

№15 (134) 2012
Выпуск 20

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

О.Н. Полухин,
и.о. ректора НИУ «БелГУ»,
доктор политических наук, профессор

Зам. главного редактора

И.С. Константинов,
и.о. проректор по научной и инновационной
деятельности НИУ «БелГУ»,
доктор технических наук,
профессор

Ответственные секретари:

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

О.В. Шевченко,
зам. начальника УНИД НИУ «БелГУ»
канд. исторических наук,

**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»)

НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ

Белгородского государственного университета

Естественные науки

**Belgorod State University
Scientific Bulletin
Natural sciences**

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЯ

Растительность окрестностей села Яропольцы (Вейделевский район
Белгородской области). **Овчаренко Н.Е.** 5

Род *Berberis* L. в коллекции дендрологического сада Северного научно-
исследовательского института лесного хозяйства. **Демидова Н.А.,
Дуркина Т.М.** 9

Диагностические признаки спермодермы *Vicia faba* L. (*Faba bona* Me-
dik.), *Pisum sativum* L. и *Phaseolus vulgaris* L. **Куркина Ю.Н.,
Колесников Д.А., Марадудина О.Н.** 17

Экология и фитоценологический ареал вида *Chamaecytisus ruthenicus*
(Fisch. ex Woloszcz.) Klaskova на Южном Урале. **Жигунова С.Н.,
Федоров Н.И., Гуркова Я.О., Михайленко О.И.** 23

Особенности каллусогенеза и регенерации *Stevia rebaudiana* (Bertoni)
в культуре *in vitro*. **Колесникова Е.О., Жужжалова Т.П.** 28

Фитодизайн на примере территории детского сада «Аленушка»
(г. Строитель, Белгородская обл.). **Рогозина Е.И., Лазарев А.В.** 33

Пригодность сортов фасоли овощной к заморозке. **Деговцов В.Е.,
Коцарева Н.В., Сирота С.М.** 37

Содержание воды в проростках вики (*Vicia sativa* L.) и накопление
ими биомассы в присутствии ионов никеля. **Абрамова Э.А.,
Иванищев В.В.** 42

Гены *wx* и реологические свойства шрота мягкой пшеницы.
**Рыжкова Т.А., Третьяков М.Ю., Нецветаев В.П.,
Сорокопудова О.А., Акиншина О.В., Бондаренко Л.С.,
Аркадьева А.В.** 46

Экологическая устойчивость и продуктивность хозяйственно-ценных
видов Fabaceae в агрофитоценозах с одновидовым и смешанным
травостоем на карбонатных почвах. **Думачева Е.В.,
Чернявских В.И.** 51

Межгодовая динамика состава и структуры почвенных
беспозвоночных сообществ коренной террасы Иртыша. **Бухало С.П.,
Сергеева Е.В.** 59

Пауки (Araneae) участка «Степной», перспективного для заповедания
в Курской области. **Полчанинова Н.Ю.** 65

К гнездовой биологии и экологии желтой трясогузки *Motacilla flava*
Linnaeus, 1758 (Passeriformes, Motacillidae, Motacillinae).
Артемяева Е.А., Муравьев И.В. 69

К гнездовой биологии и экологии желтолобой трясогузки *Motacilla lu-
tea* (S.G. Gmelin, 1774) (Passeriformes, Motacillidae, Motacillinae).
Муравьев И.В., Артемяева Е.А. 79

Эколого-генетический анализ популяции дикого кабана (*Sus scrofa* L.)
заповедного участка «Лес на Ворскле». **Снегин Э.А., Щекало М.В.,
Горбачева А.А.** 89

Функциональные возможности организма первоклассников с наруше-
ниями речи при адаптации к учебным нагрузкам. **Юрченко О.Н.,
Бусловская Л.К.** 96

Ответственный секретарь

Ю.Н. Куркина,

кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент (НИУ «БелГУ»)

Технический секретарь

Ю.А. Присный,

кандидат биологических наук
(НИУ «БелГУ»)

Члены редколлегии:

Л.Н. Бялятинская,

доктор химических наук, профессор
(НИУ «БелГУ»)

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

А.И. Везицнев, 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. Лисецкий, 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»)

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

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

Оригинал-макет А.В. Присный,
Ю.А. Лазебная

E-mail: prisniy@bsu.edu.ru

Подписано в печать 24.09.2012

Формат 60×84/8

Гарнитура Georgia, Impact

Усл. п. л. 24,41

Тираж 1000 экз.

Заказ 280

Подписные индексы в каталоге агентства :

«Роспечать» – 81466,

в объединенном каталоге

«Пресса России» – 39723

Оригинал-макет тиражирован
в издательском доме «Белгород»

Адрес: 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85

Эмоциональное состояние, особенности внимания и антистрессорные реакции у первоклассников с разными типами профиля латеральной организации мозга. **Хаджинова Е.П., Бусловская Л.К. 103**

Влияние температурного фактора на сезонные колебания локомоционной активности гемоцитов лягушек *Rana ridibunda* Pall. **Чернявских С.Д., Во Ван Тхань, До Хью Куэт, Буковцова И.С. 111**

Морфофункциональные особенности иммунных клеток некоторых представителей отряда Coleoptera. **Присный А.А., Гребцова Е.А. 115**

Индукция биосинтеза липаз микромицетом *Rhizopus oryzae* 1403. **Шеламова С.А., Тьрсин Ю.А. 119**

Особенности воспроизводства фитоценозов и почв лесных экосистем, нарушенных в период Курской битвы. **Голусов П.В. 124**

ХИМИЯ

Некоторые аспекты синтеза комплексов включения β -циклодекстрина и эфиров каротиноидов. **Лапшова М.С., Захаренко Е.В., Дейнека В.И., Дейнека Л.А., Саенко Р.Н., Третьяков М.Ю. 129**

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Информационно-аналитическое и программное обеспечение оценки взрываемости горных пород на карьерах. **Дунаев В.А., Игнатенко И.М., Годовников Н.А., Овсянников А.Н. 135**

Модели техногенеза на футбольных полях Московского региона **Замотаев И.В., Шевелев Д.Л. 141**

Вклад атмосферных осадков тёплого периода года в расходы воды в реках Белгородской области. **Корнилов А.Г., Лебедева М.Г., Гордеев Л.Ю. 151**

Содержание взвешенных частиц малого размера в воздушных массах разного генезиса в атмосфере г. Белгорода. **Кунгурцев С.А., Лебедева М.Г., Ляхов И.Р. 156**

Оценка экологического состояния почвенного покрова астраханской области при влиянии современного техногенеза. **Иолин М.М., Бармин А.Н. 161**

Прогноз загрязнения подземных вод при разработке железорудных месторождений КМА методами численного моделирования. **Кравчук Т.Н., Сергеев С.В. 168**

Азотное загрязнение водных объектов Белгородской области в сельскохозяйственных и горнопромышленных районах. **Съромятникова С.Н., Колмыков С.Н., Корнилов А.Г. 173**

Технически и экономически целесообразно применение стеклопластиковых труб в водосборных сетях водозаборов подземных вод Центрального Черноземья. **Петриченко В.П., Позняков А.И. 178**

Экологизация геологической среды отработкой запасов некондиционных металлических руд **Голик В.И., Петин А.Н., Комащенко В.И. 182**

Спектральные отражательные свойства сельскохозяйственной растительности Белгородской области по материалам космической съемки. **Терехин Э.А. 188**

Тенденции изменения температурного режима на территории Белгородской области. **Крымская О.В., Степанова Д.В., Куралесина С.Ю. 194**

Вариации приземного электрического поля атмосферы как главный фактор метеопатизма. **Солнцева А.А. 199**

Сведения об авторах **203**

Информация для авторов **206**

№15 (134) 2012
Issue 20

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 ПИ № ФС 77-21121 May 19, 2005.

EDITORIAL BOARD OF JOURNAL

Editor-in-chief

O.N. Poluchin,

Acting Rector of Belgorod National Research University, doctor of political sciences, Professor

Deputy editor-in-chief

I.S. Konstantinov,

Acting Vice-Rector on Scientific and Innovative Work of Belgorod National Research University, Doctor of Technical Sciences, Professor

Assistant Editors

V.M. Moskovkin,

Doctor of geographical sciences, Professor of world economy department

O.V. Shevchenko,

Deputy Head of department of scientific and innovative activity of Belgorod National Research University, candidate of historical sciences

EDITORIAL BOARD OF JOURNAL SERIES

Chief editor:

A.V. Prisnyi,

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)

Responsible secretary:

Yu.N. Kurkina,

Candidate of agricultural sciences, associate professor (Belgorod National Research University)

Belgorod State University Scientific Bulletin

Natural sciences

НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ

Белгородского государственного университета

Естественные науки

CONTENTS

BIOLOGY

Vegetation of Vicinities of the Village Yaropoltsy (Veydelevskiy District of Belgorod Region). **Jvcharenko N.E.** 5

Genus *Berberis* L. in the Collection of the Dendrological Garden Northern Research Institute of Forestry. **Demidova N.A., Durkina T.M.** 9

The Comparative Characteristic of the Spermoderm of *Vicia faba* L. (*Faba bona* Medik.), *Pisum sativum* L. and *Phaseolus vulgaris* L. **Kurkina Yu.N., Kolesnikov D.A., Maradudina O.N.** 17

Ecology and Phytocoenotic Areal of *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Woloszcz.) Klaskova in the South Urals. **Zhigunova. S.N., Fedorov N.I., Gurkova Ya.O, Mihaylenko O.I.** 23

Peculiarities of *Stevia rebaudiana* (Bertoni) Callus Formation and Regeneration under *in vitro* Culture. **Kolesnikova E.O., Zhuzhhalova T.P.** 28

Phytodesign of Territory of the Kindergarten "Alyonushka" (Stroitel' Settl., Belgorod Region). **Rogozina E.I., Lazarev A.V.** 33

Fitness Beans Vegetable Varieties Frost. **Degoutsov V.E., Kotsareva N.V., Sirota S.M.** 37

The Water Content in Vetch (*Vicia sativa* L.) Seedlings and its Biomass Formation in the Presence of Nickel Ions. **Abramova. E.A., Ivanishchev V.V.** 42

WX Genes and Rheological Properties of common Wheat Flour. **Ryzhkova T.A., Tretyakov M.Yu., Netsvetaev V.P., Sorokopudova O.A., Akinshina O.V., Bondarenko L.S., Arkadjeva A.V.** 46

Ecological Sustainability and Productivity of Economically Valuable Species Fabaceae at Agricultural Formation with Single-Mode and Mixed Herbage on the Calcareous Soils. **Dumacheva E.V., Cherniavskih V.I.** 51

Annual Dynamics of Composition and Structure of Soil Invertebrate on the Communities Rock Terrace of the Irtysh River. **Bukhhalo S.P., Sergeeva E.V.** 59

Spiders (Araneae) of the 'Stepnoi' Spot, a Prospective Protected Area in Kursk Region. **Polchaninova N.Yu.** 65

For Nesting Biology and Ecology of Yellow Wagtail *Motacilla flava* Linnaeus, 1758 (Passeriformes, Motacillidae, Motacillinae). **Artemyeva E.A., Muravjev I.V.** 69

For Nesting Biology and Ecology of Yellow-Frontal Wagtail *Motacilla lutea* (s.g. Gmelin, 1774) (Passeriformes, Motacillidae, Motacillinae). **Muravjev I.V., Artemyeva E.A.** 79

Ekology-Genetic Analysis of Population of the Wild Boar (*Sus Scrofa* L.) in the Reserved Field "Les na Vorskle". **Snegin E.A., Shchekalo M.V., Gorbacheva A.A.** 89

Functions of the Organism Ffirst Graders with Speech Disorders in Adapting to the Workload. **Yurchenko O.N., Buslovskaya L.K.** 96

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. Lisetskiy, 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)

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

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

Page layout by A.V. Prisniy
Y.A. Lazebnaya
E-mail: prisniy@bsu.edu.ru

Passed for printing 24.09.2012
Format 60×84/8
Typeface Georgia, Impact
Printer's sheets 24,41
Circulation 1000 copies
Order 280

Subscription reference in Rospechat'
agency catalogue – 81466,
In joint catalogue Pressa Rossii – 39723

Dummy layout is replicated at Belgorod National
Research University Publishing house "Belgorod"
Address: 85, Pobedy str., Belgorod, Russia, 308015

Emotional State, Particular Attention and Anti-Stress Reaction in a First
grader with Different Types of Profile Lateral Organization Brain.

Hadzhinova E.P., Buslovskaya L.K. 103

The Temperature Factor Influence on Seasonal Locomotional Activity Fluc-
tuation of *Rana ridibunda* Pall. Blood Cells. **Chernyavskikh S.D.,
Vo van Thanh, Do Huy Kyet, Bukovtsova I.S. 111**

Features of Immune Cells of Some Representatives of Coleoptera.

Prisny A.A., Grebcova E.A. 115

Induction of Biosynthesis Lipases *Rhizopus oryzae* 1403. **Shelamova S.A.,
Tyrsin Y.A. 119**

Features of Reforestation and Recent soil Formation in Ecosystems Dam-
aged during the Kursk Battle. **Goleusov P.V. 124**

CHEMISTRY

Some Aspects of Inclusion Complexes Synthesis Between β -Cyclodextrin
and Carotenoid Esters. **Lapshova M.S., Zakcharenko E.V.,**

Deineka V.I., Deineka L.Aa., Saenko R.N.,

Tret'yakov M.Yu. 129

EARTH SCIENCES

Software and Information-Analytical Support of the Assessment of Rocks
Explosibility in Open-Pits. **Dunaev V.A., Ignatenko I.M.,**

Godovnikov N.A., Ovsyannikov A.N. 135

Models of Technopedogenez on Football Fields of Moscow Region.

Zamotaeu I.V., Shevelev D.L. 141

Contribution of Wwarm Pperiod Precipitation into Water Discharge in the
Rivers of Belgorod Region. **Kornilov A.G., Lebedeva M.G.,**

Gordeev L.J. 151

Content of the Suspended Particles of the Small Dimension in Air Masses of
Various Genesis in Atmosphere of Belgorod. **Kungurtsev S.A.,**

Lebedeva M.G., Lyakchov I.R. 156

Environmental Assessment of the Soil Cover State of the Astrakhan Region under
Modern Anthropogenic Impact. **Iolin M.M., Barmin A.N. 161**

Underground Waters Contamination Forecast for Iron Ore Development of
Kma by Methods of Numerical Simulation. **Kravchuk T.N.,**

Sergeev S.V. 168

Nitrogen Pollution of Water Bodies in Agricultural and Mining Areas of
Belgorod Region. **Syromyatnikova S.N., Kolmykov S.N.,**

Kornilov A.G. 173

Technically and Economically Rational Application of Fiberglass Pipe in Drai-
nage Networks of Groundwater Intakes of Central Chernozemye.

Petrichenko V.P., Poznyakov A.I. 178

Ecological Advancement of the Geological Environment by the
Improvement of Substandard Metal Ores. **Golik V.I., Petin A.N.,**

Komaschenko V.I. 182

Spectral Reflectance Properties of Agricultural Vegetation of Belgorod
Region Based on Remote Sensing Data. **Terekhin E.A. 188**

Tendencies of the Temperature Regime Changes on the Territory of Belgorod
Region. **Krymskaya O.V., Stepanova D.V., Kuralesina S.Y. 194**

Variations of Near-Ground Electric Field of the Atmosphere as the Main
Cause of Meteopatizm. **Soltseva A.A. 199**

Information about Authors **203**

Information for Authors **209**

БИОЛОГИЯ

УДК 581.91

РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ОКРЕСТНОСТЕЙ СЕЛА ЯРОПОЛЬЦЫ (ВЕЙДЕЛЕВСКИЙ РАЙОН БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ)

Н.Е. Овчаренко

*Белгородский государственный
национальный
исследовательский
университет, Россия, 309015,
г. Белгород, ул. Победы, 85*

E-mail: zenino@bk.ru

По результатам исследований растительности окрестностей с. Яропольцы, находящегося на юго-востоке Белгородской области, с использованием маршрутного метода и метода закладывания стандартных пробных площадок, определен видовой состав, произведен систематический, биоморфологический и эколого-ценотический анализы флоры. Определены растительные формации и их видовая представленность. На основе оценки обилия по шкале Друде показано обилие видов флоры, жизненность растений в сообществе. Показана видовая насыщенность склонов различных экспозиций и участков с выраженным антропогенным влиянием.

Ключевые слова: маршрутный метод, метод закладывания пробных площадок, биоморфологический анализ, эколого-ценотический анализ, шкала Друде, обилие видов.

Введение

Всестороннее изучение региональных флор является частью решения проблемы изучения и сохранения биологического разнообразия.

Вейделевский район Белгородской области, располагается вблизи зональной биогеографической границы (между лесостепью и степью) в пределах юга Среднерусской возвышенности и имеет свои флористические особенности, поэтому ее, прежде всего, степная флора представляет несомненный интерес для сравнительной флористики.

Остатки вейделевских степей до сих пор сохранились лишь в некоторых местах, где они стали островками среди обширных массивов хозяйственных угодий. При этом для Вейделевского района, как и для других районов Поосколья, характерен склоновый тип местности и, соответственно, останцевых степей мало пригодных для сельскохозяйственной деятельности.

Цель исследования заключалась в описании растительности степного участка расположенного в окрестностях с. Яропольцы. Описание включало инвентаризацию видового состава, систематический, биоморфологический и эколого-ценотический анализы флоры, определение растительных формаций и их видовой представленности, определение обилия и жизненности видов в сообществе. Исследования проводились в период с 2006 по 2011 г.

Объект и методы исследования

Объектом исследования явилась растительность балки «Правительственный яр», расположенной восточнее с. Яропольцы Вейделевского района и прилегающего к ней с южной стороны участка, называемого «Яр первенький». Территория относится к степной зоне Калитвенско-Айдаро-Ураевского природно-территориального комплекса. В административном плане эти участки находятся на территории Клименковского и Викторопольского сельских поселений Вейделевского района Белгородской области.

Исследования проводились на стандартных учетных площадках (10×10 м), расположенных на северо-западном склоне балки «Правительственный яр», площадью 12 га с углом наклона 5-7°. Юго-восточный склон более пологий (угол наклона 2-3°). К верхним частям склонов примыкают сельскохозяйственные угодья, нижние – используются под выпас. Особенно интенсивно выпас ведется на участке балки протяженностью около 500 м. со стороны с. Яропольцы. Дополнительно к площадкам учеты проводились на серии маршрутов в разные сезоны вегетационного периода. Для оценки обилия использовалась шкала Друде. Жизненность



растений в сообществе определялась по 3-балльной шкале: полная жизненность – 3 балла, средняя – 2 балла, низкая 1 балл.

При анализе жизненных форм за основу приняты принципы, разработанные И.Г. Серебряковым (1962 [1], 1964 [2]).

Номенклатура видов приводится в соответствии со сводкой С.К. Черепанова (1995) [3], за исключением некоторых таксонов.

Результаты и их обсуждение

Растительность балки и прилегающего к ней степного участка представлена хорошо сохранившимся ковыльно-разнотравным сообществом. Согласно нашим данным, полученным в ходе исследования, в сообществе произрастает 201 вид высших сосудистых растений, относящихся к 129 родам и 37 семействам.

В количественном отношении изучаемая флора составляет 14.5-13.4% от флоры Белгородской области, насчитывающей 1400-1500 видов [Присный, 2005 [4,7]]; 9.2% от флоры Центрального Черноземья, насчитывающей 2175 видов сосудистых растений [Камышев, 1978 [5]]; 0.9% от флоры России – 21770 видов [Черепанов, 1995 [3]].

Результаты исследования показали, что наибольшим числом видов представлены семейства: *Compositae* (*Asteraceae*) – Астровые (15.4%), *Papilionaceae* – Мотыльковые (10.5%), *Gramineae* – Злаковые (8.9%), *Lamiaceae* – Лилейные (7.5%), *Scrophulariaceae* – Норичниковые (7.0%), *Ranunculaceae* – Лютиковые (6.5%), *Labiatae* – Губоцветные (4%). (На долю остальных семейств приходится 40.2%.)

Степная растительность данных степных участков представлена преимущественно формациями: *Paeonieta tenuifoliae* – пиона тонколистного, *Stipeta pennatae* – ковыля перистого, *S.capillatae* – ковыля волосатика, *Festucae valesiacae* – овсяницы ложноовечьей, *Koelerieta cristatae* – тонконога гребенчатого, *Salviae stepposae* – шалфея степного, *Caraganeta frutexae* – караганы кустарниковой [6].

Однако лучше они представлены на северо-западном склоне и участке «Яр первенький», где видовая насыщенность выше, чем на юго-западном склоне и составляет, соответственно, 32 и 35 видов на 1 м², а на последнем этот показатель равен 20.

Содоминантами в данных формациях выступают *Cephalaria ochroleuca* L. – скабиоза светло-желтая, *Galium verum* – подмаренник настоящий, *Filipendula vulgaris* Moench – таволга обыкновенная, *Medicago falcata* L – люцерна серповидная, *Coronilla varia* L. – вязель разноцветный, *Lotus corniculatus* L. – лядвенец рогатый, *Ajuga genevensis* L. – живучка женевская, *Trifolium alpestre* L. – клевер альпийский, *T. medium* L. – клевер средний и др. На участке «Яр первенький», помимо данных видов, довольно обильно встречаются *Potentilla argentea* L. – лапчатка серебристая и *P. heptaphylla* Jusl. – лапчатка семилисточковая. В небольшом количестве в травостое встречаются *Asparagus officinalis* L. – спаржа лекарственная, *Galium verum* L. – подмаренник настоящий, *Euphorbia virgata* Waldst. et Kit. – молочай прутьевидный и *E. seguieriana* Nesk – молочай Сегье, *Falcaria vulgaris* Bernh – резак обыкновенный, *Vincetoxicum hirsutinaria* Medic – ластовень лекарственный. Отдельными экземплярами произрастает *Clematis integrifolia* L. – ломонос цельнолистный.

Формации *Stipeta pennatae*, *Koelerieta cristatae* приурочены к верхней, более засушливой, части склона. Данные формации наиболее богаты редкими видами, такими как *Astragalus dasyantus* Pall. – астрагал шерстистоцветковый, *Lunum ucranicum* (Griseb.ex Planch.) Czern. – лен украинский, *Onosma tanaitica* Klok. – оносма донская, *Allium inaequale* Janka – лук неравный и др.

Кустарниковые заросли расположены фрагментарно частично в верхней части, а в основном в средней части склона балки. Основными ценозообразователями здесь являются *Caragana frutex* (L.) K.Koch – карагана кустарниковая, *Chamaecytisus ruthenicus* (L.) Link – ракичник австрийский, *Amygdalus nana* (L.) – миндаль низкий. Между кустарниками произрастают *Iris aphylla* (L.) – ирис безлистный, *Adonis vernalis* L. – адонис весенний, *A. wolgensis* DC. – адонис волжский, *Stellaria graminea* L. – звездчатка злаковая и др. Обилие кустарниковой растительности на северо-западном склоне от *cop*¹ до *sp*³, а на степном участке «Яр первенький» отдельными пятнами. Лишь отдельными экземплярами редко встречается *Amygdalus nana* L. – миндаль низкий и *Rosa canina* L. – роза собачья. Отдельными пятнами редко встречается *Prunus spinosa* L. – терн степной.

На территории обоих степных склонов балки, особенно в местах с разреженным травянистым покровом, произрастает изредка (*sp*²) *Gypsophila paniculata* L. – качим метельчатый.

Особый интерес представляет формация *Paeonieta tenuifoliae*, т.к. проективное покрытие *Paeonia tenuifolia* L. – пиона тонколистного составляет 60% (обилие *cop*²) на северо-западном склоне балки «Правительственный яр» и 80% (обилие *cop*³) на степном участке «Яр первень-

кий». На последнем участке в конце апреля зацветает *Pulsatilla patens* s.l. - прострел раскрытый, затем аспект создают: *A. vernalis*, *I. aphylla*, *Anemone sylvestris* L. – ветреница лесная. В это же время отмечают: *Hyacinthella leucophaea* (C.Koch) Schur – гиацинт беловатый, *A. volgensis*, *P. patens*, *Veronica incana* L.– вероника седая, *Gagea pusilla* (F.W. Schmidt.) Schult. et Schult.fil. – гусиный лук низкий. Проведенные исследования по ходу ранневесенней фазы развития растений на участке «Яр первенький» показали, что наибольшее обилие и покрытие имеет пион тонколиственный. Адонис весенний, ирис безлистный и ветреница лесная имеют одинаковое обилие – sp^3 и покрытие – 30% (табл. 1). На северо-западном склоне балки обилие и покрытие данных видов меньше.

Таблица 1
Результаты геоботанического описания участка «Яр первенький»

| № п/п | Наименование вида | Обилие | Покрытие | Жизненность |
|-------|--------------------------------|------------|----------|-------------|
| 1 | <i>Paeonieta tenuifoliae</i> | cop^3 | 80 | 3 |
| 2 | <i>Adonis vernalis</i> | sp^3 | 30 | 3 |
| 3 | <i>Anemone sylvestris</i> | sp^3 | 30 | 3 |
| 4 | <i>Iris aphylla</i> | sp^3 | 30 | 3 |
| 5 | <i>Adonis volgensis</i> | sp^1 | 10 | 3 |
| 6 | <i>Viola canina</i> | sp^1 | 10 | 3 |
| 7 | <i>Hyacinthella leucophaea</i> | sp^1 | 10 | 2 |
| 8 | <i>Veronica incana</i> | sp^1 | 7 | 3 |
| 9 | <i>Clematis integrifolia</i> | <i>sol</i> | 0.3 | 3 |
| 10 | <i>Pulsatilla patens</i> | <i>sol</i> | 0.2 | 3 |

го, *Carduus hamulosus* Ehrh. – чертополоха крючочкового, *Artemisia austriaca* Jacq. – полыни австрийской, *Elytrigia repens* (L.) Nevski – пырея ползучего и др.

Необходимо отметить, что огромный урон растительности наносят весенние и осенние палы. Например, после выжигания части степного участка «Яр первенький» в 2007 году отмечалось уменьшение обилия *P. tenuifolia* L. до sp^2 при минимальном коэффициенте жизненности – 1. После пала было отмечено снижение обилия и жизненности *A. sylvestris*, *C. integrifolia* L., *H. leucophaea*, *G. pusilla*, *A. vernalis* и др. Восстановление растительности продолжалось в течение 3 лет.

