Геоинформатика в рациональном недропользовании. – Белгород: ИПК НИУ «БелГУ», 2011. – 264 с.
3. Васильев П.В., Петин А.Н., Яницкий Е.Б. Геоинформатика в недропользовании: учеб. пособие. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2008. – 232 с.
4. Емельянов А.Г. Геоэкологический мониторинг: Учеб. пособие. – Тверь: ТГУ, 2002. – 120 с.
5. Петин А.Н., Мининг С.С. Минерально-сырьевые ресурсы и геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых (монография). – Белгород: Изд-во «АртБук», 2005. – 315 с.

PROGNOSIS OF DEVELOPMENT OF THE TERRITORY OF THE STAROOSKOLSKO-GUBKINSKY DISTRICT OF THE BELGOROD REGION TAKING INTO ACCOUNT OF SPACE-TIME HIERARCHY OF PROCESSES OF THE ENVIRONMENT

E.V. Ukolova
A.N. Petin
T.N. Furmanova

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

E-mail: Leukolova@yandex.ru

In the research the main parameters and principles of modeling of the system Nature-Society with regard to extrapolation on the local level of the geosystem Starooskolsko-Gubkinsky district of the Belgorod region are investigated. The key components that should be used when building the model, have been identified. We have established that there is a hypothetical "balance point" in interaction of the systems of Nature and Man, and put forward the assumption about how with the help of the method of modeling it is possible to achieve it in theory and then in practice.

Key words: the system Nature-Society, simulation, components, technogeosystem, geosystem, the point of equilibrium.



УДК 330.15

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ ИЗУЧЕНИЯ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИГОРОДНОЙ ЗОНЫ (НА ПРИМЕРЕ УФИМСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН)

А.Р. Рахматуллина¹**М.С. Оборин²**

¹⁾ Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы, Россия, Башкортостан, 450000, г. Уфа, ул. Октябрьской революции, 3а.

E-mail: aminkaegf@mail.ru

²⁾ Пермский государственный педагогический университет, Россия, 614000, г. Пермь, ул. Пушкина, 42.

E-mail: recreachin@rambler.ru

Рассматриваются некоторые вопросы качества информации о площади и структуре земельных угодий Уфимского района Республики Башкортостан. Используются открытые источники и неопубликованные материалы государственных органов. На основе анализа данных о структуре земельных угодий получены предварительные выводы о возможности улучшения землепользования в Уфимском районе, с учетом, прежде всего, несельскохозяйственного использования.

Ключевые слова: земельные ресурсы, пригородная зона, Уфимский район, информационная база.

Введение

В современных социально-экономических условиях и развития мирового финансового кризиса вопросам управления и использования объектов недвижимости уделяется большое внимание чиновников. С точки зрения экономической науки право пользования земельными участками относят к нематериальным активам (группа внеоборотных активов). Когда произойдет процесс оформления этих прав, тогда они переходят в материальные средства любой организации. После юридического оформления всех прав земля представляет огромный финансовый интерес в зависимости от категории целевого назначения. В настоящее время проблемы оценки земельных ресурсов и анализ режима землепользования является актуальной и важной задачей как регионального, так и федерального управления. Один из ключевых аспектов работы по оценке земельных ресурсов – подготовка соответствующей информационной базы. В общих чертах основы такой подготовки разработаны, но требуется учет особенностей конкретной территории.

Объекты и методы исследования

Сущностная характеристика объекта: информация о земельных ресурсах пригородного административного района. Пространственная характеристика объекта: Уфимский район Республики Башкортостан. Временная характеристика объекта: период 1994–2012 гг. Основные методы исследования: статистическая выборка, сравнительный анализ источников, формализация и преобразование данных.

Результаты и их обсуждение

Рассмотрим ряд основных понятий, связанных с земельными угодьями. Согласно ст.7 Земельного Кодекса РФ [1] от 25.10.2001 г. по целевому назначению земли делятся на следующие категории: 1) земли сельскохозяйственного назначения; 2) земли населенных пунктов; 3) земли промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, земли для обеспечения космической деятельности, земли обороны, безопасности и земли иного специального назначения; 4) земли особо охраняемых территорий и объектов; 5) земли лесного фонда; 6) земли водного фонда; 7) земли запаса. Особо ценными является категория земель особо ох-

раемых природных территорий, которые включают земли лечебно-оздоровительных территорий и курортов, природоохранного, рекреационного, историко-культурного назначения и другие виды охраняемых земель.

Кадастровая стоимость земель зависит от многих факторов, к которым можно отнести следующие: целевое назначение, транспортная доступность, близость инфраструктуры и т.д. В связи с этим для решения многих хозяйственных и экономических проблем в землепользовании является грамотное и эффективное использование, анализ и оценка информации о земельных участках. В настоящей статье будут рассмотрены некоторые вопросы информационного изучения системы землепользования на конкретном примере муниципального района Башкортостана.

Земля – один из основных видов природных ресурсов, соединяя в себе качества базиса размещения общества и главного средства производства в сельском хозяйстве. К важнейшим свойствам земли как природного ресурса относятся пространственная протяженность, местоположение относительно других видов ресурсов, экономических объектов, техническая пригодность и благоприятность земельного массива, участка как места размещения производительных сил и прочих объектов, плодородие, выражающееся в способности почвы производить биологическую массу. Остается актуальным определение земли из стандарта еще советского времени: «Земля – важнейшая часть окружающей природной среды, характеризующаяся пространством, рельефом, почвенным покровом, растительностью, недрами, водами, являющаяся главным средством производства в сельском и лесном хозяйстве, а также пространственным базисом для размещения всех отраслей народного хозяйства» [2].

При этом существует проблема неравномерного внимания к вопросам использования земельных угодий разных категорий. Из трех основных групп видов земель [3] изучаются в основном земли общего сельскохозяйственного назначения, тогда как земли несельскохозяйственного назначения и земли населенных пунктов обычно остаются вне интересов исследователей. Исключение составляют лишь земли государственного лесного и (в меньшей степени) государственного водного фондов. В публикациях можно встретить мнение о недостаточности внимания к почвам и, соответственно, сельскохозяйственным землям, – например, в юридической и нормативной литературе [4], но в плане анализа геоэкологических предпосылок эффективного использования это, напротив, самая изученная часть угодий. Интересно, что в известном словаре Н.Ф. Реймерса дается определение термина «угодье» без прилагательного «земельный»: «Угодье – 1) общее наименование любых участков территории, сравнительно однородных или объединенных какими-то признаками (например, травяные, кустарниковые угодья); 2) участок территории или акватории, используемый людьми в определенных хозяйственных целях (земельные, лесные, охотничьи, рыбные и т.д. угодья)» [2].

Уже отмеченная двойственность понятий «земля», «земельный ресурс» фиксируется и в определении кадастра: «Кадастр земельный – свод сведений о землях: 1) как грунтах и почвах различного типа, пригодных и непригодных для культивации, строительства и др. форм использования земель; 2) совокупность достоверных и необходимых сведений о природном, хозяйственном и правовом положении земель» [2]. Таким образом, подчеркивается значение земли, во-первых, как орудия труда для производства растительной биомассы (в сельском, лесном хозяйстве и т.п.), и, во-вторых, как основы для строительства и других видов общественной деятельности, для размещения различных сооружений, населенных пунктов и т.д.

В настоящей работе мы рассматриваем землю, прежде всего, во втором смысле – с точки зрения не плодородия, а общей ценности как базиса размещения. В то же время даже при таком взгляде на земельные ресурсы нельзя абстрагироваться от их сельскохозяйственного значения, что тоже нашло отражение в статье.

Мы полагаем возможным использовать термины «земля», и «земельные угодья» как синонимы для обозначения участков поверхности суши в общем смысле, т.е. безотносительно к их особенностям. Согласимся с В.В. Снакиным, который с соавторами предлагает применять словосочетание «земельный участок» при анализе оборота земель (купля-продажа, смена статуса, место в кадастре и пр.) [4]. Вообще исполь-



зование терминов во многих исследованиях по земельным ресурсам отличается некоторой нечеткостью – так, диссертации, научные статьи, посвященные сельскохозяйственным угодьям, в своем заголовке зачастую имеют указание на земельные угодья без уточнения их назначения [5, 6]. В то же время «необходимость определенности в понятиях особенно проявляется в системе управления ресурсопользованием» [4], без соответствующего развития которой невозможно эффективное использование земельных ресурсов.

Пространственное изучение вопроса требует определения района исследования. Наш выбор Уфимского административного района позволяет изучить разнообразные варианты землепользования основной части пригородной зоны крупной Уфимской агломерации.

Временной аспект исследования в перспективе касается данных о динамике земельных ресурсов Уфимского района в 1994–2006 гг. с привлечением информации о более поздних событиях. Такое ограничение во времени дает возможность достаточно четко установить основные тенденции изменений в структуре угодий и их размещении. В то же время существует необходимость изучения и более ранних периодов, прежде всего для выявления вариантов использования тех или иных участков земель, отличающихся от современных. В качестве иллюстрации укажем на опыт вовлечения даже малопригодных угодий в сельскохозяйственный оборот с достаточно высокой степенью эффективности. Речь, в частности, идет о предоставлении земельных участков с целью самообеспечения сельскохозяйственной продукцией различных предприятий, учреждений, отдельных групп населения. Так, в различные десятилетия (с 1930-х и вплоть до современности) значительные земельные участки отводились детским образовательным учреждениям (детским домам, школам-интернатам и пр.) [7], что позволяло использовать площади, в которых не нуждались крупные сельскохозяйственные предприятия, и частично решать проблему обеспечения учреждений продуктами питания (в некоторых случаях речь шла даже о достижении положительной рентабельности производства). Несомненно, наличие у детских учреждений участков для сельскохозяйственного производства может не только решать вопросы с продовольствием, но и давать другие положительные эффекты (педагогический, экологический и пр.).

В настоящей статье мы преимущественно обращаемся к сущностному и пространственному аспектам вопроса, оставляя исследования динамики на продолжение работы.

Перейдем к краткому описанию факторов, влияющих на земельные угодья района. Из его природных особенностей отметим, прежде всего, расположение на стыке ряда крупных рубежей:

- близ восточной границы Предуральяского краевого прогиба, на окраине Восточно-Европейской равнины;
- в пределах переходной зоны контакта ряда воздушных масс;
- в среднем течении большой реки Белой, причем при впадении в нее крупных притоков Уфы и Дёмы. Это делает одним из основных элементов территории поймы рек (в т.ч. низкие), в той или иной степени подверженные наводнениям, прежде всего во время весеннего половодья;
- на границе лесостепной и степной природных зон.

Поверхность района исследования сложена практически полностью голоценовыми отложениями. Это аллювиальные, биогенные, делювиальные, пролювиально-делювиальные, аллювиально-делювиальные, делювиально-коллювиальные образования. Аллювиальные осадки слагают поверхности низкой и высокой поймы, I надпойменной террасы, долин малых рек и выполнены серыми супесями с рассеянной галькой, линзами торфа. В их нижней части встречаются озерные суглинки, зеленовато-серые глины. В долинах рек Белой и Уфы к голоценовому аллювию относятся пески, гравий, галечники, лежащие на пляжах, косах и отмелях. В долинах малых рек и ручьев отложения голоцена представлены песчано-глинистыми осадками небольшой мощности. Они возникли в результате перемывания продуктов плоскостного сноса со склонов водоразделов и врезания русел в подстилающие породы. По своему происхождению это аллювиально-делювиальные и пролювиально-делювиальные образования.

Биогенные современные отложения связаны с болотами и непроточными старицами. Они выполнены черными, илистыми глинами, супесями, илами и торфом.

На склонах водоразделов из продуктов выветривания коренных пород, которые смещались вниз по склонам, сформировались делювиальные осадки (дресва и щебень). Вследствие положительных неотектонических движений на большей части района продукты разрушения горных пород быстро сносятся в наиболее низкие участки местности (долины рек, ручьев, овраги и балки). По этой причине на склонах нет мощных делювиальных шлейфов.

Делювиально-коллювиальные отложения развиты в долинах крупных рек на крутых эрозионных уступах и в приустьевых частях глубоких оврагов. Представлены они дресвой, щебнем, глыбами, состоящими из обломков пермских отложений. Они в виде осыпей покрывают указанные уступы и в отдельных случаях перемещаются с песчано-глинистыми образованиями оползней. Мощность голоценовых отложений 7-10 м.

Анализ почвенного покрова показывает, что преобладают относительно плодородные аллювиальные и черноземные почвы, но при этом они имеют достаточно тяжелый состав, местами существенно ослаблены ввиду длительного (и не всегда рационального) использования в растениеводстве. В связи с этим в литературе отмечается, что сельскохозяйственное природопользование в пределах Уфимского района должно быть направлено на исключение эрозионных процессов, улучшение фосфорного режима, гумусного состояния, влагопроницаемости, влагоемкости и биологической активности почв. Для этой цели в первую очередь необходимо исключить из пахотных земель сильноэродированные почвы и проводить почвозащитные и агролесомелиоративные мероприятия [8].

Если говорить об антропогенных факторах, оказывающих заметное влияние на земельные угодья, отметим в первую очередь расположение в пригородной зоне Уфимской агломерации. Ее более чем миллионное население и статус региональной столицы делают землю района большой ценностью – по кадастровой стоимости она занимает одно из первых мест в Башкортостане [9]. Многие другие факторы общественного происхождения зависят от пригородного положения: как положительные (например, наличие густой сети транспортных магистралей), так и отрицательные (интенсивные выбросы загрязняющих веществ и другие).

Перейдем к характеристике собственно земельных ресурсов. Площадь территории Уфимского района составляет 1599 кв. км (159.9 тыс. га), она выросла за последние 15 лет на 86 км² за счет передачи земель из соседнего Кушнаренковского района и обмена землями с г. Уфа. Структура землепользования Уфимского района отличается высокой степенью сложности. В настоящее время можно выделить следующие ее основные элементы:

- крупные и средние сельскохозяйственные предприятия с относительно широким спектром отраслей специализации, включая подсобные хозяйства промышленных и транспортных предприятий (например: совхоз «Шемяк», совхоз-завод «Дмитриевский», совхоз «Уфимский», АКХ «Кирилово», АКХ «Зубово», подсобное хозяйство УПАП «Автомобилист» и т.д.). 17 таких предприятий занимают 63% площади района (100.9 тыс. га);

- крупные и средние специализированные сельскохозяйственные предприятия (животноводческие, опытные и т.п., например: птицефабрика «Башкирская», конезавод №119, рыбхоз «Торна-Басу», ГУСП «Алексеевский» и др.). Занимают 7% площади (11.5 тыс. га);

- малые аграрные хозяйства (КФХ, приусадебные, коллективные сады и огороды и т.п.). Занимают 23% площади (36.8 тыс. га);

- прочие земли (воды и др.) – 7% площади района (11.2 тыс. га).

Обращают на себя внимание расхождения между различными источниками в данных по земельным угодьям разных категорий. Это связано с различиями в методах сбора и обработки сведений в различных ведомствах (аграрных, землеустроительных, природоохранных и т.п.), а также с неточностями измерений и спорными ситуациями в сфере землепользования. Если на уровне муниципалитетов (города, районы) вопросы



размежевания и кадастрового учета можно считать в основном решенными, то между сельскими поселениями и тем более между отдельными организациями остается очень много неопределенности. Для прикладных нужд необходима корректировка информации, с тем чтобы обеспечить ее сопоставимость в разных исследованиях. Эта проблема достаточно остро стоит перед исследователями земельных ресурсов. Один из примеров – неполное отображение в материалах Уфимского районного комитета по землеустройству данных о малых сельскохозяйственных предприятиях, которых на 1.01.2012 г. насчитывалось 14 (в таблицах комитета – только 8). Неполной является информация даже по достаточно крупным предприятиям (например, совхозу «Черкассы»).

Большое значение для анализа современного землепользования на муниципальном уровне имеют данные открытой кадастровой карты России [9]. Еще предстоит обеспечить сопоставимость этой информации с данными, имеющимися в землеустроительных структурах, а также решить ряд вопросов совместимости форматов различных графических файлов, с отображением динамической информации на кадастровой карте. В пределах Уфимского района выделено около 1 тыс. кадастровых кварталов, из которых около 150 имеют площадь более 3 км² (самый большой – 41.5 км²), они вместе составляют почти 90% площади района. Остальные, небольшие по площади кадастровые кварталы, составляют более 100 ареалов – это преимущественно территории сельских поселений. Общедоступной является информация о площади и местоположении каждого квартала, а также стоимости земли в его пределах. К сожалению, за редким исключением сайт Росреестра не предоставляет информацию о категории земель, входящих в состав квартала и его отдельных участков.

Проанализируем информацию о земельных ресурсах Уфимского района (табл.). Начнем с соотношения земель, относящихся к укрупненным категориям. Из общей площади на сельскохозяйственные угодья приходится более 105 тыс. га (67%), в т.ч. пашни – более 78 тыс. га (50%). Леса и кустарники занимают свыше 30 тыс. га (20%), в т.ч. в государственном лесном фонде 12 тыс. га (7%). Водные поверхности – 5 тыс. га (3%), в т.ч. в государственном водном фонде 3.1 тыс. га (2%). Оставшиеся 10% земель в основном заняты дорогами и улицами (свыше 6 тыс. га), приусадебными участками (около 3.5 тыс. га) и постройками.

Обращает на себя внимание незначительность земель оздоровительного и рекреационного значения: лишь 215 га, из которых 199 га – это дороги и улицы. При этом спрос жителей Уфы и ее пригородов на услуги соответствующих организаций (санаториев, развлекательных комплексов и т.п.) является весьма значительным.

С одной стороны, в самом деле наблюдается дефицит учреждений рекреационного и оздоровительного профиля в Уфе и ее окрестностях – из средних и крупных можно назвать лишь санатории «Зеленая роща» (на юго-востоке города) и «Юматово» (юго-запад Уфимского района), а также несколько домов отдыха, в основном близ устья р.Дема. При этом существуют три охраняемые природные территории (ОПТ), не отражаемые в структуре земельных ресурсов: 1) Уршакский заказник, частично расположенный на крайнем юге района; 2-3) дендрологические памятники природы «Защитные насаждения Уфимского опытного поля» и «Юматовские опытные лесные культуры» [10]. А.Ф. Нигматуллин рекомендует создание еще одной ОПТ – памятника природы «Урочище Чуркинские болота» [10; 11]. Это может улучшить возможности по отводу территории под нужды рекреации. Как считает И.В. Голубченко [12], такую работу следует осуществлять не только на муниципальном и региональном уровнях, но и согласовывать действия различных регионов, особенно близлежащих друг к другу. В нашем случае создание и оптимизацию системы рекреационных земель Уфимского района стоит вести в рамках Урало-Поволжского макрорегиона.

С другой стороны, рекреационные функции осуществляют не только специализированные учреждения, но и, например, садовые участки граждан, пригородные учреждения общественного питания и т.д. Избыток спроса горожан на услуги, связанные с отдыхом, удовлетворяется за счет поездок в различные города и районы Башкортостана, другие регионы России, за границу.