Оба склоны от начала балки (около 500 м.) со стороны с. Яропольцы, которые подвергались более интенсивной антропогенной нагрузке, чем остальная часть балки, имеют низкую видовую насыщенность и присутствие также большого количества сорных растений.

В биоморфологической структуре исследуемого сообщества балки «Правительственный яр» и участка «Яр первенький» существенна доля многолетних травянистых растений – 80.1%. Доля малолетних травянистых растений составляет 12.9%, полудревесных растений – 5.5%, а древесных – 1.5%.

Эколого-ценотический анализ показал (табл. 2), что степная эколого-ценотическая группа господствует и составляет 38.8%, лугово-степная – 21.4%, кальцефитная – 7.7%. Антропогенное влияние подтверждается

Таблица 2
Эколого-ценотические группы растений

| № | Эколого-ценотическая группа | Число видов | Доля, % |
|---|-----------------------------|-------------|---------|
| 1 | Степная | 78 | 38.8 |
| 2 | Кальцефитная | 15 | 7.7 |
| 3 | Луговая | 14 | 7.0 |
| 4 | Лугово-степная | 43 | 21.4 |
| 5 | Опушечно - лугово-степная | 10 | 5.0 |
| 6 | Опушечно-лесная | 11 | 5.5 |
| 7 | Сорные сегетальные | 12 | 6.0 |
| 8 | Сорные рудеральные | 17 | 8.5 |

большим удельным весом сорной растительности. Эколого-ценотическая группа сорных сегетальных растений составляет 6.0 %, сорных рудеральных – 8.5%.

В исследуемой флоре отмечено 16 видов, занесенных в Красные книги Белгородской области и России. Из них большой долей участия в сообществе отмечены: *Stipa pennata* L. – ковыль перистый, *P. tenuifolia*, *I. aphylla*, *A. vernalis*, *A. volgensis*, *A. sylvestris*, *A. nana*, *P. patens*, *Bulbocodium versicolor* (Ker-Gawl.) Sreng. – брандушка разноцветная и др.

Заключение

На изучаемой территории зарегистрирован 201 вид высших сосудистых растений, относящихся к 129 родам и 37 семействам, что составляет 14,4% от флоры Белгородской области.



Растительность исследованной территории представлена хорошо сохранившимся ковыльно-разнотравным сообществом.

Особый интерес представляет формация *Paeonieta tenuifolia*. Проективное покрытие *P. tenuifolia* составляет от 60% (обилие cop^2) до 80% (обилие cop^3).

Биоморфологический анализ показал, что в исследуемом сообществе доминируют многолетние травянистые растения – 80.1%. Доля малолетних травянистых растений составляет 12.9%, полудревесных растений – 5.5%, а доля древесных – 1.5%.

Эколого-ценотический анализ показал, что степная эколого-ценотическая группа господствует и составляет 38.8%, лугово-степная – 21.4%, а кальцефитная – 7.7%. Доля сорных видов составляет 14.5%, что свидетельствует о значительном антропогенном воздействии на данное растительное сообщество.

В исследуемой флоре отмечено 16 видов, занесенных в Красные книги Белгородской области и России.

На небольших территориях степных участков изоляция вызывает ряд неблагоприятных последствий, которые можно рассматривать как проявление «островного эффекта». В частности наблюдается изменчивость флористической насыщенности сообществ. Следовательно, необходимость организации непрерывной сети для преодоления изоляции фрагментов естественного растительного покрова, очевидна [8, 198]. Участки балки «Правительственная» и «Яр первенький» могут служить резерватом редких видов нашего региона и ключевой территорией при формировании экологической сети региона.

Список литературы

1. Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений. – М., 1962. – 119 с.
2. Серебряков И.Г. Жизненные формы высших растений и их изучение // Полевая геоботаника. – 1964. – Т.3. – С. 146-205.
3. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. – СПб.: Мир и семья-95, 1995. – 992 с.
4. Красная книга Белгородской области. Редкие и исчезающие растения, грибы, лишайники и животные. Официальное издание / Общ. науч. ред. А.В. Присный. – Белгород, 2005. - С. 7-227.
5. Камышев Н.С. Флора Центрального Черноземья и ее анализ. – Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1978. – 116 с.
6. Дегтярь О.В., Чернявских В.И. Растительность балки «Правительственная» и проблемы ее охраны // Научные ведомости БелГУ. Серия Экология. – 2006. - №3 (23). – Вып. 4. – С. 154-156.
7. Красная книга РСФСР. Растения / АН СССР, Ботан. ин-т им. В.Л. Комарова; сост. А.Л. Тахтаджян. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 590 с.
8. Агафонов В.А. Степные, кальцефильные, псаммофильные и галофильные эколого-флористические комплексы бассейна Среднего Дона: их происхождение и охрана. – Воронеж: Воронежский гос. ун-т, 2006. – 250 с.

VEGETATION OF VICINITIES OF THE VILLAGE YAROPOLTSY (VEYDELEVSKIY DISTRICT OF BELGOROD REGION)

N.E. Ovcharenko

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

E-mail: zenino@bk.ru

By the results of researches of vegetation of vicinities of the Yaropolt-sy village, situated in the southeast of the Belgorod Region, with the use of a route and 100 m² trial areas methods, the quantity of species is defined, taxonomic, biomorphological and ecologo-coenotic analysis of flora is effected. Plant formations and their species structure are defined. On the basis of Drude scale the abundance of species of flora, vitality of plants in community is shown. Number of species of slopes of various expositions and fields with anthropogenic influence is shown.

Keywords: a route method, a method of trial areas, biomorphological analysis, ecologo-coenotic analysis, Drude scale, abundance of species.

УДК 582.675.34+631.529+630.271

РОД *BERBERIS* L. В КОЛЛЕКЦИИ ДЕНДРОЛОГИЧЕСКОГО САДА СЕВЕРНОГО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

**Н.А. Демидова,
Т.М. Дуркина**

Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, Россия, 163062, г. Архангельск, ул. Никитова, 13

E-mail: forestry@ptl-arh.ru

В статье представлены результаты интродукции рода *Berberis* L. в дендрологическом саду ФБУ «СевНИИЛХ». Выделены достаточно перспективные для культуры на Европейском Севере России виды барбариса: б. амурский (*B. amurensis* Rupr.), б. канадский (*Berberis canadensis* Mill.), б. обыкновенный (*Berberis vulgaris* L.) и его пурпуровая форма (*Berberis vulgaris* L. v. *atropurpurea* Rgl.), барбарис цельнокрайний (*Berberis integerrima* Bunge.), б. Тунберга (*Berberis thunbergii* D.C.) и б. шароплодный (*Berberis sphaerocarpa* Kar.et Kir.).

Ключевые слова: интродукция растений, род барбарис (*Berberis* L.), Европейский Север России, дендрологический сад.

Введение

Род «Барбарис» (*Berberis* L.) насчитывает более 175 видов [1], представленных, преимущественно, листопадными, реже вечнозелеными и полувечнозелеными, колючими кустарниками, иногда маленькими деревцами с простыми, обыкновенно по краю колючезубчатыми листьями. Растения барбариса зимостойки, могут довольствоваться бедной почвой, не переносят застойного увлажнения, довольно светолюбивы. Распространён в чёрнозёмной полосе. Встречается в подлеске смешанных и лиственных лесов, часто на известняках. На Европейском Севере России виды рода *Berberis* L. естественно не произрастают.

Барбарисы отличаются своей декоративностью, особенно осенью, когда листья приобретают яркую окраску и созревают плоды. Многие виды барбариса могут найти применение в садовой культуре как ягодные кустарники.

Объекты и методы исследования

Исследования проводятся на территории дендрологического сада федерального бюджетного учреждения «Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства» (ФБУ «СевНИИЛХ»). Дендросад расположен вблизи г. Архангельска (64°33' с.ш. 39°40' в.д.), в северной подзоне тайги. Более подробные сведения о природных условиях района расположения сада были опубликованы В.Н. Ниловым ранее [2].

Оценка перспективности интродукции делается на основе материалов многолетних фенологических наблюдений, которые проводятся по методике ботанических садов, усовершенствованной для условий Европейского Севера России [3, 4].

Изучение зимостойкости древесных интродуцентов как важнейшего показателя их устойчивости на Севере проводится путём оценки результатов перезимовки и сопоставления их с погодными условиями предшествующего вегетационного периода и условиями зимовки.

Авторы выражают глубокую благодарность бывшему сотруднику лаборатории интродукции древесных пород Н.Д. Кондратьевой за помощь в сборе полевого материала.

Результаты исследований и их обсуждение

Формирование родового комплекса *Berberis* L. началось в 1961 году, когда в коллекции появился *B. vulgaris* L. (барбарис обыкновенный) из г. Горький. С этого момента к интродукции в дендрологическом саду ФБУ «СевНИИЛХ» было привлечено 74 образца 38 видов барбариса. За время интродукционного испытания выпало 14 видов, представленных 35 образцами. При этом выпад 8 видов произошел еще в питомнике, причём все сеянцы *Berberis dictyophylla* Franch. и *B. suberecta* Ahrendt. погибли уже после первой зимовки.

Berberis dictyophylla Franch. (барбарис сетчатоллиственный), *B. x provincialis* (Audub.) Schrad. (б. провинциальный) и *B. silva-taroucana* С.К. Schneid. (б. Сильва-Таруки) были представлены в выпавших образцах очень незначительным первоначальным числом растений. Поэтому, имеет смысл повторить их интродукционное испытание с привлечением новых образцов



разводочного материала, но, очевидно, только с целью оценки возможности адаптации этих видов на Севере. Остальные, выпавшие в период проведённого испытания виды барбариса, – *Berberis aggregata* С.К. Schneid. (б. агрегатный), *B. consimilis* С.К. Schneid. (б. сходный), *B. ilensis* М. Pop. (б. илийский), *B. karkaraliensis* Korn. et Potap. (б. каркаралинский), *B. dielsiana* Fedde. (б. Дильса), *B. morissonensis* Hayata (б. Мориссона), *B. nummularia* Vge. (б. монетовидный), *B. x rubrostilla* Chitt. (б. красностолбиковый), и *B. sibirica* Pall. (б. сибирский) – были представлены достаточно большим числом растений, что позволяет считать полученный по ним отрицательный результат интродукции вполне убедительным.

Сохранившиеся до настоящего времени в коллекции сада 25 видов и форм барбариса представлены 39 образцами различного географического происхождения (табл. 1).

Таблица 1

Итоги интродукции видов рода *Berberis* L. в дендрологическом саду ФБУ «СевНИИЛХ»

| № п/п | № рег. | Вид | Происхождение разводочного материала | Год появления в коллекции | Сохранность, % | Высота, см | Зимостойкость, балл | Первое цветение, год | Первое плодоношение, год |
|-------|--------|---|---|---------------------------|----------------|------------|---------------------|----------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 209 | <i>Berberis amurensis</i> Rupr.- барбарис амурский | Амурская обл., г. Свободный | 1969 | 27.3 | 180 | 1–2 | 1975 | 1975 |
| 2 | 319-75 | » | Приморский край, Лазовский р-н, п. Преображение | 1977 | 100.0 | 165 | 1 (2) | 1985 | 2000 |
| 3 | 72-76 | » | г. Свердловск | 1977 | 33.3 | 3 | 1–2 | 2006 | 2006 |
| 4 | 219-76 | » | Дендросад, АИЛиЛХ, Арх. | 1977 | 100.0 | 17-35 | 1–2 | | |
| 5 | 196-77 | » | Латвия, г. Рига | 1977 | 100.0 | 50 | 2 | 1982 | 1982 |
| 6 | 101-79 | » | г. Архангельск, Дендросад, АИЛиЛХ | 1980 | 42.8 | 65-95 | 2 | 1996 | 1996 |
| 7 | 29-78 | <i>B. angulosa</i> Wall. ex Hook & Thomson – барбарис угловой | г. Свердловск | 1977 | 66.7 | 125-145 | 1–2 | 1985 | 1986 |
| 8 | 30-78 | <i>B. aristata</i> DC.- барбарис остистый | г. Свердловск | 1979 | 60.0 | 112 | 1–2 | 1982 | 1986 |
| 9 | 570-71 | <i>B. canadensis</i> Mill.- барбарис канадский | Латвия, г. Рига | 1972 | 100.0 | 156±12,6 | 1–2 | 1986 | 1986 |
| 10 | 488-73 | <i>B. circum-serrata</i> С.К. Schneid.- барбарис кругомпильчатый | г. Москва | 1974 | 100.0 | 100 | 1 (2) | 1986 | 1986 |
| 11 | 33-78 | <i>B. dasystachya</i> Maxim.- барбарис пушистостолосковый | г. Свердловск | 1979 | 33.3 | 82-95 | 1 (4) | 1989 | 1989 |
| 12 | 31-78 | <i>B. x declinata</i> Schrad.- барбарис склоненный | г. Свердловск | 1979 | 50.0 | 100-115 | 1 (2) | 1986 | 1986 |
| 13 | 158-75 | <i>B. diaphana</i> Maxim.- барбарис прозрачный | Латвия, г. Рига | 1976 | 100.0 | 85 | 2 | 1998 | 1998 |
| 14 | 391-71 | <i>B. x emarginata</i> Willd.- барбарис выямчатый | г. Архангельск, АЛТИ | 1971 | 66.7 | 80-165 | 1 (2) | 1982 | 1986 |
| 15 | 71-76 | <i>B. francisciferdinandii</i> С.К. Schneid.- барбарис Франциско-Фердинанда | г. Свердловск | 1977 | 100.0 | 75 | 1 (2) | 1983 | 1997 |



Окончание табл. 1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|----|--------|---|-----------------------------------|------|-------|----------|-------|------|------|
| 16 | 261-70 | <i>B. integerrima</i> Bunge-барбарис цельно-крайний | г. Новосибирск | 1971 | 73.0 | 120 | 1-2 | 1974 | 1974 |
| 17 | 406-73 | » | Латвия, г. Рига | 1974 | 40.0 | | 2 | 1982 | 1983 |
| 18 | 221-76 | » | г. Архангельск, Дендросад, АИЛиЛХ | 1977 | 75.0 | 65-95 | 1-2 | 1982 | 1989 |
| 19 | 34-78 | <i>B. kansuensis</i> Schneid.- барбарис канзйский | г. Свердловск | 1979 | 50.0 | 100-125 | 1 (2) | 1986 | 1986 |
| 20 | 571-71 | <i>B. koreana</i> Palib.- барбарис корейский | Латвия, г. Рига | 1972 | 66.7 | 30-85 | 1-2 | | |
| 21 | 489-73 | » | г. Москва | 1974 | 54.5 | | 2 | 1985 | 1985 |
| 22 | 335-77 | <i>B. x laxiflora</i> Schred.- барбарис рыхлоцветковый | Узбекистан, г. Ташкент | 1977 | 8.3 | 125 | 1-2 | 1989 | 1989 |
| 23 | 120-75 | <i>B. lycium</i> Royle.- барбарис лиций, дерезо-видный | г. Петрозаводск | 1976 | 100.0 | 70-145 | 1 (2) | 1981 | 1982 |
| 24 | 148-76 | » | г. Петрозаводск | 1977 | 11.5 | 60-210 | 2 | 1982 | 1982 |
| 25 | 35-78 | <i>B. x notabilis</i> С.К. Schneid. – барбарис замечательный | г. Свердловск | 1979 | 36.4 | 85-150 | 1 (2) | 1989 | 1989 |
| 26 | 569-71 | <i>B. poiretii</i> С.К. Schneid.- барбарис Пуарэ | Латвия, г. Рига | 1972 | 14.3 | 30-50 | 2 | 1975 | 1980 |
| 27 | 187-72 | » | Белоруссия, г. Минск | 1972 | 37.5 | | 2 | 1975 | 1983 |
| 28 | 212-70 | <i>B. sphaerocarpa</i> Kar. et Kir.- барбарис шаровидный | Латвия, г. Рига | 1971 | 8.3 | 90-140 | 2 | 1975 | 1975 |
| 29 | 220-76 | » | г. Архангельск, Дендросад, АИЛиЛХ | 1977 | 50.0 | 50 | 2 | 2003 | 2003 |
| 30 | 132-80 | <i>B. thibetica</i> С.К. Schneid.- барбарис тибетский | г. Новосибирск | 1981 | 36.4 | 97±14,6 | 2 | 1989 | 1989 |
| 31 | 55-71 | <i>B. thunbergii</i> DC. - барбарис Тунберга | Эстония, г. Тарту | 1971 | 80.0 | 59±3,1 | 2 | 1975 | 1981 |
| 32 | 278-71 | » | Литва, г. Каунас | 1971 | 21.4 | 35-60 | 2 (4) | 1980 | 1980 |
| 33 | 490-73 | <i>B. turcomanica</i> Kar. & Ledeb. - барбарис туркменский | г. Москва | 1974 | 50.0 | 125 | 2 | 1983 | 1983 |
| 34 | 73-76 | <i>B. vernaе</i> С. К. Schneid. – барбарис весенний | г. Свердловск | 1977 | 40.0 | 100-200 | 1-2 | 1986 | 1986 |
| 35 | 74-76 | <i>B. virescens</i> Hook & Thomson – барбарис зеленоватый | г. Свердловск | 1977 | 100.0 | 30-80 | 1 (2) | | |
| 36 | 1379 | <i>B. vulgaris</i> L.- барбарис обыкновенный | г. Горький | 1964 | 50.0 | 145 | 2 | 1975 | 1975 |
| 37 | 2075 | » | Латвия, г. Рига, Калснава | 1969 | 33.3 | 134±15,4 | 1-2 | 1974 | 1976 |
| 38 | 93-74 | » | Костромская обл., г. Шарья | 1976 | 19.7 | 150-210 | 2 | 1982 | 1985 |
| 39 | 233-71 | <i>B. vulgaris</i> L. v. <i>Atropurpurea</i> Rgl. - барбарис обыкновенный разн. пурпурный | г. Новосибирск | 1972 | 35.7 | 153±15,3 | 1-2 | 1979 | 1980 |

По происхождению разводочного материала преобладают образцы барбариса из Прибалтики и Урала (табл. 2). Северо-западный регион представлен в основном барбарисами репродукции дендросада ФБУ «СевНИИЛХ» (ранее АИЛиЛХ) и дендрария Северного (арктиче-



ского) федерального университета (ранее АЛТИ). Наибольшую сохранность после высадки в дендрарий имеют образцы дальневосточного (63.6%), северо-западного (63.7%), уральского (57%) и прибалтийского (56.4%) происхождения. В возрастном отношении преобладают посадки старше 30 лет (97%). Большой возраст посадок и их высокая сохранность свидетельствуют об успешности интродукции этих видов на Север.

Таблица 2
Распределение коллекции рода *Berberis* L. по географическому происхождению разводочного материала, сохранности и возрасту

| № п/п | Регион происхождения разводочного материала | Представленность, % | Сохранность, % | Количество образцов в возрасте, шт. | | |
|-------|---|---------------------|----------------|-------------------------------------|-----------|---------|
| | | | | 26-30 лет | 31-35 лет | >36 лет |
| 1 | Дальний Восток | 5.2 | 63.6 | | 1 | 1 |
| 2 | Сибирь | 7.7 | 48.4 | 1 | 2 | 2 |
| 3 | Урал | 25.6 | 57.0 | | 8 | |
| 4 | Центральная Россия | 12.8 | 34.8 | | 1 | 4 |
| 5 | Прибалтика | 25.6 | 56.4 | | 2 | 8 |
| 6 | Белоруссия | 2.6 | 37.5 | | | 1 |
| 7 | Узбекистан | 2.6 | 8.3 | | 1 | |
| 8 | Северо-запад России | 17.9 | 63.7 | | 6 | 1 |

а также *B. x provincialis* Schneid. – барбарис провинциальный и *B. thunbergii* DC. v. «Aurea» – барбарис Тунберга форма «Золотистый» – из Южно-сахалинского ботанического сада. Сеянцы этих видов барбариса в настоящее время находятся в питомнике. Интродукционное испытание этих видов будет продолжено.

Возраста генеративной спелости достигли растения 24 видов. Не отмечено цветения у барбариса зеленоватого (*B. virescens* Hook & Thomson), полученного из г. Свердловска. До сих пор не отмечено цветение у барбариса корейского (*B. koreana* Palib.), семена которого были получены из г. Риги, хотя московский образец этого вида успешно цветёт и плодоносит.

У остальных видов, достигших возраста генеративной спелости, выявились довольно значительные различия как в регулярности цветения и плодоношения, так и в массе плодов (табл. 3).

Таблица 3

Характеристика плодоношения разных видов барбариса

| Вид | Регистрационный № | Масса 100 шт. плодов, г. | | | | |
|---|-------------------|--------------------------|-------------|------|--------------|------|
| | | Средняя | Минимальная | | Максимальная | |
| | | | абс. | Год | абс. | Год |
| 1 | 2 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| <i>Berberis amurensis</i> Rupr. | 209 | 18.6±1.3 | 12.4 | 1980 | 26.4 | 1985 |
| <i>B. angulosa</i> Wall. ex Hook & Thomson | 29-78 | 17.7±1.8 | 11.9 | 1986 | 15.6 | 1989 |
| <i>B. aristata</i> DC. | 30-78 | 16.2±0.8 | 13.4 | 1989 | 20.0 | 1998 |
| <i>B. canadensis</i> Mill. | 570-71 | 20.5±1.6 | 14.6 | 2002 | 27.6 | 2004 |
| <i>B. circum-serrata</i> C.K. Schneid. | 488-73 | 15.3±0.6 | 13.9 | 2005 | 16.9 | 2004 |
| <i>B. x declinata</i> Schrad.- | 31-78 | 25.2±2.6 | 16.2 | 2001 | 31.9 | 2004 |
| <i>B. emarginata</i> Willd | 391-71 | 16.1±2.9 | 13.2 | 1986 | 19.0 | 2002 |
| <i>B. francisci-ferdinandii</i> C.K. Schneid. | 71-76 | 14.4±1.5 | 11.6 | 2002 | 18.8 | 2005 |
| <i>B. integerrima</i> Bunge | 261-70 | 18.9±1.3 | 9.4 | 1975 | 27.1 | 2006 |
| | 221-76 | 20.9±2.2 | 17.4 | 2002 | 29.6 | 1989 |
| <i>B. kansuensis</i> Schneid | 34-78 | 19.5±1.5 | 15.6 | 2005 | 25.5 | 1998 |
| <i>B. koreana</i> Palib. | 489-73 | 18.5±0.5 | 18.0 | 1985 | 19.0 | 1989 |
| <i>B. lycium</i> Royle. | 120-75 | 21.4±1.9 | 16.0 | 1984 | 34.8 | 2004 |
| | 148-76 | 21.2±1.5 | 15.3 | 1985 | 23.4 | 1989 |
| <i>B. x notabilis</i> C.K. Schneid. | 35-78 | 18.9±2.0 | 7.6 | 2006 | 24.5 | 2004 |
| <i>B. poiretii</i> C.K. Schneid. | 569-71 | 9.8±0.8 | 9.0 | 1984 | 10.5 | 1985 |
| | 187-72 | 14.8±1.1 | 12.7 | 2005 | 17.5 | 1989 |
| <i>B. sphaerocarpa</i> Kar. et Kir. | 212-70 | 19.1±1.2 | 13.8 | 1980 | 24.3 | 1981 |
| <i>B. thibetica</i> C.K. Schneid. | 132-80 | 15.4±0.4 | 14.2 | 2000 | 15.8 | 2001 |
| <i>B. thunbergii</i> DC. | 55-71 | 13.9±2.8 | 8.7 | 2005 | 31.0 | 1984 |
| <i>B. turcomanica</i> Kar. & Ledeb. | 490-73 | 13.8±0.8 | 11.9 | 1984 | 16.8 | 2004 |

В последние годы к интродукционному испытанию были привлечены новые виды и формы барбарисов: *B. thunbergii* DC. v. «Aurea» – барбарис Тунберга форма «Золотистый» и *B. thunbergii* DC. v. «Atropurpurea» – барбарис Тунберга форма «Пурпуристая», полученные из ботанического сада тверского государственного университета,



Окончание табл. 3

| 1 | 2 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--|--------|----------|------|------|------|------|
| <i>B. vernaе</i> C. K. Schneid. | 73-76 | 30.6±2.7 | 27.1 | 2002 | 38.4 | 2005 |
| <i>B. vulgaris</i> L. | 1397 | 17.8±1.8 | 16.0 | 1984 | 19.6 | 1981 |
| | 2075 | 16.8±1.3 | 11.8 | 1976 | 20.4 | 2004 |
| <i>B. vulgaris</i> L. v. <i>atropurpurea</i> Rgl. | 233-71 | 16.0±0.7 | 13.1 | 1985 | 19.5 | 1998 |

Анализ материалов многолетних наблюдений, включающий сведения по сохранности растений, стабильности плодоношения и качеству плодов, позволяет достаточно объективно оценить возможность использования разных видов барбариса на Севере.

***Berberis amurensis* Rupr. – барбарис амурский.** Кустарник до 3.5 м высотой. Кисти 10-25-цветковые. Ягоды эллипсоидальные, около 1 см длиной, ярко-красные. Ареал: Дальний восток – Приамурье, Приморье, Сахалин; Сев. Китай. Растёт по опушкам лесов, берегам горных речек, на каменистой почве. Светолюбивый, мезотерм, мезотроф, мезо-гигрофит. В культуре встречается от Кировска [5] и Архангельска до Средней Азии и от Калининграда до Хабаровска [6].

В дендрологическом саду барбарис амурский выращивается с 1961 года. Всего было привлечено к испытанию 7 образцов. Сохранность растений в групповых посадках дендрария составила в целом 47%. Самое раннее вступление в стадию цветения и плодоношения у отдельных образцов барбариса амурского было отмечено в возрасте 6 лет. Средняя дата начала цветения 17.06 ± 2.5 , массового цветения – 21.06 ± 2.3 , появления первых зрелых плодов – 11.09 ± 2.7 , массового созревания плодов – 20.09 ± 1.8 . Обильно плодоносит барбарис амурский не ежегодно, в отдельные годы плодоношение вообще отсутствует. Масса плодов также во многом зависит от погодных условий. Показатель массы 100 плодов варьирует от 12.4 г до 26.4 г и в среднем составляет 18.6 ± 1.3 г (см. табл. 3), что позволяет отнести барбарис амурский к числу довольно крупноплодных видов этого рода в условиях Архангельска. Массовая осенняя раскраска листьев обычно наблюдается в первую половину сентября (средняя дата – 9.09 ± 3.4), массовый листопад – почти 10 дней спустя (18.09 ± 2.6). Средняя дата конца листопада – 4.10 ± 2.8 .