Таблица

Земельные ресурсы Уфимского района*

	Пашня	Сенокосы	Пастбища	Всего с/х угодья	Приусадебные земли	Коллективные сады	Коллективные опор.	Леса	Кустарниковые залежки	Во-лота	Под водой	Дороги, плещ., улицы	Общественные постр.	Нарушенные земли	Прочие земли	ИТОГО
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
АКХ "Зубово"	2990	520	1137	4647	0	0	0	285	126	30	95	137	19	0	60	5399
АКХ "Кириллово"	2722	555	896	4173	0	0	0	762	266	13	35	96	11	9	18	5383
С-з "Дмитриевский"	7664	666	1669	9999	0	0	0	355	269	297	48	138	60	0	9	11175
С-з "Уфимский"	4088	1011	1264	6363	0	0	0	251	260	19	240	151	48	0	40	7372
ГУСП "Алексеевский"	350	8	123	481	0	0	0	2	10	3	7	7	0	0	8	518
Колл. с/х пред-е "Шемьяк"	9410	132	1690	11232	0	0	0	392	116	30	72	190	21	20	23	12096
С-з "Кармасан"	7333	26	982	8341	0	0	0	7	114	53	106	79	12	0	9	8721
АО "Шарк"	3959	388	1092	5439	0	0	0	891	79	5	27	109	1	0	46	6597
С-з "Заря"	2126	155	728	3009	0	0	0	139	56	5	6	60	8	0	17	3300
С-з им. 60-летия СССР	8055	179	1571	9805	0	0	0	248	110	1	296	232	53	0	7	10752
С-з "Чапаевский"	4277	115	1986	7378	0	0	0	145	271	156	113	72	48	7	60	8250
ПТФ "Башкирская"	4448	565	1150	6163	0	0	0	782	0	0	0	0	0	0	28	6973
ПТФ "Уфимская"	170	15	27	212	0	0	0	17	1	0	0	19	11	0	0	260
Конезавод 119	1828	189	268	2285	0	0	0	137	86	42	27	100	4	0	2	2683
Госконюшня	251	187	44	482	0	0	0	188	1	2	8	7	3	0	0	691
ПО "Башкирское"	190	13	25	228	0	0	0	5	8	0	8	17	4	0	0	270
Рыбхоз "Торна-Басу"	0	10	31	41	0	0	0	0	0	378	0	0	0	0	0	419
П/х "Автомобилист"	767	5	106	878	0	0	0	19	15	1	7	0	0	0	6	926
П/х "Агидель"	1616	230	456	2302	0	0	0	190	83	54	42	55	4	2	8	2740
АФ "Доброта"	1694	154	374	2222	0	0	0	52	102	4	30	35	11	0	4	2460

Окончание табл.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Агрохозяйство "Энергетик"	2377	119	432	2928	0	0	0	149	80	27	33	77	9	5	8	3316
П/х Цюрупы	4374	43	876	5293	0	0	0	93	99	127	33	152	10	2	13	5822
П/х "Юматово"	944	67	109	1120	0	0	0	15	7	1	5	31	6	0	4	1189
П/х АТП "Уфимское"	83	0	0	83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83
Учлесхоз БАУ	0	338	10	348	0	0	0	10578	0	115	222	256	0	0	6	11525
Уч.х-во БАУ	4438	212	1125	5775	0	0	0	318	108	12	31	87	4	0	20	6355
Плем. с-з ОПХ "Уфимское"	1471	364	362	2197	0	0	0	110	88	1	13	62	13	0	12	2496
Юматовский с/х техникум	2	0	0	2	0	5	3	0	0	0	0	2	3	0	0	15
ВСЕГО по землям с/х назначения	77750	7266	18558	103574	0	5	3	16130	2355	1376	1504	2171	363	45	408	127934
Земли сельсоветов	304	0	948	1252	3438	58	969	9	18	4	17	960	125	0	3	6853
Земли пром.предприятий	123	0	0	123	9	0	0	77	0	0	0	86	170	12	365	842
Земли авто-трансп.предприятий	0	0	0	0	4	0	0	36	0	0	0	1014	77	13	16	1160
Земли ж/д транспорта	0	0	0	0	0	0	0	49	0	0	0	963	16	3	41	1072
Земли прочих предприятий	176	44	0	220	0	39	0	660	0	0	0	440	676	143	377	2555
ВСЕГО земли промышленности	299	44	0	343	13	39	0	822	0	0	0	2503	939	171	799	5629
Земли оздор. и рекреационного назначения	4	0	1	5	7	0	0	4	0	0	0	199	0	0	0	215
Лесной фонд	87	502	52	641	35	0	0	11686	0	206	401	222	103	0	93	13387
Водный фонд	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3062	0	0	0	0	3062
ИТОГО	78444	7812	19559	105815	3493	102	972	28651	2373	1586	4984	6055	1530	216	1303	157080

* Таблица составлена авторами по данным о движении земельных угодий в Уфимском районе за 1994-2005 гг. Комитета по землеустройству Уфимского района республики Башкортостан [13].

Помимо отмеченной ситуации с землями оздоровительного и рекреационного значения заметно некоторое несоответствие сельскохозяйственного профиля предприятий структуре их угодий. Так, в АКХ «Кириллово» почти 20% площади занимают леса и кустарники, в АО «Шарк» – почти 15%. Представляется также, что некоторые сельскохозяйственные предприятия имеют излишние площади, занятые водой – собственно, эти озера, участки рек и могут быть отведены под рекреационные нужды при соответствующем обустройстве. Ряд примеров подобного рода иллюстрирует диаграмма (рис. 1).

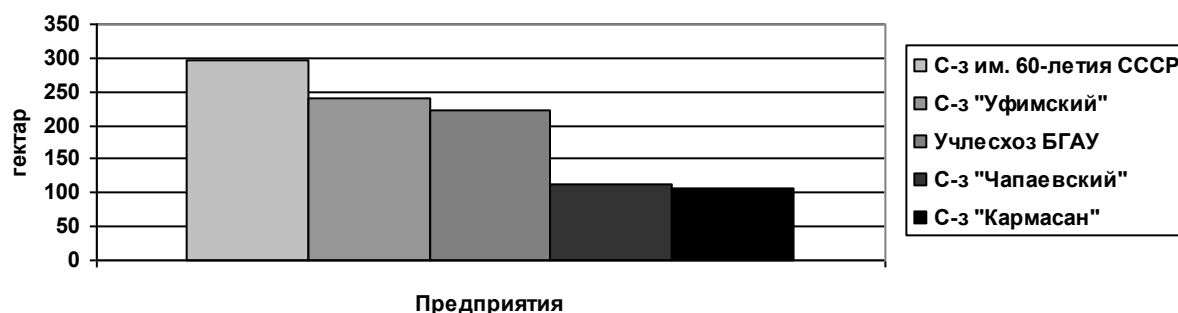


Рис. 1. Площади, занятые водными объектами в некоторых сельскохозяйственных предприятиях Уфимского района (по данным Комитета по землеустройству Уфимского района)

Согласно мнению М.С. Оборина [14], туристско-рекреационная деятельность пригородных территорий (экскурсии, познавательный туризм, лечение, отдых и оздоровление) формируется за счет системы рекреационного природопользования, основным элементом которой для данных территорий является землепользование. Рекреация имеет большой социально-экономический и медицинский эффект, восстанавливая работоспособность организма человека во время нетрудовой деятельности. В региональном управлении различными территориями должно уделяться большое внимание сбалансированному планированию и созданию рекреационных пространств.

Заключение

Проведя информационный анализ и создав картину эффективности землепользования на определенной территории, можно сделать следующие выводы:

1. Необходимо расширять и усиливать функции краткосрочного отдыха населения за счет перевода земель сельскохозяйственного назначения в земли рекреации.
2. Много земель сельскохозяйственного назначения, которые не используются для выполнения целевых функций (они заняты лесами, кустарниками и водными объектами). За счет части сельскохозяйственных земель возможен их перевод в земли рекреационного назначения.
3. Выявилась проблема отсутствия программного обеспечения (на основе кадастра земель), направленного на функциональное использование земель.

Список литературы

1. Земельный Кодекс РФ от 25.10.2001 г. № 136-ФЗ (доступ через Консультант-Плюс).
2. Реймерс Н.Ф. Природопользование: словарь-справочник. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.
3. Добровольский Г.В., Зайдельман Ф.Р. Объект мелиорации: почва или земля? // Использование и охрана природных ресурсов в России: информационно-аналитический бюллетень. – 2004. – №3. – С. 50-56.
4. Снакин В.В., Мельченко В.Е., Минашина Н.Г. Почва, земля, ландшафт: терминологический и управленческий аспекты // Использование и охрана природных ресурсов в России: информационно-аналитический бюллетень. – 2004. – №2. – С. 61-66.
5. Мусин М.М. Эффективность использования земельных ресурсов (на материалах Республики Башкортостан): дисс. ... к.экон.н. – Уфа, 2001. – 210 с.



6. Мударисов М.М. Использование земельных ресурсов в Республике Башкортостан // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2011. – №5. – С. 81-87.
7. Кагарманова А.И., Цилюгина И.Б. Анализ деятельности учреждений интернатного типа, осуществлявших социально-педагогическую практику в Башкирии в 20-30-е годы XX века // Современные исследования социальных проблем. – 2012. – №1 (в печати).
8. Турикешев Г.Т.-Г. Краткий очерк по физической географии окрестностей г. Уфы: Учебное пособие. – Уфа: БГПУ, 2000. – 160 с.
9. Управление Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по РБ. Режим доступа открытый <http://www.to02.rosreestr.ru/>
10. Атлас Республики Башкортостан. – Уфа, 2005. – 419 с.
11. Нигматуллин А.Ф. Географо-экологическое обоснование системы охраняемых территорий Республики Башкортостан: дисс. ... к.геогр.н. – Уфа, 2004. – 278 с.
12. Голубченко И.В. Каркасные элементы организации территории в пределах Волго-Уральского «кольца» // Проблемы региональной экологии. – 2009. – №3. – С. 167-171.
13. Движение земельных угодий в Уфимском районе за 1994-2005 гг. / Комитет по землеустройству Уфимского района РБ.
14. Оборин М.С. Системная методология как один из подходов изучения рекреационного природопользования // Вестник УдмГУ. – 2010. – №3. – С. 12-18.

INFORMATION QUESTIONS OF LAND USE STUDY OF SUBURBAN AREA (FROM THE EXAMPLE OF THE UFA DISTRICT OF BASHKORTOSTAN)

A.R. Rakhmatullina¹

M.S. Oborin²

¹⁾ Bashkir State Pedagogical University of a name M. Akmully,
Oktyabr'skoy Revoljutsii St., 3a, Ufa,
450000, Russia

E-mail: aminkaegf@mail.ru

²⁾ Perm State Pedagogical University,
Pushkina St., 42, Perm, 614000,
Russia

E-mail: recreachin@rambler.ru

Some questions of the quality of information about the area and the structure of the Ufa district of Bashkortostan are considered. Open sources and unpublished materials of state authorities were used. Preliminary findings, based on the analysis of data on the structure of land, concerning the possibility of improving land management in the Ufa district, from the perspective of non-agricultural use, were received.

Key words: land, a suburban area, the Ufa district, the information base.

УДК 550.8.014

ОЦЕНКА МАСШТАБНОГО ЭФФЕКТА БЕЛОГО ПИСЧЕГО МЕЛА КМА

С.В. Сергеев
А.В. Овчинников

*Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет,
Россия, 308015, г. Белгород,
ул. Победы, 85*

*E-mail: ovchinnikov@bsu.edu.ru;
sergeev@bsu.edu.ru*

Рассмотрены лабораторные испытания образцов белого писчего мела на одноосное сжатие с целью исследования масштабного эффекта. Испытания проведены на современном автоматизированном оборудовании. Получена масштабная зависимость прочности на одноосное сжатие в зависимости от размера образца. Выявлено значительное уменьшение модуля деформации с увеличением диаметра испытываемых образцов. Рассмотрен один из методов перехода от «образца к массиву» с учетом его трещиноватости.

Ключевые слова: масштабный эффект, одноосное сжатие, прочность, модуль деформации, коэффициент ослабления, трещиноватость.

Масштабной зависимостью в механике горных пород называют, зависимость свойств горных пород от размеров образца или объема их масс [1]. Экспериментальные данные о влиянии масштабного фактора имеются в работах Карташова Ю.М., Дашко Р.Э., Барона Л.И., Чиркова С.Е., Викторова А.М., Кузнецова Г.М., Руппенейта К.В. и др. и в ряде случаев они носят противоречивый характер [2]. Для меловых пород подобные исследования не проводились.

В работе Чиркова С.Е. [3] по изучению влияния масштабного фактора на прочность углей установлено, что прочностные свойства под влиянием масштабного фактора изменяются в 10 раз и более. Поэтому, не зная закономерностей проявления масштабного фактора, можно при расчете получать завышенные или заниженные результаты.

Размер образца оказывает существенное влияние на прочность исследуемого грунта, особенно это касается трещиноватых грунтов. Образцы с меньшим диаметром показывают большую прочность, по-видимому, из-за того, что они имеют большую сплошность, по сравнению с образцами большого диаметра, в объеме которых находится большее количество трещин [4].

По мнению Леоньчева А.В. [5] параметр предела прочности на сжатие $R_{сж}$ характеризует заниженную прочность мело-мергельных пород, т.к. следует признать существенное, и даже определяющее влияние на $R_{сж}$ микротрещиноватости мела, которая неотъемлемо присутствует в испытываемых на прочность лабораторных образцах. Как показывают наши исследования, микротрещиноватость хорошо видна при микроскопическом исследовании структурно-текстурных особенностей мела в шлифах [6].

По ряду инженерно-геологических классификаций, в частности проф. Н.Н. Маслова, мел и мело-мергельные породы относятся к горным породам особого типа, на которые перенесение стандартных подходов, как правило, приводит к принципиальным ошибкам [5].

В регионе КМА, где мела применяются в качестве оснований и являются средой для сооружений различного назначения, исследование масштабного эффекта мела является весьма актуальной задачей. С этой целью нами проведены испытания мела на одноосное сжатие.

В качестве исследуемого материала нами использовался белый писчий мел кампан-маастрихтского возраста (K_{2cp-m}) с добычных уступов карьера месторождения «Зеленая Поляна». Чтобы в меньшей степени нарушить естественную структуру образцов, их подготовка осуществлялась вручную путем постепенного вырезания ножом и режущими кольцами из массивных монолитов.

На первом этапе определялись физические характеристики испытываемых об-



разцов. Они составили следующие значения:

1. естественная влажность, W – от 10 до 15%;
2. естественная плотность, ρ – 1.56 г/см³;
3. плотность твердых частиц, ρ_s – 2.70 г/см³;
4. влажность на границе текучести, W_L – 34.03%;
5. влажность на границе раскатывания, W_p – 23.18%;
6. число пластичности, J_p – 10.85%;
7. пористость, n – 48.6%;
8. коэффициент пористости, e – 0.94 д.е.;
9. коэффициент водонасыщения, S_r – 0.36 д.е.

Испытания проводились с использованием автоматизированных систем испытаний в лабораториях:

1. НИУ «БелГУ» – в лаборатории механических испытаний и аналитического контроля ЦКП «Диагностика структуры и свойств наноматериалов» на универсальной напольной электромеханической испытательной машине Instron 5882 и 3369, производства США; в лаборатории механики грунтов кафедры инженерной геологии и гидрогеологии на установке одноосного сжатия ГТ 0.5.1 автоматизированной системы испытаний в строительстве (АСИС-1) фирмы ООО НПП «ГЕОТЕК»;

2. НИУ «СПбГУ» – в лаборатории механических свойств Центра инженерных изысканий на универсальной испытательной машине серии Super «L» фирмы Tinius Olsen.

Экспериментальные исследования проведены в соответствии с ГОСТ 12248-96 [7]. Испытывались цилиндрические образцы различного диаметра (38, 50, 70 и 100 мм) при одинаковом отношении высоты к диаметру $\frac{h}{d} = 2$. Нагружение испытуемых образцов производилось равномерно, с заданной скоростью деформирования образца 0.05 мм/мин до полного их разрушения.

Экспериментальные данные испытаний приведены в таблице 1, а на рисунке 1 приведен график масштабной зависимости прочности от площади поперечного сечения образца.

Таблица 1

Зависимость прочности на одноосное сжатие мела в зависимости от размера образца

Диаметр образца, мм (площадь образца, см ²)	37.0-39.6 (10.75-12.31)	49.2-52.3 (19.0-21.5)	69.9 (38.4)	98.0 (75.4)
Прочность на одноосное сжатие, МПа	<u>1.18-0.95 (15*)</u> 1.03	<u>0.80-0.89 (10*)</u> 0.83	<u>0.65-0.78 (5*)</u> 0.69	<u>0.51-0.59 (3*)</u> 0.54

Примечание: в скобках со звездочкой указано количество испытанных образцов.

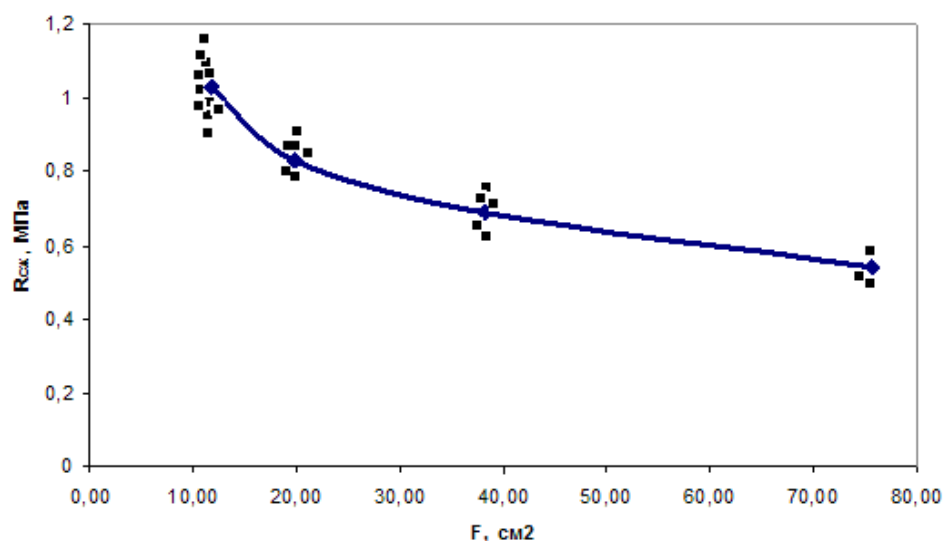


Рис. 1. График масштабной зависимости

По результатам испытаний для образцов разного размера получены также модули деформации. Он определяется как тангенс угла наклона прямой, проведенной через выбранное значение вертикального напряжения, составляющее до 60% от значения предельной прочности [4, 8]. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2

Средние значения модуля деформации для образцов разного размера

Модуль деформации, МПа			
Диаметр 39 мм	Диаметр 50 мм	Диаметр 70 мм	Диаметр 100 мм
339	228	209	174

Из таблицы 2 видно значительное уменьшение модуля деформации с увеличением диаметра испытываемых образцов.

Современное автоматизированное оборудование позволяет получить детальные диаграммы результатов испытаний (рис. 2).

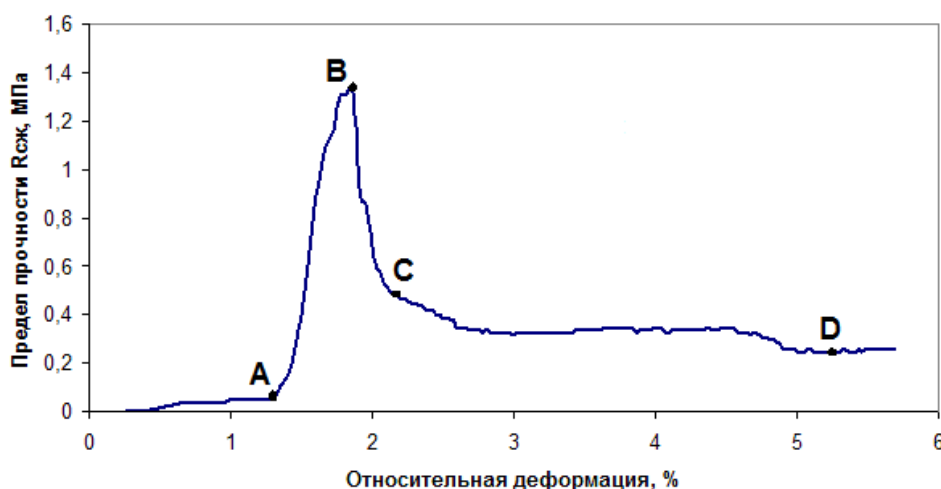


Рис. 2. Пример диаграммы результатов одноосных испытаний мела

На диаграммах часто можно выделить следующие характерные участки (см. рисунок 2):

1. участок разрушения структурных связей (точки O-A);
2. участок уплотнения (точки A-B);
3. участок разрушения образца (точки B-C);
4. участок запредельной прочности образца (точки C-D).

На участке O-A происходит разрушение вначале слабых, а затем и жестких структурных связей при высокой пористости образца. На участке A-B происходит уплотнение образца и предел прочности образца при одноосном сжатии соответствует точке B на графике. При дальнейшем деформировании образец разрушается, и его несущая способность уменьшается. Кривая деформирования B-C-D называется запредельной областью деформирования и на участке C-D характеризуется величиной остаточной прочности образца [9]. Следует отметить, что образец в области деформирования B-D разрушен, однако сохраняет несущую способность. В любой точке на кривой B-D процесс деформирования образца можно остановить, провести разгрузку образца и дальнейшее нагружение. При этом, если разгрузка образца была начата, например, в точке C, то при дальнейшем нагружении кривая «нагрузка-деформация» дойдет до точки C, а затем начнет идти по линии C-D.

В работе [10] отмечается, что существует много общего в механическом поведении монолитного образца в запредельной области деформирования и скальным массивом в натурных условиях.

Фадеев А.Б. предложил [9], что «массив трещиноватых горных пород в условиях естественного залегания представляет собой не что иное, как некогда «монолит-



ный» образец, деформированный тектоническими силами до существующей степени трещиноватости. Таким образом, при изучении запредельных характеристик монолитных образцов некоторым образом моделируется процесс формирования трещиноватого массива и его запредельные свойства».

Таким образом, свойства горной породы в образце отличаются от их свойств в условиях естественного залегания. Переход от «образца к массиву» является сложной и до конца не решенной проблемой. Этими вопросами занимался Фисенко Г.Л., Бублик Ф.П., Бич Я.А., Кузнецов С.Т., Фадеев А.Б., Кузнецов Г.Н., Розенбаум М.А., Стеценко В.П., Палий В.Д., Нестеренко Г.Т. и др.

Масштабный эффект часто оценивают коэффициентом ослабления k_c . Чем меньше этот коэффициент, тем больше влияние масштабного эффекта.

Коэффициент ослабления – это мера влияния трещиноватости горных пород на их свойства. Он равен отношению прочности горных пород в условиях естественного залегания к их прочности в образце. Численное значение данного коэффициента существенно зависит от размеров исследуемого образца [1].

В работе [11] представлен один из методов перехода от «образца к массиву», где расчетное сопротивление пород (массива) сжатию R_c следует определять по формуле:

$$R_c = R_{сж} k_c,$$

где k_c – коэффициент, учитывающий дополнительную нарушенность массива пород поверхностями без сцепления, либо с малой связностью (зеркала скольжения, трещины, глинистые прослой и др.), принимаемый по таблице 3.

Ранее нами была исследована трещиноватость меловых массивов в районе г.Белгорода [12]. На уступах мелового карьера «Зеленая Поляна» и в штольне прослеживаются три системы трещин:

1. горизонтальная система, с расстоянием между трещинами равным 1.2–1.5 м;
2. северо-западного направления (300–330°) с крутым углом падения 70–90°;
3. северо-восточного направления (30–60°) с крутым углом падения 75–85°.

Таблица 3
**Коэффициенты ослабления
нарушенности массива пород**

Среднее расстояние между поверхностями ослабления пород, м	Коэффициент k_c
более 1.5	0.9
от 1.5 до 1	0.8
от 1 до 0.5	0.6
от 0.5 до 0.1	0.4
менее 0.1	0.2

Расстояние между трещинами второй и третьей систем трещин составляет от 0.3 до 0.7 м. Часто эти две субвертикальные системы трещин образуют желобообразные формы блоков с падением трещин, как в противоположные стороны, так и навстречу друг другу.

На плоскостях трещин всех трех систем развито интенсивное ожелезнение и омарганцевание. Кроме того, на плоскостях часто наблюдаются гладкие зеркала скольжения, а также борозды скольжения, указывающие на имевшие место интенсивные неотектонические движения.

Таким образом, коэффициент k_c для меловых массивов может составлять 0.5 и ниже. При этом, при k_c равном 0.4 и среднем значении $R_{сж}$ для малых образцов равном 1,03 МПа (при естественной влажности 10-15%), расчетное сопротивление пород (массива) сжатию R_c составит 0.41 МПа, что очень близко к величинам остаточной прочности образца, которая, как было сказано выше, может быть определена по результатам одноосных испытаний (см. рисунок 2, участок С-D).

В данном случае должен учитываться масштабный эффект, т.е. снижение прочности с ростом объема деформирующейся породы до некоторого предельного размера, определяемого критерием квазисплошности. При достижении этого критерия, трещиноватость перестает влиять на прочность массива. В таких условиях среди лабораторных методов исследования образцов обязательным является испытание образцов в условиях трехосного сжатия, в которых появляется возможность раскрытия микротрещин в условиях бокового расширения.

Список литературы

1. Ломтадзе В.Д. Словарь по инженерной геологии. – СПб.: Санкт-Петербургский горный ин-т., 1999. – 360 с.
2. Барон Л.И., Логунцов Б.М., Позин Е.З. Определение свойств горных пород. Справочное пособие. – М.: Государственное научно-техническое изд-во литературы по горному делу, 1962. – 337 с.
3. Чирков С.Е. Влияние масштабного фактора на прочность углей. – М.: Изд-во «Наука», 1969. – 113 с.
4. Болдырев Г.Г. Методы определения механических свойств грунтов. Состояние вопроса. – Пенза: Изд-во ПГУАС, 2008. – 696 с.
5. Леонычев А.В. Мело-мергельные породы как основание опор автодорожного моста через р.Урал в районе г.Уральска // Транспортное строительство.– 1994. – № 12. – С.14–19.
6. Овчинников А.В. К вопросу о микроскопическом исследовании структурно-текстурных особенностей мела // Материалы IV международной научной конференции «Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и сопредельных странах». – Москва – Белгород: Издательство «КОНСТАНТА». – 2010. – С.406-408.
7. ГОСТ 12248-96 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости.
8. Овчинников А.В. Лабораторные испытания полускального мелового грунта для определения модуля деформации // Сборник трудов Международной конференции «Новые дороги России». – Саратов: ООО «Издательский центр «Наука». – 2011. – С. 233–239.
9. Прочность и деформируемость горных пород / Ю.М. Карташов, Б.В. Матвеев, Г.В. Михеев, А.Б. Фадеев. – М.: Недра, 1979. – 269 с.
10. Введение в механику скальных пород / Под ред. Х. Бока. Перевод с английского Андреева Ю.В. и Тизделя Р.Р. – М.: Изд-во «Мир», 1983. – 294 с.
11. Руководство по проектированию подземных горных выработок и расчету крепи. – М.: Стройиздат, 1983. – 272 с.
12. Яковчук М.М., Овчинников А.В. Тектоническая нарушенность меловых массивов КМА // Материалы II международной научной конференции «Проблемы природопользования и экологическая ситуация в европейской России и сопредельных странах». – Белгород: Изд-во БелГУ, 2006. – С. 75-78.

ASSESS THE LARGE SCALE EFFECT OF KMA WHITE CHALK

S.V. Sergeev
A.V. Ovchinnikov

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

*E-mail: ovchinnikov@bsu.edu.ru,
sergeev@bsu.edu.ru*

The authors consider the laboratory tests on samples of white chalk in uniaxial compression to study the large scale effect. Tests are performed at the modern automated equipment. The large-scale dependence of strength on uniaxial compression, depending on the size of the sample, are obtained. The significant decrease of the modulus of deformation with increasing diameter of the samples are detected. One of the methods of transition from the 'sample to the massif, taking into account the fracture, are considered.

Key words: large scale effect, uniaxial compression, strength, modulus of deformation, attenuation coefficient, fracture.



УДК 624.131.31:550.834:550.837

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО МЕТОДА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА РЕКУЛЬТИВИРУЕМОГО ОТВАЛА РЫХЛЫХ ПОРОД НА ЛГОК

Ю.С. Погорелов
С.В.Сергеев

*Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет,
Россия, 308015, г. Белгород,
ул. Победы, 85*

*E-mail: strojanalit@mail.ru;
Sergeev@bsu.edu.ru*

Изложены методика и результаты геофизического дипольного электропрофилирования на участках с различным развитием растительного покрова рекультивируемого отвала горных пород на Лебединском горнообогатительном комбинате. Установлено, что псевдоразрез кажущегося электрического сопротивления характеризует неоднородность верхней части насыпного массива по степени дисперсности твердой фазы и водопроницаемости грунта в зоне аэрации и позволяет выделить в нем участки с различными условиями развития растительного покрова, зоны глубинного водосбора. Показано, что геоэлектротометрия может быть эффективно использована для мониторинга рекультивации отвалов при разработке месторождений полезных ископаемых.

Ключевые слова: отвалы горных пород, рекультивация, геофизические методы, электропрофилирование, растительный покров, насыпной массив, электрическое сопротивление, псевдоразрез, зона аэрации, связанная вода, водопроницаемость, зоны глубинного водосбора, мониторинг.

В процессе рекультивации отвалов карьеров рудников и горнообогатительных комбинатов большое значение имеет правильное формирование почвенно-литологического разреза, искусственно создаваемого в приповерхностном слое отвалов при отсыпке грунтов. Это определяет в дальнейшем характер развития на склонах отвалов травяной и древесной растительности, способствующей стабилизации поверхности откосов и влияющей в той или иной степени на экологическую обстановку в окрестности отвалов.

При изучении почвенно-литологических разрезов и гидрогеологических условий на данных участках весьма перспективным представляется применение современных методов инженерно-гидрогеологической геофизики.

Несомненным преимуществом геофизических методов является возможность оперативного и малозатратного получения информации о физических свойствах значительных по масштабам объемов исследуемого грунтового массива без нарушения его целостности и с различной степенью детальности.

Как известно [1], физико-механические и фильтрационные свойства насыпных грунтов в значительной мере зависят от их литологического состава.

Наиболее приемлемым геофизическим методом для изучения литологического состава грунтов на объектах промышленной зоны является кондукционная (электродная) модификация электрического метода геофизики, данные которой не искажаются наземными объектами (в отличие от георадарного метода) и акустическими шумами (в отличие от сейсмического метода), и, в значительно меньшей мере, чем в индукционной модификации электрического метода – приповерхностными металлическими предметами (рельсами и кабелями).

Принимая во внимание разнообразие условий и форм исследуемого объекта, постановка геофизического метода осуществлялась в пределах его рекультивируемой площади, на основных типах участков, находящихся в различных горно-природных условиях, с различной степенью развития на них растительного покрова:

1) участок со сроком формирования не менее 1 года, характеризуется начальным этапом образования растительного покрова;

2) участок с менее 3-х летним сроком формированием поверхностного слоя, с наличием на нем травяного покрова и отсутствием древесной растительности;

3) участок с более 3-х летним сроком формирования поверхностного слоя грунта, наличием на нем многолетнего травяного покрова и древесной растительности.

Выбранные участки геофизических исследований отвала представлены в дальнейшем изложении профилями 1, 2 и 3 (ПР 1, ПР 2 и ПР 3), соответственно.

Для обеспечения компактности измерительной установки и примерно одинаковой ее чувствительности к различным типам неоднородности грунтов, в качестве оптимального, использовался дипольный (осевой) вариант электропрофилирования (ДЭП).

С целью дифференциации геофизических данных по глубине исследования, измерения по всем разведочным профилям проведены на двух разносах измерительной установки – 1.5 и 5.0 м. Как показали результаты параметрических измерений, на исследуемых участках наблюдается благоприятный для кондукционной электроразведки тип геоэлектрического разреза (отсутствие проводящих и непроводящих субгоризонтальных электрических экранов) и поэтому указанными выше разносами достигается поинтервальное изучение объемов грунта на максимальную для этих разносов глубину 0.75 и 2.5 м, соответственно.

Условия применения электрического метода геофизики на участке работ достаточно сложные: при измерениях отмечались интенсивные электрические помехи, присутствовал также ряд факторов, затрудняющих заземление электродов и способных вносить искажения в данные электрометрических измерений (наличие щебня в поверхностном слое грунта, сложный рельеф местности и т. п.).

Геофизические работы выполнены с современной цифровой компьютеризированной электроразведочной аппаратурой марки ЭРП-1 российско-украинского производства (г. Севастополь) и специализированными переносными электродами из комплекта отечественной аппаратуры марки АНЧ.

Шаг точек измерения по профилям (ПК) составлял 5 м. Для оценки точности полученных данных электропрофилирования выполнено 10% контрольных измерений. Среднеквадратичная погрешность измерений составила 2.1%, что характеризует достаточно высокое качество выполненных полевых работ.

Построенные по первичным данным кривые кажущегося электрического сопротивления ρ_k (рис. 1) имеют довольно сложную форму (что указывает на значительную неоднородность грунтов отвала) и отличаются по своему среднему уровню значений ρ_k на различных участках (что указывает на различные условия формирования грунта на данных участках).

Для количественной оценки характера неоднородности грунтов отвала на исследованных участках использовались параметры вертикальной и горизонтальной, относительной и абсолютной неоднородности массива.

Параметр вертикальной неоднородности массива определяется как отношение измеренных значений ρ_k в каждой точке профиля при различных разносах измерительной установки:

$$P_{\text{вн}} = \rho_{k, 5 \text{ м}} / \rho_{k, 1.5 \text{ м}};$$

относительной – по вертикальному направлению, абсолютной – без учета направления.

Параметр горизонтальной неоднородности массива определяется, как соотношение измеренных значений ρ_k в соседних точках профиля:

$$P_{\text{гн}} = \rho_{k, n+1} / \rho_{k, n};$$

относительной – по направлению профиля, абсолютной – без учета направления; вычисляется отдельно для каждого разноса измерительной установки ($P_{\text{гн}, 1.5 \text{ м}}$, $P_{\text{гн}, 5 \text{ м}}$) и характеризует горизонтальную неоднородность массива на соответствующих интервалах глубин.

Максимальное значение параметра вертикальной неоднородности массива по всем профилям составляет 4.96 и отмечается в интервале ПК 7 ПР 3, минимальное –



0.25 и отмечается в интервале ПК 1 ПР 1 (табл. 1 и рис. 2). Наибольшим средним уровнем значений этого параметра (2.52) характеризуется ПР 1.

Таблица 1

Характерные значения параметра вертикальной неоднородности грунтов

ПР №	максимальные		минимальные		средние
	величина	интервал	величина	интервал	
1	4.24	ПК 3	0.250	ПК 1	2.52
2	1.66	ПК 5	0.337	ПК 1	1.67
3	4.96	ПК 7	0.346	ПК 2	2.35

Максимальное значение параметра горизонтальной неоднородности массива составляет по профилям, соответственно: 95, 71 и 79% (табл. 2 и рис. 3 и 4).

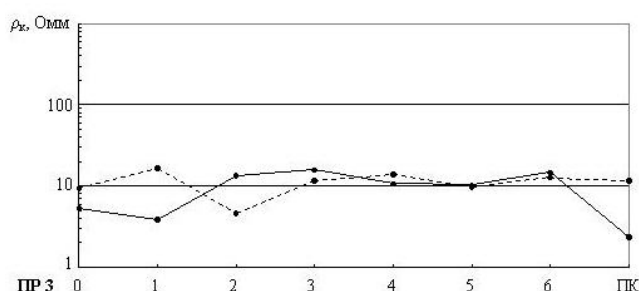
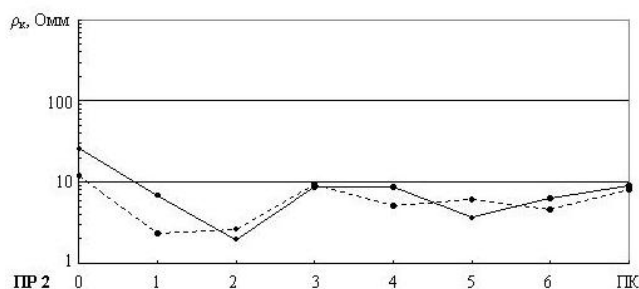
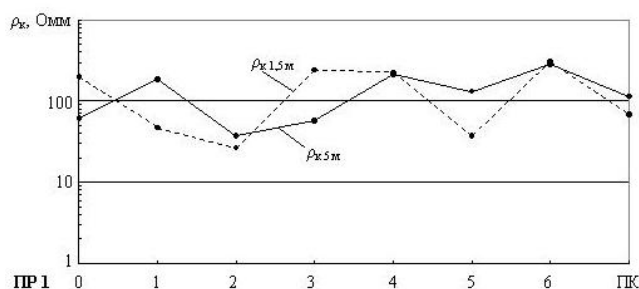


Рис. 1. Графики кажущегося электрического сопротивления ρ_k ДЭП

и более) отмечаются на интервалах ПК 3 ... 4 и ПК 6 ПР 1 во всем исследованном интервале глубин разреза. Экстремально высокое значение (305 Ом·м) зафиксировано на ПК 6 ПР 1 в верхней части разреза.

Средний уровень значений ρ_k дифференцируется по профилям следующим образом: наиболее низкий уровень (7.61 Ом·м) отмечается на ПР 2; средний уровень (104, Ом·м) – на ПР 3; наиболее высокий (140 Ом·м) – на ПР 1; при этом средний уровень

Построенный по обработанным данным ДЭП псевдоразрез ρ_k , отражающий основные черты изменения удельного электрического сопротивления грунтов в разрезе на исследуемых участках, характеризуется заметной неоднородностью, как по горизонтали, так и с глубиной (рис. 5); при этом уровень значений ρ_k варьирует в пределах от 1.99 до 305 Ом·м – т. е. изменяется более чем в 150 раз. Основной характер неоднородности псевдоразреза ρ_k – специфический, почти не встречающийся на природных объектах естественного сложения, с субвертикальной направленностью изолиний ρ_k .

Локальная зона минимальных значений ρ_k (значения менее 2.0 Ом·м), отмечается в интервале ПК 1 ... 2 ПР 2 во всем исследованном интервале глубин разреза (с эпицентром на ПК 2 ПР 2 в нижней части разреза). Небольшая зона пониженных значений (2.3 Ом·м и менее) отмечается также на ПК 7 ПР 3 в нижней части исследованного интервала глубин.

Локальные зоны максимальных значений кажущегося электрического сопротивления грунта (достигающих 200 Ом·м

значений ρ_k , увеличивается относительно минимального, отмечающегося на ПР 2, в 1.37 раза на ПР 3 и в 18.4 раза на ПР 1.