Зимостойкость I-II, хотя при особенно неблагоприятной зимовке наблюдалось обмерзание и до уровня снегового покрова, а отдельные растения повреждались до шейки корня.

Барбарис амурский – перспективный декоративный кустарник для озеленения и садовой культуры. Вполне может быть рекомендован для выращивания на Севере. По-видимому, достаточно перспективной может быть и его селекция с выделением лучших по зимостойкости, стабильности обильного плодоношения и крупноплодности форм.

***Berberis angulosa* Wall. – барбарис угловатый.** Прямостоячий кустарник до 1,5 м высотой. Плоды эллипсоидальные, 1,5 см длиной, красные. Ареал: Гималаи. Сведений о выращивании в культуре на территории России и стран ближнего зарубежья не найдено.

В дендрологическом саду испытывалось два образца из семян, полученных из Екатеринбурга. Растения первого образца после пересадки в дендрарий в количестве 5 шт., не цвели, погибли в возрасте 12 лет. Из 3-х высаженных в дендрарий в 1983 году растений второго образца сохранилось два куста. В 18 лет сохранившиеся кусты имели высоту 1.3-1.5 м; цвести начали в возрасте 7 лет, плодоносить – годом позже. С 10-летнего возраста – плодоношение более или менее регулярное, хотя и не очень обильное (2-3 балла). Масса 100 плодов варьировала от 11.9 г при первом плодоношении до 15.6 г.

По устойчивости и по крупности плодов барбарис угловатый заметно уступает барбарису амурскому. Поскольку других пунктов интродукции барбариса угловатого, кроме Екатеринбурга, нами не выявлено, а рассчитывать на получение его разводочного материала из природных местообитаний вряд ли возможно, приходится ограничивать продолжаемую работу по испытанию этого вида наблюдением за пока сохранившимися в саду растениями.

***Berberis aristata* DC – барбарис остистый.** Кустарник до 3 м высотой. Кисти 10-25 цветковые, плоды красные. Ареал: Северо-западная часть Гималаев. В культуре встречается редко [6].

Из 2-х образцов барбариса остистого в дендрологическом саду первый (г. Москва) был представлен одним растением, которое в возрасте 10 лет было случайно утрачено. После высадки в дендрарий во втором образце (г. Свердловск) сохранилось 9 растений (отпад 31%). Высота в возрасте 20 лет составляет 1.1 ± 0.2 м. Цвести начали в возрасте 4-х лет, плодоносить – в 8 лет. Плодоношение нерегулярное, слабое. Средний показатель массы 100 плодов – 16.2 ± 0.8 г.

По-видимому, достаточных оснований для рекомендации барбариса остистого в садовую культуру на Севере нет. Не требуется и привлечения для испытания новых образцов этого



вида, поскольку имеющегося количества растений вполне достаточно для продолжения наблюдений.

***Berberis canadensis* Mill.** – **барбарис канадский.** Кустарник до 2 м высотой. Цветки до 15 в кистях. Ягоды эллиптические, шарлаховые, до 1 см длиной. Ареал: Северная Америка – от Виргинии до Джорджии, Миссури. Растёт по склонам гор. В культуре – от Кавказа и Крыма до Москвы и Калининграда, выращивается в Пензе, Томске; в Прибалтике [6].

В дендрологическом саду выращивается с 1972 года из семян, полученных из Риги. В дендрарий в 1979 году были высажены 5 растений, которые сохранились до сих пор. Характеризуются очень высокой зимостойкостью, лишь в отдельные годы подмерзают концы годичных побегов. Высота 1.1-1.8 м.

Первое цветение отмечено в 15 лет, первое плодоношение – в 19 лет. Средний показатель массы 100 плодов – 20.5 ± 1.6 г.

Барбарис канадский, без сомнения, является наиболее устойчивым и зимостойким видом этого рода, благодаря чему и может быть рекомендован для выращивания на Севере.

***Berberis integerrima* Bunge.** – **барбарис цельнокрайний.** Летнезелёный листопадный кустарник до 2.5-3 (4) м высотой. Ареал: Средняя Азия, Западный Китай, Иран. В культуре: от Санкт-Петербурга до Крыма, в Баку, Ашхабаде, Ташкенте [6].

В дендросаду – один количественно крупный образец из Новосибирска с 1971 г и его репродукция 1977 года. Новосибирский образец неоднороден – выделилось много растений тёмнопурпуровой формы. Высота 0.9-2.4 м. Зимостойкость I-П. Цветёт и плодоносит с 4-х лет, с 10 лет – ежегодно и обильно. Отличается довольно ранними календарными сроками начала прохождения генеративных фаз. Рано созревают в массе и его плоды – 22 сентября (средний балл 4). Ягоды от продолговато-эллиптических до почти цилиндрических, тёмно-красные. Показатель массы 100 плодов в среднем 18.9 ± 1.3 г, варьирует по годам от 9.4 г (1975 г.) до 27,1 г (2006 г.).

Растения семенной репродукции имеют высоту 0.6-1.0 м, зацвели в 6 лет, дали первые плоды только в 13 лет, очень крупные – масса 100 шт. плодов 20.9 ± 2.2 г. Зимостойкость I-П.

Барбарис цельнокрайний по результатам испытания в дендрологическом саду вполне может быть рекомендован для садовой культуры в Архангельской области как достаточно зимостойкий, стабильно плодоносящий, средnekрупноплодный, ценный ягодный кустарник. Желательно проведение селекции с отбором лучших форм по зимостойкости, урожайности и качеству плодов.

***Berberis koreana* Palib.** – **барбарис корейский.** Кустарник 2 м высотой и более. Плоды яркошарлаховые. Ареал: Корея. В культуре встречается в Санкт-Петербурге и Москве, в Прибалтике, где вполне зимостоек.

В дендрологическом саду барбарис корейский представлен образцами из Москвы и Риги, всего 11 растений возраста 39-41 лет. Зимостойкость II-IV. Отпад растений после высадки в дендрарий наблюдался только в московском образце (27%).

Растения московского образца в 12-летнем возрасте начали плодоносить. Плодоношение слабое (балл 3), периодическое – через 2 года. Масса 100 плодов 18.5 ± 0.5 г.

Делать заключение о возможности введения барбариса корейского в садовую культуру на Европейском Севере пока преждевременно, требуется проведение дальнейших наблюдений за растениями, обеспеченными хорошей агротехникой выращивания. Очень желательно получение местной репродукции этого вида.

***Berberis lycium* Roile.** – **барбарис дерезовидный.** Полувечнозелёный кустарник до 3 м высотой. Кисти 10-20 цветковые, плоды красные. Ареал: Гималаи. В культуре: Крым, Кавказ, Таджикистан; сведений о выращивании в России не обнаружено.

В дендрологическом саду под этим видовым названием выращивается два образца, полученных в 1976, 1977 гг. из Петрозаводска. Высота растений по последнему учёту (всего их 15 шт.) варьирует от 0.4 м до 2.1 м. Общий отпад после высадки в дендрарий 59.5%. Зимостойкость I-П.

Начало цветения отмечено в возрасте 6 лет, начало плодоношения – в 6-7 лет. Плодоносит примерно два раза в три года, в начале довольно слабо, в последние годы – обычно с оценкой в 4 балла. Показатель массы 100 плодов, в среднем составляет 21.4 ± 1.3 г.

Для дальнейшего испытания желательна проверка соответствия имеющихся образцов видовому названию, получение их репродукции и, по возможности, привлечение дополнительного разводячного материала.

***Berberis poiretii* Schneid.** – **барбарис Пуаре.** Кустарник до 1.5-2 м высотой с густооблиственными побегами. Листья плотные, кожистые, 1.5-4 см длиной. Колючки обычно простые, не более 1 см длиной, редко 3-х раздельные, иногда совсем отсутствуют. Кисти 8-14 цветковые. Ягоды продолговато-яйцевидные, около 1 см длиной, тёмно-красные. Ареал: Монголия,

Япония, Китай. Растёт на песчанистых горных склонах и на речных песках. Есть сведения о произрастании в горах Кавказа на высоте 750-2000 м над ур. м. [7]. В культуре мало известен.

В дендрологическом саду выращивается с 1972 года в образцах из Риги и Минска. Более поздний образец из Риги (1976 г.) был представлен всего двумя растениями, которые погибли в 6-летнем возрасте. В целом, по всем образцам, отпад после высадки в дендрарий составил 50%. Высота сохранившихся растений 0,3-2,2 м. Зимостойкость П. Цвети начали в 4 года, плодоносить – в 9 и 12 лет. Плоды созревают довольно поздно, 22 сентября. Плодоношение нерегулярное, ягоды мелкие. Барбарис Пуаре вполне может быть использован на Севере как декоративное растение.

***Berberis sphaerocarpa* Kar.et Kir.** – барбарис шароплодный. Летнезелёный листопадный кустарник до 2 м высотой. Листья до 6 см длиной. Колочки простые, реже 3-раздельные, 1-3 см длиной, иногда отсутствуют. Соцветие неправильно разветвлённая метёлка, состоящая из отдельных зонтиков, с 5-9 цветками в каждом из них. Ягоды почти шаровидные, до 12 мм в диаметре, в период созревания – пурпурно-красные с красивым восковым налётом, зрелые плоды фиолетово-чёрные, сочные, приятно-освежающего кисловатого вкуса. Ареал: Тянь-Шань, Джунгарский Ала-Тау; Монголия, западный Китай. Растёт на каменистых горных склонах северной экспозиции, в ущельях и по долинам рек до высоты 1500 м над ур.м. Светолюбивый, мезофит, микротерм, олиготроф.

В культуре известен довольно широко: от Кировска Мурманской обл. (где подмерзает) и Санкт-Петербурга до Липецка, Москвы, Свердловска.

В дендрологическом саду с 1971 года испытывается только один образец барбариса шароплодного (г. Рига). После высадки в дендрарий сохранилось 2 растения (отпад 83%). Высота 0,9-1,4 м, зимостойкость П. Цветут с 9 лет, плодоносят с 10 лет. За весь период наблюдений со времени вступления растений в возраст генеративной спелости цветение отмечено 15 раз, плодоношение – 12 раз. Ягоды довольно крупные, особенно в годы с благоприятными погодными условиями (1981, 1985, 1989), когда показатель массы 100 плодов составлял 24-25 г.

Барбарис шароплодный, будучи одним из немногих крупноплодных видов барбариса, с достаточно регулярным и обильным плодоношением в условиях Архангельска, вполне может быть использован в садовой культуре на Севере.

***Berberis thunbergii* D.C.** – барбарис Тунберга. Кустарник, до 2,5 м высотой, с мелкими, до 2 см длиной, листьями. Колочки простые, тонкие, до 1 см. Цветки по 2-5 в пучках, коротких кистях или одиночные. Ягоды эллипсоидальные, до 1 см длиной, кораллово-красные, блестящие. Ареал: Япония, Китай. В культуре: от Архангельска до Крыма и Кавказа, от Украины до Средней Азии и Дальнего Востока [6].

Нами выращивается с 1971 года в 2-х образцах из Прибалтики. Сохранность растений после высадки в дендрарий составила всего 23%, что во многом объясняется отсутствием надлежащего ухода. Зимостойкость сохранившихся растений П (IV), высота 0,4-0,6 м. Кусты образца из Тарту цветут с 5 лет, плодоносят с 11 лет. Растения образца из Каунаса цветут и плодоносят с 10 лет. Масса плодов сильно варьирует по годам и в лучшие по погодным условиям годы составляла 31 г (1984 г.). Средняя масса 100 плодов барбариса Тунберга составляет 13,9±2,8 г. Очень желательно широкое внедрение барбариса Тунберга в садовую культуру на европейском Севере, что вполне возможно, но во многом будет зависеть от проведения результативной селекционной работы с отбором наиболее устойчивых форм этого вида.

***Berberis turcomanica* Karel.** – барбарис туркменский. Кустарник до 3 м высотой. В кисти до 10 цветков. Ареал: Горная Туркмения. В культуре встречается очень редко [6].

В дендрологическом саду испытывались два образца, полученные семенами из Москвы. Первый образец, 1973 года, из 3-х растений выпал в 6-летнем возрасте. Оба сеянца второго, 1974 года, образца были высажены в дендрарий. Из них сохранилось одно растение, имеющее в 25 лет высоту 1,3 м. Зимостойкость П. Цветёт и плодоносит с 10 лет, регулярно. Средние даты цветения: начало – 16 июня, массовое – 22 июня, обилие – 3,4 балла; первые зрелые плоды появляются в конце 1-ой декады сентября, созревают в массе в конце сентября, обилие 2,7 балла. Ягоды довольно мелкие – при среднем показателе массы 100 плодов – 13,8±0,8 г его величина не превысила 16,8 г даже в годы с особо благоприятными погодными условиями (2004 г.).

Не имеет большого смысла рекомендовать барбарис туркменский в культуру на Севере.

***Berberis vernaе* C.K. Schneid**– барбарис весенний. Кустарник до 2 м высотой. Ареал: Северо-Западный Китай. В культуре встречается редко: Прибалтика, Крым; в России очень редко – Свердловск, Барнаул, Москва [6].

В дендрологическом саду образец барбариса весеннего, полученный семенами из Риги, выпал в возрасте 18 лет, достигнув возраста генеративной спелости в 7 лет (не плодоносил). Свердловский образец этого вида представлен в дендрарии двумя растениями 36-летнего возраста, зимостойкость I-II, цветут и плодоносят с 10 лет, не ежегодно; плоды довольно крупные. Средняя масса 100 плодов составляет 30,6±2,7 г.



Использование барбариса весеннего представляется пока довольно сомнительным.

***Berberis vulgaris* L. – барбарис обыкновенный.** Кустарник до 1,5-2 (3) м высотой. Листья до 4 см длиной. Колочки 3-, реже 5-раздельные, 1-2 см длиной. Кисти 8-15-25-цветковые. Плоды продолговато-эллиптические, до 1,2 см длиной, пурпурные. Ареал: европейская часть России – от юга Ленинградской области центральные и южные регионы; Западная Европа, Северная Турция, Северо-Западный Иран. По лесным опушкам, в кустарниковых зарослях, смешанных и лиственных лесах, на каменистых склонах гор. Светолюбивый, но выносит и затенение, мезофит, микротерм, олиготроф, факультативный кальцефил. В культуре: по всей европейской части России от Архангельска и Кировска Мурманской области, повсюду зимостоек, кроме центральной Сибири, где, однако, плодоносит.

В дендрологическом саду в настоящее время имеются растения барбариса обыкновенного трёх образцов (г. Шарья Костромской обл., Рига, Н. Новгород) возраста 36, 43 и 48 лет. Образец из Эстонии, представленный одним саженцем, выпал в возрасте 10 лет.

Растения барбариса обыкновенного начали цвести в 7 и 13 (Н. Новгород) лет, плодоношение отмечено на 2-3 года позднее. Барбарис обыкновенный по календарным срокам начала цветения в Архангельске относится к группе позднозацветающих видов (б. амурский, б. туркменский и др.). Средняя дата массового цветения $26.06 \pm 1,6$ (обилие 3,7 балла); плоды в массе созревают к $22.09 \pm 1,9$ (обилие 3,1). Плоды средние по крупности – масса 100 плодов от 11,8 до 20,4 г. Средняя масса 100 плодов по всем образцам составляет $16,9 \pm 1,1$ г.

Кроме типичной формы барбариса обыкновенного в дендрологическом саду выращивается ***Berberis vulgaris* L. v. *atropurpurea* Rgl. – барбарис обыкновенный форма тёмнопурпуровый**, в настоящее время представленный образцом из Новосибирска. В 27 лет кусты имели высоту 1,5 м, цветут с 8 лет, ежегодно; плодоносят с 10 лет, почти регулярно. Плоды в массе созревают на неделю раньше, чем у типичного барбариса обыкновенного, средняя оценка обилия 3,7 балла. Средняя масса 100 плодов составляет $16,0 \pm 0,7$ г.

Как типичный барбарис обыкновенный, так и его тёмнопурпуровая форма, без сомнения, могут быть рекомендованы для выращивания на Севере

Таким образом, в итоге можно назвать лишь 6 видов барбариса, достаточно перспективных для культуры на Севере: б. амурский (*B. amurensis* Rupr.), б. канадский (*Berberis canadensis* Mill.), б. обыкновенный (*Berberis vulgaris* L.) и его пурпуровая форма (*Berberis vulgaris* L. f. *atropurpurea* Rgl.), барбарис цельнокрайний (*Berberis integerrima* Bunge.), б. Тунберга (*Berberis thunbergii* D.C.) и б. шароплодный (*Berberis sphaerocarpa* Kar.et Kir.).

Список литературы

1. Деревья и кустарники СССР / под ред. С.Я. Соколова. – М-Л.: АН СССР, 1954. – Т. 3. – С. 54
2. Древесные растения дендрологического сада АИЛИЛХ / Под ред. В.Н. Нилова. – Архангельск, 1980. – 67 с.
3. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. – М.: ГБС АН СССР, 1975. – 28 с.
4. Лапин П.И. Сезонный ритм развития древесных растений и его значение для интродукции // Бюл. ГБС АН СССР. – М., 1967. – Вып. 65. – С. 13-18.
5. Каталог дендрологической коллекции Полярно-альпийского ботанического сада. – Апатиты: Кольский филиал АН СССР, 1978. – 40 с.
6. Древесные растения Главного ботанического сада АН СССР. – М.: Наука, 1975. – 547 с.
7. Виноградова О.Н. Барбарис // Нетрадиционные садовые культуры. – Мичуринск: РАСХН, ВНИИС им. И.В. Мичурина, 1994. – С. 48-65.

GENUS *BERBERIS* L. IN THE COLLECTION OF THE DENDROLOGICAL GARDEN NORTHERN RESEARCH INSTITUTE OF FORESTRY

N.A. Demidova, T.M. Durkina

Northern Research Institute of Forestry, Nikitov St., 13, Arkhangelsk, 163062, Russia

E-mail: forestry@ptl-arh.ru

This paper is devoted to the results of the introduction test of the genus *Berberis* L. which was carried out in the Dendrological Garden of the Northern Research Institute of Forestry. The most promising *Berberis* species were selected for the culture in the conditions of the European North of Russia: *B. amurensis* Rupr., *Berberis canadensis* Mill., *Berberis vulgaris* L., *Berberis vulgaris* L. v. *atropurpurea* Rgl., *Berberis integerrima* Bunge., *Berberis thunbergii* D.C. and *Berberis sphaerocarpa* Kar.et Kir.

Key words: plant introduction, genus *Berberis* L., European North of Russia, arboretum.

УДК 581.48, 58:615.4

ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ СПЕРМОДЕРМЫ *VICIA FABAL* (*FABA BONA MEDIK.*), *PISUM SATIVUM* L. И *PHASEOLUS VULGARIS* L.

**Ю.Н. Куркина,
Д.А. Колесников,
О.Н. Марадудина**

*Белгородский государственный
национальный
исследовательский
университет,
Россия 308015, г. Белгород,
ул. Победы, 85,*

E-mail: kurkina@bsu.edu.ru

Изучены: ультраскульптура поверхности, макро- и микроструктура спермодермы семян бобов кормовых, гороха посевного и фасоли обыкновенной. Выявлено, что максимальной толщиной спермодермы отличаются семена бобов, а основной вклад в формирование этого признака вносит толщина склеротесты. Эпидерма спермодермы и семядолей не содержит устьичных аппаратов. У фасоли эпидерма семенной кожуры двухрядная и отличается наибольшей толщиной. Наиболее простым диагностическим признаком может служить ультраскульптура поверхности семени.

Ключевые слова: диагностические признаки, спермодерма, гиподерма, гистология семян, *Vicia faba*, *Pisum sativum*, *Phaseolus vulgaris*.

Бобы, горох и фасоль без преувеличения можно назвать самыми распространенными из зернобобовых культур. Издавна их используют в пищу, как кормовые растения и в качестве ценного предшественника других культур в севообороте. В настоящее время доказана возможность использования этих растений в медицине, для приготовления препаратов обладающих противоопухолевой активностью и гипогликемическим действием [1-4]. Возрастающий интерес к этим культурам специалистов медико-биологического профиля требует выявления диагностических признаков растительного сырья. Известно, что признаки структуры поверхности семян константны и, следовательно, обладают большой ценностью в качестве определяющих [5-8]. Пока нет исчерпывающих сведений о гистологии семян видов *Vicia faba* L., *Pisum sativum* L., *Phaseolus vulgaris* L. [9-11]. В связи с этим целью наших исследований было выявление диагностических признаков семян бобов кормовых, гороха посевного и фасоли обыкновенной.

Материал и методика

Исследовали сорта бобов и фасоли с мелкими семенами, сопоставимыми с семенами гороха. Сухие семена бобов кормовых (сорт 'Севериновские'), гороха посевного (сорт 'Мадонна') и фасоли обыкновенной (сорт 'Нерина') тщательно очищали и разрушали их целостность в ступке. Взвешивание проводили в 30-кратной повторности на весах AR 5120 (Ohaus). Ультраскульптуру поверхности, микроструктуру спермодермы (с латеральной стороны семени) и семядолей (с адаксиальной стороны) изучали на сколах при помощи электронного растрового микроскопа Quanta 200 3D в Центре коллективного пользования научным оборудованием «Диагностика структуры и свойств наноматериалов». Статистическую обработку данных проводили на персональном компьютере с использованием пакета анализа данных программы Microsoft Excel. Ошибку средней рассчитывали при уровне надежности 99%.

Результаты и обсуждение

Как видно из данных, представленных на рисунке 1, наибольшая доля семенной кожуры в массе семени была отмечена у бобов (12.5 %), у фасоли и гороха доля семенной кожуры в массе семени составила 10.3 и 8.7% соответственно (при 1000 семян 290, 200 и 220 г соответственно).

На поверхности семян устьица отсутствуют. Элементы ксилемы – спиральные и кольчатые. Наружный слой – твердый, или палисадный, состоит из толстостенных плотно сомкнутых клеток, вытянутых перпендикулярно к поверхности семени и формирующих экзотесту. Клетки этого слоя параллельно поверхности семени пересечены световой линией.

С поверхности семени видно, что эпидерма бобов состоит из многогранных клеток, по размеру превосходящих клетки эпидермы гороха и фасоли почти в 2 и 3 раза соответственно. Поверхность клеток имеет центральные складки – впадины, что придает матовость семенам. Эпидермальные клетки семян гороха звездчатой формы, сильно складчатые в радиальном на-

правления, объясняющие «шершавость» семян на ощупь. Эпидерма фасоли представлена клетками почти округлой формы, без складок и углублений, что определяет глянцевую поверхность семян (рис. 2).

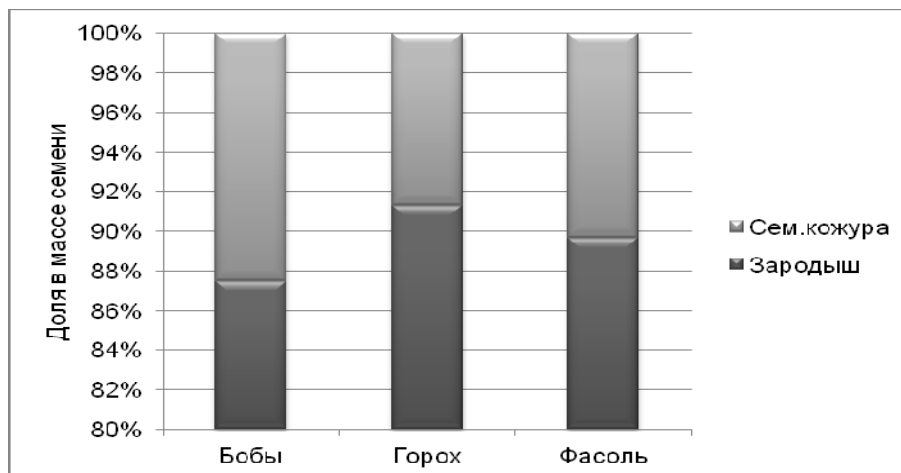


Рис. 1. Доля зародыша и семенной кожуры в массе семени

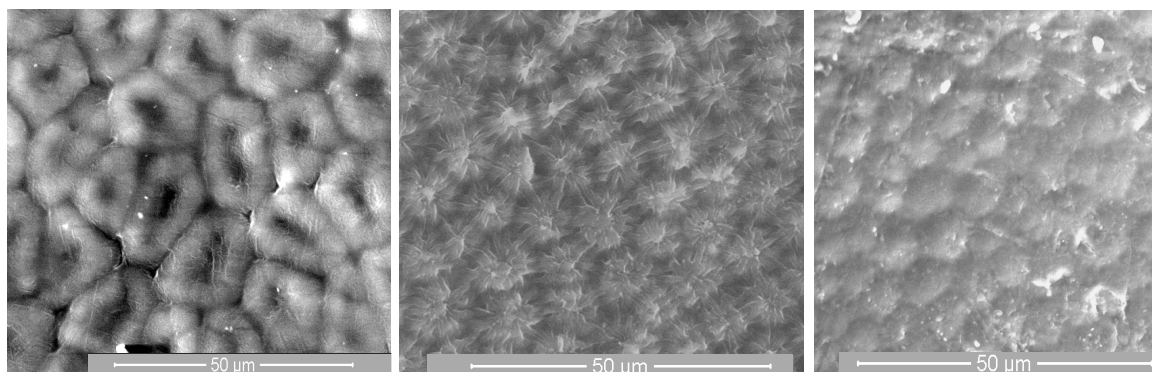


Рис. 2. Поверхность семян бобов, гороха и фасоли (слева направо) при увеличении в 2000 раз

Таким образом, клетки эпидермы бобов и гороха расположены настолько плотно, что не пропускают воду и на поверхности их образуются складки, которые постепенно исчезают при набухании семян.

Палисадные клетки эпидермы формируют экзотесту семенной кожуры. Эпидерма спермодермы фасоли двухрядная. Световая линия здесь проходит между двумя рядами одинаковых по высоте клеток эпидермы. Наименьшая толщина эпидермы отмечена у гороха (табл. 1). Так как по толщине экзотесты у бобов и фасоли достоверной разницы не выявлено, то диагностическим признаком является число рядов эпидермы. У бобов выражена и мезотеста толщиной 25.8 ± 4.3 мкм, состоящая из многогранных плотно сомкнутых клеток.