Таблица 2
Максимальные изменения параметра горизонтальной неоднородности грунтов

ПР №	Верхний интервал исследования		Нижний интервал исследования	
	величина	интервал	величина	интервал
1	95.9 %	ПК 2 ... ПК 3	69.1 %	ПК 1 ... ПК 2
2	71.6 %	ПК 0 ... ПК 1	65.3 %	ПК 2 ... ПК 3
3	55.6 %	ПК 1 ... ПК 2	79.6 %	ПК 6 ... ПК 7

При инженерно-геологической интерпретации данных ДЭП исходим из того, что изучаемая часть насыпного массива отвала сложена рыхлыми грунтами и является

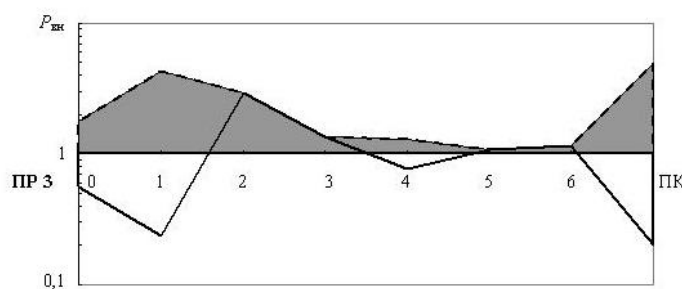
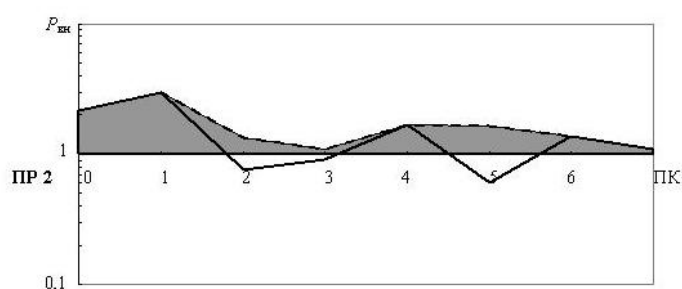
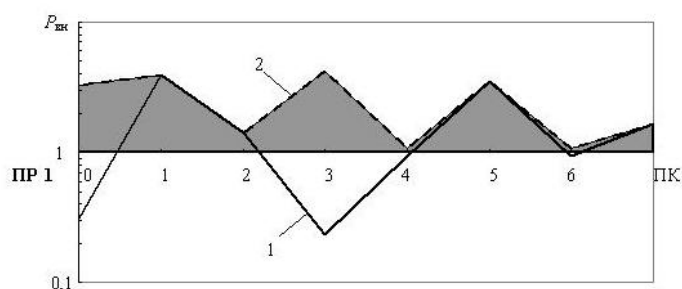


Рис. 2. Графики параметров относительной (1) и абсолютной (2) вертикальной неоднородности грунтов

аэрации примерно составляют: для тонкозернистой (глинистой) фракции твердой фазы грунта – 10 Омм и менее, для песчаной и грубозернистой фракции – 100 Омм и более; для переходных разностей: суглинков – около 25 Омм, супесей – 40 Омм; для присутствующей в данном массиве фракции мело-мергельного состава – 60 Омм. Удельное электрическое сопротивление грунтов, включающих более крупные фракции (дресву, щебень скальных пород), имеет, в целом, более высокие значения и, в

искусственным продолжением зоны аэрации, удельное электрическое сопротивление основных фракций рыхлых пород в которой тем больше, чем крупнее размер частиц их твердой фазы.

Как известно, основным проводником электрического тока в грунтах зоны аэрации является связанная вода, адсорбированная твердой фазой грунта. Поэтому величина электрического сопротивления грунтов в этой зоне (как величина, обратная электропроводности) характеризует в обратной зависимости степень дисперсности их твердой фазы.

Вместе с тем, чем более диспергирована твердая фаза грунта, тем большее сопротивление она оказывает фильтрующей через грунт свободной (гравитационной) воде. Поэтому и, с учетом выше указанного, удельное электрическое сопротивление грунтов зоны аэрации определяет в обратной зависимости их фильтрационное сопротивление и в прямой – их водопроницаемость (величину, обратную фильтрационному сопротивлению).

Средние величины характерных значений удельного электрического сопротивления в зоне

свою очередь, зависит от совокупности вышеуказанных разностей, заполняющих промежутки между частицами крупной фракции.

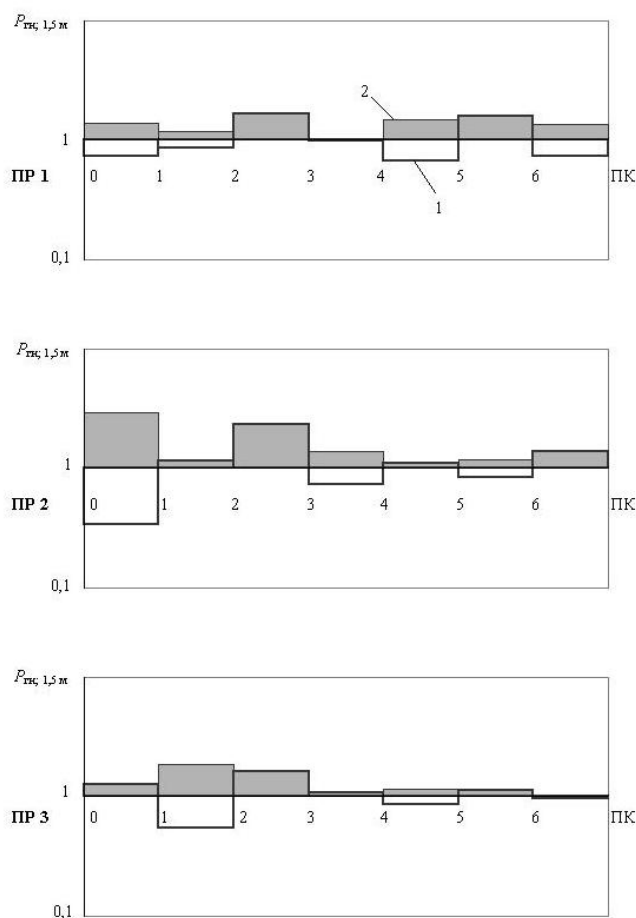


Рис. 3. Диаграммы параметра относительной (1) и абсолютной (2) горизонтальной неоднородности грунтов в верхнем интервале исследования

грунтов соответствует, в основном, уменьшение содержания в них крупной фракции и увеличение содержания мелкозернистой и глинистой фракций, а также общее уплотнение грунта.

С учетом вышеуказанных особенностей изменения удельного электрического сопротивления рыхлых грунтов, а также данных проведенного бурения скважин, полученные геофизические данные позволяют охарактеризовать основные черты литологического состава грунтов изучаемой насыпи следующим образом.

На верхней площадке отвала (ПР 1) залегает относительно «молодой» приповерхностный слой грунта, его слагают еще неуплотнившиеся грунты различного состава, имеющие значительную внутреннюю пустотность, заполненную, в основном, воздухом, и поэтому имеющие также высокую водопроницаемость (см. рис. 5). Этот участок характеризуется также наибольшей неоднородностью грунтов по горизонтали и вертикали (см. табл. 1 и 2 и рис. 2 – 4).

Ниже на площадках отвала (ПР 2 и ПР 3) находится более «старый» (уплотнившийся) приповерхностный слой; его слагают, в основном, грунты смешанного фракционного состава (сутлинистого, супесчаного и мело-мергельного), неоднородные по водопроницаемости при среднем уровне этой величины.

В интервале ПК 2 ПР 2 массив отвала включает субвертикально залегающее грунтовое тело глинистого состава.

В изучаемой насыпи отвала для отмечающихся (по данным бурения) разностей литологического состава грунтов повышению удельного электрического сопротивления соответствует увеличение содержания в грунтах фракции песчаной фракции, а также каменного (высокоомного) материала (в основном, дресвы и щебня кварцита) и увеличение крупности последнего.

На повышении удельного электрического сопротивления грунтов также сказывается степень разуплотненности грунта (связанная с увеличением пустотности, свободной пористости грунта, заполненной электроизолятором-воздухом), которая повышает общий уровень значений удельного электрического сопротивления грунта. При этом указанная выше зависимость удельного электрического сопротивления грунтов от их фракционного состава на участках, сложенных разуплотненным грунтом, как правило, менее выражена.

Понижению удельного электрического сопротивления

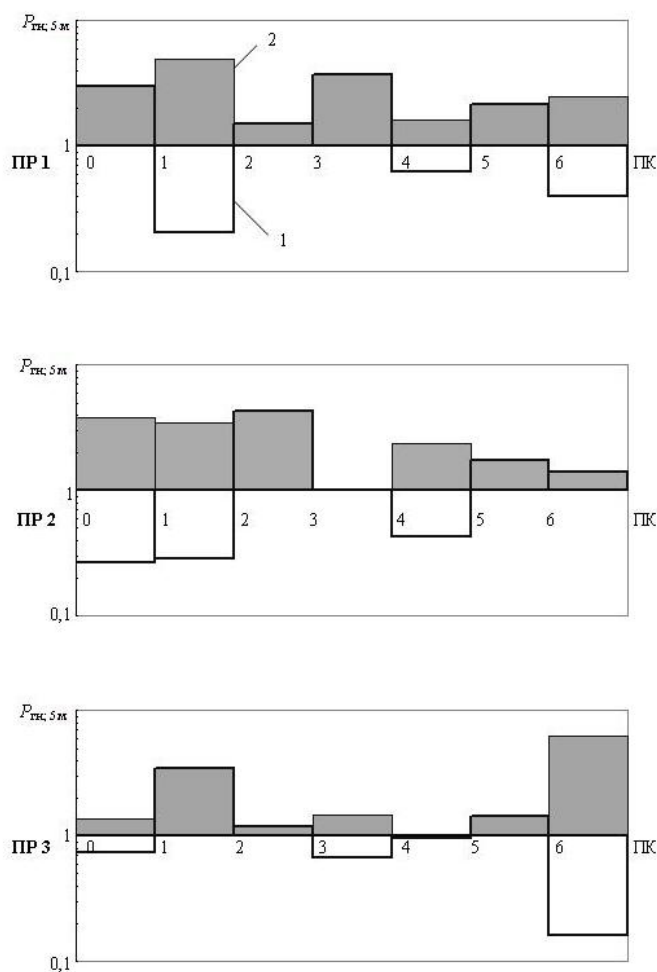


Рис. 4. Диаграммы параметра относительной (1) и абсолютной (2) горизонтальной неоднородности грунтов в нижнем интервале исследования

4 и ПК 6 ... 7 ПР 3).

Природа данной закономерности заключается в том, что в соответствующих глубинных интервалах грунтового массива (с уменьшающейся по глубине водопроницаемостью) происходит локальная задержка свободной гравитационной воды (инфильтрующейся в массив обогащенной кислородом атмосферной влаги), что создает на соответствующих подповерхностных участках грунтового массива весьма благоприятные условия для питания корневой системы растений и способствует развитию на поверхности данных участков травяной и древесной растительности.

На участках отвала, сложенных в приповерхностном слое грунтами повышенной водопроницаемости или включающих субвертикально ориентированные тела, состоящие из таких грунтов, богатая кислородом подземная влага не задерживается в приповерхностном слое и уходит вглубь массива, не поддерживая при этом питание растений.

На участках с пониженной водопроницаемостью грунтов в приповерхностном слое массива образуются застойные приповерхностные зоны подземных вод, что неблагоприятно сказывается на развитии на данных участках большей части видов травяной и древесной растительности.

На некоторых интервалах исследованных участков по доразрезу ρ_k отмечается последовательное уменьшение с глубиной удельного электрического сопротивления грунтов (см. рис. 5), что характеризует, как было показано выше, уменьшение с глубиной размера фракций залегающего на этих участках грунта, а также его пористости и водопроницаемости. Такой характер неоднородности грунта приводит к образованию в насыпном массиве глубинных зон водосбора.

Указанные особенности разреза отмечаются, в основном на ПК 0...1.5, ПК 3.5...4.3 и ПК 6.3...7 ПР 3, и, в небольшой степени – в области ПК 2...2.3 и ПК 4.6...5.5 ПР 2, а также в приповерхностной части в интервалах ПК 0...0.5 и ПК 2.2...3.1 ПР 1 (см. рис. 5).

При этом наблюдается отчетливая корреляция местоположения отмеченных зон ρ_k с зонами развития растительности на соответствующих участках – как травяной, так и древесной (см. рис. 5). Характерно, что древесная растительность произрастает, в основном, там, где такие особенности псевдоразреза ρ_k наиболее выражены (ПК 0 ... 1.5, ПК

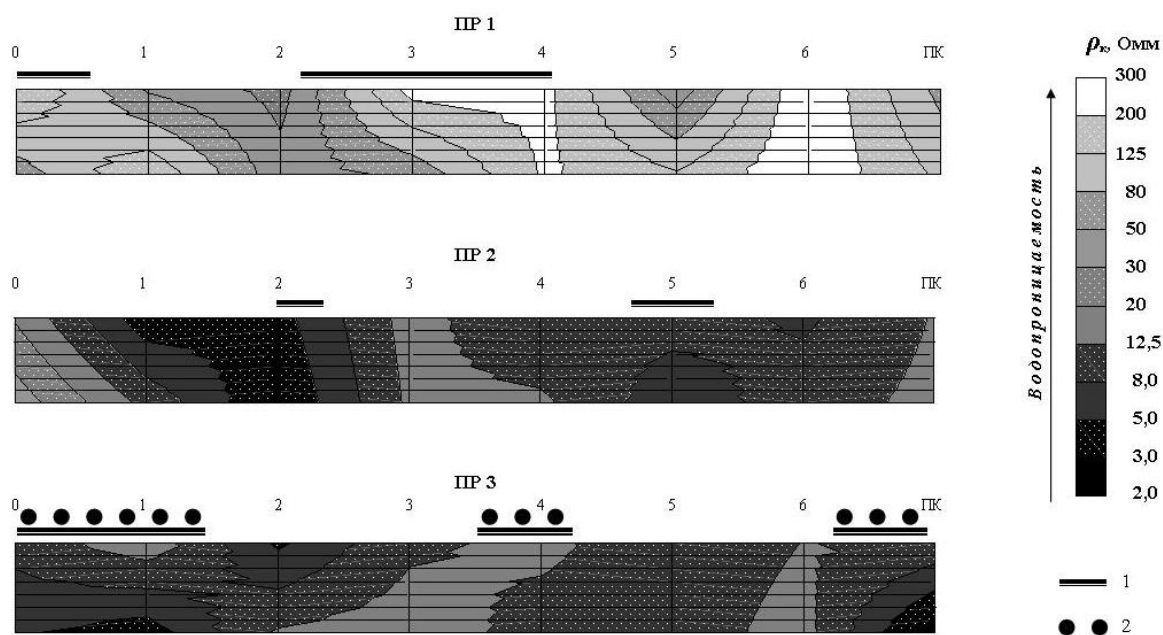


Рис. 5. Псевдоразрезы ρ_k ДЭП и характер растительного покрова на различных участках отвала: заливка - градации ρ_k , Ом·м; 1 и 2 – произрастание травяной и древесной растительности

Следует также отметить, что, как показал опыт выполненных ранее работ на откосах грунтовой дорожной насыпи [2], субвертикально ориентированные неоднородности литологического состава нарушают механическую связность массива, а субгоризонтально ориентированные способствуют образованию в грунтовом массиве, как глубинных зон водосбора, так и плоскостей скольжения отдельных грунтовых масс. Все это в сумме создает неблагоприятные инженерно-геологические условия, чреватые потерей устойчивости грунтового массива и оползнеобразованием в соответствующей его части.

Проведенные геофизические работы показали также, что геоэлектротометрия является чувствительным методом реагирования на степень уплотнения насыпных грунтов – своеобразной объемной тензометрией грунтов, что позволяет использовать этот метод для мониторинга уплотнения рыхлых грунтов на отвалах вскрышных пород при разработке месторождений полезных ископаемых. Весьма перспективным представляется применение этого метода на завершающем этапе отвалообразования для контролируемой отсыпки подстилающего слоя грунта при подготовке отвала к рекультивации, с целью создания благоприятных почвенно-гидрогеологических условий для развития растительного покрова на рекультивируемых участках.

Список литературы

1. Огильви А.А. Основы инженерной геофизики. – М.: Недра, 1990. – 452 с.
2. Погорелов Ю.С., Сергеев С.В. Применение геоэлектрического метода для диагностики оползнеобразования в откосах грунтовой насыпию – «Безопасность строительного фонда России. Проблемы и решения» : материалы междунар. акад. чтений, Курск, 23-25 сент. 2010 г. / Курский ГУ ; отв. ред. С.И. Меркулов. – Курск, 2010. – С. 105–111.



APPLICATION OF A GEOELECTRIC METHOD FOR STUDY OF INFLUENCE OF ENGINEERING-HYDRO-GEOLOGICAL CONDITIONS ON FORMATION OF A VEGETATIVE COVER OF A RECULTIVATED DUMP OF LOOSE ROCKS IN LEBEDINSKY ORE DRESSING INDUSTRIAL COMPLEX

Y.S. Pogorelov

S.V. Sergey

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

*E-mail: strojanalit@mail.ru;
Sergeev@bsu.edu.ru*

The technique and results of performance of geophysical dipolar electric profiling on sites with various development of a vegetative cover of a recultivated dump of rocks in Lebedinsky Ore Dressing Industrial Complex are stated. It is established that the pseudo-cut of seeming electric resistance characterizes heterogeneity of the top part of a bulk file on degree of dispersion of a firm phase and water penetration of the ground in a zone of aeration and allows to allocate in it sites with various conditions for development of a vegetative cover, a zone of a deep reservoir. It is shown that geoelectrometry can be effectively used for monitoring of recultivation of dumps while working out of mineral deposits.

Key words: dumps of rocks, recultivation, geophysical methods, electric profiling, a vegetative cover, a bulk file, electric resistance, a pseudo-cut, the aeration zone, the connected water, water penetration, zones of a deep reservoir, monitoring.



УДК 556.557:627.41(470.325)

ДИНАМИКА ПЕРЕРАБОТКИ БЕРЕГОВ БЕЛГОРОДСКОГО И СТАРООСКОЛЬСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩ

В.А. Галыгин**Н.Н. Крамчанинов****А.Н. Петин***Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет,**Россия, 308015, г. Белгород,
ул. Победы, 85**E-mail: uprohnadzor@yandex.ru;**kramchaninov@bsu.edu.ru;**petin@bsu.edu.ru*

На основании полевых наблюдений и анализа фондовых материалов дана оценка современного состояния переработки берегов Белгородского и Старооскольского водохранилищ. Выявлена необходимость проведения мониторинга и составление прогноза развития берегоформирующих процессов.

Ключевые слова: устойчивость берегов, переработка, берегов, эрозионные процессы, динамически активные зоны, русловые процессы, мониторинговые наблюдения.

Создание водохранилищ вносит существенные изменения в природные условия береговой зоны, отрицательно влияет на устойчивость берегов, вызывая значительное разрушение береговой полосы, именуемое переработкой (переформированием) берегов.

К основным факторам формирования берегов и котловин водохранилищ относятся природные условия, определяющие характер формирования стока и эрозионных процессов на всей водосборной территории, геоморфологические условия, геологическое строение котловины и берегов, гидрогеологические и климатические условия.

В пределах равнинных водохранилищ, каковыми является Белгородское и Старооскольское водохранилища, выделяются абразионные и аккумулятивные берега. Они относятся к динамически активным зонам и располагаются в срединной и приплотинной частях водохранилищ. Это обусловлено сильным волнением в связи с увеличением глубин и длин разгона волн. Здесь преобладают процессы абразии, обвальные и оползневые явления, выветривание, осыпание, аккумуляция наносов.

На водохранилище имеются участки, где отсутствует ветровое волнение. Это так называемые динамически пассивные участки. Находятся они, как правило, в верховых районах водохранилищ или устьевых областях впадающих в водохранилище рек. Здесь преобладают склоновые и русловые процессы – плоскостной смыл, оврагообразование, заболачивание. В результате формируется группа берегов неволнового происхождения (эрозионные и нейтральные).

Следует отдельно выделить группу техногенных берегов – защищенные берега. К ним относятся бетонные берегоукрепительные сооружения в приплотинной части водохранилища и вдоль побережья, прилегающие к населенным пунктам и рекреационно-курортным объектам.

Переформирование берегов водохранилищ начинается сразу после затопления их чаши. Постепенно происходит общее выравнивание береговой линии в плане за счет срезания мысов. Энергия волнового воздействия все в большей степени тратится на преодоление трения о прибрежные отмели.

Тенденция к постепенному затуханию размыва берегов может нарушаться при значительных изменениях уровня водохранилища при регулировании речного стока, таяния снега весной и т.д.

По В.М. Широкову [1, 2], берега водохранилищ в процессе своего развития проходят следующие стадии: 1 – стадия становления, характеризующаяся интенсивной переработкой и начальным формированием отмели; 2 – стадия стабилизации, когда формируется равновесная береговая линия путем стабилизации берегов и отмелей, но возможны кратковременные усиления размыва; 3 – стадия отмирания, характеризу-

ется зарастанием водохранилища и расчленением его на более мелкие водоемы.

Таким образом, налицо стадийность развития водохранилищ. Выявление стадийности имеет практическое значение в целях прогнозирования развития берегов.

После заполнения Белгородского водохранилища (1987 г.) началась интенсивная переработка берегов и формирование следующих их типов: абразионных, аккумулятивных, нейтральных, защищенных и подтопленных. В настоящее время доля абразионных берегов составляет около 50 %, аккумулятивных – более 15%, нейтральных – более 30% длины береговой линии. Незначительную долю (менее 1%) составляют так называемые защищенные (искусственные) берега. Они представлены наклонными бетонными плитами, расположенными в южной (приплотинной) право- и левобережной частях водохранилища.

Для описания скорости и масштабов переработки берегов на наиболее разрушаемом правобережном участке береговой зоны Белгородского водохранилища от плотины гидроузла до с. Соломино выделено 40 участков. Была выдвинута гипотеза, согласно которой ширину зоны берегового разрушения, образованную за весь 24-летний период существования Белгородского водохранилища (с 1987 по 2011 гг.), можно примерно рассчитать путем образного продления линии естественных склонов (в настоящее время обрывающихся уступами над кромкой берегов) до уровня уреза воды в водохранилище. Эта задача была решена путем измерения на каждом участке средней высоты уступов и средней крутизны береговых склонов. Для более точного определения высоты разрушаемого берега необходимо еще учитывать мощность аккумулятивных наносов, принесенных к обрывистым берегам, т.к. эти наносы как пе-

реотложенные продукты разрушения погребли под собой нижнюю часть абразионных уступов.

Согласно произведенным вычислениям, ширина образовавшейся зоны береговой абразии существенно варьирует – от 0 м (в устьевых частях затопленных логов и балок) до 43 м (как правило, на мысовых крутосклонных участках, сложенных текстурно неоднородными и (или) слоистыми геологическими отложениями). Общий объем разрушенных грунтов, которые оказались на дне водохранилища, мог составить 490000 м³.

Пространственное изменение ширины зоны разрушения берегов передано на рис. 1. На нем хорошо видна тенденция увеличения ширины зоны разрушения на склонах, составляющих большие углы по отношению к осевой части водохранилища. На правобережной части – это склоны северо-восточных и северных экспозиций [3, 4].

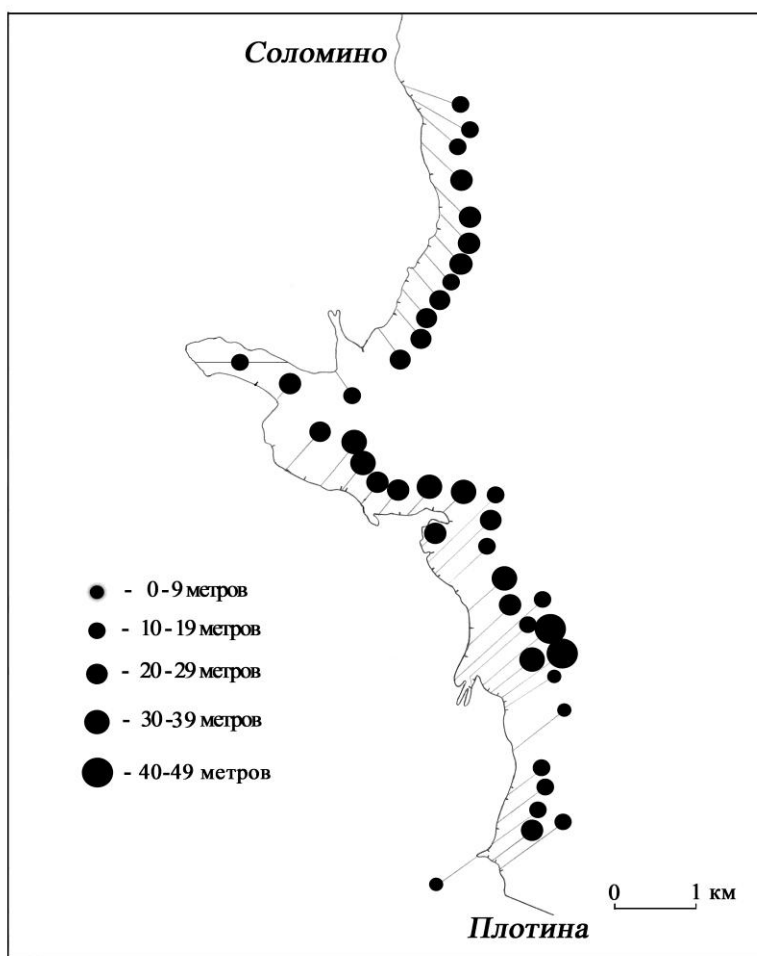


Рис. 1. Ширина зоны разрушения берегов правобережной части Белгородского водохранилища, за 24-летний период его функционирования



Обследование берегов Белгородского водохранилища показало, что переработка берегов характеризуется высокой активностью, и стадия стабилизации (по В.М. Широкову) еще не наступила.

Анализ материалов аэрофотосъемок и космоснимков 1984 и 2002 г. г. и результаты рекогносцировочного обследования береговой линии Старооскольского водохранилища и прибрежных земель показали, что береговая линия водохранилища практически не изменилась. Линия уреза стала более плавной вследствие замыва конусами выноса устьев балок и оврагов, непосредственно впадающих в водохранилище. Это указывает на стабилизацию гидрогеологического режима и процессов подтопления и эрозии, происходящих в прибрежной зоне. Некоторый подъем грунтовых вод на землях, непосредственно прилегающих к берегам, способствовал развитию здесь влаголюбивой древесно-кустарниковой растительности, что, в свою очередь, способствует укреплению берегов от размыва.

Анализируя фондовые материалы (ОАО «Стройинвестиция» г. Воронеж), установлено, что в Старооскольском водохранилище выделяются три зоны: зона мелководья (до 2 м), переходная зона средних глубин (2-5 м) и глубоководная зона (свыше 5 м). Площадь мелководий составляет 6,57 км² или 29% от площади водохранилища при НПУ. Основные участки мелководья сосредоточены в районе выклинивания подпора в верховьях водохранилища. Переходная зона средних глубин занимает 10,43 км² или 46% от общей площади водохранилища и расположена преимущественно в средней части. Глубоководная зона, занимающая 5,57 км² или 25% от общей площади, приходится на приплотинную часть. За период существования Старооскольского водохранилища (с 1977 г.) его эксплуатация осуществлялась при установленном фактическом уровне 136,5-136,7 м. В связи с тем, что заполнение водохранилища до проектной отметки НПУ-140,50 м приведет к затоплению пахотных земель и образованию мелководий, а также в связи со значительным уменьшением по сравнению с принятым в проекте водопотреблением предприятий, по совместному решению Горшеченского райисполкома Курской области и администрации Лебединского ГОКа, водохранилище эксплуатируется с отметкой подпорного уровня 136,50-136,70 м, практически равной отметке порога водосливной плотины. В техническом проекте Старооскольского водохранилища минимальный уровень сработки составлял 135,40 м. За все время существования водохранилища ниже этой отметки не срабатывалось. Для оценки современного состояния переработки берегов Белгородского и Старооскольского водохранилищ и прогноза развития берегоформирующих процессов необходимы режимные (мониторинговые) наблюдения за процессами переработки (переформирования) берегов. Такие режимные наблюдения позволят получить фактические данные о переработке берегов, своевременно фиксировать зарождение опасных деформаций, определить интенсивность и направление их развития, а, следовательно, своевременно предупредить возможность возникновения неблагоприятных или аварийных ситуаций на побережье и в береговой зоне. При этом особое место в системе мониторинговых исследований следует отводить натурным исследованиям. Исходя из сложившегося опыта исследования переработки берегов водохранилищ Е.Е. Минервина и Г.Р. Хоситашвили [5] предлагают включать в комплекс натурных исследований геолого-геоморфологические исследования, режимные гидрологические наблюдения и геодезические измерения деформаций или изменений рельефа береговых склонов. Эти исследования имеют научное и практическое значение.

Список литературы

1. Широков В.М. Типологическая классификация водохранилищ // Изв. Новосибирского отдела ВГО, 1976. – № 5. – С. 252.
2. Широков В.М. Проблемы и особенности развития берегов малых равнинных водохранилищ // Геоморфология. – 1993. – №2. – С. 88-94.
3. Крамчанинов Н. Н. Основные мероприятия по защите берегов Белгородского водохранилища от абразии // Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Евро-



пейской России и сопредельных странах: материалы III Междунар. науч. конф. (Белгород, 20-24 окт. 2008 г.). – М.; Белгород, 2008. – С. 42-44.

4. Масштабы и скорость переработки берегов правобережной части Белгородского водохранилища / А. Н. Петин, Ю. Г. Чендев, Е.Д. Воробьев, Н.Н. Крамчанинов // Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и сопредельных странах : материалы III Междунар. науч. конф. (Белгород, 20-24 окт. 2008 г.) – М.; Белгород, 2008. – С. 79-85.

5. Минервина Е.Е., Хоситашвили Г.Р. Переформирование берегов горных водохранилищ. Методы и примеры прогноза. – М.: Энергия. – 185 с.

DYNAMICS OF PROCESSING OF THE SHORES OF BELGOROD AND STARY OSKOL RESERVOIRS

V.A. Galygin

N.N. Kramchaninov

A.N. Petin

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

*E-mail: uprohnadzor@yandex.ru;
kramchaninov@bsu.edu.ru;
petin@bsu.edu.ru*

On the basis of field observations and analysis of library materials the assessment of the current status of processing of the shores of Belgorod and Stary Oskol reservoirs is given. The need to conduct monitoring and prediction of development of the shore forming processes was identified.

Key words: stability of the shores, processing, shores, erosion processes, dynamically active zones, the channel processes, monitoring.



УДК 556.16

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ОПЕРАТИВНОГО ПРОГНОЗА РАЗВИТИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ АВАРИИ И ЗАТОПЛЕНИЯ ТЕРРИТОРИЙ НА ПРИМЕРЕ Г. СТОЛ'СКОГО

М.В. Кумани¹**А.В. Апухтин¹****М.А. Петина²**

¹Курский государственный университет, Россия, 305000, г. Курск, ул. Радищева, д. 33

²Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85
E-mail: petin@bsu.edu.ru

В статье рассматривается возможность организации системы краткосрочного прогнозирования развития гидродинамической аварии с применением современных средств контроля гидрологических характеристик на примере Старооскольского водохранилища.

Ключевые слова: краткосрочное прогнозирование стока, максимальные уровни и расходы воды, метод соответственных уровней.

Одним из приоритетных направлений развития современной прикладной гидрологии Ю.Б. Виноградов [1] считает развитие «сверхкраткосрочных» прогнозов, существование которых невозможно при отсутствии автоматизированных систем измерения, передачи и обработки информации. В случаях, когда начало развития опасного явления и негативное воздействие на человека, населенные пункты, критически важные, потенциально опасные объекты, объекты инфраструктуры разделяют часы, только автоматизированные системы мониторинга и прогнозирования могут с достаточной заблаговременностью оповестить население, экстренные и оперативные службы и другие заинтересованные субъекты о вероятности наступления опасного явления. Развитие методов и приемов сверхкраткосрочного прогнозирования затопления территории особо актуально для гидродинамических аварий на водохранилищах.

В настоящее время для расчета характеристик волны прорыва водохранилищ применяется нормативный документ РД 03-607-03, позволяющий определить границы зоны затопления и характеристики волны прорыва, а так же объемы и расходы воды выливающейся по мере его развития [2]. Основой методики расчета параметров развития гидродинамической аварии является определение расхода жидкости выливающейся через живое сечение прорыва. Однако, описанная в руководящем документе методика не позволяет определять перечисленные параметры в оперативном режиме при развитии аварии, так как в это время в нижнем бьефе в неустановившемся гидродинамическом режиме ведение гидрометрических работ невозможно.

На наш взгляд проблему решает организация системы сверхкраткосрочного прогнозирования развития гидродинамической аварии с применением современных средств контроля гидрологических характеристик.

Возможность сверхкраткосрочного прогнозирования затопления территории нами рассмотрена на примере Старооскольского водохранилища (рис. 1), сооруженного в 1976 г. на р. Оскол в 10 км выше города Старый Оскол. Фактическое значение полного объема (при НПУ=136,7 м) составляет 75,7 млн. м³, проектные значения достигают 200 млн. м³.

Затопление территории г. Стол'Ского определяется расходами воды (q_{nl}), поступающими в нижний бьеф (при прорыве, аварийном сбросе и т.д.; в нашем случае ге-

¹ Работа выполнена в рамках государственного контракта от 29.04.2011 г. №16.515.11.5005

незис максимальных расходов не принципиален) и промежуточной приточностью ($Q_{прит}$) с территории бассейна между плотиной водохранилища и г. Ст. Оскол.

$$Q_{Ст.Оскол} = q_{пл} + Q_{прит} \quad (1)$$

Величину $q_{пл}$ определим как отношение изменения объема водохранилища к интервалу времени, за которое производилось определение, суммированное с $q_{прит}$ – бытовым расходом воды, поступавшей в водохранилище в это же время.

$$q_{пл} = \Delta W / \Delta t + q_{прит} \quad (2)$$

Изменение объема воды в водохранилище определяется при помощи батиграфических кривых (кривой зависимости объема воды в водохранилище от уровня воды в нём). Текущее изменение уровня фиксируется с помощью датчиков уровня, размещенных в верхнем бьефе водохранилища у плотины и в зоне выклинивания подпора.



Рис. 1. Ситуационный план Старооскольского водохранилища

Промежуточная приточность на участке от водохранилища до замыкающего створа принимается равной приточности с водосбора водохранилища (исходя из принятия допущения о равенности модулей стока):

$$\frac{q_{прит}}{S'} = \frac{Q_{прит}}{S} \quad (3)$$

где S' – площадь водосбора водохранилища; S – площадь участка водосбора от плотины водохранилища до замыкающего створа.

Фактическое соотношение $S/S'=1/2$, следовательно, расход, формирующийся на участке от плотины водохранилища ($Q_{прит}$) до г. Ст. Оскол будет примерно в 2 раза меньше расхода $q_{прит}$.

Задача определения $q_{прит}$ решается либо использованием приближенных формул и моделей, либо определением расходов воды в контрольном створе на реках, питающих водохранилище с помощью дистанционных датчиков уровня.

Другой способ заключается в организации пункта контроля уровня и расхода воды на незначительном удалении от плотины водохранилища ниже по течению. Тогда, измеряя непосредственно расход $q_{пл}$ можно вычислить расход $q_{прит}$ как разность $q_{пл}$ и количества воды, истекающей из водохранилища в единицу времени ($\Delta W / \Delta t$), но этот вариант менее надежен при катастрофической ситуации.

Скорость руслового добегания (v_Q) определим, используя приближенную эмпирическую формулу, приведенную в «Методических рекомендациях ...» [3].

$$v_Q = 15 \left(\frac{10^5}{F} \right)^{0.10} \alpha \sqrt[3]{Q i} \quad (4)$$

где Q – расход воды в замыкающем створе участка реки; F – площадь бассейна в км²; i – уклон реки в промилле; α – параметр, меняющийся для равнинных рек от 0,4 при широкой заболоченной пойме до 1,0 при отсутствии поймы. Следует отметить, что параметр α при выходе на пойму резко уменьшается.

Учитывая, что в нашем случае рассматривается зарегулированный участок водотока, зависимость процессов формирования стока и движения волны половодья от площади водосбора по которому резко нарушена, приближенная формула для определения скорости добегания волны половодья будет иметь вид:

$$v_Q = \alpha \sqrt[3]{Q i} \quad (5)$$

В нашем случае, примем α равным 0,75. Средний уклон реки составляет 1,8‰. Тогда зависимость скорости добегания от расхода воды будет иметь вид, представленный на рис.2 и описывается уравнением (6).

$$v_Q = 0,6599 \ln(q_{nl}) + 0,6406 \quad (6)$$

Время добегания до гидрологического поста (рис. 3), при расстоянии от плотины до г.п. р. Оскол – г. Ст. Оскол (l) равном 10 км, определяется следующим образом:

$$\tau = \frac{l}{v_Q} = 10 / (\alpha \sqrt[3]{Q i}) \quad (7)$$

$$\tau = 10,461 (q_{nl})^{-0,307} \quad (8)$$

Уровень воды в замыкающем створе определяется по фактической кривой $Q=f(H)$, которая достаточно надежно аппроксимируется логарифмической функцией и выражается уравнением (9):

$$H_{(\text{Оскол-Ст. Оскол})} = 64,111 \cdot \ln(Q_{(\text{Оскол-Ст. Оскол})}) - 2,401 \quad (9)$$

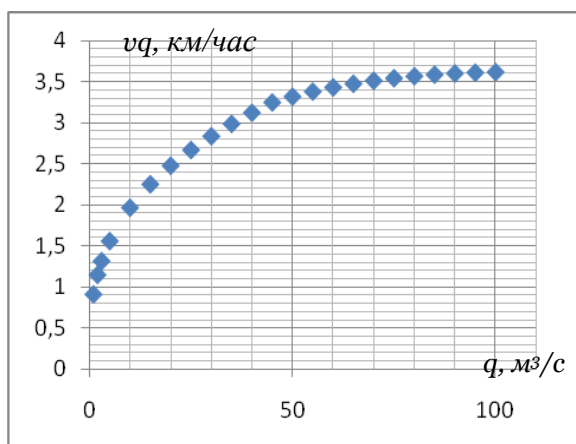


Рис.2. Теоретическая зависимость скорости добегания от расхода q_{nl}

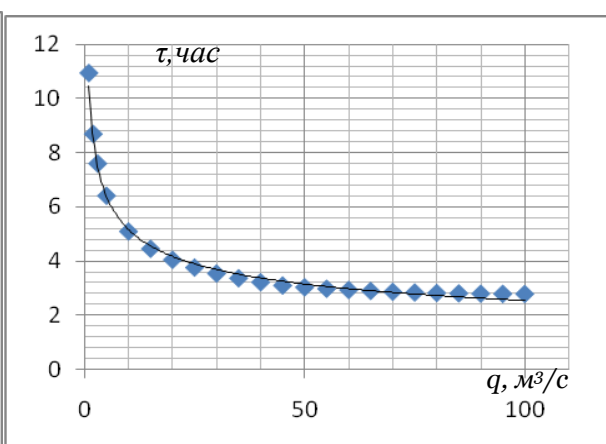


Рис.3. Теоретическая зависимость времени добегания от расхода q_{nl}

Для р. Оскол у г. Ст. Оскол заблаговременность краткосрочного прогноза в экстремальных случаях составит всего 2-3 часа. В условиях столь малой заблаговременности выпускаемых прогнозов, сама возможность предупреждения о риске затопления основывается на использовании современных автоматических и автоматизированных средств измерения, каналов связи, расчета прогнозных уровней и оповещения населения и заинтересованных субъектов.