Таблица 1

Морфометрические признаки семян бобов, гороха и фасоли

| Признаки | Бобы | Горох | Фасоль |
|---|-----------------|----------------|-----------------|
| Размер клеток эпидермы спермодермы, мкм | 21.5 ± 2.7 | 12.1 ± 0.9 | 7.5 ± 1.1 |
| Толщина эпидермы спермодермы, мкм | 67.6 ± 4.5 | 39.8 ± 1.2 | 72.1 ± 2.3 |
| Толщина гиподермы, мкм | 10.1 ± 2.7 | 8.5 ± 0.8 | 7.2 ± 0.9 |
| Толщина склеротесты, мкм | 103.3 ± 8.1 | 48.3 ± 1.5 | 79.2 ± 2.5 |
| Толщина паренхотесты, мкм | 31.8 ± 2.8 | 25.6 ± 2.3 | 25.2 ± 3.3 |
| Размер клеток эпидермы семядолей, мкм | 74.8 ± 8.1 | 32.1 ± 4.6 | 42.9 ± 3.9 |
| Размер клеток запасяющей паренхимы, мкм | 81.1 ± 0.9 | 68.9 ± 3.7 | 97.1 ± 12.8 |
| Размер крахмальных зерен, мкм | 19.2 ± 3.2 | 27.6 ± 6.9 | 31.1 ± 2.2 |

Гиподерма представлена катушковидными, или колончатými, клетками – остеосклереидами, формирующими эндотесту спермодермы. По толщине гиподермы достоверных различий не выявлено (см. табл. 1). Этот слой спермодермы называют разбухающим из-за способ-

ности паренхимных клеток увеличиваться в размерах при поступлении в них воды и обеспечивать «набухание» семян при прорастании.

Таким образом, склеротесту бобов формируют экзо-, мезо- и эндотеста, а у гороха и фасоли склеротеста представлена сочетанием экзо- и эндотест. Средняя толщина склеротесты бобов превышает таковую у гороха в 2 раза (табл. 1, рис. 3).

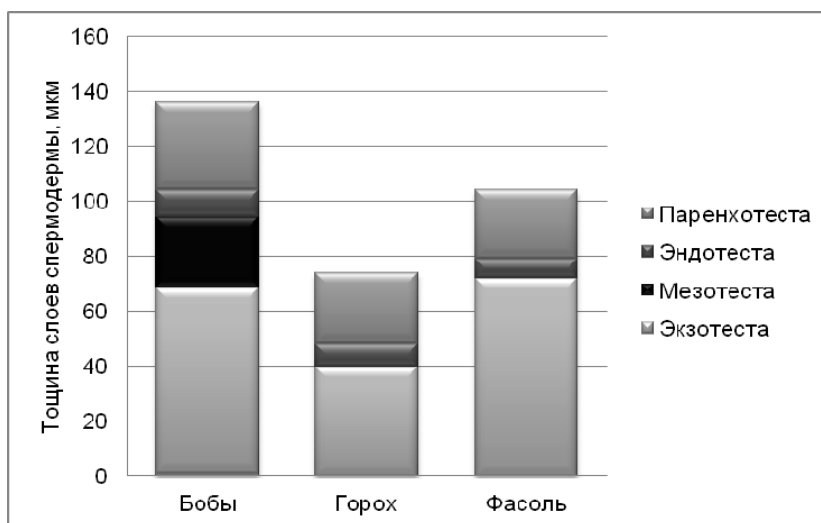


Рис. 3. Компоненты спермодермы бобов, гороха и фасоли и их средняя толщина

Ниже располагается паренхотеста. Это паренхима, клетки которой по направлению к зародышу постепенно спадаются. Толщина паренхотесты сопоставима у семян исследуемых культур (см. табл. 1).

Таким образом, средняя толщина спермодермы бобов составляет 135.1 мкм, фасоли – 104.4 и гороха – 73.9 мкм. Из приведенных данных видно, что основной вклад в толщину спермодермы вносит толщина склеротесты.

Эпидерма семядолей исследуемых культур без устьичных аппаратов. Клетки эпидермы семядолей бобов прозенхимные со слегка заостренными, а фасоли – с закругленными концами. Форма клеток эпидермы гороха почти прямоугольная. Из данных таблицы 1 видно, что длина клеток эпидермы семядолей бобов больше, чем фасоли в 1.7 и гороха – в 2.3 раза (рис. 4).

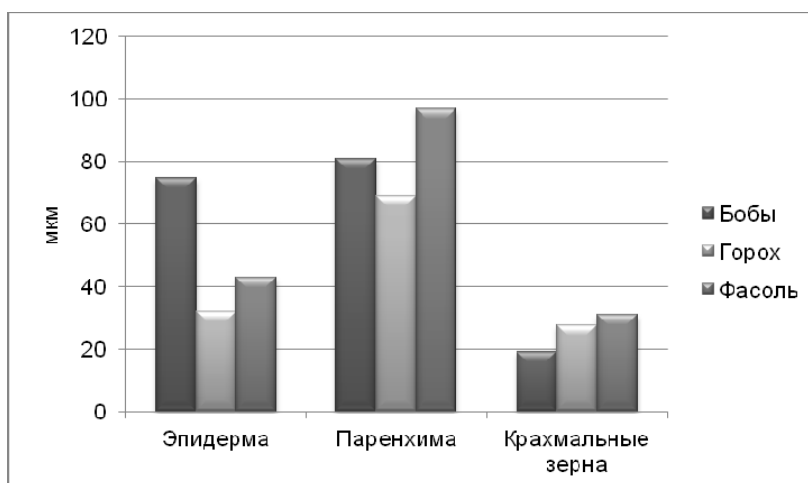


Рис. 4. Размер клеток семядолей

Клетки запасающей паренхимы почти изодиаметрические, тонкостенные, наименьшей длины у гороха и наибольшей – у фасоли. Клетки паренхимы семядолей заполнены зернами крахмала, которые соединены сплошной белковой матрицей. У фасоли и гороха крахмальные зерна крупнее (см. табл. 1), чем у бобов на 62 и 44% соответственно. Известно, что семена кормовых бобов отличаются большим содержанием белка, тогда как селекция фасоли и гороха

(как пищевых культур) велась, большей частью, на вкусовые качества, зависящие и от содержания крахмала.

На рисунке 5 видны углубления в матрице от выпавших крахмальных зерен в паренхиме семян (на примере бобов). Алейроновые зерна (белковые гранулы, образовавшиеся при выпадении в осадок белка, находившегося в вакуолях) располагаются в основном вдоль клеточной стенки паренхимных клеток (на примере фасоли).

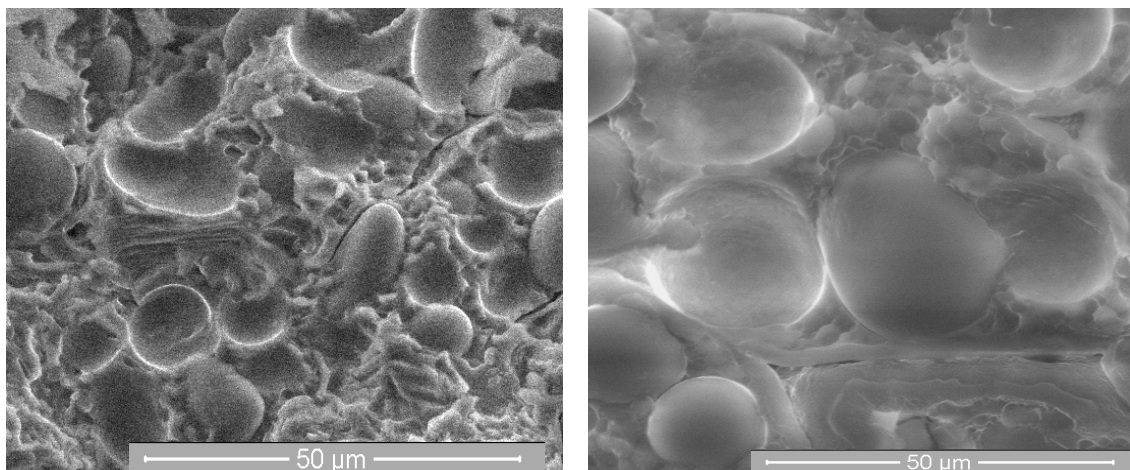


Рис. 5. Микрофотографии клеток запасящей паренхимы семядолей бобов (слева) и фасоли (справа), $\times 2000$

На рисунке 6 (на примере бобов) видно, что при проращении семян сначала расходуется белок матрицы и алейроновых зерен. Семядоли при этом становятся рыхлыми, так как от белковой матрицы остаются лишь тяжи.

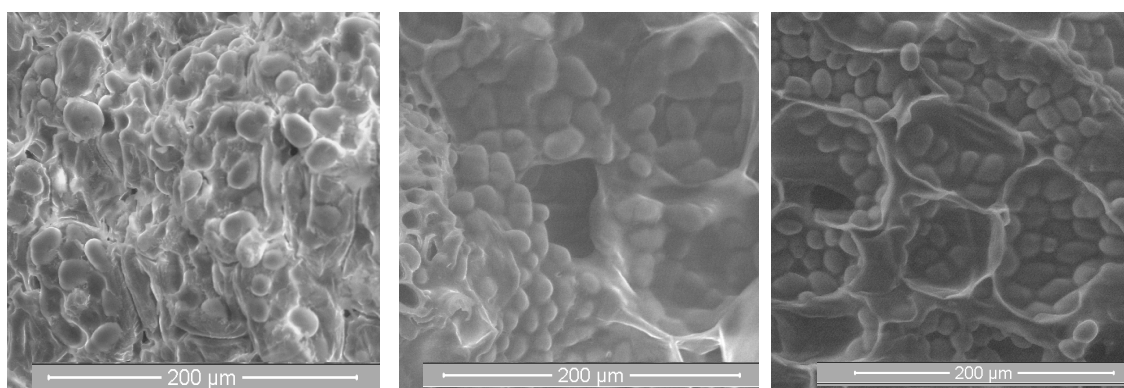


Рис. 6. Микрофотографии клеток паренхимы семядолей бобов, сделанные до проращивания, на 9-е и 13-е сутки от начала проращивания (слева направо)

Предлагая признаки семян, М.Е. Павлова [8] считает целесообразным отражать не абсолютные размеры семян и их частей, а их соотношения, выраженные в процентах. Так, традиционно используются, например, отношение ширины или толщины семени к длине; для рода *Vauhinia* предложено отношение толщины эпидермы спермодермы к толщине спермодермы [8].

Признаки семян, которые можно считать диагностическими для бобов кормовых, гороха посевного и фасоли обыкновенной приведены в таблице 2.

Таблица 2

Диагностические признаки семян

| № | Признак | Бобы | Горох | Фасоль |
|---|---|--------|-------|--------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Отношение толщины спермодермы к толщине семени, % | 2 | 1.5 | 2.5 |
| 2 | Отношение размера клеток эпидермы спермодермы (с поверхности семени) к толщине спермодермы, % | 14–15 | 16 | 6–7 |
| 3 | Отношение размера клеток эпидермы семядоли (с поверхности семени) к размеру клеток запасящей паренхимы, % | 72–105 | 36–54 | 42–53 |
| 4 | Число рядов эпидермы | 1 | 1 | 2 |

Окончание табл. 2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|--|--------------------------------------|------------|----------|
| 5 | Отношение размера крахмальных зерен к размеру клеток запасающей паренхимы, % | 20–30 | 40–50 | 30–40 |
| 6 | Отношение толщины эпидермы к толщине спермодермы, % | 47–52 | 50–57 | 66–74 |
| 7 | Размер клеток эпидермы (с поверхности семени), мкм | 17–25 | 11–13 | 5–8 |
| 8 | Форма клеток эпидермы спермодермы с поверхности семени | Многоугольная с центральной впадиной | Звездчатая | Округлая |

Таким образом, в зависимости от наличия тех или иных фрагментов семян при определении растительного сырья можно использовать признаки, приведенные в таблице. Видно, что первые два признака являются наиболее трудоемкими. Признак № 3 возможно использовать при необходимости идентификации дробленых семян бобов от фасоли и гороха, его сочетание с признаком № 4 становится информативным уже для трех культур. Признак № 5 станет единственно возможным для применения, если в анализируемой массе отсутствуют фрагменты семенной кожуры. Признак № 6 может использоваться при сличении фрагментов семян фасоли с семенами бобов и гороха. Наиболее простым из признаков микроструктуры семян является признак № 8, который может сочетаться с № 7 или применяться самостоятельно.

Выводы

1. Семена изученных культур достоверно отличаются по длине и массе 1000 семян, наибольшие значения этих признаков семян отмечены у бобов.
2. Максимальной толщиной спермодермы характеризуются также семена бобов. Основной вклад в формирование этого признака вносит толщина склеротесты.
3. Эпидерма спермодермы и семядолей изученных культур не содержит устьичных аппаратов. У фасоли эпидерма семенной кожуры двухрядная и световая линия проходит между двумя рядами клеток.
4. Ультраскульптура поверхности семени может служить простым диагностическим признаком.
5. При прорастании семян сначала расходуется белок матрицы и алейроновых зерен запасающей паренхимы. Ее клетки и размер крахмальных зерен крупнее у фасоли. А признак «отношение размера крахмальных зерен к размеру клеток запасающей паренхимы, %» позволяет идентифицировать фрагменты семян бобов, гороха и фасоли без семенной кожуры.

Список литературы

1. Key S., Marble M. Broad beans may protect against cancer // *Cancer Weekly Plus*. – 1999. – № 5 (3). – P. 12.
2. Sharaf F., Kamel S.H., El-Shabrawy O.A. Some pharmacological studies on *Vicia faba* cotyledons grown in Egypt // *Qual. Plant. Mater. Veg.* XXII. – 1972. – № 1. P. 99–105.
3. Wall J. R., Wall S. W. Isozyme polymorphisms in the study of evolution in the *Phaseolus vulgaris* – *P. coccineus* complex in Mexico. In *Isozymes // Genetics and evolution*. N. Y. 1975. – P. 287–305.
4. Сухарев Д.Н. Ботанико-фармакогностическое изучение различных сортов гороха посевного. Автореферат дис. ... канд. фарм. наук. – М., 2005. – 24 с.
5. Сурков В.А. Индекс спермодермы как критерий сравнительной филогенетической продвинуто-сти форм чечевицы пищевой - *Lens culinaris* Medik. // *Актуальные проблемы науки в с.-х.пр-ве*. – М., 1997. – С. 49–50.
6. Ганжела Л.И., Гревцова Н.А., Лотова Л.И. Электронно-микроскопическое исследование поверхности спермодермы представителей рода *Lupinus* [В целях таксономии] // *Бюлл. Гл. ботан. сада*. – 1999. – № 178. – С. 118–124.
7. Попова С.С. Анатомо-морфологическое изучение семян некоторых представителей современных и ископаемых *Vitaceae*. // *Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века*. Петрозаводск, Карельский научный центр РАН. – 2008. – № 3. – С. 214–215.
8. Павлова М.Е. Сравнительная характеристика структуры семян видов рода *Bauhinia* L. (сем. *Fabaceae* Lindl., подсем. *Caesalpinioideae* Kurth.). Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – М., 2009. – 20 с.
9. Никитин А.А., Панкова И.А. Анатомический атлас полезных и некоторых ядовитых растений. – Л.: Наука, 1982. – 771 с.
10. Ворончихин В.В. Плоды, семена и ультраструктура спермодермы у представителей рода *Pisum* [В целях таксономической оценки] // *Бюлл. Гл. ботан. сада*. – 1999. – № 178. – С. 124–131.



11. Куркина Ю.Н. Некоторые особенности анатомического строения плодов и семян кормовых бобов // Ресурсосберегающие технологии земледелия. Курск, Изд-во ВНИИ Земледелия и защиты почв от эрозии РАСХН. – 2005. – С. 74–76.

THE COMPARATIVE CHARACTERISTIC OF THE SPERMODERM OF *VICIA FABA* L. (*FABA BONA* MEDIK.), *PISUM SATIVUM* L. AND *PHASEOLUS VULGARIS* L.

**Yu.N. Kurkina, D.A. Kolesnikov,
O.N. Maradudina**

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

E-mail: kurkina@bsu.edu.ru

The surface ultrasculpture, macro- and microstructure of seeds of broad bean, field peas and kidney bean have been studied. It is revealed that seeds of broad bean show up the maximum thickness of spermoderm, and the basic contribution to the formation of this sign is brought about by the thickness of sclerotest. Epidermis of the testa and the cotyledon does not contain stomatal apparatuses. Kidney bean testa epidermis is distichous and is remarkable for maximum thickness. The ultrasculpture of the surface of a seed can serve as the most simple diagnostic sign.

Key words: diagnostic signs, testa, hypodermis, histology of seeds, *Vicia faba*, *Pisum sativum*, *Phaseolus vulgaris*.

УДК [581.6:581.55]:470.55/58

ЭКОЛОГИЯ И ФИТОЦЕНОТИЧЕСКИЙ АРЕАЛ ВИДА *CHAMAECYTISUS RUTHENICUS* (FISCH. EX WOLOSZCZ.) KLASKOVA НА ЮЖНОМ УРАЛЕ

**С.Н. Жигунова¹,
Н.И. Федоров¹,
Я.О. Гуркова¹,
О.И. Михайленко²**

¹ Институт биологии УНЦ РАН,
Россия, 450054, г. Уфа,
ул. Проспект Октября, 69
E-mail: Zigusvet@yandex.ru

² Уфимский государственный
нефтяной технический универ-
ситет, Россия, 450062, Уфа,
ул. Космонавтов, 1, корп. 1
E-mail: trioksan@mail.ru

Изучено распространение вида *Chamaecytisus ruthenicus* в растительных сообществах Южного Урала. В системе единиц эколого-флористической классификации по методу Браун-Бланке сообщества с участием этого вида относятся к 53 ассоциациям 17 союзов 12 порядков 6 классов степной, лесной и луговой растительности. На Южном Урале *Ch. ruthenicus* имеет два эколого-ценотических оптимума: в петрофитных степных сообществах и в сообществах дубовых и сосновых разреженных травяных лесов, приуроченных как к сухим почвам, так и к почвам с достаточным увлажнением.

Ключевые слова: *Chamaecytisus ruthenicus*, растительные сообщества, экология, местообитание, синтаксономия, Южный Урал.

Введение

Ракитник русский (*Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. Ex Woloszcz.) Klaskova (сем. *Fabaceae* Lindl.) – листопадный кустарник высотой до 1.5–2 м. Он произрастает в Восточной Европе, Закавказье, на Северном Кавказе, юге Западной Сибири, в Европейской части России [1]. Этот вид содержит в надземной части растений хинолизидиновые алкалоиды (цитизин, лупулин и др.), которые обладают спазмолитической, холинэргической, анальгетической активностью и еще рядом полезных свойств [2]. Цитизин входит в состав комбинированного препарата «теофедрин-н», который используется для лечения заболеваний легких и верхних дыхательных путей [3]. Еще более перспективны производные цитизина, на основе которых получено гепатопротекторное средство, не уступающее препаратам "Эссенциале" и "Легалон" [4, 5], а также получено производное вещество, обладающее высокой антиаритмической активностью при низкой токсичности [6]. Содержание суммы алкалоидов в *Ch. ruthenicus* на Южном Урале в период цветения значительно выше, чем в других регионах и составляет, в ветвях текущего года 2,64%, а в листьях – 1.13% [7], что позволяет рассматривать данный вид как перспективный источник сырья для производства медицинских препаратов. Анализ экологии и закономерностей распространения раkitника русского является необходимым условием для оценки возможности заготовки этого вида в естественных местообитаниях и организации его неистощительного ресурсного использования. Целью данного сообщения является анализ эколого-ценотических закономерностей распространения *Ch. ruthenicus* в южно-уральском регионе.

Материал и методы

Для изучения экологии и распространения вида *Ch. ruthenicus* на Южном Урале в 2010–2011 гг. была проведена серия маршрутных экспедиций, в процессе которых выявляли приуроченность данного вида к элементам рельефа, коренным и производным типам растительности. В местах его произрастания выполняли стандартные геоботанические описания. При камеральной обработке проводили привязку описаний к системе единиц эколого-флористической классификации растительных сообществ Республики Башкортостан [8, 9]. Для анализа ценоареала, обилия и встречаемости изучаемого вида в растительных сообществах была использована база данных геоботанических описаний растительных сообществ Южного Урала (363 ассоциации 83 союзов 52 порядков 32 классов растительности, описанных в системе единиц эколого-флористической классификации по методу Браун-Бланке), созданная на основе собственных и опубликованных в открытой печати геоботанических описаний.

Результаты и их обсуждение

Установлено что, на Южном Урале *Ch. ruthenicus* встречается во всех ботанико-географических районах, за исключением наиболее возвышенных частей хребтов Южного



Урала и настоящих степей южного Зауралья. Тем не менее, наибольшее распространение этот вид имеет в горно-лесной и в горно-лесостепной зонах, где он встречается в степных, лесных и луговых растительных сообществах. Он был выявлен в составе растительных сообществ, относящихся к 53 ассоциациям и 5 безранговым растительным сообществам 17 союзов 12 порядков 6 классов степной, лесной и луговой растительности. При этом, с высоким постоянством (более 20%) вид присутствует в составе только 35 ассоциаций, а с высоким обилием (проективное покрытие от 5% и выше) только в шести (табл. 1).

Таблица 1

Фитоценотический ареал вида *Chamaecytisus ruthenicus* на Южном Урале

| Союз | Ассоциация | Встречаемость вида |
|--|--|------------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| Петрофитные степи (класс <i>Festuco-Brometea</i>, порядок <i>Onosmetalia</i>) | | |
| Петрофитные степи с высокой степенью почвенной эрозии <i>Galio-Onosmion simplicissimae</i> | <i>Echinopo ritro-Stipetum capillatae</i> | III (+-1) ¹ |
| | <i>Fragario viridis-Stipetum pennatae</i> | III (+-2) |
| | <i>Koelerio sclerophyllae-Festucetum valesiacaе</i> | V (+-2) |
| | <i>Myosotido popovii-Festucetum rupicolaе</i> | V (1-3) |
| | <i>Tanaceto millefolii-Helictotrichetum desertorum</i> | V (+-2) |
| | <i>Vincetoxici hirsundinariae-Stipetum pennatae</i> | II (+-1) |
| Обедненные гиперпетрофитные степи на сильно эродированных субстратах (сем. <i>Orostachion spinosae</i>) | <i>Allium rubens-Delphinium uralense</i> | IV (+) |
| Степные травяные сообщества (класс <i>Festuco-Brometea</i>, порядок <i>Festucetalia valesiacaе</i>) | | |
| Кустарниковые степи <i>Amygdalion nanae</i> | <i>Spiraeo-Amygdaletum</i> | II (r-2) |
| Луговые степи <i>Lathyro pallescentis</i> – <i>Helictotrichion schelliani</i> | <i>Lathyro pallescentis</i> - <i>Helictotrichetum schelliani</i> | II (r-+) |
| Настоящие степи <i>Festucion valesiacaе</i> | <i>Galio veri-Stipetum tirsae</i> | II (+) |
| Ковыльные степи (класс <i>Festuco-Brometea</i>, порядок <i>Helictotricho-Stipetalia</i>) | | |
| Ковыльные степи <i>Helictotricho-Stipion</i> | <i>Filago arvensis-Delphinium uralense</i> | III (r-+) |
| Каменистые степи <i>Scorzonero austriacaе-Koelerion sclerophyllae</i> | <i>Gypsophillo altissimae-Stipetum zaleskii</i> | V (r-+) |
| Бореальные зеленомошные хвойные леса (класс <i>Vaccinio-Piceetea</i>, порядок <i>Piceetalia excelsae</i>) | | |
| Светлохвойные зеленомошные леса <i>Dicrano-Pinion</i> | <i>Digitali grandiflorae-Pinetum sylvestris</i> | V (+-1) |
| | <i>Pulsatillo patens-Pinetum sylvestris</i> | V (r-+) |
| | <i>Pleurospermo uralensis-Pinetum sylvestris</i> | V (r-+) |
| | <i>Violo rupestris-Pinetum sylvestris</i> | V (r-+) |
| | <i>Zigadeno sibiricaе-Pinetum sylvestris</i> | V (r-1) |
| | <i>Seseli krylovii</i> - <i>Pinetum sylvestris</i> | III (r-1) |
| | <i>Antennario dioicaе-Pinetum sylvestris</i> | III (r-+) |
| Темнохвойные зеленомошные леса <i>Piceion excelsae</i> | <i>Equiseto scirpoidi-Piceetum obovatae</i> | IV (r-1) |
| Сосново-березовые травяные леса (класс <i>Brachypodio pinnati-Betuletea</i>, порядок <i>Chamaecytiso ruthenici</i> – <i>Pinetalia sylvestris</i>) | | |
| Ксеромезофильные березово-сосновые леса <i>Veronico teucrii-Pinion sylvestris</i> | <i>Calamagrostio arundinaceae- Laricetum sibiricae</i> | V (r-1) |
| | <i>Pyrethro corymbosi-Pinetum sylvestris</i> | IV (r-+) |
| | <i>Serratulo gmelinii-Betuletum pendulae</i> | III (r-+) |

Окончание табл. 1

| 1 | 2 | 3 |
|--|---|-----------|
| Мезофильные березово-сосновые леса <i>Trollio europaea-Pinion sylvestris</i> | <i>Succiso pratensis-Pinetum sylvestris</i> | V (+) |
| | <i>Seseli krylovii-Laricetum sibiricae</i> | V (r-+) |
| | <i>Bupleuro longifoliae-Pinetum sylvestris</i> | III (r-2) |
| Остепненные сосновые леса <i>Caragano fruticis-Pinion sylvestris</i> | <i>Carici caryophylleae-Pinetum sylvestris</i> | V (r-+) |
| | <i>Ceraso fruticis-Pinetum sylvestris</i> | III (+-1) |
| Термофильные светлые дубовые леса (класс <i>Quercus-Fagetea</i>, порядок <i>Quercetalia pubescentis</i>) | | |
| Термофильные дубовые леса <i>Lathyro-Quercion</i> | <i>Brachypodio-Quercetum roboris</i> | II(r-+) |
| | <i>Calamogrostio epigei-Quercetum roboris</i> | II(r-+) |
| | <i>Aconogono alpini-Quercetum roboris</i> | III (r-+) |
| Мезофильные широколиственные ширококравные леса (класс <i>Quercus-Fagetea</i>, порядок <i>Fagetalia</i>) | | |
| Мезофильные ширококравные леса <i>Aconito septentrionalis-Tilion cordatae</i> | <i>Euonymo verrucosae-Pinetum sylvestris</i> | III (r-1) |
| Остепненные луга (класс <i>Molinio-Arrhenateretea</i>, порядок <i>Galietales veri</i>) | | |
| Остепненные луга <i>Trifolion montani</i> | <i>Centaureo sibiricae-Poetum transbaicalicae</i> | III (r-+) |
| Лесные луга (класс <i>Molinio-Arrhenateretea</i>, порядок <i>Carici macrourae-Crepidetalia sibiricae</i>) | | |
| Лесные разнотравные луга <i>Polygonion krascheninnikovii</i> | <i>Calamogrostio arundinaceae-Digitalietum grandiflorae</i> | III (r-+) |

Примечание: ¹ Классы постоянства по методу Браун-Бланке: I – до 20% от общего числа описаний, II – от 21 до 40%, III – от 41 до 60%, IV – от 61 до 80%, V – от 81 до 100%. В скобках указан разброс значений обилия по шкале Браун-Бланке (r- вид встречается единично, проективное покрытие незначительно, + – вид редок, проективное покрытие менее 1%, 1 – проективное покрытие вида – 1-5%, 2 – проективное покрытие вида – 5-25%, 3 – проективное покрытие вида – 25-50%, 4 – проективное покрытие вида – 50-75%, 5 – проективное покрытие вида – более 75%).

Анализ ценоареала раkitника русского показал, что его наибольшее распространение связано с петрофитными степями и разреженными светлохвойными и дубовыми лесами. При этом более высокое обилие *Ch. ruthenicus* имеет в степных петрофитных сообществах (союз *Galio-Onosmion simplicissima*¹), участки которых встречаются в центральной и южной части Южного Урала. Для горно-лесостепной зоны центральной части Южного Урала достаточно типичны каменистые степные сообщества ассоциации *Myosotido popovii-Festucetum rupicola*, в которых вид является доминантом и имеет проективное покрытие более 50%. С высоким постоянством и проективным покрытием до 25% он встречается в растительных сообществах каменистых степей, относящихся еще к трем распространенным ассоциациям (ассоциация *Tanaceto millefolii-Helictotrichetum desertorum*, *Koelerio sclerophyllae-Festucetum valesiaca* и *Fragario viridis-Stipetum pennatae*). В других петрофитных степных сообществах центральной части Южного Урала он встречается реже и с меньшим обилием.

В кустарниковых степях западной части Зилаирского плато (южная часть Южного Урала) достаточно широкое распространение имеют кустарниковые степи (ассоциация *Spiraeo-Amygdaletum*), в которых он мозаично встречается вместе с другими кустарниковыми видами (*Spiraea crenata*, *Amygdalus nana*, *Caragana frutex*) иногда образуя небольшие заросли. На Зилаирском плато раkitник русский присутствует с небольшим проективным покрытием в ковыльных степных сообществах на мелкопрофильных почвах (ассоциация *Gypsophillo altissima-Stipetum zalesskii*) и единично встречается в сообществах луговых степей ассоциации *Lathyro pallescentis-Helictotrichetum schelliani*, приуроченных к более развитым почвам.

В лесных сообществах с наибольшим постоянством вид встречается в зеленомошных сосново-березовых лесах в горно-лесной зоне Южного Урала и северной части Предуралья,

¹ Названия синтаксонов приводятся по «Продромусу растительных сообществ Республики Башкортостан» [Ямалов и др., 2004].



формирующихся на мелкопрофильных почвах. Постоянство вида в этих сообществах, как формирующихся на достаточно увлажненных почвах (ассоциации *Digitali grandiflorae-Pinetum sylvestris*, *Pleurospermo uralensis-Pinetum sylvestris*, *Zigadeno sibiricae-Pinetum sylvestris*), так и в засушливых местообитаниях на выходах горных пород (ассоциация *Violo rupestris-Pinetum sylvestris*) составляет более 80%, но обилие не превышает 5%.

Он может встречаться в светлых травяных сосново-березово-лиственничных лесах степных районов Зилаирского плато и остепненных участков южных склонов горного массива Южного Урала (союзы *Veronico teucrii-Pinion sylvestris*, *Trollio europaea-Pinion sylvestris*, *Cara-gano fruticis-Pinion sylvestris*). В растительных сообществах ассоциаций *Calamagrostio arundinaceae-Laricetum sibiricae*, *Pyrethro corymbosi-Pinetum sylvestris*, *Seseli krylovii-Laricetum sibiricae* и *Carici caryophylleae-Pinetum sylvestris* присутствие этого вида практически постоянно, но обилие крайне редко превышает 1%. Куртины *Ch. ruthenicus* лишь редко могут занимать более 5% проективного покрытия в сообществах сосняков мезофильных березово-сосновых травяных лесов, описанных в Башкирском государственном заповеднике (центральная часть Южного Урала) одной из субассоциаций ассоциации *Bupleuro longifoliae-Pinetum sylvestris* (субасс. *B.l.-P.s. seselietosum libanotis*). Кроме того, с достаточно высоким постоянством и проективным покрытием до 5% вид присутствует в широколиственных сосняках в Башкирском государственном заповеднике (асс. *Euonymo verrucosae-Pinetum sylvestris*).

Для елово-пихтовых лесов раkitник русский не типичен, однако он с небольшим обилием встречается в зеленомошных еловых лесах, приуроченных к крутым каменистым склонам по берегам Павловского водохранилища на Уфимском плато (ассоциация *Equiseto scirpoidi-Piceetum obovatae*).

Для большинства типов широколиственных лесов этот вид не характерен, так как достаточно светолюбив и неконкурентноспособен в условиях высокой сомкнутости древесного яруса и густого подроста и подлеска. Он встречается только в разреженных термофильных дубовых лесах союза *Lathyro-Quercion*, распространенных в южных районах Предуралья и на Зилаирском плато. Так с постоянством до 60% и незначительным обилием встречается в светлых дубовых лесах ассоциаций *Brachypodio-Quercetum roboris*, *Calamagrostio epigei-Quercetum roboris* и *Aconogono alpini-Quercetum roboris*.

Ракитник русский может встречаться редко с незначительным обилием и в луговых сообществах, граничащих с лесами, в подлеске которых встречается этот вид. Так он присутствует на лугах на месте сосново-березовых лесов на возвышенных выровненных элементах рельефа Южного Урала (ассоциация *Calamagrostio arundinaceae-Digitalietum grandiflorae* союза *Polygonion krascheninnikovii*). Также иногда он встречается на остепненных полянах, приуроченных к склонам гор Южного Урала и окруженных смешанными хвойно-широколиственными лесами (ассоциация *Centaureo sibiricae-Poetum transbaicalicae*, союз *Trifolion montani*).

Анализ ценоареала раkitника русского на Южном Урале позволяет сделать вывод о наличии у этого вида двух эколого-ценотических оптимумов. Первый из них связан с петрофитными степями, а второй – с разреженными сосновыми и дубовыми травяными лесами, приуроченными к мелкопрофильным как к сухим, так и достаточно увлажненным почвам. Кустарниковые степи южных районов Предуралья и Зилаирского плато в значительной степени сформировались в результате сведения человеком дубово-сосновых и сосновых лесов. Таким образом, современное распространение раkitника русского тесно связано с распространением светлых дубово-сосновых и сосново-лиственничных лесов, которые в определенные исторические периоды имели значительно большее распространение на территории Южного Урала. Одним из последних периодов их наибольшего распространения был конец плейстоцена, когда вследствие увеличения континентальности и сухости климата происходило расширение ареалов сосново-березовых лесов и травяно-кустарничковых сообществ [10]. Вероятно, этот период связан с наибольшим распространением раkitника русского. В настоящее время в южных районах Предуралья происходит увеличение влажности климата, и за последние 50 лет среднее количество осадков увеличилось на 100 мм [11]. Это позволяет предположить, что на участках кустарниковых степей с раkitником русским с умеренной антропогенной нагрузкой может происходить постепенное восстановление лесных сообществ.

Выводы

1. В системе единиц эколого-флористической классификации по методу Браун-Бланке сообщества, имеющие в своем флористическом составе раkitник русский относятся к 53 ассоциациям и 5 безранговым растительным сообществам 17 союзов 12 порядков 6 классов степной, лесной и луговой растительности. С высоким постоянством вид встречается в растительных сообществах 35 ассоциаций, в том числе в шести с высоким обилием (от 5% и выше).

2. На Южном Урале вид имеет два эколого-ценотических оптимума. Первый из них связан с петрофитными степями, а второй - с разреженными сосновыми и дубовыми травяными лесами, приуроченными к мелкопрофильным как к сухим, так и достаточно увлажненным почвам.

3. Распространение и эволюция ракитника русского тесно связаны с распространением термофильных дубово-сосновых и сосново-лиственничных лесов. Наибольший ареал вид имел в конце плейстоцена в период наибольшего распространения сосново-березовых лесов. В настоящее время наибольшее обилие вида наблюдается в сообществах петрофитных кустарниковых степей на месте сосново-лиственнично-дубовых лесов.

Список литературы

1. Губанов И.А., Киселёва К.В., Новиков В.С., Тихомиров В.Н. 790. *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Woloszcz.) Klaskova (*Cytisus ruthenicus* Fisch. ex Woloszcz.) – Ракитник русский // Иллюстрированный определитель растений Средней России. В 3-х томах. – М.: Т-во науч. изд. КМК, Ин-т технолог. иссл, 2003. – Т. 2. Покрыгосеменные (двудольные: раздельнолепестные). – С. 433.
2. Соколова Л. И., Горовой П. Г., Молчанова А. И. Хинолизидиновые алкалоиды *Maackia amurensis* // Электронный журнал «Исследовано в России» /http: zhurnal. ape.relarn.ru /articles/2004/148.pdf
3. Государственный реестр лекарственных средств. Т. 1. Официальное издание по состоянию на 22.04.2010.
4. Патент 2156130 РФ. Гепатопротектор / Витик А. З., Газалиев А.М., Гуляев А. Е. Заявл. 20.05.1996; Оpubл. 20.09.2000.
5. Patent 6,194,397 USA. Phosphorus containing cytisine derivatives / Gulaev A. E., Gazaliev A. M., Vitik A. Z. Filed: Oct 12, 1999; published: Feb 27, 2001.
6. Патент 2228179 РФ. Гидрохлорид У-(бета-гидроксиэтил)цитизина, проявляющий антиаритмическую активность / Ярмухамедов Н. Н., Карачурина Л. Т., Хисамут-динова Р. Ю., Зарудий Ф. С, Байбулатова Н. З., Джахангиров Ф. Н., Докичев В. А., Томилов Ю. В., Юнусов М. С, Нефёдов О. М. Заявл. 22.07.2002; Оpubл. 10.05.2004.
7. Лугманова М.Р., Федоров Н.И., Михайленко О.И., Гуркова Я.О. Суммарное содержание алкалоидов в некоторых растениях лесного пояса Южного Урала // Растительные ресурсы. – 2011. - № 4. – С. 113-118.
8. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Наука о растительности. – Уфа: Гилем, 1998. – 413 с.
9. Ямалов С.М., Мартыненко В.Б., Голуб В.Б., Баишева Э.З. Продромус растительных сообществ Республики Башкортостан: Препринт. – Уфа: Гилем, 2004. – 64 с.
10. Куликов П.В. Конспект флоры Челябинской области (сосудистые растения). – Екатеринбург – Миасс: «Геотур», 2005. – 537 с.
11. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Т. II. Последствия изменения климата. – Москва: Росгидромет, 2008. – 289 с.

ECOLOGY AND PHYTOCOENOTIC AREAL OF *CHAMAECYTISUS RUTHENICUS* (FISCH. EX WOLOSZCZ.) KLASKOVA IN THE SOUTH URALS

**S.N. Zhigunova¹, N.I. Fedorov¹,
Ya.O. Gurkova¹, O.I. Mihaylenko²**

¹ Institute of Biology Ufa Research Centre RAS, Prospect Octjabrja St., 69, Ufa, 450054, Russia

E-mail: Zigusvet@yandex.ru

² Ufa State Petroleum Technological University, Cosmonautov St., 1, build. 1, Ufa, 450062, Russia

E-mail: trioksan@mail.ru

Distribution of the species *Chamaecytisus ruthenicus* in plant communities of the South Urals are studied. In the system of units of ecologo-floristic classification according to the method of Braun-Blanquet communities with this species belong to the 53 associations of 17 unions of 12 orders of six classes of steppe, forest and meadow vegetation. In the South Urals *Ch. ruthenicus* has two ecologo-coenotic optima: in petrophytic steppe communities and communities of oak and pine sparse grass forests, confined both to dry soils and to soils with adequate moisture.

Key words: *Chamaecytisus ruthenicus*, plant communities, ecology, locality, syntaxonomy, South Urals.



УДК 633.66: 34.31.33

ОСОБЕННОСТИ КАЛЛУСОГЕНЕЗА И РЕГЕНЕРАЦИИ *STEVIA REBAUDIANA* (BERTONI) В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO*

**Е.О. Колесникова,
Т.П. Жужжалова**

Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы имени А.Л. Мазлумова, Россия, 396030, Воронежская область, пос. ВНИИСС, д.86

E-mail: biotechnologiya@mail.ru

Изучена возможность индукции каллусогенеза и регенерации побегов стевии из недифференцированной ткани. Показано влияние экзогенных гормонов, генотипа, эксплантов и длительности их культивирования на процессы формирования каллуса и образования микроклонов.

Ключевые слова: *Stevia rebaudiana*, культура *in vitro*, каллусогенез, регенерация, гормоны, генотип, эксплант.

Введение

Интродукция сахароносных культур с ценными пищевыми и лекарственными свойствами привлекает большое внимание в связи с ежегодным увеличением количества людей с проблемой сахарного диабета и ожирения. Наиболее перспективна в этом отношении стевия (*Stevia rebaudiana* Bertoni), сладость которой определяется комплексом дитерпеновых гликозидов (стевиозид, ребаудиозиды А, В, С, Д, Е и др.), содержащихся во всех надземных органах [1,2].

Успех интродукции стевии определяется способностью растений адаптироваться к новым условиям. В связи с этим необходима работа по созданию сортов с адаптивными свойствами для возделывания в ЦЧР. Стевия – преимущественно вегетативно размножаемая культура, в связи с чем ей необходима дополнительная изменчивость для формирования базы отбора. При создании селекционного материала в этом случае целесообразно применять биотехнологические методы увеличения генетического разнообразия.

Важным резервом получения исходного материала является соматическая изменчивость, спектр которой затрагивает как структуру ДНК, так и структуру кариотипа, без переноса чужеродных геномов [3]. Эта изменчивость основана на спонтанных мутациях, возникающих в выращиваемой *in vitro* каллусной ткани, из которой регенерируют растения. При этом у соматических клонов обнаруживаются варианты, превосходящие исходные сорта по хозяйственно ценным признакам [4,5]. Соматическая изменчивость даёт возможность расширить генетическое разнообразие и получить в культуре *in vitro* ценные генотипы растений, ускоряя, таким образом, селекционный процесс. В связи с этим актуальным является выявление условий, способствующих активному образованию каллуса, морфогенезу и увеличению частоты изменчивости получаемых регенерантов стевии.

Объекты и методы исследования

В качестве объектов исследований были использованы 4 генотипа различной пloidности из коллекции стевии: №0 (диплоид) – контроль, №19 (диплоид), №37 (триплоид), №28 (тетраплоид).

Для индукции каллусогенеза и последующей регенерации побегов было приготовлено 50 вариантов питательных сред MS (РН=5.8-6.0) с добавлением гормонов: 6-БАП, ИУК, ГК, 2,4Д в концентрациях от 0.01 до 4 мг/л в различных сочетаниях. Культивирование эксплантов проводилось на свету при 16-ти часовом фотопериоде, при температуре 23-26 °С, освещённости 5 тыс. люкс и влажности воздуха 70%.

В качестве эксплантов были использованы части стебля и листа стевии. Каллусы культивировались в течение 1, 2, 3 пассажей и т. д. в течение года на одной и той же среде, а также на среде для регенерации побегов.

Опыты проводились в трёхкратной повторности по 20 эксплантов на вариант. Всего было введено более 1500 эксплантов. Математическая обработка данных была проведена по Б.А. Доспехову [6], с использованием компьютерных программ.

Результаты и обсуждение

Результаты проведенных исследований показали, что лимитирующим фактором образования каллуса из специализированных клеток стевии являлось наличие в питательной среде фитогормонов, главным образом ауксинов и цитокининов. На безгормональной среде у эксплантов не наблюдалось процессов каллусогенеза и регенерации, что связано с неспособностью дифференцированных клеток к делению.

Присутствие в составе питательной среды от 0,05 мг/л до 1 мг/л ауксина 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты (2,4 Д) способствовало 100%-му каллусогенезу как стеблевых, так и листовых эксплантов. Высокие концентрации 2,4 Д вызывали образование бежевых рыхлых структур, состоящих из сильно оводненных клеток, легко распадающихся на отдельные агрегаты. Со временем при старении у каллусов появлялась коричневая окраска, обусловленная накоплением в них фенолов (рис. 1).

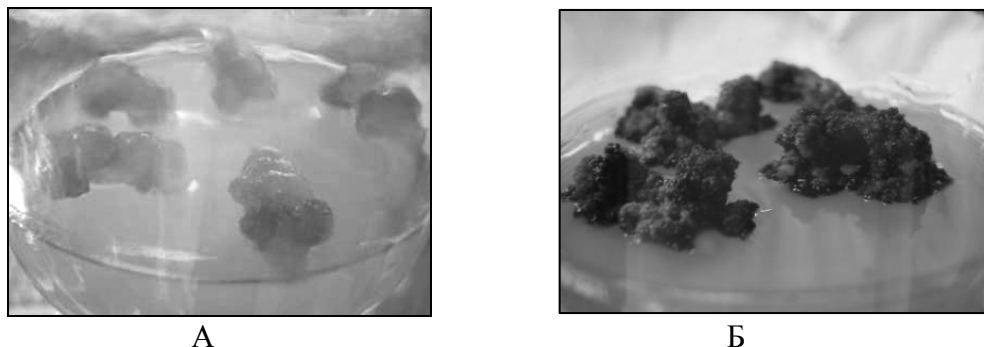


Рис. 1. Неморфогенный каллус стевии: А – через 3 месяца; В – через 7 месяцев культивирования

На среде, содержащей 0,5 мг/л 2,4 Д происходило образование светлого каллуса средней плотности с зелёными меристематическими очагами (рис. 2), из 18,8% которых регенерировали витрифицированные побеги (по 2 шт.)



Рис. 2. Каллус с морфогенными очагами на питательной среде, включающей 2,4 Д

Низкая концентрация 2,4 Д (0,05 мг/л) вызывала в культуре каллусных тканей корневой органогенез с частотой 25,0 %.

При добавлении в питательную среду только цитокинина 6-бензиламинопурина (6-БАП) в концентрации от 0,2 мг/л до 1 мг/л частота каллусообразования и регенерации (чаще прямой) составила лишь 12,5-18,8%. Объём каллусов превышал размер исходных эксплантов не более чем в 2 раза. Это свидетельствовало о том, что эндогенного уровня ауксинов стебля и листа стевии оказалось не достаточно для эффективного образования неорганизованной пролиферирующей ткани.

Введение в среду с цитокинином ауксина (3-индолиуксусной кислоты) в соотношении 1:1 вызывало 100% образование зелёного каллуса, имеющего плотную глобулярную структуру, развивающегося со средней интенсивностью. Регенерация при этом происходила редко (18,8%). При соотношении данных гормонов 1:3, частота регенерации увеличивалась до 39,0%. Высокие концентрации ИУК (2-4 мг/л) вызывали при 100%-м каллусогенезе прекращение регенерации побегов.

На данном этапе исследований наиболее эффективной питательной средой для 100%-го образования каллуса, склонного к морфогенезу, оказалась среда №27, включающая ауксин,

цитокинин и гиббереллин в невысоких концентрациях. Неорганизованная масса клеток при этом была компактной, имела зелёный цвет и мелкоглобулярную структуру. Регенерация происходила с частотой 53.7 % (рис. 3).



А Б
Рис. 3. Формирование на среде № 27 каллусных структур (А) и микроклонов из каллуса стевии (Б)

Положительное влияние гиббереллина на образование морфогенного каллуса, способного к регенерации, очевидно связано со способностью этого вещества стимулировать рост зачатков стебля [7].

При использовании на среде №27 в качестве эксплантов верхней части стебля, у стевии наблюдался 100% каллусогенез и максимальный процент регенерации, что согласуется с литературными данными о том, что формирование каллусной ткани и успешную регенерацию растений можно получать из различных вегетативных органов, являющихся меристематически активными [8]. При культивировании средней части стебля каллусогенез происходил на 40%, а регенерация – на 33.7% реже, чем из верхней части. У эксплантов из нижней части стебля каллусогенез составил лишь 20%, а регенерации не наблюдалось вообще (рис. 4).

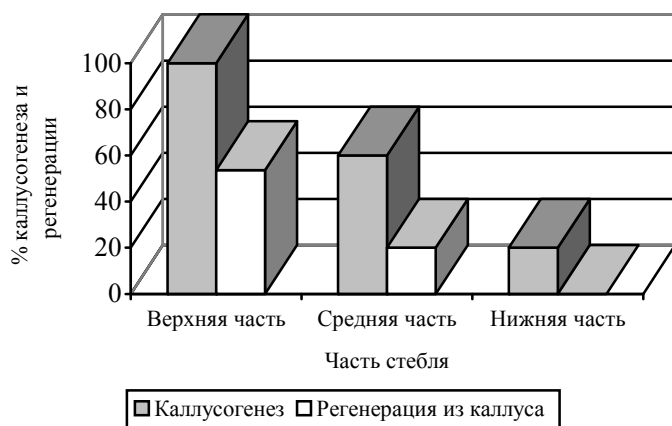


Рис. 4. Каллусогенез и регенерация стевии в зависимости от экспланта
НСР05(каллусогенез)=6,5; НСР05(регенерация)=8,9

Было установлено, что кроме состава питательной среды на процессы каллусогенеза и регенерации побегов стевии, оказывали влияние генотипические различия. Изучаемые сортообразцы формировали каллус (100 %) на средах 27, 45, 46 (рис. 5).

Однако регенерация побегов происходила по-разному. На оптимальной для регенерации побегов из каллуса питательной среде (№27) хорошие результаты показали диплоидные и триплоидные сортообразцы № 0 – 53.7%, № 19 – 53.3%, № 37 – 56.7% (стеблевые экспланты). У тетраплоидного № 28 образовали побеги только 27.5% каллусов из стеблевых эксплантов.

На питательной среде, содержащей БАП и ИМК (5:1), каллусы из стеблевых эксплантов сортообразцов №№ 0, 19 и 37 регенерировали с частотой 15%, 12.5% и 20.0%, соответственно. У № 28 на данной среде не наблюдалось образования побегов из каллусов ни у стеблевых, ни у листовых эксплантов. На среде № 45 регенерации из каллусов не наблюдалось ни у одного сортообразца.

На частоту регенерации и изменчивость микроклонов стевии также оказывала влияние длительность культивирования каллуса. При этом во время первого пассажа (3 месяца) количество

регенерирующих побегов составило 53.7%. Во втором и в третьем пассаже (5 и 7 месяцев) частота регенерации увеличивалась до 62.5%, далее каллусы переставали регенерировать (рис. 6).

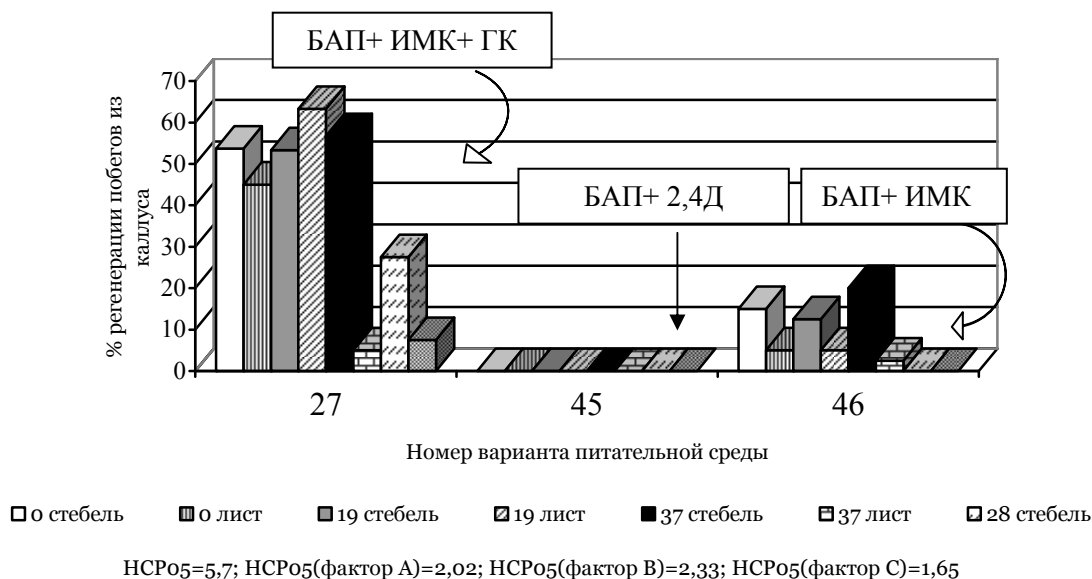


Рис. 5. Регенерация побегов из каллуса на разных питательных средах в зависимости от генотипа

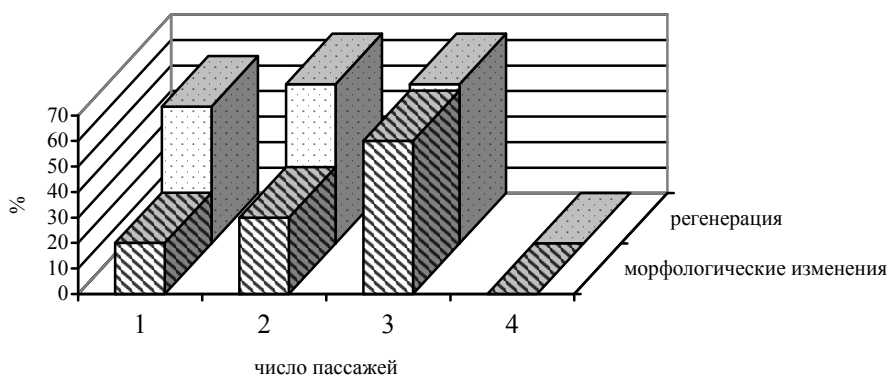


Рис. 6. Частота регенерации и количество регенерантов с видимыми изменениями в зависимости от числа пассажей

Подсчёт видимых морфологических изменений (очередное, мутовчатое листорасположение, неправильная форма или раздвоение листа) после каждого пассажа показал, что с увеличением времени культивирования каллусов увеличивалось количество изменённых растений. Так после первого пассажа наблюдалось 20 % таких растений. После второго пассажа их было 30%, а после третьего – 60% (рис. 6, 7). При этом длительное культивирование каллуса повышало частоту регенерации на 8.8% (до третьего пассажа), а частоту изменённых растений – на 10-30%.