Список литературы

1. Виноградов Ю.Б., Виноградова Т.А. Современные проблемы гидрологии: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 320 с.

2. Аполлов Б.А., Калинин Г.П., Комаров В.Д. Курс гидрологических прогнозов. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 421 с.

3. Методические рекомендации по расчету развития гидродинамических аварий на накопителях жидких промышленных отходов (РД 03-607-03). – М.: НТЦ «Промышленная безопасность», 2003. – 28 с.

DEVISING OF A METHOD OF THE OPERATIVE FORECAST OF HYDRODYNAMIC FAILURE AND TERRITORIES FLOODING DEVELOPMENT FROM THE EXAMPLE OF STARY OSKOL

M.V. Kumani¹

A.V. Apuhtin¹

M.A. Petina²

¹⁾ *Kursk State University,
Radistcheva St., 33, Kursk, 305000,
Russia*

²⁾ *Belgorod State National
Research University,
Pobedy St., 85, Belgorod, 308015,
Russia*

E-mail: petin@bsu.edu.ru

The possibility of the organisation of supershort-term forecasting system of hydrodynamic failure development with application of the modern control devices of hydrological characteristics from the example of Old Oskol water basin is considered in the article.

Key words: short-term forecasting of a drain, maximum levels and water discharges, a method of respective levels.



УДК 556.3:502.63 (470.325)

ВЛИЯНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ РОДНИКОВ В ЛАНДШАФТАХ НА СОДЕРЖАНИЕ НИТРАТОВ В ИХ ВОДАХ

**Л.Л. Новых
Ю.В. Юдина
Г.А. Орехова**

*Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет,
Россия, 308015, г. Белгород,
ул. Победы, 85
E-mail: novykh@bsu.edu.ru*

Проведено обследование родников Белгородской области, являющихся памятниками природы регионального значения. Осуществлена оценка загрязнения родниковых вод нитратами и влияния различных факторов на его уровень. Установлено, что для большинства изученных родников характерны низкие концентрации нитратов в воде, не превышающие ПДК. «Факторами риска» для появления нитратов в водах являются близкое размещение агроландшафтов и выходы родников на склонах балок.

Ключевые слова: памятники природы; нитраты; потенциометрический метод; высокое варьирование; типы местности.

Принятые сокращения: ПДК – предельно-допустимая концентрация; ООПТ – особо охраняемые природные территории; ТСК – техническое состояние каптажа; ССР – санитарное состояние родника; ССОП – санитарное состояние области питания; СТСР – санитарно-техническое состояние родника.

Введение

Одним из чудесных природных явлений на земле являются родники. Они имеют большое хозяйственное, научное, рекреационное и культурно-историческое значение. В то же время родники являются составными частями природных комплексов: они формируют целостность компонентов ландшафтов и участвуют в формировании многообразия видов в пределах биоценозов, слагающих ландшафт.

У многих жителей области сохраняется стойкое убеждение, что вода родников является чистой и полезной. Однако многочисленные публикации из разных регионов России свидетельствуют, что вода родников может быть загрязненной [1–4]. Занимаясь паспортизацией родников области, в ходе полевых исследований мы убедились в том, что многие родники находятся в населенных пунктах или рядом с сельскохозяйственными угодьями, т.е. области их питания могут быть загрязнены. Как известно, загрязнение природных вод может быть связано с биогенными или токсичными веществами. Основными химическими загрязнителями подземных вод являются макрокомпоненты, нефтепродукты, тяжелые металлы, нитраты и пестициды.

Среди большого массива родников Белгородской области наибольший интерес представляют родники, которые были отнесены к региональным памятникам природы. В первую очередь родники попадают в такой разряд в связи с ландшафтным значением. При выделении родников в качестве памятников природы ученые Московского государственного геологоразведочного университета [5] предлагают использовать 3 группы факторов:

- 1) решающие факторы: а) значительная научная ценность; б) историческое ценное или природное значение; в) важное экологическое значение;
- 2) основные факторы: г) уникальность, достопримечательность природного объекта; д) культурно-познавательная ценность;
- 3) дополнительные факторы: е) эстетическая привлекательность, живописность объекта; ж) рекреационно-оздоровительное значение объекта; з) пропагандистско-воспитательная ценность.

В своих предыдущих работах [6] мы рассматривали соответствие родников ряда районов области критериям памятников природы в целях оптимизации перечня охра-

няемых объектов. При этом следует обратить особое внимание на то, что ряд предлагаемых факторов прямо или опосредовано зависит от качества воды родников. К такому можно отнести важное экологическое значение родника и рекреационно-оздоровительное значение объекта. Таким образом, обоснованное включение родников в разряд памятников природы возможно лишь при учете качества их воды, поэтому наше внимание было обращено, в первую очередь, на родники-памятники природы.

Представленное исследование посвящено загрязнению родниковых вод нитратами. Известно, что такое загрязнение может быть обусловлено как природными, так и антропогенными причинами. В результате деятельности бактерий в водоемах аммонийные ионы могут переходить в нитрат-ионы. Также некоторое количество нитратов возникает при электрических разрядах – молниях [7]. Повышенное содержание нитратов в поверхностных водах ведет к зарастанию водных объектов, их «цветению». Этот процесс широко известен и носит название «эвтрофикация водоемов». Он опасен для водоемов, т.к. последующее разложение фитомассы растений ведет к израсходованию кислорода в воде, что в некоторых случаях может привести к гибели фауны водоема. Согласно данным А.П. Белоусовой, И.К. Гавич, А.Б. Лисенкова и др [8], нитратное загрязнение связано преимущественно с сельскохозяйственной деятельностью, меньшее влияние оказывают промышленные и коммунальные отходы.

Как и многие другие химические вещества, нитраты оказывают на биоценозы двоякое воздействие: с одной стороны – это обязательный компонент питания растений, и все современное сельское хозяйство знает аббревиатуру NPK – азот, фосфор, калий. Азот входит в состав нуклеиновых кислот, содержится в хлорофилле, без которого немислим процесс фотосинтеза, входит в состав некоторых витаминов и других веществ [9]. С другой стороны, при существенном избытке нитратов в воде или пище возникает опасность для здоровья животных или человека.

По влиянию на здоровье человека различают первичную токсичность нитрат-иона; вторичную, связанную с образованием нитрит-иона и третичную, обусловленную образованием из нитритов и аминов нитрозаминов [7]. Сами нитраты относятся к умеренно-опасным веществам (III класс опасности), но под действием микрофлоры кишечника идет восстановление их в нитриты, которые во много раз токсичнее. Нитриты относятся к высокоопасным веществам – II класс опасности [10].

ПДК нитратов в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, согласно СанПиН 2.1.4.1175-02, составляет 45 мг/л [11]; ПДК в воде по санитарно-токсикологическому показателю вредности – 10 мг/л [12].

В Белгородской области в структуре земельного фонда высока доля пашни, в последние годы построены комплексы по откорму свиней, крупного рогатого скота, птицы, поэтому проблема загрязнения родниковых вод нитратами может быть актуальна. Однако кроме близости сельскохозяйственных угодий или коммунальных отходов к местам выходов родников на содержание нитратов в их водах могут влиять ландшафтные условия. Этот аспект практически не освещается в литературе. В связи с этим основное внимание при проведении исследований было уделено выявлению влияния положения родников в ландшафтах на содержание нитратов в их водах.

Целью нашего исследования было определение влияния различных факторов, в том числе ландшафтных условий участков размещения родников, на загрязнение их вод нитратами. В качестве объекта исследования была взята группа родников, которые являются памятниками природы регионального значения. В задачи исследования входило полевое обследование родников, обновление их паспортов, анализ характеристик источников, отбор проб воды, определение содержания нитратов, выявление влияния различных факторов на содержание нитратов в водах, составление картосхем размещения изученных родников и уровня загрязнения их вод нитратами.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования послужили 109 родников, которые в 1991-1995 гг. были включены в список ООПТ регионального значения Белгородской области [13]. Краткую информацию об их особенностях можно найти на страницах книги «Родники

Белогорья» [14]. На рисунке 1 показано количество таких родников в районах области. Очевидно их неравномерное размещение: от полного отсутствия таких объектов в трех районах (Краснояржский, Новооскольский, Ракитянский) до 32 в Красногвардейском районе. В статье обсуждаются результаты по 103 родникам, т.к. из-за сухого лета из 6 родников не удалось отобрать пробы воды.

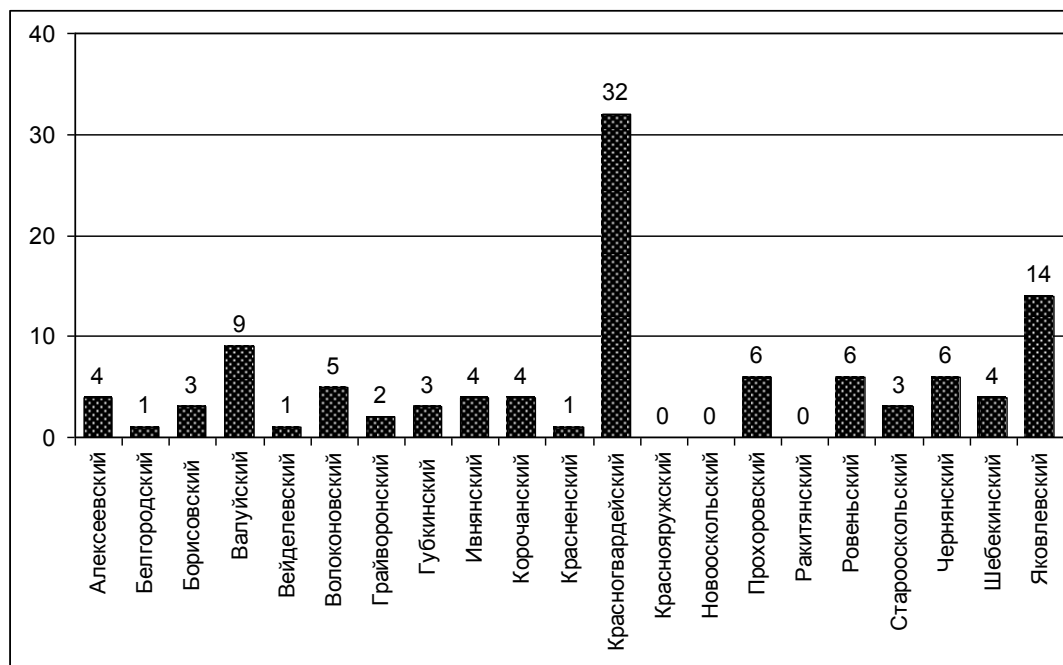


Рис. 1. Количество охраняемых родников в районах Белгородской области

Полевое обследование проводилось в 2010-2011 гг. В ходе повторных описаний определялся дебит родников, обновлялись паспорта и отмечались тенденции изменения родников с точки зрения благоустройства и санитарно-технического состояния (СТСР). Пробы воды отбирались в двукратной повторности в пластиковые бутылки из темного материала. Определение содержания нитратов проводилось потенциометрическим методом на приборе «Экотест-120» с применением ионоселективного электрода «Эком-NO₃» в день отбора проб по стандартной методике [15].

Статистическая обработка результатов включала в себя расчет главных статистических параметров, квантилей, оценки корреляционных зависимостей, однородности дисперсий и значимости различий между средними по критерию НСР.

Результаты и их обсуждение

Дебит родников различался в тысячи раз: от 0.01 л/с до 145 л/с («Исток реки Нежеголь» Шебекинский район). На рисунке 2 показано распределение родников по дебиту.

По данному показателю родники принадлежат к 4 категориям: малodeбитные, незначительные, среднедебитные и высокодебитные. Лидируют незначительные и среднедебитные, т.е. у 58% исследованных родников дебит составляет от 0.1 до 10 л/с. Заметная доля родников с высоким дебитом (17%) связана с тем, что при выделении родников в качестве памятника природы часто обращают внимание на количество воды, которое дает родник.

На рисунке 3 представлены результаты оценки отдельных параметров санитарно-технического состояния исследованных родников. По СТСР лидируют родники с оценкой «удовлетворительно» – 44%, высока также доля родников с оценкой «неудовлетворительно» – 43%. Столь высокий процент родников с неудовлетворительным СТСР обусловлен техническим состоянием их каптажа, т.е. широким распространением родников, технически не обустроенных.

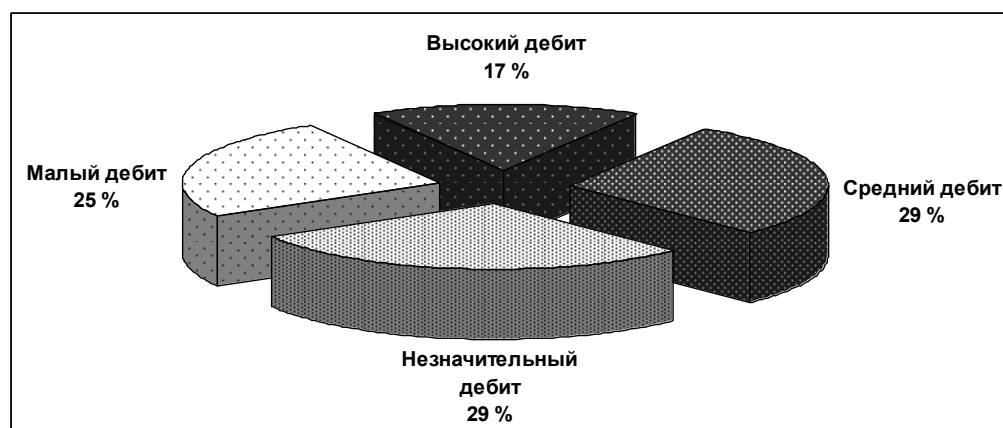


Рис. 2. Доля родников с различным уровнем дебита:
1) высокий – более 10 л/с; 2) средний – от 1 до 10 л/с; 3) незначительный – от 0.1 до 1 л/с; 4) малый – от 0.01 до 0.1 л/с

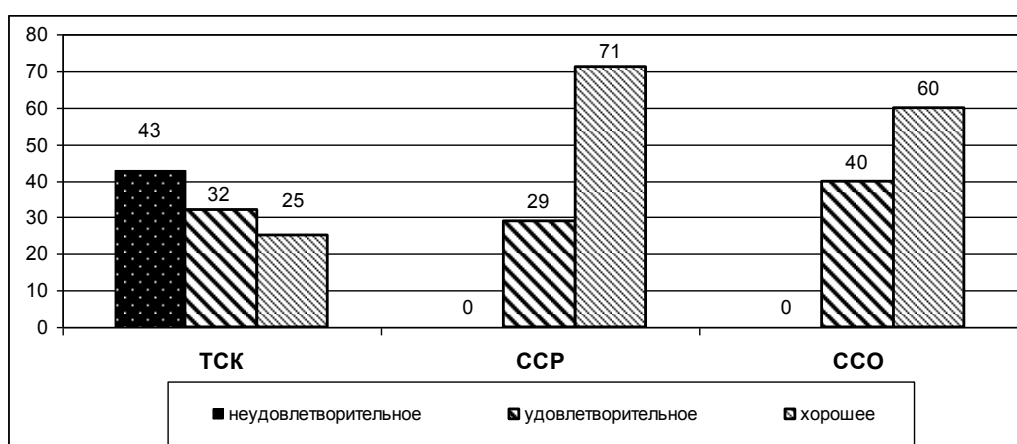


Рис. 3. Доля родников (в %) с различным уровнем оценки параметров их санитарно-технического состояния

В то же время по санитарному состоянию родников и областей их питания оценка «неудовлетворительно» не встречалась, преобладали родники с хорошей оценкой. Высокий процент родников с удовлетворительной итоговой оценкой связан, в первую очередь, с их расположением в населенных пунктах. В таких случаях родник не может иметь оценку ССО выше удовлетворительной, и повысить такую оценку невозможно.

Обращает на себя внимание тот факт, что 29% изученных родников имели удовлетворительную оценку санитарного состояния родника, что свидетельствует о низком уровне экологической культуры рекреантов, оставляющих после отдыха у родника многочисленные рекреационно-бытовые отходы.

Оценка обустройства родников по критериям, использованным при проведении областных конкурсов, показала, что 25% обследованных родников имеют неудовлетворительный уровень благоустройства, 27% – низкий, 32% – средний, 14% – высокий и 2% – очень высокий уровень благоустройства [16].

В таблице 1 приведены типы местности, характерные для Белгородской области, и показатели их пространственного распределения по районам, рассчитанные Ю.В. Юдиной. Наиболее распространенным типом местности, где обнаруживается выход грунтовых вод, является склоновый, занимающий почти половину территории области. Наиболее широко он представлен в Ровеньском районе. Самым «плоским» из районов является Вейделевский, а ландшафты речных долин наиболее типичны для Грайворонского района.



Таблица 1

Типы местности Белгородской области

Типы местности	Доля от площади области, %	Максимальное значение		Минимальное значение	
		Район	Доля от площади района %	Район	Доля от площади района %
Плакорный	29.46	Вейделевский	36.90	Старооскольский	18.95
Склоновый	48.39	Ровеньский	57.04	Ивнянский	40.07
Надпойменно-террасовый	7.92	Грайворонский	17.33	Красненский	2.40
Пойменный	13.31	Грайворонский	22.90	Красненский	6.87

Родники в Белгородской области чаще относятся к эрозионному типу, поэтому практически не встречаются на плакорах. В то же время они часто приурочены к склоновому, надпойменно-террасовому и пойменному типам местности.

На рисунке 4 представлена составленная нами картосхема содержания нитратов в водах охраняемых родников.

Ее анализ позволяет заключить, что воды большинства изученных родников не загрязнены нитратами: среднее содержание нитратов составляет 0.47 ПДК, а из 103 объектов превышение ПДК обнаружено у 11, в том числе у одного родника оно составляет более 2 ПДК. Таким является родник «Монастырский» в с. Стрелецкое Красногвардейского района: в его воде содержание нитратов достигало 118 мг/л. Доля охраняемых родников, в водах которых содержание нитратов превышало ПДК, составила 7% в Яковлевском районе, 11% в Валуйском, по 17 % в Прохоровском, Чернянском и Красногвардейском и по 33% в Ровеньском и Борисовском районах.

Минимум содержания нитратов – 0.8 мг/л – был отмечен в воде родника «Трошкина копанка», расположенного у южного берега пруда Лисенок в Грайворонском районе. На рисунке 5 показан внешний вид названных родников. У «Монастырского» родника обустройство лучше, колодец накрыт крышкой во избежание попадания мусора, однако концентрация нитратов значительно выше, что свидетельствует о нитратном загрязнении подземных вод.