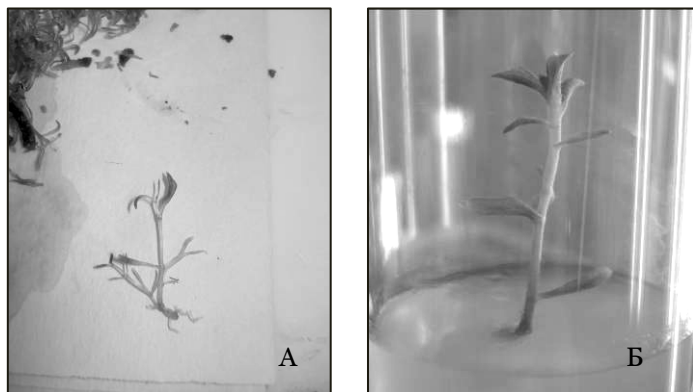


Рис. 7. Микроклоны с морфологическими изменениями:

А – растение с неправильным листорасположением и формой листа (при черенковании),
 Б – микроклон стевии с очередным листорасположением (в пробирке)



К сожалению не все морфологические изменения окажутся результирующими. Поэтому требуется выявление в дальнейшем тех признаков, которые определяют продуктивность стевии.

Из полученных соматоклональных вариантов путём микроклонирования были сформированы линии, отличающиеся наибольшей интенсивностью роста и развития. Они подлежат изучению по количеству ядерной ДНК, оценке морфологического развития в условиях закрытого и открытого грунта, а также выявлению наследуемости изменений в последующих поколениях.

Заключение

В ходе проведённых исследований была выявлена возможность получения растений-регенерантов стевии из каллуса. Процессы каллусообразования и регенерации определялись качественным и количественным содержанием гормонов в питательной среде, генотипом, типом эксплантов и длительностью их культивирования. Состав питательной среды, включающий MS-основу и гормоны 6-БАП, ИМК и ГК, при культивировании эксплантов из верхней части стебля в течение 2-3-х пассажей обеспечивали 100 %-ный каллусогенез и максимальную частоту регенерации стевии.

Для увеличения генетической изменчивости соматоклонов стевии необходимо продолжать работу по подбору оптимальных факторов, способствующих повышению эффективности образования морфогенного каллуса, склонного к регенерации в течение нескольких пассажей.

Список литературы

1. Frohne D. Systematik des Pflanzenreichs / D. Frohne, U. Jensen. – Stuttgart, 1992. – 25.
2. Tanaka O. Chemistry of *Stevia rebaudiana* Bertoni – New source of natural sweeteners // Resent Adv. Nat. Prod. Res. – 1980. – Vol. 1. – P. 111–119.
3. Расторгуев С.Л. Изменчивость растений-регенерантов земляники, полученных методом тканевых культур // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2008. – №1(11), Том 2. – С. 46 – 47.
4. Чеченева Т.Н. Изменчивость злаков в культуре *in vitro* и в процессе регенерации растений // Физиология и биохимия культурных растений. – 2006. – 38, №2. – С. 163-171.
5. Щербатенко И.С. Биотехнологические методы конструирования и отбора вирусоустойчивых форм растений // Микробиологический журнал. – 1993. – Т. 55, №1. – С. 89-101.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: МГУ. – 1985. – 268 с.
7. Шевелуха В.С. и др. Сельскохозяйственная биотехнология. – М.: Высш. шк., 1998. – 416 с.
8. Сидоров В.А. Биотехнология растений. Клеточная селекция. – Киев: Наукова думка, 1990. 280 с.

PECULIARITIES OF *STEVIA REBAUDIANA* (BERTONI) CALLUS FORMATION AND REGENERATION UNDER *IN VITRO* CULTURE

**E.O. Kolesnikova,
T.P. Zhuzhzhhalova**

The A.L. Mazlumov All-Russian Research Institute of Sugar Beet, Ramon, 86, Voronezh Region, 396030, Russia

E-mail: biotechnologiya@mail.ru

Possibility of inducing callus formation and regeneration of shoots from undifferentiated tissue in stevia has been studied. Influence of exogenous hormones, genotype, explants and duration of their cultivation on the processes of callus formation and development of microclones is shown.

Key words: *Stevia rebaudiana*, *in vitro* culture, callus formation, regeneration, hormones, genotype, explant.

ФИТОДИЗАЙН НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИТОРИИ ДЕТСКОГО САДА «АЛЕНУШКА» (Г. СТРОИТЕЛЬ, БЕЛГОРОДСКАЯ ОБЛ.)

Е.И. Рогозина, А.В. Лазарев

*Белгородский государственный
национальный
исследовательский
университет»,
Россия, 308015, г. Белгород,
ул. Победы, 85*

E-mail: lazarev@bsu.edu.ru

На основе авторского фитодизайна детского сада разработан проект озеленения игровой площадки со схемой посадки и списком рекомендуемых декоративных растений.

Ключевые слова: фитодизайн, декоративные растения, клумбы.

Введение

В последние годы заметно проявился интерес ко всему, что связано с растениями и оформлением ими интерьеров и территорий. И это не мода на цветы, а желание сделать красивым то место, где живем, работаем, воспитываем детей. Ведь растения создают уют, поднимают настроение, снимают стрессы [1]. Озеленение территории местожительства вносит эстетический аспект в экологическое воспитание, радует глаз разнообразием форм, сочетанием цветов и оттенков, умело подобранной композицией из растений. Особое значение имеет экологический подход к современному озеленению.

К настоящему времени накоплен большой опыт по благоустройству и озеленению, создан богатый озеленительный ассортимент растений и разработана агротехника их выращивания, найдены необходимые приемы озеленения, специфичные для городов, определены способы содержания зеленых насаждений. Актуальность разрабатываемой темы обусловлена еще и тем, что благоустройство и озеленение территории детского сада позволяют создать для детей условия, обеспечивающие благоприятную экологическую обстановку, создать условия для здоровой комфортной, удобной жизни в [2].

Целью данной работы являлось проведение ландшафтного анализа (ЛА) и разработка проекта благоустройства и озеленения территории МДОУ Детский сад «Аленушка».

Объект, материал и методы исследования

Объектом изучения является «Муниципальное дошкольное образовательное учреждение № 6 «Алёнушка» г. Строитель, которое было сдано в эксплуатацию в 1983 году. Объект расположен в центральной части города, прилегает к детской больнице, обрамлен застройкой различного функционального назначения (жилой фонд, организации культурно-бытового обслуживания), основная часть территории обследованная примыкает к магистральной улице. Вблизи детского сада расположены лес, водоем, парк. Площадь территории данного образовательного учреждения составляет 1,003 га и включает здание детского сада, хозяйственную постройку, 12 детских игровых площадок с теньевыми навесами.

Общая площадь древесно-кустарниковых насаждений составляет 500 м², в т.ч. живых изгородей 30 п.м., естественного газона 90 м²; цветочно-декоративное озеленение 181 м². На территории детского сада имеются клумбы, рабатки, миксбордеры, розарий, альпинарий, лекарственная клумба, искусственный водоем, клумба с искусственным ручейком этнографический уголок. Видовое многообразие цветочно-декоративных растений представлено многолетними (флоксы, ирисы, тюльпаны, нарциссы, пионы, ромашки, капуста декоративная) и однолетними (бархатцы, портулак, цинерария, петуния, сальвия, бальзамины, вербена, гвоздика, декоративные ноготки) культурами.

Комплекс предпроектных работ включал полевые исследования. Осуществляли оценку современной планировочной ситуации территории, анализ состояния насаждений на основе их детальной инвентаризации.

Генеральный план территории детской площадки представлен игровой зоной и зоной отдыха. Общая площадь участка составляет 352 кв.м. Игровая зона включает детское спортив-

ное оборудование. Зона отдыха расположена при входе на участок. Цветники из однолетних и многолетних растений расположены на хорошо освещённом месте (рис. 1). Для каждого цветника разработан проект фитодизайна, При разработке проекта использовались методические рекомендации: Ландшафтный дизайн [3]; Панкратов В.П. [4]; Аксёнов Е.С.[5]; Шешко П.С.[6]; Сидорова М.А. [7]; Карпионовна Р. А., Черняева Е. В. [8].

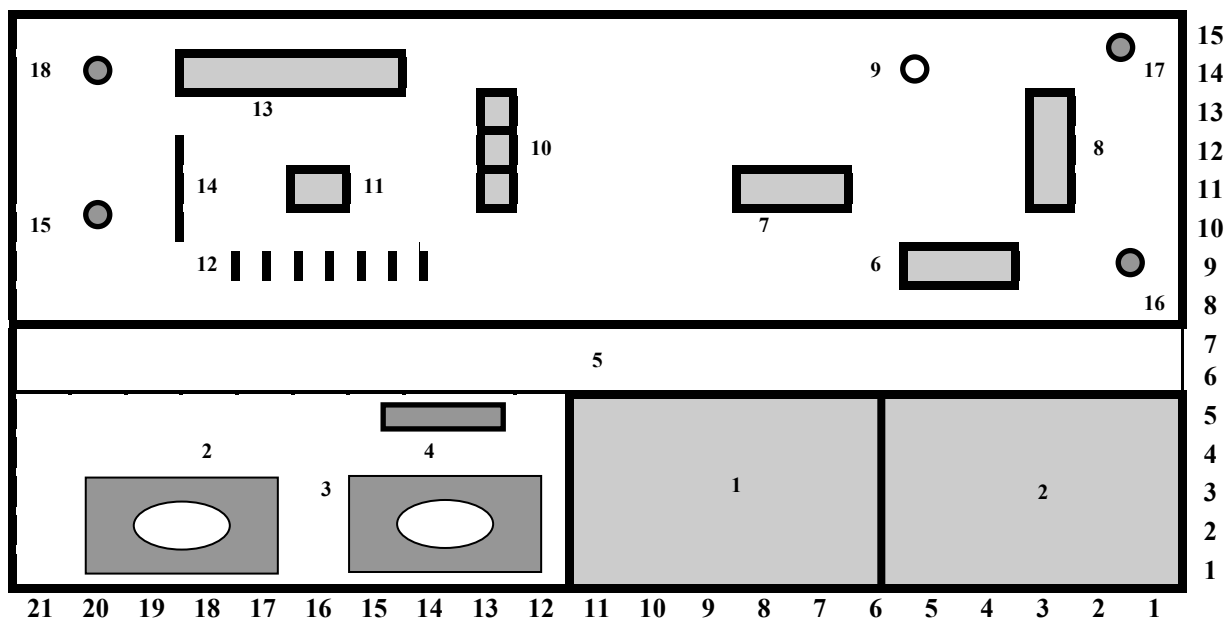


Рис. 1. План озеленения игровой площадки №3 (Условные обозначения: 1 –павильон; 2-3 – цветники; 4 – скамейка; 5 – плиточная дорожка; 6 – детский стол и скамья; 7 –песочница; 8 – спортивная лесенка; 9 – кольцоброс; 10 – пенечки; 11 – патио; 12 – спортивные дуги; 13 – спортивная горка; 14 – спортивное бревно; 15-18 – деревья черемухи.)

Результаты исследования

На основании проведенного ландшафтного анализа получены следующие данные: часть участка относится к категории общего использования, другая часть является территорией ограниченного пользования; территория общего пользования продольно вытянута, примыкает к центральной магистрали города – улице 5 августа; территория больничного комплекса изолирована; рельеф участка относительно спокойный, с достаточно сформированным по диагонали уклоном (с СЗ на ЮВ), значительная часть территории длительное время освещена; грунты – насыпные, уплотненные, с нарушением естественного строения профиля почв, со значительными примесями строительных и др. включений. Анализируя интенсивность посещения объекта, можно сделать вывод, что он имеет достаточно большую нагрузку вследствие его расположения, назначения. На территории находятся коммуникации подземного и надземного характера; имеются игровые площадки для детей с соответствующим оборудованием; природные условия благоприятны для произрастания декоративных растений, а также растительных элементов зоны широколиственных лесов (дуб, липа и др.). Все древесно-кустарниковые насаждения, учитывая их состояние, были разделены на следующие группы (табл. 1).

Таблица 1

Древесно-кустарниковая растительность на территории детского сада «Аленушка»

| Наименование | | Всего на объекте, шт./% | Распределение растений по группам*, шт./% | | |
|---------------|------------|-------------------------|---|---------|--------|
| | | | 1 | 2 | 3 |
| Деревья | хвойные | 6/4.9 | 5/4.1 | 1/5.2 | - |
| | лиственные | 110/90.9 | 75/70.2 | 15/78.9 | 10/100 |
| Кустарники | лиственные | 5/4.1 | 4/73.5 | 1/5.2 | - |
| Итого, шт./%: | | 121/100 | 85/70.2 | 19/15.7 | 10/8.2 |

Примечание: * - 1 группа. Растительность в хорошем состоянии – декоративная оценка более 60 %, нулевая категория состояния, 1 степень пораженности болезнями, поврежденности насекомыми и механических повреждений. 2 группа. Растительность в удовлетворительном состоянии – декоративная оценка от 20 до 60 %, 0 и 1 категория состояния, 1 степень пораженности болезнями, поврежденности насекомыми и механических повреждений. 3 группа. Растительность в неудовлетворительном состоянии – декоративная оценка менее 20%, 1-5 категории состояния, 1-3 степень пораженности болезнями, поврежденности насекомыми и механических повреждений.

На территории объекта имеется также 30 п.м. живой изгороди.

Средняя плотность посадок на объекте $P_{дер.} = 314/2.8 = 112$ дер./га; $P_{куст.} = 1061^*/2.8 = 379$ куст./га (* - расчетное количество кустарников на 1 п.м. живой изгороди образован в среднем 3 растениями). Таким образом, средняя плотность деревьев на объекте находится в пределах нормы, но растения на объекте размещены не равномерно. Плотность кустарников значительно ниже нормы.

По санитарно-гигиенической оценке обнаружены следующие повреждения: листогрызущими (единичные) и сосущими (2.1%) насекомыми, мучнистой росой (2.1%), ржавчиной (8.0%); задиры коры (9.6%). Отмечены проявления хлороза (5.9%), Слом ветвей зафиксирован у березы (1,6%). Цветочное оформление на начало обследования отсутствовало.

На территории игровых площадок произрастает естественный травяной покров. Напочвенный покров требует реконструкции, 5% его площади представляют вытопанные участки.

Для озеленения цветочных клумб детского сада, были разработаны следующие эскизы из однолетних и многолетних цветочно-декоративных растений. Это цветники правильной геометрической формы, в форме прямоугольника, ширина 3,5 м., длина 4,0 м. Окаймляющая часть цветников сформирована из газонного покрытия. В нашем случае предлагается контрастная схема посадки цветочно-декоративных растений.

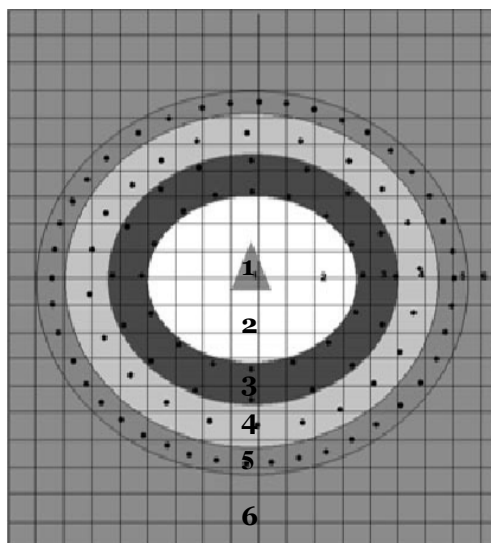


Рис. 2. Эскиз цветника №1. Условные обозначения: 1 – Туя западная Тим-Тим; 2 – Морской гравий; 3 – Сальвия; 4 – Цинерария; 5 – Агератум; 6 – Газон

В цветнике № 1 в середине располагается Туя западная Тини -Тим (*Thuja occidentalis Tiny Tim*) – это очень красивая карликовая форма, выведенная в 1955 году. Высота 0,5 -1м, диаметр кроны 1-1.5 м. Вокруг нее рекомендуется морской гравий. Далее располагаются 3 цветочных орнамента из цветочно-декоративных культур: 1-сальвия, 2- цинерария, 3- агератум (рис. 2).

Сальвия блестящая — *Salvia splendens* Ker Sello ex Nees. et Gawl. Многолетнее растение, культивируется как однолетник, родом из Бразилии. Цветет обильно и продолжительно с июня — июля до заморозков. Цветки распускаются на соцветии постепенно снизу вверх [9, 10] Цинерария морская, или крестовник приморский (*Cineraria maritima* L), - многолетнее растение, культивируемое как однолетнее, декоративно-лиственное. Листья перисто-раздельные, снизу густо покрыты серебристым опушением, отчего растение имеет пепельно-серебристую окраску. Светлая окраска листьев хорошо проявляется при полном солнечном освещении. Соцветия желтых цветков мало декоративны, их удаляют по мере появления. Цинерария - самое популярное бордюрное растение. Высаживают ее во всевозможных цветниках, вокруг пестрых петуний, шалфея огненного, канн с бордовыми листьями, рядом с агератумом, гелиотропом, бархатцами, периллой, розами, табаком, бегонией всегда цветущей. [11]. Агератум (*Ageratum*) - многолетнее травянистое или полукустарниковое растение. В наших климатических условиях выращивается как однолетник. Свое имя агератум получил за способность долго сохранять окраску цветков (греческая частица «а» обозначает отрицание «не», слово *gegas* - старый, таким образом, получается нестареющий), а за продолжительное цветение в России его называют долгоцветка. В культуре распространен единственный вид - Агератум Хоустона, или мексиканский (*A. houstonianum* = *A. mexicanum*). Видовое название Агератума дано в честь Сэма Хоустона (1793-1863) одного из наиболее неоднозначных героев Америки [9, 10].

Тагетес, бархатцы — *Tagetes* L. В декоративном садоводстве получили распространение три вида: *тагетес прямостоячий* — *T. erecta* L., *тагетес рассеченный* - *T. signata* Bartl., *тагетес раскидистый* — *T. patula* L.

Куст у тагетеса прямостоячий, компактный или раскидистый, с явно выраженным главным побегом или несколькими одинаково развитыми побегами первого порядка. Соцветия — корзинки с трубчатыми и язычковыми цветками. Окраска соцветия желтая, оранжевая и краснокоричневая с различными оттенками. Предпочитает открытые солнечные места, но растет и при небольшом затенении [9,10].

В цветнике №2 располагаются три цветочных орнамента: сальвия, бархатцы агератум (рис. 3).

Чашечка не опадает и остается яркой до созревания семян. Цветет обильно с июня до первых осенних заморозков. Сальвия очень эффектна в парадных композициях, рабатках, клумбах. *Salvia* доставляет настоящую радость цветоводам своим продолжительным цветением. (<http://www.gardenbloom.ru>). По углам газона можно расположить либо мощёное покрытие под установку цветочных горшков с декоративными растениями (петуния гибридная), либо уложить природный камень (по усмотрению заказчика).

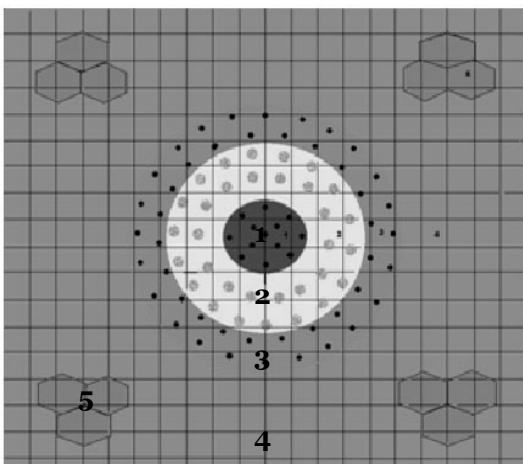


Рис. 3. Эскиз цветника №2. Условные обозначения: 1 – сальвия; 2 – бархатцы; 3 – агератум; 4 – газон; 5 – мощёное покрытие

Выводы

На обследуемой территории имеются следующие типы зеленых насаждений: газоны; рядовые посадки древесных растений; групповые посадки древесных и древесно-кустарниковых растений.

Древесные и кустарниковые растения несут незначительные следы механических повреждений ствола и ветвей (слом ветвей, задира коры). По категории состояния большинство растений относится к здоровым.

Пораженность болезнями и поврежденность насекомыми отмечалась в единичных случаях.

Разработан генеральный план фитодизайна, предлагаемого участка. Составлен ассортимент растений, включающий как однолетние растения петунию гибридную, сальвию, циннерарию, агератум, так и многолетние хвойные (туя Тим-Тим), газон. Для данного участка также можно рекомендовать цветник из однолетних и многолетних растений, альпийскую горку.

Список литературы

1. Рыжова Н.А. Экологическое образование в детском саду. - М.: Карапуз, 2000. - 45 с.
2. <http://www.neuch.ru/referat/52684.html>
3. Ландшафтный дизайн. Красиво, просто. Эффектно. - СПб.: Питер, 2009. - 128 с.
4. Панкратов В. П. Ландшафтный дизайн малых пространств. - М.: МГУ Леса, 2004 - 120 с.
5. Аксёнов В.С., Аксёнова Н.А. Декоративное садоводство для любителей и профессионалов. Травянистые растения: Энциклопедия - М.: АСТ-ПРЕСС, 2001 - 560 с.
6. Шешко П.С. Ландшафтный дизайн. - Минск: Современная школа, 2009. - 368 с.
7. Сидорова М.А. Ландшафтный дизайн. - М.: Изд-во Ниола-Пресс, 2008. - 128 с.
8. Карпионов Р. А., Черняева Е. В. Справочник ландшафтного дизайнера по выбору декоративных растений. М.: Фитон+, 2010. - 160 с.
9. <http://www.gardenbloom.ru/Plant.aspx?id=54>
10. Станков С.С., Талиев В.И., Определитель высших растений европейской части СССР. 2-е исправленное и дополненное издание - М.: Гос. изд-во «Советская наука», 1967. - 740 с.
11. Определитель высших растений Украины / Доброчаева Д.Н., Котов М.И., Прокудин Ю.Н., и др. - Киев: Наук. думка, 1987. - 548 с.

PHYTODESIGN OF TERRITORY OF THE KINDERGARTEN "ALYONUSHKA" (STROITEL' SETTL, BELGOROD REGION)

E.I. Rogozina, A.V. Lazarev

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

Features of a phytodesign of a kindergarten are studied. The project of planting trees and shrubs on a playground with the scheme of planting and the list of the recommended ornamental plants is developed.

Key words: a phytodesign, ornamental plants, flowerbeds.

УДК 635.652: 664.8

ПРИГОДНОСТЬ СОРТОВ ФАСОЛИ ОВОЩНОЙ К ЗАМОРОЗКЕ

**В.Е. Деговцов¹,
Н.В. Коцарева²,
С.М. Сирота³**

¹ ООО «Шебекинский овощной комбинат»,
Россия, 309296, Белгородская обл., г. Шебекино, ул. Александра Матросова, 9а
E-mail: klavik21@yandex.ru

² Белгородская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Я. Горина,
Россия, 308503, Белгородская обл., п. Майский, ул. Вавилова, 1
E-mail: nadine151059@rambler.ru

³ «ВНИИССОК», Россия, 143080, Московская область, Одинцовский район, пос. ВНИИССОК
E-mail: sirota@vniissok.ru

Представлены результаты изучения сортов фасоли овощной для промышленной переработки. Установлена урожайность бобов фасоли овощной в фазе технической спелости, выделены два сорта Лика и Паулиста с высокой урожайностью, товарностью и отвечающие требованиям, предъявляемыми к продукции на заморозку.

Ключевые слова: фасоль овощная, оценка сортов, пригодность сырья к переработке, техническая спелость бобов, масса бобов, урожайность, критерии пригодности к заморозке.

Введение

Основным источником растительного белка для питания человека издавна служат зерновые бобовые культуры, среди которых особое место занимает фасоль. По своей питательности, калорийности, содержанию белка и его усвояемости, комплексу незаменимых аминокислот (лизин, метионин, триптофан) она может быть приравнена к белку мяса и молока. Ценные пищевые качества в сочетании с возможностью разнообразной кулинарной обработки объясняют постоянно возрастающий интерес к этой культуре [1, 2].

В России выращиванию этой культуры до настоящего времени не уделялось должного внимания. Но повышение спроса на данную продукцию и развитие перерабатывающей промышленности ставят задачу изучения производства фасоли спаржевой на промышленной основе с последующей ее переработкой.

Благодаря успехам селекции, т.е. создания скороспелых сортов зона возделывания значительно фасоли из традиционных, южных регионов возделывания, расширилась с юга на север [3].

Методика

С целью изучения пригодности фасоли спаржевой на промышленную переработку и увеличения продолжительности поступления продукции для заморозки были изучены сорта различных групп спелости в условиях юго-запада Центрально-Черноземного региона на базе КФХ «Авангард» Шебекинского района Белгородской области.

Предшественник – капуста белокочанная. Агротехника общепринятая для условий ЦЧР. Срок посева фасоли 10 мая.

Посев проводили вручную с междурядьями 45 см на глубину 4-5 см. Для борьбы с вредителями была проведена разовая обработка «Актелликом» (1.2 л/га).