Для анализа воздействия различных факторов на содержание нитратов в родниковых водах мы использовали квантильный способ представления данных, позволяющий дать в пределах одной таблицы данные для рядов с заметно различающимися объемами выборок (табл. 2). Квантиль – это такое значение случайной величины, меньше которого в совокупности содержится $y \cdot 100\%$ всего числа значений [17]. Значения y для вычисления квантилей зависят от объемов выборок, поэтому некоторые столбцы таблицы остаются незаполненными. Нами были найдены также главные статистические параметры для каждой анализируемой выборки (табл. 3).

Анализ представленных данных позволяет заключить, что обсуждаемый показатель характеризуется высоким и очень высоким варьированием, что затрудняет в ряде случаев его интерпретацию. По отношению к селитебным ландшафтам преобладает группа охраняемых родников, которые удалены от населенных пунктов более чем на 1 км – 42%. Вследствие высокого уровня распашки Белгородской области мы не обнаружили родников, которые были бы удалены от агроландшафтов на 1 км и более, чаще их максимальное удаление составляло сотни метров – 50%. В то же время для 21% исследованных родников сельскохозяйственные угодья располагаются непосредственно на их областях питания, подступая к роднику ближе, чем на 50 м, а иногда огороды находятся на расстоянии 5–10 м от родников.

Часто родники расположены в поймах рек – 57%; за ними следует группа родников, выходящих на склонах балок – 17%. По средним значениям концентраций нитратов в водах лидируют родники, находящиеся в непосредственной близости от агроландшафтов и на склонах балок. Менее ярко выражено превышение концентрации нитратов в водах родников, находящихся непосредственно в населенных пунктах.

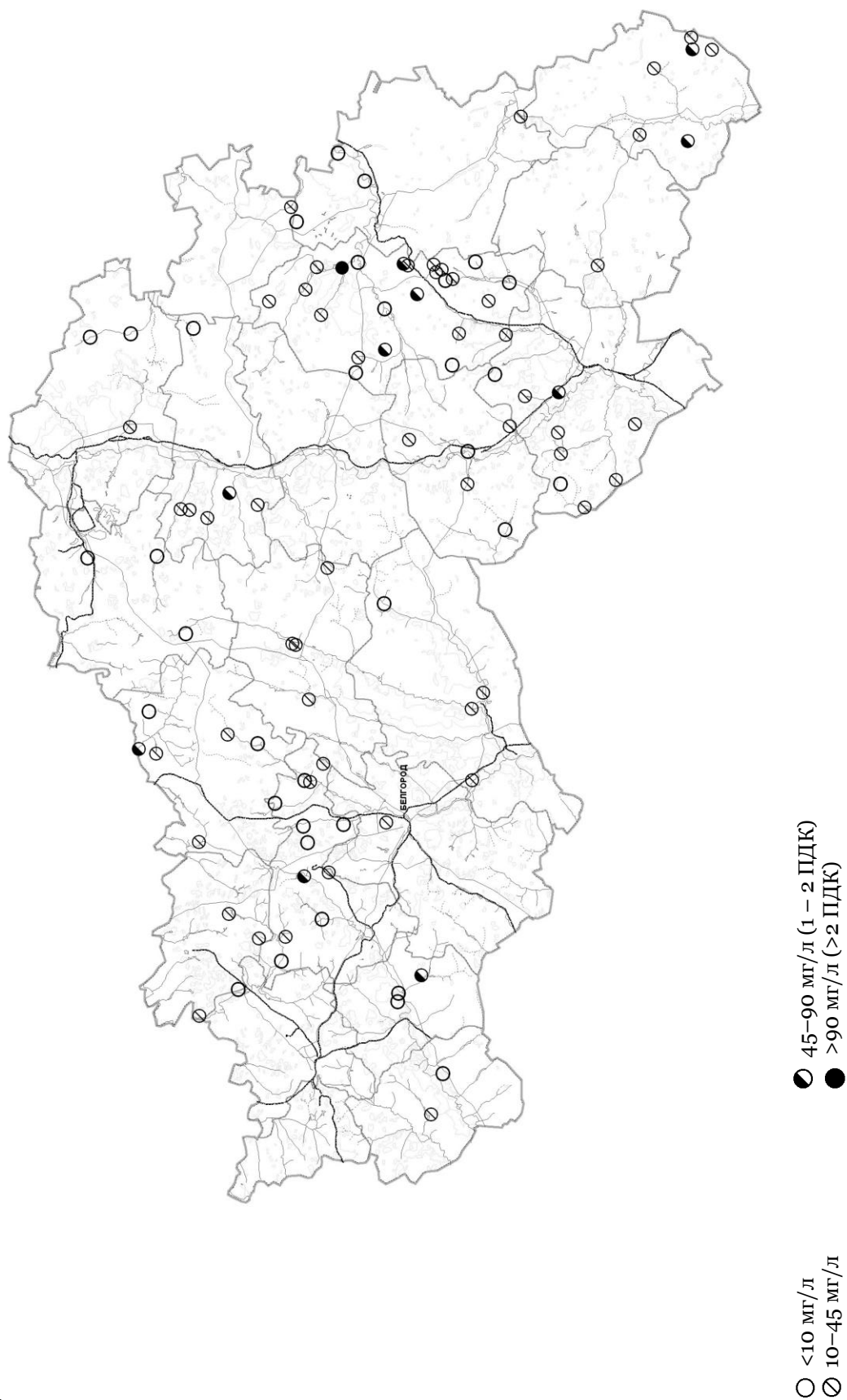


Рис. 4. Размещение охраняемых родников по территории Белгородской области и содержание нитратов в их водах



А – «Монастырский»
 Б – «Трошкина копанка»
 Рис. 5. Родники, характеризующиеся наиболее высокими (А) и самыми низкими (Б) значениями концентраций нитратов в воде

Таблица 2

Квантили концентрации нитратов в родниковых водах в зависимости от влияния различных факторов

Выборка	n	X _{min}	X(γ) для γ					X _{max}
			0.10	0.25	0.50	0.75	0.90	
Все данные	103	0.8	4.0	6.3	20.6	30.4	49.6	118.0
Близость населенных пунктов								
более □ 1 км	43	0.8	3.6	5.9	11.5	27.3	49.6	61.0
более 100 м	28	1.8	3.5	5.9	11.8	22.5	69.2	118.0
менее 100 м	14	4.0	-	8.7	19.2	33.0	-	54.8
в самом селе	18	1.1	-	15.5	21.9	34.7	-	83.0
Близость сельскохозяйственных угодий								
более 100 м	51	6.3	2.9	4.5	8.1	13.5	20.7	61.0
100 – 50 м	30	3.5	6.6	12.1	20.0	28.3	45.4	83.0
менее 50 м	22	0.8	-	21.8	34.1	50.5	-	118.0
Особенности ландшафтных условий								
поймы	59	0.8	3.6	5.4	11.7	22.2	35.6	118.0
днища балок	9	4.0	-	6.0	18.3	20.6	-	34.7
склоны террас	9	3.1	-	8.5	11.3	19.0	-	69.2
склоны балок	18	1.1	-	8.5	29.3	50.5	-	83.0
верховья и тальвеги балок	8	2.9	-	10.2	30.0	40.8	-	54.9

Таблица 3

Главные статистические параметры анализируемых выборок

Выборки	X ср.	Ошибка среднего S _x	Коэффициент вариации V. %
1	2	3	4
Все данные	21.1	2.0	95
Близость населенных пунктов:			
более 1 км	18.7	2.6	90
более 100 м	21.9	5.0	122
менее 100 м	21.4	3.9	69
в самом селе	25.4	4.5	75
Близость сельскохозяйственных угодий:			
более 100 м	11.5	1.5	96
100–50 м	25.4	3.3	70
менее 50 м	37.4	5.5	69
Особенности ландшафтных условий:			
поймы	17.8	2.6	110
днища балок	16.7	3.5	62

Окончани табл. 3

1	2	3	4
склоны террас	19.0	6.7	106
склоны балок	31.9	5.4	72
верховья и тальвеги балок	28.6	5.9	59

Две названные выборки выделяются и при анализе квантилей (табл. 2). Только у них верхний квартиль, отсекающий 75% наименьших значений, – $X(0,75)$ – превышает значение ПДК.

Мы попытались оценить, связаны ли между собой размер дебита родника и концентрация нитратов в его водах, т.к. мы предполагали, что более длительный контакт с водовмещающей породой при низком дебите должен сопровождаться повышением концентраций химических веществ в воде. Однако полученное значение коэффициента корреляции – 0.012 – показывает, что связь между этими показателями отсутствует.

Нами была проведена оценка значимости различий между средними для ряда рассмотренных выборок. В результате попарного сравнения установлено, что с вероятностью 95% можно утверждать, что содержание нитратов в водах родников, удаленных от сельхозугодий на расстояние более 100 м, достоверно ниже, чем в водах родников, находящихся на расстояниях 50-100 м или менее 50 м. В то же время достоверность различий между двумя последними группами не доказана.

Аналогично доказано, что концентрация нитратов в воде родников, выходящих на склонах балок, достоверно выше, чем в воде родников, находящихся на днищах балок. Мы связываем этот факт с тем, что склоны приближены к тем самым сельхозугодьям, о которых говорилось выше.

Становится понятным, почему вода родника «Монастырский» загрязнена нитратами наиболее сильно: он находится на влажной пойме, где грунтовые воды залегают близко. Вокруг, на расстоянии 10–50 м находятся интенсивно возделываемые огороды, на которых применяют и навоз, и минеральные удобрения, что способствует проникновению нитратов в близко находящиеся воды.

Заключение

Проведенное исследование показало, что большинство охраняемых родников Белгородской области – 66% – приурочено к ландшафтам речных долин – пойменно-му и надпойменно-террасовому типам местности и характеризуется отсутствием нитратного загрязнения. Факторами, способствующими увеличению концентрации нитратов в родниковых водах, являются близкое размещение агроландшафтов и выходы родников на склонах балок. В связи со значительным воздействием сельскохозяйственного производства на качество подземных вод необходимо совершенствование существующей методики оценки показателей санитарно-технического состояния родников [5], которая была разработана для условий города и не учитывает воздействия земледелия и животноводства на качество родниковых вод. В частности, оценка санитарного состояния области питания родника должна снижаться не только при размещении области питания на территории жилых (селитебных) массивов, но и при наличии интенсивно используемых агроландшафтов.

Список литературы

1. Анализ родников г. Перми. Муниципальное управление по экологии и природопользованию г. Перми 2004. – [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ecology.permregion.ru> (дата обращения 01.10.2011).
2. Кртунов Н. Отравы из родника. – [Электронный ресурс]. – URL: <http://republic/cap/ru> (дата обращения 25.04.2006).
3. Родники в Самарской области сильно загрязнены. Телерадиокомпания «Орион» 29.04.2006. – [Электронный ресурс]. – URL: <http://www/orion-tv/ru> (дата обращения 25.10.2006).
4. Титова Н. Родниковая вода – пить или не пить? // Советская Чувашия. – 2003. –



12.апреля. – [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.sovch.chuvashia.com> (дата обращения 26.04.2006).

5. Швец В.М., Лисенков А.Б., Попов Е.В. Родники Москвы. – М.: Научный мир, 2002. – 160 с.

6. Новых Л.Л., Орехова Г.А. К вопросу о соответствии родников Краснояружского, Раки-
танского и Новооскольского районов критериям памятников природы регионального значе-
ния // Научные Ведомости БелГУ. Серия Естественные науки. – 2010. – № 3 (74). – Вып. 10. –
С. 123-131.

7. Нитраты. – [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.giepy.ru> (дата обращения 07.02.2010).

8. Экологическая гидрогеология: учебник для вузов / А.П. Белоусова, И.К. Гавич,
А.Б. Лисенков и др. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. – 397 с.

9. Авдонин Н.С. Агрохимия. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1982. – 344 с.

10. Класс опасности. Материал из Википедии. – [Электронный ресурс]. –
URL: wikipedia.org/wiki (дата обращения 15.11.2010).

11. СанПиН 2.1.4.1175-02. – [Электронный ресурс]. – URL: www.businessseco.ru (дата об-
ращения 06.12.2009).

12. Протасов В.Ф. Экология, охрана природы: Законы, кодексы, Экологическая доктри-
на, Киотский протокол, нормативы, платежи, термины и понятия, экологическое право. – М.:
Финансы и статистика, 2005. – 380 с.

13. Особо охраняемые природные территории Белгородской области (Решение Испол-
кома Белгородского областного Совета народных депутатов от 30.08.1991 г. № 267 «О создании
сети особо охраняемых природных территорий области»; Постановление Главы администра-
ции Белгородской области от 31.10.1995 г. № 628 «О расширении сети особо охраняемых при-
родных территорий области»). – Белгород: Комитет экологии и природных ресурсов Белгород-
ской области, 1995. – 61 с.

14. Петин А.Н., Новых Л.Л. Родники Белогорья. – Белгород: КОНСТАНТА,
2009. – 220 с.

15. Методика количественного химического анализа вод и водных растворов на содер-
жание нитрат-ионов потенциометрическим методом с помощью ионо-селективного электрода
«Эком-NO₃». – М.: ООО НП «ЭКОНИКС», 1997. – 8 с.

16. Санитарно-техническое состояние охраняемых родников Белгородской области /
Л.Л. Новых, Г.А. Орехова, Г.А. Колесникова и др. // Проблемы региональной экологии. – 2011.
– № 2. – С. 115-119.

17. Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении. – М.: Изд-во МГУ, 1995.
– 320 с.

THE IMPACT OF THE LOCATIONS OF THE SPRINGS ON THE LANDSCAPES ON THE CONTENT OF NITRATES IN THEIR WATERS

**L.L. Novykh
Y.V. Yudina
G.A. Orekhova**

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

E-mail: novykh@bsu.edu.ru

Survey of the springs of the Belgorod region, which are the monu-
ments of nature of regional significance, was carried out. The assessment
of the contamination of spring water with nitrates and influence of vari-
ous factors on its level was made. It is established, that the majority of the
studied springs are characterized by low concentration of nitrates in wa-
ter, not exceeding the MPC. "Risk factors" for the occurrence of nitrate in
the water are close placement of agro-landscapes and outputs of springs
on the slopes of the beams.

Key words: natural monuments; nitrates; voltage method; high vari-
ation; types of terrain.



УДК 502.5 (286.017)

СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИМ ТУРИЗМОМ В ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ И ЗАПОВЕДНИКАХ РОССИИ НА ПРИМЕРЕ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ПРИЗЛЬБРУСЬЕ» (КАВКАЗ)

С.Н. Шевченко

*Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет,
Россия, 308015, г. Белгород,
ул. Победы, 85*

E-mail: sshevchenko13@gmail.com

В статье изложена значимость процесса охраны природных территорий и заповедников России. Выявлено широкое вовлечение природных ресурсов в хозяйственную деятельность страны при нерациональном их использовании, которое может привести усугублению экологического состояния природных объектов страны. В современных условиях всесторонняя деградация окружающей природной среды, дальнейшего сползания человеческого общества к экологической катастрофе, ставящей под угрозу само его дальнейшее существование как вида, резко возрастают роль и значение правовых способов и инструментов в регулировании взаимодействия в рамках системы «общество – природа». В данной работе рассмотрена проблема управления экологическим туризмом в Национальном парке «Приэльбрусье». Этот парк сегодня – один из самых значительных горных памятников природы Кавказа, район уникального ландшафта, где горы стали колыбелью и пристанищем многих видов растений и животных, и сохранить его – неотъемлемая задача государства.

Ключевые слова: экологическая охрана, природные территории, правовая коллизия, заповедник, национальный парк.

Введение

Одной из основных проблем социально-экономического развития России сегодня является обеспечение экологической безопасности граждан, охрана окружающей природной среды и рационального природопользования. За 2008-2011 гг. принят ряд документов, направленных на оздоровление экологической обстановки в России (ТПП РФ: Концепция развития законодательства Российской Федерации на период 2008 – 2011 гг. и ФЗ «Программа природоохранных мероприятий по оздоровлению экологической обстановки на территории России» от 2011 г.). Однако, несмотря на принимаемые меры, правовая работа по экологическому оздоровлению страны ведется недостаточно эффективно. За 2004-2010 гг. в деятельности государственного комитета по охране природы так и не был усовершенствован опыт глубокого анализа по регулированию экологической охраны природных территорий и заповедников России [1].

Среди многочисленных проблем, с которыми сталкивается человечество всего мира сегодня, самая главная – это сохранение биологического разнообразия, от которого зависит само существование Homo sapiens. Между тем, биота наиболее уязвима ко всем стрессовым факторам, в том числе и антропогенным. В настоящее время мировое сообщество встревожено последствиями научно-технического прогресса, оказывающего зачастую трансформирующее воздействие на условия существования самого человечества и на биоту, являющуюся источником пищи, кислорода, чистого воздуха, сырьевых ресурсов. Осмысление этой глобальной роли биоты является основополагающей предпосылкой выполнения требований ст.6 Конвенции о биологическом разнообразии (Рио-де-Жанейро, 1992). России, как и другим государствам, подписавшим Конвенцию, необходимо разработать Национальную Стратегию и План действий по сохранению биологического разнообразия. В настоящее время Стратегия и План разработаны группой специалистов под руководством академика Павлова Д.С., обсуждены на Национальном форуме по сохранению живой природы России (июнь 2001 г.,



Москва), где получили положительный отзыв. Как известно, любая Национальная стратегия является документом долгосрочного планирования и определяет принципы и основные направления государственной политики России в области сохранения биоразнообразия. На основании этого документа создается План действий – система конкретных мер и мероприятий по сохранению биологического разнообразия [2].

Сохранение биоразнообразия природных биосистем и сбалансированное использование этого важного источника жизнеобеспечения – необходимое условие выживания человека и устойчивого развития цивилизации, и по актуальности она не сравнима ни с какой другой проблемой человечества. Об этом говорится в «Повестке дня. XXI век». Устойчивое развитие горных регионов внесено в повестку отдельной главой. Вот почему назрела острая необходимость разработки научно обоснованного стратегического подхода к проблеме сохранения биоразнообразия горных экосистем и заслуживает самостоятельного рассмотрения наравне с другими проблемами горных регионов.

Необходимо уточнить, что во многих горных странах и республиках разработка стратегий устойчивого развития является сложившейся практикой, базирующейся на научных, правовых, политических и экономических основаниях.

Первую тревогу, связанную с загрязнением ледников и рек, обширной порубкой лесов на горных склонах, сокращением населения занимающегося традиционными промыслами и хранящими самобытную культуру, проявили в альпийских странах. В книге известного австралийского журналиста Л. Люкшандерля «Спасите Альпы» представлен альпийский регион», который недавно олицетворял собой последний не нарушенный человеком естественный ландшафт в сердце Европейского континента. Сегодня из-за массового наплыва туристов из всех уголков мира, чрезмерной застройки и хищнического использования природных ресурсов, нанесены глубокие раны этому хрупкому миру высокогорий. Защитники природы и экологи альпийских стран ведут непримиримую борьбу с туристским бизнесом. По расчётам экологов, отдельные ледники в районах наиболее популярных горнолыжных курортов в среднем покрыты миллиметровым слоем парфюмерных мазей. А ведь большое количество стран Европы зависит от экологического состояния высокогорий, откуда к ним текут реки, регулируемые по стоку и с разной степенью антропогенного загрязнения [2].

Наиболее проблемным высокогорным районом в России, связанным с массовым туризмом, конечно же, является Кавказ. Расположенный вблизи Чёрного моря, на пути влажных атмосферных переносов с Атлантики, Кавказ имеет удивительно красивую природу, мощные горы, превышающие 5000 метров (Эльбрус 5633, Дых-Тау 5204, Коштан-Тау 5195, Джанги-Тау 5120, Шхара 5186, Казбек 5043), обширное одеяние площадью в 1430 квадратных километров, и достаточно высокий снежный покров на склонах гор и в высокогорных долинах в зимнее время. Это обстоятельство ещё во второй половине 19-го века привлекает сюда альпинистов, любителей горнолыжного спорта и путешественников из России и других стран мира [3].