Закладка опытов проведена согласно методике экологического сортоиспытания (1971) по схеме:

1) сорт Лика - стандарт; 2) сорт Рант; 3) сорт Секунда; 4) сорт Пагода; 5) сорт Паулиста.

Срок посева – 10 мая. Учетная площадь делянки 3.4 м², повторность четырехкратная. Общее количество делянок 120, размещение систематическое.

В опыте были проведены фенологические наблюдения, биометрические измерения и учет урожая. Уборку фасоли проводили вручную.

Результаты исследований

Сумма эффективных температур, необходимая для наступления фазы технической спелости фасоли спаржевой у различных сортов составила 690-860 °С (табл. 1).

Таблица 1
Сумма эффективных температур до наступления
технической спелости, °С

| Сорт | Годы | | Сред- нее | ± к стан- дарту |
|-----------------|------|------|--------------|-----------------------|
| | 2010 | 2011 | | |
| Лица – стандарт | 753 | 796 | 775 | - |
| Секунда | 688 | 741 | 715 | -60 |
| Рант | 670 | 710 | 690 | -85 |
| Пагода | 771 | 829 | 800 | 25 |
| Паулиста | 839 | 880 | 860 | 85 |

является важнейшим для планирования производства. Для увеличения продолжительности поступления продукции фасоли спаржевой на промышленную переработку был изучен вопрос использования для этих целей сортов различных групп спелости. Наступление технической спелости у раннеспелых сортов Рант и Секунда наступает на 46-48 день после массовых всходов, у среднеранних сортов Лица и Пагода на 51-53 день, у среднеспелого сорта Паулиста на 56 день (табл. 2).

В 2011 году продолжительность данного межфазного периода несколько увеличилась по сравнению с 2010 годом, что объясняется изменением климатических условий.

Таблица 2
Число суток от всходов
до технической спелости фасоли

| Сорт | Годы | | Сред- нее | ± к стан- дарту |
|-------------------|------|------|--------------|-----------------------|
| | 2010 | 2011 | | |
| Лица – стандарт | 49 | 53 | 51 | |
| Секунда | 45 | 50 | 48 | -3 |
| Рант | 44 | 48 | 46 | -5 |
| Пагода | 50 | 55 | 53 | 2 |
| Паулиста | 54 | 58 | 56 | 5 |
| НСР ₀₅ | 1.22 | 0.79 | | |

сортов. При работе комбайнов для уборки фасоли овощной на зеленую лопатку обязательным условием является, чтобы высота прикрепления нижнего боба сортов фасоли составляла минимум 12 см. Все сорта фасоли, используемые в опыте, подходят для механизированной уборки (табл. 3).

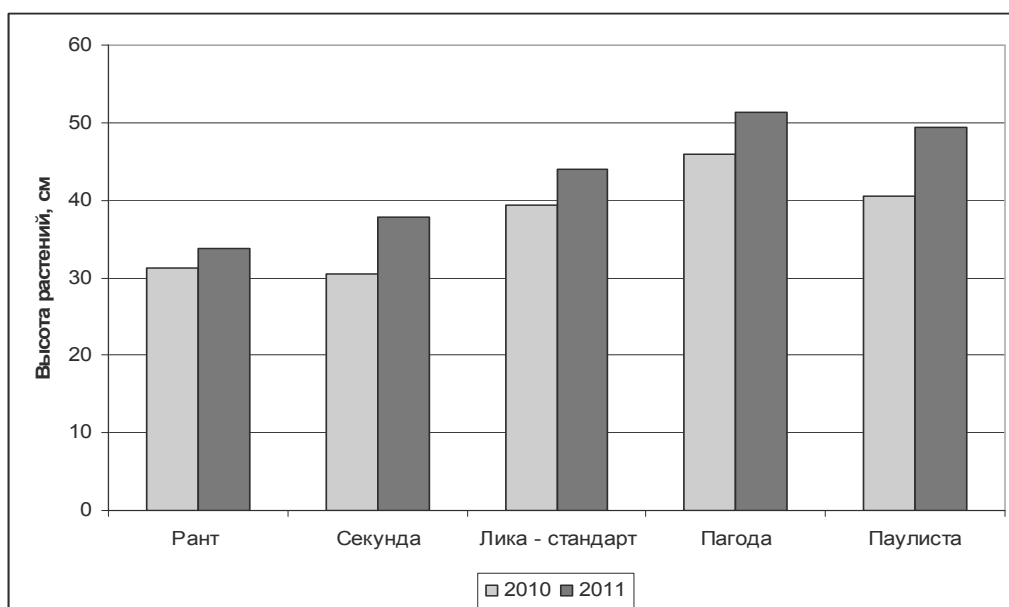


Рис. 1. Высота растений исследуемых сортов фасоли овощной (2010-2011 гг.)

Продолжительность межфазных периодов роста различных сортов фасоли является определяющим фактором при планировании поступления продукции на перерабатывающие предприятия.

Наступление фазы массового цветения фасоли спаржевой у сортов различных групп спелости колебалось от 35 до 40 суток.

При создании конвейера поступления сырья фасоли спаржевой на перерабатывающие предприятия период наступления фазы технической спелости

использование сортов различных групп спелости позволяет увеличить сроки поступления урожая фасоли спаржевой до 11 дней.

Все исследуемые сорта фасоли спаржевой имели прямостоячий тип куста. В 2011 году наблюдали сильный рост вегетативной массы вследствие обилия атмосферных осадков и благоприятных температурных условий (рис. 1).

Высота растений фасоли овощной колебалась от 31.3 см у сорта Рант до 46 см у сорта Пагода в 2010 году, в 2011 году – 33.8 см и 51.3 см у этих же

Таблица 3
Высота прикрепления нижнего боба у фасоли овощной, см

| Сорт | Годы | | Среднее | ± к контролю |
|-------------------|------|------|---------|--------------|
| | 2010 | 2011 | | |
| Лица - контроль | 14.8 | 15.4 | 15.1 | - |
| Секунда | 13.8 | 14.1 | 14 | -1.1 |
| Рант | 12 | 13 | 12.5 | -2.6 |
| Пагода | 17.5 | 17.2 | 17.4 | 2.3 |
| Паулиста | 15 | 14.8 | 14.9 | -0.2 |
| НСР ₀₅ | 1.14 | 1.23 | | |

вой особенности и сильно варьирует (табл. 4).

В 2011 году у изучаемых сортов увеличилась высота прикрепления нижнего боба.

Высота прикрепления нижнего боба у сорта Рант составила 12,5 см, у сорта Секунда 14 см, сорта Лица 15,1 см, сорта Пагода 17,2 см, сорта Паулиста 14,8 см.

Один из показателей, непосредственно влияющих на урожайность фасоли - число бобов на растении. Было установлено, что количество бобов на растении является сортовой особенностью и сильно варьирует (табл. 4).

Таблица 4
Структура урожая фасоли овощной

| Сорт | Число бобов на растении, шт. | | | Масса одного боба, г | | |
|-------------------|------------------------------|------|---------|----------------------|------|---------|
| | 2010 | 2011 | Среднее | 2010 | 2011 | Среднее |
| Лица - стандарт | 21 | 24 | 23 | 4.6 | 5.4 | 5.0 |
| Секунда | 16 | 18 | 17 | 3.7 | 4.6 | 4.2 |
| Рант | 17 | 17 | 17 | 3.5 | 4.4 | 4.0 |
| Пагода | 20 | 22 | 21 | 5.3 | 6.1 | 5.7 |
| Паулиста | 27 | 29 | 28 | 4.8 | 5.2 | 5.0 |
| НСР ₀₅ | 2.47 | 4.52 | | 0.25 | 0.29 | |

количества бобов с одного растения в сравнении со стандартом.

В тесной взаимосвязи, при определении продуктивности, с количеством бобов на растении находится и показатель массы одного боба у фасоли.

Масса одного боба сорта Лица составила в среднем 5,0 г, сорта Паулиста – 5,0 г. Наибольшей массой 1-го боба обладал сорт Пагода – 5,7 г, что выше стандарта на 0,7 г. Наименьшая масса боба отмечена у сортов Рант и Секунда – 4,0 и 4,2 г соответственно.

Урожайность сортов фасоли овощной при уборке на зеленую лопатку представлена на рисунке 2.

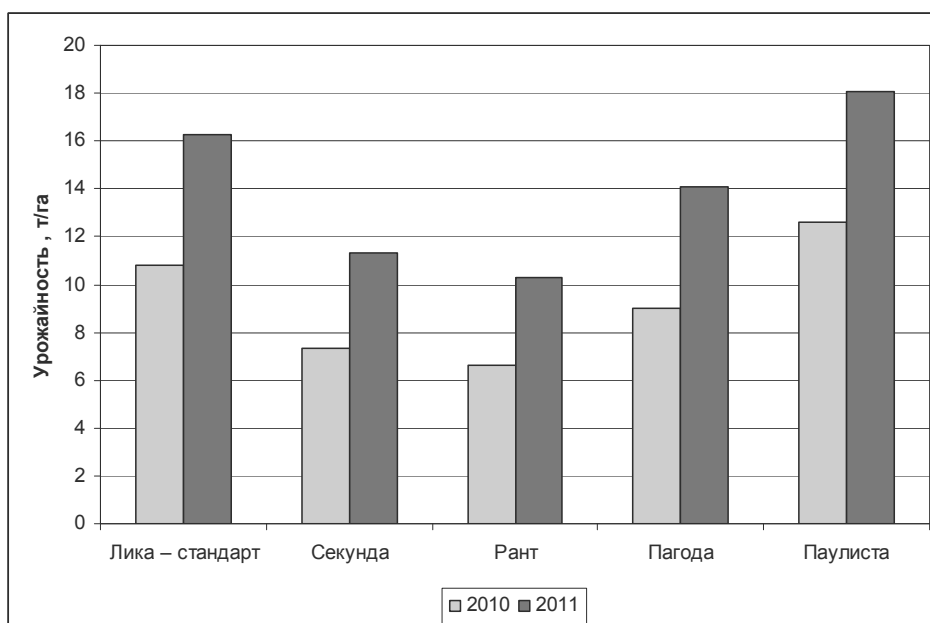


Рис. 2. Урожайность фасоли в технической спелости

Урожайность фасоли спаржевой сильно варьировала в зависимости от условий года и группы спелости сорта. Наибольшая урожайность получена в 2011 году по всем сортам. За два



года исследований лучшие показатели отмечены по сорту фасоли овощной Паулиста – 15.4 т/га, что на 1.8 т/га выше стандартного сорта Лика.

При выборе сортов для промышленного производства значение имеет товарность сырья. В нашем случае она определялась как масса бобов необходимой степени зрелости в общей массе бобов (табл. 5). Хорошим показателем является товарность сырья на уровне 75%. Все исследуемые сорта фасоли спаржевой обладали хорошим показателем товарности сырья.

Таблица 5
Товарность сырья фасоли, %

| Сорт | Годы | | Среднее | ± к стандарту |
|-------------------|------|------|---------|---------------|
| | 2010 | 2011 | | |
| Лика - стандарт | 87 | 90 | 89 | - |
| Секунда | 82 | 84 | 83 | -6 |
| Рант | 80 | 83 | 82 | -7 |
| Пагода | 80 | 88 | 84 | -5 |
| Паулиста | 87 | 91 | 89 | 0 |
| НСР ₀₅ | 7.15 | 5.60 | | |

го зерна. При этом ширина боба должна составлять 0.7–0.9 см.

У сортов Рант и Секунда ширина боба в стадии технической спелости превышала 1 см, что свидетельствует о большой величине зерна и малой пригодности данных сортов к заморозке, вследствие их неудовлетворения потребителю спросу. Сорта Лика, Пагода и Паулиста соответствовали по показателю «ширина боба» - 0.75–0.84 см (табл. 6).

Таблица 6
Биометрические характеристики бобов фасоли овощной

| Сорт | Ширина боба, см | | | Длина боба, см | | |
|-------------------|-----------------|------|---------|----------------|------|---------|
| | 2010 | 2011 | Среднее | 2010 | 2011 | Среднее |
| Рант | 1.18 | 1.13 | 1.16 | 11 | 12.5 | 11.8 |
| Секунда | 1.13 | 1.05 | 1.09 | 10 | 11.3 | 10.7 |
| Лика – стандарт | 0.85 | 0.83 | 0.84 | 8.3 | 10.0 | 9.2 |
| Пагода | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 13.8 | 14.5 | 14.1 |
| Паулиста | 0.75 | 0.75 | 0.75 | 11.5 | 13.0 | 12.3 |
| НСР ₀₅ | 0.08 | 0.07 | | 1.00 | 1.21 | |

почтительными по длине боба были сорта Лика, Пагода и Паулиста. У сортов Рант и Секунда маленькая длина боба способствовала увеличению процента отходов при переработке.

При определении пригодности сорта к переработке в стадии технической спелости важную роль играет выраженность пергаментного слоя. Все сорта овощной фасоли, используемые в опыте, не имели четко выраженного пергаментного, и, как следствие, пригодны для промышленной переработки (табл. 7).

Таблица 7
Пригодность бобов фасоли в технической спелости к заморозке, в баллах

| Сорт | Выраженность пергаментного слоя, в баллах | Цветовая насыщенность, в баллах |
|----------|---|---------------------------------|
| Рант | 1 | 3 |
| Секунда | 1 | 4 |
| Лика | 1 | 5 |
| Пагода | 1 | 4 |
| Паулиста | 1 | 5 |

Пригодность к переработке получены следующие результаты:

Партия фасоли зеленой стручковой резаной, сортов Секунда, Рант очень неоднородны по степени зрелости (со сформировавшимися зернами, недоразвитые, пригодные к употреблению), т.е. непригодны к заморозке на ООО «ШОК». Цвет от желто-зеленого. Бобы с неровной поверхностью (бугристые), неравномерные по размеру. Четко выделены места нахождения зерновок и плохо выполнены бобы. Фасоль зеленая стручковая резаная, сорта Пагода, Лика, Паулиста в стадии технической спелости (размер зерновки не превышает размера пшеничного

Для сортов Рант и Пагода он составил 82% и 84% соответственно, для сорта Секунда – 83%. Показатель товарности сорта Паулиста находился на уровне стандарта и составил 89%.

Основным критерием пригодности к заморозке служит внешний вид бобов: длина, ширина, выраженность пергаментного слоя, цвет. Ширина боба в технической спелости является одним из важных требований, предъявляемых перерабатывающей промышленностью. Семена фасоли в стадии зрелости пригодной для заморозки должны быть размером не более размера пшенично-

Показателем пригодности к заморозке является длина боба (табл. 8). Данный показатель определяет потери бобов при уборке и транспортировке, а также процент отходов при переработке. Оптимальное значение 11–14 см.

Длина боба фасоли овощной в среднем колебалась от 9.2 см у сорта Рант до 14.1 см у сорта Пагода. Для переработки наиболее пред-

Основным потребительским требованием при покупке спаржевой фасоли является насыщенный зеленый цвет. Оценка данного критерия проводилась в лаборатории ООО «ШОК» дегустационной комиссией. Наиболее удовлетворяли по насыщенности зеленого цвета бобы фасоли сорта Паулиста – 5 баллов.

По этому показателю сорта Пагода, Лика и Секунда имели 4 балла. Сорт овощной фасоли Рант не отвечал требуемому показателю.

При оценке сортов в лаборатории ООО «Шебекинский Овощной Комбинат» на при-

зерна). Основная масса бобов ровная, цвет зеленый, насыщенный. Наиболее привлекательная окраска бобов у сорта Паулиста

Для составления конвейера поступления сырья на перерабатывающие предприятия пригодны сорта Лика, Пагода и Паулиста. Сорта Рант и Секунда не подходят для переработки из-за большого процента бобов со сформировавшимися семенами, вследствие крупности и семян и короткого периода перехода стадии технической спелости.

Все изученные сорта фасоли спаржевой подходят для механизированной уборки. Наибольшее количество бобов на растении у сорта Паулиста, а по показателю масса одного боба доминирует сорт Пагода. Урожайность сортов фасоли спаржевой находится в пределах 8.5-15.4 т/га. Наибольшей продуктивностью обладают сорта Лика и Паулиста. Выход товарной продукции превышает 80%. Различные периоды наступления фазы технической спелости у сортов Лика, Пагода и Паулиста с учетом продолжительности периода уборки, позволяют увеличить сроки поступления сырья на перерабатывающие предприятия до 16 дней.

Список литературы

1. Биггс Т. Овощные культуры: Пер. с англ. – М.: Мир, 1986. - 200 с.
2. Кононов М.В., Андриевская Л.П. Фасоль – кладовая высокоценного пищевого белка в Волгоградской области // Экол. аспекты производства и перераб. с.-х. сырья при создании продуктов питания 21 в. – Волгоград, 2000. – С. 192-196.
3. Литвинов С.С. Овощеводство в России: состояние и перспективы развития // Картофель и овощи. – 2006. - №2. – С. 3-6.

FITNESS BEANS VEGETABLE VARIETIES FROST

**V.E. Degovtsov¹, N.V. Kotsareva²,
S.M. Sirota³**

¹ LLC "SHOCK», Alexander Matrosov
St., 9a, Shebekino, Belgorod Reg.,
309296, Russia

E-mail: klavik21@yandex.ru

² BelGSACA them. VJ Gorin,
Vavilova St., 1, Mayskiy Settl., Belgorod
Region, 308503, Russia

E-mail: nadine151059@rambler.ru

³ SSI "VNISSOK", VNISSOK Vill.,
Odintsovo Dist., Moscow Reg., 143080,
Russia

E-mail: sirota@vniissok.ru

The results of the study of varieties of vegetable beans for industrial processing are presented. Yield of vegetable beans in the phase of technical maturity was established, two kinds of Lika and Paulista with a high yield, marketability, and meeting the requirements for products for freezing were identified.

Key words: vegetable beans, assessment of varieties, suitability of raw materials for processing, technical maturity of beans, bean weight, yield, eligibility criteria of suitability for freezing.



УДК 581.1

СОДЕРЖАНИЕ ВОДЫ В ПРОРОСТКАХ ВИКИ (*VICIA SATIVA* L.) И НАКОПЛЕНИЕ ИМИ БИОМАССЫ В ПРИСУТСТВИИ ИОНОВ НИКЕЛЯ

**Э.А. Абрамова,
В.В. Иванищев**

Тульский государственный
педагогический университет
им. Л.Н. Толстого, Россия,
300026, г. Тула, пр. Ленина, 125.
E-mail: abramea@mail.ru

Исследовали формирование массы проростков вики в присутствии ионов никеля. Показано, что содержание воды в тканях проростков зависело от концентрации хлорида никеля в среде. Сделан вывод о том, что снижение транспирации частично связано с поддержанием оводнённости тканей растений.

Ключевые слова: хлорид никеля, проростки вики, биомасса, транспирация.

Введение

Механизмы влияния ионов тяжёлых металлов на растения могут иметь множественный характер: оказывать токсическое действие, нарушать водный обмен, генерировать избыточное количество активных форм кислорода и др. Важнейшей, если не одной из главных, характеристик, в обеспечении жизнеспособности растений, является состояние водного баланса. По этой причине водообеспеченность растений представляет собой одну из центральных проблем их экологической физиологии. Даже незначительные изменения этого показателя существенно меняют физиологические характеристики растительного организма. Более того, присутствие высоких концентраций тяжёлых металлов в почвенном растворе является причиной их токсичности вследствие нарушения таких параметров водного обмена, как содержание воды в тканях, водный потенциал, интенсивность транспирации [1]. Изученность этого вопроса в отношении растений на ранних этапах морфогенеза остаётся весьма слабой. Поэтому цель настоящего исследования состояла в изучении показателей водного баланса проростков в процессе их формирования на примере вики.

Материал и методы исследования

Объектом исследования служили проростки вики (*Vicia sativa* L.) сорта Орловская-84, семена которых перед проращиванием промывали в растворе марганцовокислого калия, после чего трижды промывали проточной водой и один раз – дистиллированной. Растения вики выращивали в виде водной культуры, используя дистиллированную воду в контрольном варианте и с добавлением ионов металла ($NiCl_2$) в опыте. Для получения проростков в чашки Петри помещали по 20 семян, наливали воду или раствор соли, закрывали для минимизации испарения и проращивали при температуре 20-23 °С. Для оценки действия ионов Ni на двенадцатые сутки после начала инкубации проводили измерение параметров водного обмена: массу формирующейся корневой системы, эпикотилиа и интенсивность транспирации. Определение интенсивности транспирации эпикотилиа проводили по известному методу [2].

Эксперименты проведены в трех-пяти биологических повторностях по три аналитические повторности в каждой. Результаты экспериментов обработаны статистически с использованием программы Excel. На рисунках приведены только средние величины. Десятичные логарифмы концентраций хлорида никеля приведены для величин 1, 10, 100, 1000, 10000 мкмоль/л, что соответствует концентрациям 10^{-6} , 10^{-5} , 10^{-4} , 10^{-3} , 10^{-2} . Уровень значимости результатов соответствует вероятности событий $P > 0,95$.

Результаты и их обсуждение

Результаты проведенных экспериментов показали, что характер изменения параметров роста и развития растений находился в прямой зависимости от концентрации растворов хлорида никеля. При концентрациях до 10^{-5} М сырая масса корня была выше или на уровне контрольного варианта (рис. 1).

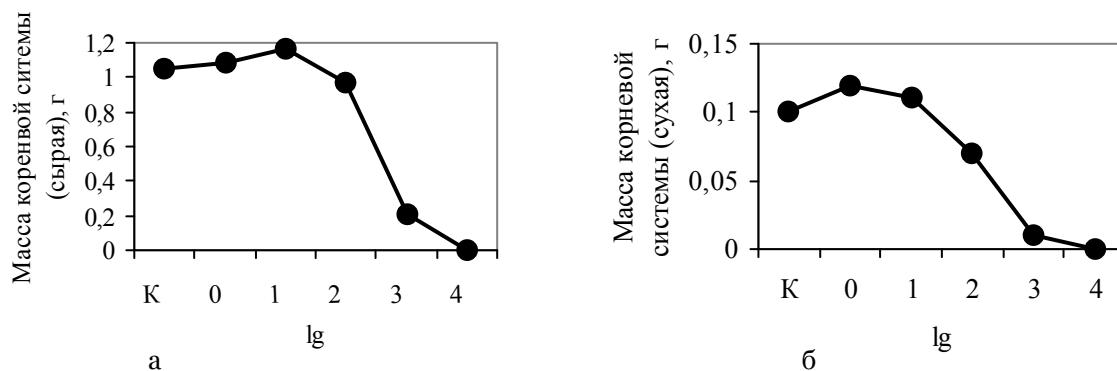


Рис. 1. Влияние хлорида никеля на сырую (а) и сухую (б) массу корневой системы проростков вики (К – контроль, lg – логарифм концентрации $NiCl_2$)

Дальнейшее увеличение концентрации ионов соли приводило к снижению показателя. Сухая биомасса корневой системы менялась в гораздо большей степени, причём общая картина изменения параметра не менялась (рис. 1 б). Более высокие показатели сухой массы корня могут свидетельствовать о положительном влиянии низких концентраций ионов никеля на процесс формирования тканей корневой системы. Далее наблюдали постепенное снижение сухой массы корня. Различие в характере снижения сырой и сухой массы корня свидетельствует о влиянии ионов никеля на водный потенциал тканей (рис. 1 а, б). Возможно, эта причина была главной в приостановке роста главного корня, изменении его окраски и отгнивания (при высоких концентрациях хлорида никеля). Уменьшение тургора в условиях эксперимента также может быть связано со снижением эластичности клеточных стенок сосудов, обусловленным частичным замещением кальция ионами металла и изменением проницаемости мембран [3, 4]. Кроме того, известно, что присутствие некоторых тяжёлых металлов в среде приводит к снижению содержания воды в клетках растений из-за уменьшения числа и диаметра сосудов ксилемы и ситовидных трубок флоэмы [5, 6].

Определение аналогичных параметров формирующегося эпикотилия показало, что характер накопления его сырой и сухой массы также различался (рис. 2 а, б).

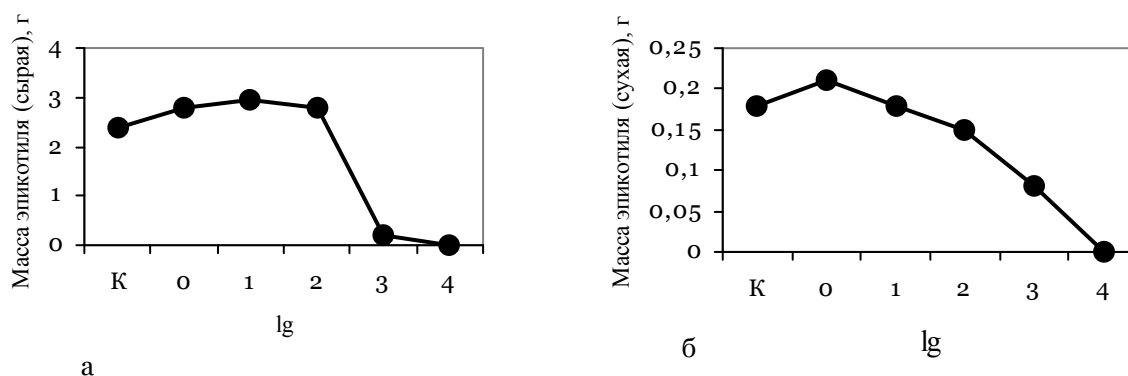


Рис. 2. Влияние хлорида никеля на накопление сырой (а) и сухой (б) биомассы эпикотилия проростков вики (К – контроль, lg – логарифм концентрации $NiCl_2$)

Близкие к контролю или более высокие показатели сырой массы эпикотилия наблюдали до концентрации менее 10^{-4} М, в то время как величина сухой массы была ниже контрольного варианта уже при концентрации, равной 10^{-5} М. В растениях никель считается элементом с высокой подвижностью, характерной для основных биогенных элементов. Поэтому представленные результаты предполагают, что соль никеля, проникая в формирующиеся проростки, вызывает повышенное поглощение воды для поддержания необходимой ионной силы раствора цитоплазмы. Это обусловлено либо накоплением ионов никеля в цитоплазме, либо их перекачкой в вакуоли [1]. Данные рис. 1 и 2 свидетельствуют о том, что ионы соли никеля оказывали существенно больший эффект на водный режим эпикотилия, чем корневой системы. Тем не менее, при низких концентрациях ионов никеля стимулирующий эффект в формировании эпикотилия был аналогичен тому, что наблюдали для корневой системы (рис. 1 а, б).