В 30-е годы прошлого века, территория Кавказа, вошедшая в границы СССР, объявляемая зоной массового оздоровительного отдыха трудящихся, или, как теперь говорят экологи, зоной рекреации. В живописных ущельях строятся десятки альпинистских лагерей, туристских и горнолыжных баз, проводятся альпиниады, туриады, слёты и «массовки» (так назывались выезды на природу жителей из промышленных районов). Одновременно начинается замусоривание территории от зоны леса и альпийских лугов до ледников и склонов гор, покрытых вечными снегами. В верховьях ущелий, по которым подходят тропы к популярным маршрутам восхождений, а также вдоль туристских троп и сейчас находятся обширные свалки битой стеклянной тары, проржавевших и начинающих ржаветь консервных банок, другого хлама. Но с точки зрения экологии эти свалки практически безопасны.

Опасность кроется в другом. Построенная в 1938 году на Южном склоне Эльбруса великолепная высокогорная гостиница «Приют-11» находилась в верховьях ледника Гара-Баши, стекающего в сторону Баксанского ущелья. После сражений на Кавказе в 1942-1943 годах гостиница сильно пострадала. Как в довоенное время решалась

проблема уборки мусора и нейтрализации органических отходов, неизвестно, но с 1958 по 1998 год мусор и нечистоты сбрасывались на ледник[3].

Национальный Парк «Приэльбрусье» расположен в среднегорной и высокогорной зонах Бокового и Главного хребтов Центрального Кавказа, на территориях двух административных районов КБР – Эльбрусского и Зольского. Его общая площадь – более ста тысяч гектаров. 62% ее приходится на труднодоступный рельеф: скалы, ледники, снежные поля. Что же касается растительного и животного мира, то он тоже имеет свои особенности. Гора Эльбрус, вершины которой покрыты сплошной фирновой (плотный зернистый снег) и ледяной шапками, служит могучим холодильником, иссушающим окрестности [4]. Поэтому в Приэльбрусье не растут ель и пихта, любящие влагу, а преобладают сосна, береза, осина и некоторые другие лиственные виды растений. Основной тип растительного покрова – луга. А склоны гор покрыты темно-зеленым ковром рододендронов, розовые и белые цветы которых распускаются каждое лето.

В 2008 году на территории Верхнемалкинского лесничества высажена такая лесобразующая культура, как береза, на площади десять гектаров в верховьях реки Малки. Дополнены ранее произведенные посадки леса: в Верхнемалкинском лесничестве – береза на двух гектарах, в Верхнебаксанском лесничестве – сосна на трех гектарах. Выкопано 59 тысяч единиц посадочного материала, который использован в нашем Национальном парке, а также производилась очистка леса от валежника и мусора. Убрано двенадцать гектаров валежника в Эльбрусском лесничестве (ущелье Юсенги). После прокладки газопровода вывезено сорок машин отходов, хотя это должны были сделать сами газовики. Но вся эта деятельность не имела бы смысла, если бы уникальные природные комплексы Приэльбрусья не охранялись соответствующей службой Национального парка. Для сохранения естественных экосистем и их компонентов проводятся лесохозяйственные, лесовосстановительные, биотехнические и другие специализированные мероприятия. Резко сокращены Министерством природных ресурсов России санитарные рубки ухода. Если ранее вырубалось до тысячи кубометров леса, то в 2003 году впервые рубки составили 300 кубометров. В таких же пределах этот показатель останется в этом году, а в дальнейшем сократится до минимума. Удаляются только больные и перестойные деревья. Парк относится к объектам общенационального достояния и является особо охраняемой территорией. С целью обеспечения соблюдения здесь установленного режима создана специальная служба, состоящая из государственных инспекторов по охране. Законом им предоставлены большие права [4].

В Национальном парке функционирует постоянно действующая оперативная группа на спецавтомашине с привлечением представителей МВД. Особенно это важно в охотничий сезон – с 1 сентября по 15 января. Важнейшей задачей парка является создание условий для регулируемого туризма, альпинизма и отдыха в природных условиях. Созданы отдел туризма и экологического просвещения, научный отдел. С этой целью создан отдел экологического просвещения и туризма. Сейчас проводим подготовительную работу по организации туристических маршрутов, подбору опытных экскурсоводов.

Образно говоря, особо охраняемые природные территории являются последними бастионами природы Земли, своеобразным пропуском человеку в будущее. Уцелеют ООПТ, уцелеет и человечество. Если ООПТ будут ликвидированы под тем или иным предлогом, то начнется обратный отсчет времени для человеческой цивилизации. О важности заповедования знали еще в глубокой древности и поэтому строго берегли наши предки свои священные рощи. Но только с XIX века стали использоваться научные методы в организации охраняемых территорий, а к концу XX века ООПТ различного статуса занимали уже более 10 % суши [5].

Сейчас установлено, что в достаточно больших скоплениях нечистот и хлама могут образовываться автономные экологические системы. В таких системах активно развиваются микроорганизмы (микробы) опасные для человека, животных, птиц, насекомых. Учитывая, что цикл размножения микроорганизмов очень короткий, и что условия размножения могут быть специфичными, следует ожидать появления «мик-



ромутантов», особо опасного «биологического оружия». Дрейфуя с ледником вниз, экосистемы будут размыты талыми водами и сброшены в реку Баксан, вдоль которой расположены жилые комплексы (включая город Тырныауз) и идёт забор воды для коммунальных нужд [5].

С другой стороны современное человечество сталкивается с возрастающей проблемой иммунодефицита. Имеется в виду не ВИЧ-инфекция, а ослабление защитных реакций организма, ослабление противодействия любым заразным вирусам, что усиливает негативные прогнозы пагубных последствий. Сейчас инфраструктура туристского бизнеса в высокогорьях Кавказа включает в себя многоэтажные отели с комбинатами питания, транспортом, канатными дорогами, горнолыжными подъёмниками. Можно смело предположить, что все они (или почти все) строились без предварительной экологической экспертизы. Тонны мусора и отходов скапливаются на задворках на долгое время, привлекая животных, птиц, насекомых.

На месте ежегодно устанавливаемого базового лагеря, из которого начинается штурм горных высот, образуются свалки, как на поверхности ледника, так и в трещинах, куда сбрасывается хлам и нечистоты. Свалки вместе с ледником, дрейфуют вниз. Пройдёт время, и они образуют одну большую свалку под языком ледника, промываемую талыми водами. Однако за рубежом, в отличие от России, уже сейчас приняты на государственном уровне законы и правила, регламентирующие поведение путешественников в высокогорных районах. Созданы подразделения для контроля выполнения этих правил. Гиды (проводники), объединенные в Ассоциацию, обязательно проходят курс по экологической подготовке. Выпускаются брошюры, памятки, наставления, путеводители, в которых изложены основные положения по взаимодействию путешественников (туристов-водников, горных туристов, альпинистов) с окружающей средой и местным населением [3].

В настоящее время урон, наносимый природной среде в высокогорье России, объём экологических аномалий, представляющих угрозу будущим поколениям, не оценивается. Придание системной целостности всей совокупности ООПТ и заповедников позволяет результативно решать проблемы, связанные с глобальным экономическим и экологическим кризисом. Россия, развивая собственную сеть экологической охраны природных территорий и заповедников, старается способствовать устойчивому развитию всего человечества. И этот факт вселяет определенную надежду на то, что еще не все потеряно и человечество найдет приемлемую формулу плодотворного сотрудничества с природой, а, значит, жизнь на Земле будет продолжаться.

Список литературы

1. ФЗ «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 N 7-ФЗ
2. Багров Н.В. Боков В.А. Экология. – М.: Юнити-Дана, 2010. – 370 с.
3. Чуйков Ю.С., Мошонкин Н.Н. Система особо охраняемых природных территорий России (современное состояние и перспективы развития). – Астрахань: Изд-во Нижневолжского центра экологического образования, 2001. – 510 с.
4. Романова Э.П., Куракова Л.И., Ермаков Ю.Г. Природные ресурсы мира. – М.: ВЕСЬ, 2009. – 304 с.
5. Комар И.В. Рациональное использование природных ресурсов и ресурсные циклы (переиздание). – М.: «Кронос», 2007. – 601 с.
6. ФЗ «Программа природоохранных мероприятий по оздоровлению экологической обстановки на территории России» от 2011 г.)
7. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10 января 2002г// СЗ РФ 2002., №2. Ст.133. СЗ РФ. – 2007. – №7. – С. 834.
8. Басанец Л.П. Экологический туризм в национальных парках России // Проблемы и перспективы развития туризма и рекреации в Волжском регионе: материалы Международной научной конференции. – Тверь, 2002. – 419 с.



MODERN ASPECTS OF MANAGEMENT OF ECOLOGICAL TOURISM OF ESPECIALLY PROTECTED NATURAL TERRITORIES AND RESERVES OF RUSSIA ON FROM EXAMPLE OF NATIONAL PARK «PRIELBRUSYE» (CAUCASUS)

S.N. Shevchenko

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

E-mail: sshevchenko13@gmail.com

In the article the importance of the process of protection of natural territories and reserves of Russia is stated. An intense involvement of natural resources in country economic activities, while their irrational use which can result in aggravation of the ecological state of the country's natural objects, is revealed. In modern conditions of all-round degradation of surrounding environment, the further slipping of the human society to the ecological catastrophe threatening its further existence as a kind, sharply increases the role and value of legal ways and tools in regulation of interaction within the limits of system «a society – the nature». In the given work the problem of management of eco-tourism in National Park Prielbrusye is considered. This park today is one of the most considerable mountain nature sanctuaries of the Caucasus, area of a unique landscape where mountains became a cradle and a haven of many kinds of plants and animals and to preserve it is an integral problem of the state.

Key words: ecological protection, natural territories, a legal collision, reserve, national park.



СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- Амосова Н.В.** – кандидат биологических наук, доцент; Институт атомной энергетики Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Калужская обл., г. Обнинск, Россия
- Андреева А.С.** – аспирант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Анищенко И.Е.** – ведущий научный сотрудник, кандидат биологических наук; Ботанический сад-институт УНЦ РАН, 450080, г. Уфа, Россия
- Антонова Л.К.** – доктор медицинских наук, профессор; Тверская государственная медицинская академия Минздравсоцразвития России, г. Тверь, Россия
- Апухтин А.В.** – аспирант; Курский государственный университет, г. Курск, Россия
- Бакулин В.Т.** – доктор биологических наук, старший научный сотрудник; Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, г. Новосибирск, Россия
- Буханов В.Д.** – кандидат ветеринарных наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Везенцев А.И.** – доктор технических наук, профессор; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Волобуева Ю.Е.** – аспирант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Воловичева Н.А.** – ассистент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Габрук Н.Г.** – кандидат биологических наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Галыгин В.А.** – аспирант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Голеусов П.В.** – кандидат географических наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Горшкова Т.А.** – кандидат биологических наук, доцент; Институт атомной энергетики Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Калужская обл., г. Обнинск, Россия
- Грошенко С.А.** – заместитель генерального директора; «Питомник Саватеевых», г. Белгород, Россия
- Дейнека В.И.** – доктор химических наук, профессор; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Дейнека Л.А.** – кандидат химических наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Доан Ван Дат** – магистрант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Долматов Д.Е.** – аспирант; Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия
- Долматов Е.А.** – доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник; ВНИИ селекции плодовых культур Россельхозакадемии, Орловская область, Орловский р-н, дер. Жилина
- Долматова А.Е.** – кандидат сельскохозяйственных наук; Селекционно-декоративный питомник «Горицвет» Орловская область, Орловский р-н, дер. Жилина, Россия
- Дунаев А.В.** – кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник; Ботанический сад Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия
- Дунаева Е.Н.** – кандидат сельскохозяйственных наук; Ботанический сад Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия
- Ерохин К.С.** – студент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Жигунов О.Ю.** – старший научный сотрудник, кандидат биологических наук; Ботанический сад-институт УНЦ РАН, г. Уфа, Башкортостан, Россия
- Зуев Н.П.** – кандидат ветеринарных наук, доцент; Белгородская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Я. Горина, пос. Майский, Белгородский р-н, Белгородская обл., Россия
- Калугина С.В.** – старший преподаватель; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Каневская И.Д.** – аспирант; Приднестровский государственный университет им. Т.Г.Шевченко, г. Тирасполь, ПМР, Молдова



- Кишибаев К.К.** – магистрант; Казахский Национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Республика Казахстан
- Козубова Л.А.** – кандидат биологических наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Колчанов А.Ф.** – кандидат биологических наук, профессор; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Колчанов Р.А.** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Крамчанинов Н.Н.** – доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Кумани М.В.** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор; Курский государственный университет, г. Курск, Россия
- Курской А.Ю.** – аспирант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Кушинир С.М.** – доктор медицинских наук, профессор; Тверская государственная медицинская академия Минздравсопразвтия России, г. Тверь, Россия
- Лебедева О.Е.** – доктор химических наук, профессор; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Ле Ван Тхуан** – магистрант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Макарова И.И.** – доктор медицинских наук, профессор; Тверская государственная медицинская академия Минздравсопразвтия России, г.Тверь, Россия
- Мамонов Е.В.** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор; Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева», г. Москва, Россия
- Наумкин В.Н.** – доктор сельскохозяйственных наук; Белгородская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Я. Горина, пос. Майский, Белгородский р-н, Белгородская обл., Россия
- Нго Тхи Зиен Киеу** – магистрант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Новых Л.Л.** – кандидат биологических наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Оборин М.С.** – кандидат географических наук; Пермский государственный педагогический университет, г. Пермь, Россия
- Овчинников А.В.** – старший преподаватель; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Олейникова И.И.** – кандидат педагогических наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Орехова Г.А.** – студент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Остищева Н.В.** – кандидат биологических наук; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Павлова Н.Н.** – кандидат биологических наук, доцент; Институт атомной энергетики Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Обнинск, Калужская обл., Россия
- Петин А.Н.** – доктор географических наук, профессор; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Петина М.А.** – аспирант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Пигалева Т.А.** – аспирант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Погорелов Ю.С.** – кандидат геолого-минералогических наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Пономарёва Е.А.** – аспирант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Присный А.А.** – кандидат биологических наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Присный А.В.** – доктор биологических наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Рассказова М.М.** – кандидат биологических наук, доцент; Институт атомной энергетики Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Обнинск, Калужская обл., Россия
- Рахматуллина А.Р.** – старший преподаватель; Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы, г. Уфа, Башкортостан, Россия



- Саенко И.И.** – магистрант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Сергеев С.В.** – доктор технических наук, профессор; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Сорокопудова О.А.** – доктор биологических наук, профессор; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Ставцева В.В.** – старший преподаватель; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Старикова Т.И.** – агроном; Белгородская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Я. Горина, пос. Майский, Белгородский р-н, Белгородская обл., Россия
- Стручкова И.В.** – старший лаборант; Тверская государственная медицинская академия Минздрава России, г.Тверь, Россия
- Тарасенко О.В.** – магистрант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Тищенко А.Н.** – магистрант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Тохтарь В.К.** – доктор биологических наук, старший научный сотрудник; Ботанический сад Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия
- Трубицын М.А.** – кандидат технических наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Тукин В.Н.** – аспирант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Уколова Е.В.** – аспирант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Фан Чонг Хуан** – магистрант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Федорин Д.Н.** – кандидат биологических наук, научный сотрудник; Всероссийский НИИ сахарной свёклы им. А.Л. Мазлумова, Рамонский р-н, Воронежская обл., Россия
- Федорова М.З.** – доктор биологических наук, профессор; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Федулова Т.П.** – доктор биологических наук, Всероссийский НИИ сахарной свёклы им. А.Л. Мазлумова, зав. лабораторией, Рамонский р-н, Воронежская обл., Россия
- Фомина О.В.** – научный сотрудник; Ботанический сад Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия
- Фурманова Т.Н.** – аспирант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Хомутовский М.И.** – аспирант; Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, г. Москва, Россия
- Хукаленко Е.С.** – магистрант; Институт атомной энергетики Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Обнинск, Калужская обл., Россия
- Шапошников А.А.** – доктор биологических наук, профессор; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Шевченко С.Н.** – аспирант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Ширинкин С.В.** – кандидат медицинских наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Шульпеков А.С.** – аспирант; Белгородская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Я. Горина, пос. Майский, Белгородский р-н, Белгородская обл., Россия
- Юдина Ю.В.** – старший преподаватель; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

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 завершённые результаты оригинальных 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 (весь) – шрифтом Times New Roman, 12 pt, межстрочный интервал – одинарный, красная строка (абзац) – 1,25 см., выравнивание по ширине. Страницы не нумеруются. Объём статей не должен превышать 12 страниц, включая иллюстративный и графический материал, таблицы, список литературы.

Перед названием статьи необходимо указать УДК (слева сверху). Название статьи оформляется строчными буквами, (12 pt) с выравниванием по центру. Ниже через два интервала указываются инициалы и фамилии авторов (12 pt) с выравниванием по центру. Ниже через два интервала указываются название и адрес места работы (с указанием почтового индекса, e-mail автора (соавторов)) обычным шрифтом (12 pt) с выравниванием по центру.

Аннотация статьи (резюме) должна располагаться ниже на два пробела от последнего адреса места работы авторов – обычным шрифтом (12 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. Рекомендуются стандартизировать структуру статьи, используя подзаголовки: Введение (теоретический анализ); Экспериментальная часть: объекты и методы исследования, 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 (с почтовым индексом), 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 форм¹Н.А. Иванов¹, В.Н. Петров², Н.Н. Сидоров³

¹ Белгородский государственный университет, Россия, 308015, г. Белгород,
ул. Победы, 85

E-mail: Ivanov@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 Установлено, что ...

Ключевые слова: классический гамильтониан, нормальная форма Биркгофа-Густавсона, ...

Введение

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].

Материал и методы**Результаты исследований****Заключение****Список литературы (ГОСТ-1986)**

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.

¹ Работа выполнена при частичной грантовой поддержке РФФИ: №03-02-17695, №03-02-16263



**A Semiclassical Approach to the Investigation of the Two-Dimensional Hamiltonian Systems
by the Normal Form Method**

N.A. Ivanov¹, V.N. Petrov², N.N. Sidorov³

¹ Belgorod State National Research University, Pobedy St., 85, Belgorod, 308015, Russia
E-mail: Ivanov@bsu.edu.ru

² Civil defence Academy of Ukraine, Chernyshevsky St. 94, Kharkov, 61023, Ukraine

³ National Scientific Center, Kharkov Institute for Physics and Technology, Akademicheskaja St. 1, Kharkov, 61108, Ukraine

The receiving procedure of classical Hamiltonian to the Birkhoff-Gustavson normal form is described. With help ...

Key words: classical Hamiltonian, Birkhoff-Gustavson normal form, Weyl correspondence rule, energy spectra, wave function, method of quantization.

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 2012 год по месяцам												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
		+			+			+			+	
Куда												
(почтовый индекс) (адрес)												
Кому												
линия отреза												
						ДОСТАВОЧНАЯ КАРТОЧКА		81466		(индекс издания)		
ПВ		место		литер								
На		газету журнал		НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ БЕЛГОРОДСКОГО ГОС. УНИВЕРСИТЕТА. ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ								
Стои- мость		подписки		руб.		Кол-во компл.						
		переадресовки		руб.								
На 2012 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.)							