Снижение накопления сухого вещества при концентрациях соли выше, чем 10^{-5} М, можно объяснить токсическим действием металла на биосинтетические процессы, прежде все-

го, через негативное влияние на активность ферментов. С этой позиции толерантность проростков вики при более высоких концентрациях хлорида никеля вплоть до 10^{-4} М достигается, по-видимому, за счет изменения именно водного баланса растительных организмов.

Представленные результаты свидетельствуют о том, что хлорид никеля влияет на водный обмен формирующихся проростков. Одним из его показателей является содержание воды. Его определение в органах вики показало, что кривые имели сходный характер (рис. 3 а, б)

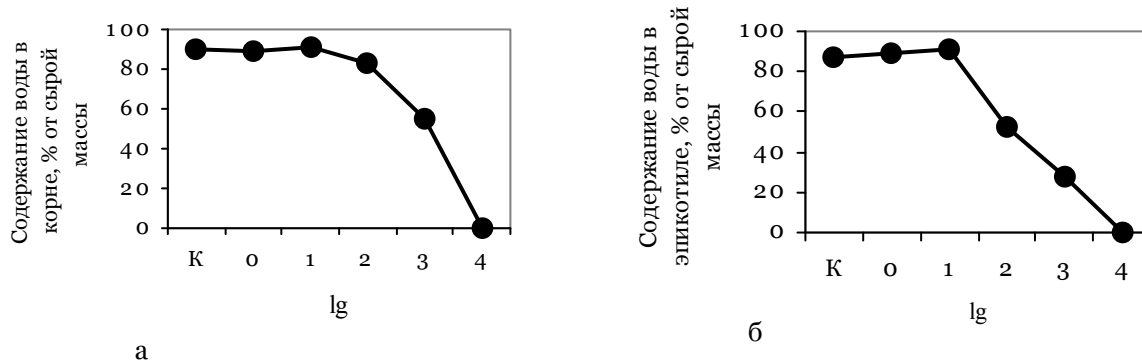


Рис.3. Содержание воды в корнях (а) и эпикотили (б) вики (К – контроль, lg – логарифм концентрации $NiCl_2$)

Оводнённость тканей корня поддерживалась на достаточно высоком уровне до примерно 10^{-4} М, в то время как эта характеристика тканей эпикотили резко падала после концентрации хлорида никеля, равной 10^{-5} М. Результаты показывают, что клетки корневой системы вики обладают большей водоудерживающей способностью, что, по-видимому, и позволяло эпикотилу поддерживать достаточно долго (до концентрации примерно 10^{-4} М) высокие показатели сырой массы (рис. 1, а).

Интересные результаты были получены при анализе соотношения сырой и сухой массы эпикотиль/корень (рис. 4).

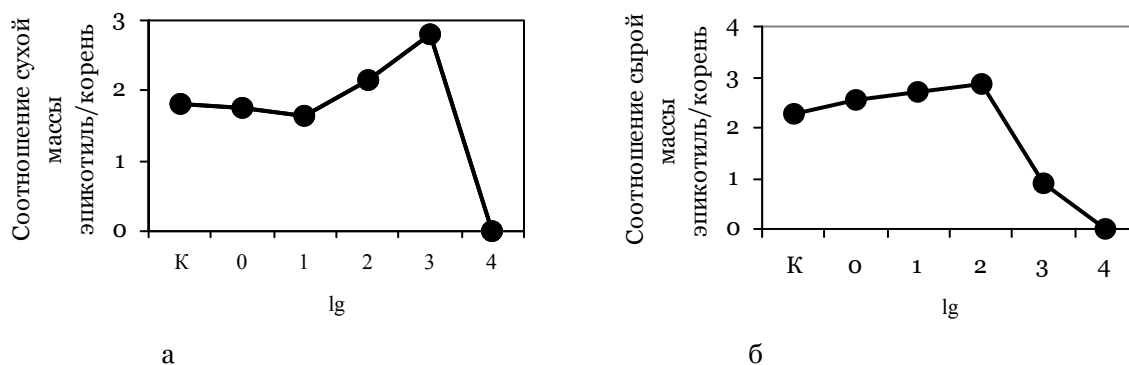


Рис. 4. Влияние хлорида никеля на соотношения сырой (а) и сухой (б) массы эпикотиль/корень растений вики (К – контроль, lg – логарифм концентрации $NiCl_2$)

Отношение сырой массы эпикотиль/корень было аналогичным выше представленным зависимостям, что может свидетельствовать о поддержании равновесия водного баланса между органами проростков вики. В то же время величина отношения сухой массы эпикотиль/корень вначале слабо снижалась, после чего неожиданно стала расти (рис. 4, б). Такая картина может говорить о том, что, при начальных концентрациях соли происходило сбалансированное формирование корневой системы и проростков. Далее, несмотря на близкие к летальным концентрации соли никеля, происходило перераспределение ассимилятов, относительно большая доля которых шла на формирование биомассы эпикотили. Такие результаты предполагают, что хлорид никеля при высоких концентрациях оказывает относительно большее негативное влияние на формирование корня. Это может быть связано с накоплением никеля в корневых волосках или отвлечением ассимилятов на индукцию синтеза фитохелатинов [1].

Исследование интенсивности транспирации формирующихся проростков вики показало картину, аналогичную представленным выше (рис. 5).

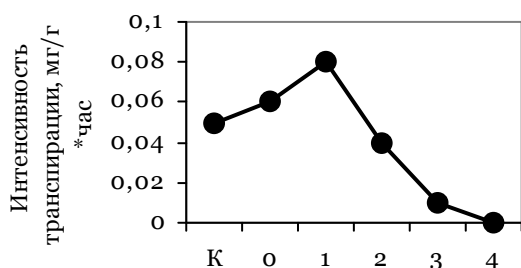


Рис.5. Интенсивность транспирации проростков вики (К – контроль, lg – логарифм концентрации NiCl₂)

Анализ полученных результатов позволяет говорить о том, что кривая зависимости похожа по характеру на зависимость содержания воды в эпикотиле (рис. 3, б). При этом до концентрации 10⁻⁵ М показатели были выше или на уровне контрольного варианта. Далее они падали, достигая нулевых значений. Тем не менее, наблюдаемое резкое снижение транспирации до 10⁻⁴ М могло отчасти способствовать поддержанию относительно высокого содержания воды в проростках до этой концентрации хлорида никеля в среде (рис. 2, а). По литературным данным снижение транспирации листьев пшеницы в присутствии ионов никеля предотвращало потерю воды [1]. Однако отсутствие необходимой листовой поверхности у проростков не позволяет растениям в полной мере использовать этот механизм.

Однако отсутствие необходимой листовой поверхности у проростков не позволяет растениям в полной мере использовать этот механизм.

Заклучение

Таким образом, проведенное исследование показало разнообразие влияния ионов хлорида никеля на характеристики водного обмена и накопление биомассы формирующихся проростков вики в зависимости от концентрации соли. В целом наблюдаемые эффекты могут быть объяснены влиянием на водный режим, активность ферментов, изменение структуры проводящих тканей, а также на гормонально-ингибиторный баланс растений. Следует также отметить, что значительное снижение исследованных показателей при высоких концентрациях хлорида никеля отчасти, возможно, связано с присутствием высоких концентраций, скорее ионов хлора, чем никеля, что требует, однако, экспериментального подтверждения. Тем не менее, полученные результаты свидетельствуют о тесной взаимосвязи между поддержанием водного баланса и накоплением биомассы формирующимися проростками вики в присутствии в среде ионов хлорида никеля.

Список литературы

1. Кошкин Е.И. Физиология устойчивости сельскохозяйственных культур. – М.: Дрофа, 2010. – 635 с.
2. Грязнов В.П. Руководство к лабораторным и экспериментальным работам по физиологии растений. – Белгород: БелГУ, 2006. – 120с.
3. Демченко Н.П., Калимова И.Б., Демченко К.Н. Влияние никеля на рост, пролиферацию и дифференциацию клеток корневой меристемы проростков *Triticum aestivum* // Физиология растений. 2005. – Т. 52. – № 2 – С. 250–258.
4. Серегин И.В., Кожевникова А.Д. Физиологическая роль никеля и его токсическое действие на высшие растения // Физиология растений. 2006. – Т. 53. – № 2 – С. 285-308
5. Сливинская Р.Б. Нарушение водного баланса растений под действием тяжелых металлов // II съезд ВОФР. – М., 1992. – С. 195.
6. Шматько И.Г., Григорюк И.А., Шведова О.Е. Устойчивость растений к водному и температурному стрессу. – Киев: Наук. думка, 1989. – 224 с.

THE WATER CONTENT IN VETCH (*VICIA SATIVAL*) SEEDLINGS AND ITS BIOMASS FORMATION IN THE PRESENCE OF NICKEL IONS

E.A. Abramova, V.V. Ivanishchev

L.N.Tolstoy Tula State Pedagogical University, Lenin Prospect, 125, Tula, 300026, Russia

E-mail: abraamea@mail.ru

It has been studied the biomass formation of vetch seedlings in the presence of nickel ions. It was shown that the water content in seedlings tissues depends on the nickel chloride concentration in the mixture. It has been concluded that the fall of transpiration is partially connected with the maintenance of plant tissues water content.

Key words: nickel chloride, vetch seedlings, biomass, transpiration.



УДК 117.2:633.11«324»

ГЕНЫ *Wx* И РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ШРОТА МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

**Т.А. Рыжкова^{1,2},
М.Ю.Третьяков^{1,2},
В.П. Нецветаев^{1,2},
О.А. Сорокопудова²
О.В. Акиншина^{1,2}
Л.С. Бондаренко^{1,2}
А.В. Аркадьева¹**

¹ Белгородский научно-исследовательский институт сельского хозяйства Россельхозакадемии, Россия, 308001 г. Белгород, ул. Октябрьская, 58
E-mail: netsvetaev@bsu.edu.ru

² Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85

Исследование реологических свойств шрота сортов нормальной (*Корочанка*), частично-*wx* (*Коротышка*) и *wx*-пшеницы (*Софийка*), показало, что шрот полного рецессива по *wx*-генам имеет высокое влагопоглощение, низкую вязкость теста и устойчивость к черствлению готовой продукции. Генетический анализ пылевых зерен с растений F₂, № 991JD529 X *Коротышка* подтвердил наличие у сорта *Коротышка* одного рецессивного гена *wx*. Технологический анализ показал, что одного *wx*-гена в геноме пшеницы не достаточно для существенного улучшения качества хлебопекарной продукции. Изучено влияние среды на формирование физических свойств теста из зерна урожая 2010 и 2011 гг. Анализировались образцы мягкой озимой пшеницы *Везёлка*, *Безенчукская 380*, *Фея* и *Уни 1*. Установлено, что «стекание зерна» приводит к существенному изменению физических показателей теста, отражающих углеводный комплекс зерновки при анализе шрота на приборе Миксолаб. Так, по сравнению с 2010 г. ретроградация уменьшилась на 55,4%, активность амилазы увеличилась на 21,8%, вязкость уменьшилась на 43,5%. В целом вклад средового фактора в вариацию этих показателей составлял 36-71%. Тесто из такого шрота по физическим свойствам углеводного комплекса приближалось к типичной микрограмме, характерной для образца с рецессивными аллелями *wx*.

Ключевые слова: мягкая пшеница, *wx*-гены, миксолаб, стекание зерна, физические свойства теста.

Введение

Крахмальные гранулы состоят из двух типов молекул – амилозы и амилопектина. В пределах амилопластов синтез амилозы достигается благодаря ферменту GBSS (granule-bound starch synthase), также известного как *waхu*-протеин. *Wx*-протеины кодируются генами под названиями *вакси* (*Wx*). Аллогексаплоиды (AABBDD), т.е. мягкие пшеницы, несут три гомеологичных гена: *Wx-A1* (хромосома 7AS-короткое плечо), *Wx-B1* (7BL - длинное плечо) и *Wx-D1* (7DS-короткое плечо) [1, 2].

Сорт пшеницы называется *ваху*, если объединяются три неактивных нуль-аллеля, что приводит к полному блокированию синтеза фермента GBSS и амилозы. В этом случае крахмал состоит только из амилопектина. Пшеница с одним или двумя нуль-аллелями имеет частично блокированный синтез амилозы и называется частично-*вакси* (partial-*waхu*) [3, 4, 5].

Каждый неактивный *wx* – рецессивный аллель вызывает снижение до определенного уровня содержания амилозы в крахмале и меняет соотношение амилоза/амилопектин в зерне, что влияет на технологические свойства муки пшеницы и вкусовые качества конечной продукции.

Цель исследования – повышение эффективности селекции продовольственной пшеницы. Для решения её необходимо было оценить эффект генов *wx* на изменение технологических свойств шрота сортов озимой мягкой пшеницы. Другой задачей являлось выявление средового фактора на вариацию этих свойств. Для решения поставленных вопросов использовали прибор Миксолаб (Франция), позволяющий тестировать шесть показателей качества этой культуры.

Материал и методика исследований

Исследовались сорта озимой мягкой пшеницы урожая 2010 и 2011 годов. Погодные условия вегетационного периода 2010 г. были похожи на предыдущий год (2009), особенности которого на полях института отражены ранее [6]. Повышенные температуры и недостаточная влагообеспеченность в период созревания растений пшеницы способствовали формированию высококачественного зерна. В 2011 г. в период налива и созревания зерна две недели подряд шли небольшие дожди, что привело к «стеканию зерна». В связи с этим, созревшее зерно, в частности, характеризовалось повышенной щуплостью.

В качестве образцов использовали следующие сорта: *Софийка* – сорт *wx*-пшеницы, имеющий три нуль-аллеля, полученный из Селекционно-генетического института от А.И. Ры-

балка (Одесса) в 2011 г. (урожай 2010 г.); *Коротышка* – сорт частично-*wx* пшеницы, содержащий рецессив *Wx-B1* [1], селекции ГНУ Белгородского НИИСХ Россельхозакадемии (урожай 2010 г.); *Корочанка* – сорт нормальной пшеницы, несущий доминантные аллели *Wx*, селекции ГНУ Белгородского НИИСХ Россельхозакадемии (урожая 2011 г.), *991JD529* рецессивная гомозигота по генам *wx* яровой мягкой пшеницы из коллекции Института растениеводства УААН (Харьков).

Для исследования влияния такого среднего фактора как «стекание зерна» на физические свойства теста анализировались сорта *Везёлка*, *Безенчукская 380*, *Фея* и *Уни 1* урожая 2010 и 2011 гг.

Хлебопекарные качества шрота определяли на приборе Миксолаб по ранее описанной методике [7] в протоколе *Chopin wheat+*, предназначенного для анализа шрота.

Результаты и исследования.

Зерна *wx*-пшениц могут быть легко обнаружены с помощью йодной пробы: их отличает красно-коричневая окраска пыльцевых зёрен и эндосперма семени, в отличие от темной сине-черной окраски зерна дикого типа. Так, в таблице 1 представлены результаты расщепления пыльцевых зёрен с растений F_1 № *991JD529* X *Коротышка* по реакции на окраску йодом.

Таблица 1

Расщепление пыльцевых зерен по генам *Wx* / *wx* на растениях F_1 № *991JD529* X *Коротышка*

| Фенотипические классы | | $\chi^2_{1:1}$ | P | $\chi^2_{3:1}$ | P | $\chi^2_{7:1}$ | P |
|-----------------------|-----------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|
| <i>Wx</i> | <i>wx</i> | | | | | | |
| 116 | 30 | 50.66 | <0.01 | 1.55 | >0.10 | 8.65 | <0.01 |

При моногенном наследовании ожидаемое расщепление пыльцевых зёрен на растениях F_1 должно соответствовать соотношению 1 : 1. В табл. 1 приведена оценка соответствия наблюдаемого расщепления пыльцевых зёрен ожидаемому на растениях F_1 в зависимости от числа генов, определяющих реакцию на окраску йодом. Как видно, наблюдаемое расщепление не соответствует расщеплению 1 : 1. В то же время, при дигенном наследовании ожидаемое расщепление должно быть близко отношению 3 : 1. Полученное расщепление подтверждает дигенность наследования данного признака (табл. 1). В случае наследования, обусловленного тремя генами ожидаемое расщепление должно быть 7 : 1. Это вариант статистически не подтверждается (табл. 1). Следовательно, *Коротышка* несет рецессивный аллель по одному из генов *wx* и доминантные по двум другим факторам, что подтверждают результаты изложенные ранее [1].

Следует отметить, что окраска крахмальных зерен и пыльцы частично – *wx* пшениц может быть от фиолетовой до сине-черной. Поэтому визуально их нельзя отличить от образцов дикого типа.

Установлено, что в смесях муки обычной и пшеницы-*wx* водопоглощение тем больше, чем выше процент добавки муки *wx*-пшеницы. Повышение ВПС% муки дает «припек» хлеба. То есть увеличивает весовой выход продукта, а более активный амилолиз увеличивает объем испеченного хлеба [5, 8, 9].

Следует отметить, что такой довольно важный для качества хлеба показатель, как «число падения» или индекс Хагберга, у пшеницы вакси колеблется в пределах 67–80 с. Такое низкое число падения бывает в муке хлебопекарных пшениц только из проросшего зерна в колосе. В нормальных условиях «число падения» для хлебопекарной пшеницы находится в пределах 350–400 с. [1, 2]. Мука, полученная из *wx* сортов пшеницы в чистом виде, не подходит для выпечки хлебобулочных изделий. Хлеб из *wx*-пшеницы, имеет низкий удельный объем, липкую структуру мякиша (рис. 1). Максимальное содержание муки *wx*-пшеницы, без существенных отрицательных изменений качества хлебобулочного изделия, составляет 30%. В то же время мука *wx*-пшеницы обладает потенциалом улучшителя, который способствует меньшему черствлению готовой продукции [9].

Анализ реологических и ферментативных свойств позволил выявить следующее (табл. 2). Влагопоглотительная способность (ВПС%) исследуемых образцов имела высокие числовые значения, что объясняется в частности наличием оболочек в шроте. Чем выше влагопоглощение образца, тем меньше требуется навеска шрота для достижения заданной консистенции теста. Сорт *wx* пшеницы *Софийка* обладал наиболее высоким значением ВПС, что также подтверждает литературные данные [9].

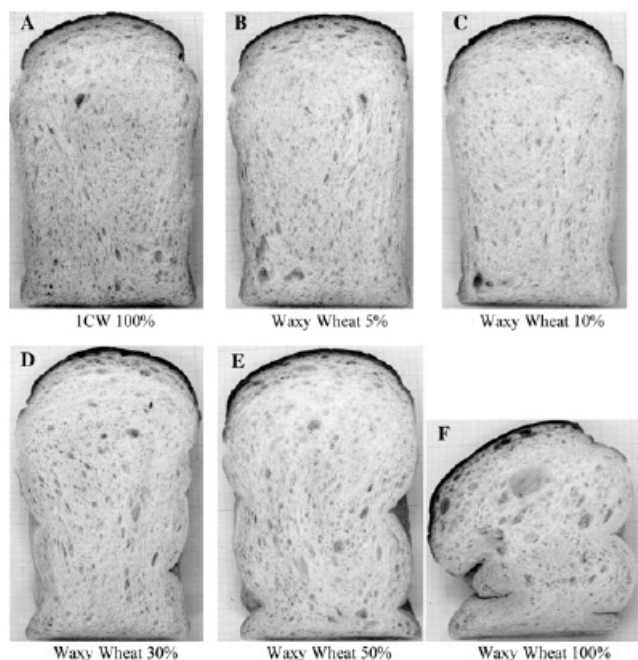


Рис. 1. Внешний вид хлеба, выпеченного из смеси муки (0, 5, 10, 30, 50 и 100% муки *шх*-пшеницы) [9]

Наиболее стабильным в процессе замешивания теста был образец *Софийка*, о чем свидетельствует высокий показатель индекса Замес. Данный индекс описывает поведение теста и его силу во время этой фазы при 30°C. Образец *Корочанка* имел самый низкий показатель Замес, что нашло отражение и на миксограмме (рис. 2). Пик в течение 0-8 мин, высота и ширина которого обуславливают значения индексов ВПС и Замес, был более узким и раньше других образцов пошел на снижение. Данные различия можно объяснить особенностями белковой части комплекса изученных образцов шрота.

Наиболее высоким индекс Глютен + (5 баллов) был у образца *Корочанка*, а у образцов *шх* (*Софийка*) и частично-*шх* (*Коротышка*) пшеницы составлял 2 балла. Низкий индекс Глютен + указывает на большее снижение консистенции теста в фазе II (рис. 3).

Таблица 2

Показатели качества шрота мягкой пшеницы на приборе Миксолаб

| Образец | ВПС 1 | ВПС | Замес | Глютен+ | Вязкость | Амилаза | Ретроградация |
|-------------------------|-------|------|-------|---------|----------|---------|---------------|
| Софийка (Wx-A1, B1, D1) | 73.2 | 9 | 5 | 2 | 0 | 5 | 3 |
| Коротышка (Wx-B1) | 67.3 | 9 | 4 | 2 | 5 | 8 | 8 |
| Корочанка | 64.9 | 8 | 2 | 5 | 2 | 4 | 5 |
| среднее | 68.47 | 8.67 | 3.67 | 3.00 | 2.33 | 5.67 | 5.33 |

Интересные данные были получены по индексу вязкости (III фаза). Считается, что на этой стадии, т.е. в процессе нагревания, роль протеинов переходит на второй план путём передачи воды крахмалу. Соответственно, вязкость теста увеличивается.

Так как в качестве исследуемых были выбраны образцы полностью и частично-*шх* пшениц (*Софийка* и *Коротышка* соответственно), то они характеризовались полным или частичным отсутствием амилозы в крахмальном комплексе. Отсутствие амилозы в образце *шх*-пшеницы *Софийка* вызвало снижение значения индекса Вязкость до нуля и, следовательно, значительное снижение консистенции теста (табл. 2, рис. 2).

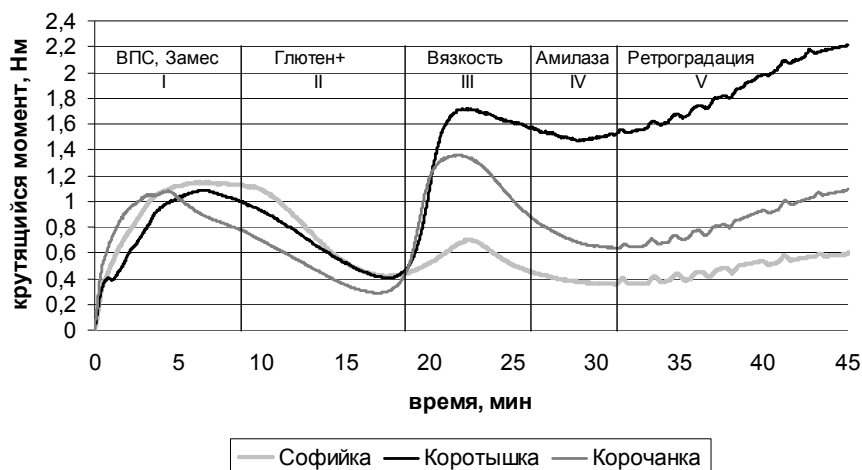


Рис. 2. Миксограммы исследуемых образцов: *Софийка* и *Коротышка* урожай 2010 г.; *Корочанка* урожай 2011 г.

Образец *Ко-*

ротышка обладал достаточно высокой степенью вязкости теста со значением 5 баллов, т.е. действие одного гена *wx* на данный показатель не проявилось. Образец шрота *Корочанка* при отсутствии *wx*-генов продемонстрировал более низкую, чем у *Коротышки* вязкость, которая оценена в 2 балла. Такое поведение шрота *Корочанки* можно объяснить тем, что в 2011 г. на посевах зерновых наблюдалось «стекание зерна» и это могло отразиться на этом показателе, а также индексе - Амилаза. Подтверждением этому являются сравнительные результаты оценки индексов качества сортов озимой мягкой пшеницы, полученных при анализе зерна урожая 2010 и 2011 годов (табл. 3).

Таблица 3

Показатели качества шрота сортов мягкой пшеницы на приборе Миксолаб по годам

| Название сорта | Годы | ВПС | Замес | Глютен+ | Вязкость | Амилаза | Ретроградация |
|--|------|-----|-------|---------|----------|---------|---------------|
| Везёлка | 2010 | 8 | 1 | 5 | 1 | 5 | 5 |
| | 2011 | 8 | 1 | 5 | 1 | 5 | 2 |
| Безенчукская 380 | 2010 | 9 | 2 | 5 | 3 | 6 | 7 |
| | 2011 | 9 | 3 | 2 | 2 | 4 | 5 |
| Фея | 2010 | 8 | 1 | 6 | 2 | 5 | 6 |
| | 2011 | 8 | 1 | 5 | 1 | 4 | 2 |
| Уни1 (1Do) | 2010 | 8 | 1 | 5 | 3 | 6 | 7 |
| | 2011 | 8 | 2 | 4 | 1 | 4 | 3 |
| Среднее | 2010 | 8.3 | 1.3 | 5.3 | 2.3 | 5.5 | 6.3 |
| | 2011 | 8.3 | 1.8 | 4.0 | 1.3 | 4.3 | 3.0 |
| <i>HCP</i> _{0.05} | X | - | 0.9 | 2.0 | 1.3 | 1.5 | 1.5 |
| Доля влияния, %: годы сорта случайные отклонения | | | 12.5 | 31.7 | 36.4 | 64.1 | 70.7 |
| | | | 75.0 | 44.3 | 45.5 | 7.7 | 24.7 |
| | | | 12.5 | 24.0 | 18.2 | 28.2 | 4.6 |

Как видно, «стекание зерна» несущественно сказалось на показателе замес, что свидетельствует о том, что клейковинный комплекс эндосперма под действием этого фактора слабо изменился. Основной вклад в его вариацию вносили наследственные особенности образца. В то же время, доля влияния среды достаточно велика в формировании следующего показателя – глютен. Он отражает число водородных связей между пептидами белкового комплекса. В то же время, здесь также лидирующее место остается за генетическими особенностями сортов. Как и следовало ожидать, «стекание зерна» прежде всего, затрагивает углеводный комплекс зерновки (табл. 3). Соответственно, уменьшился индекс вязкости и амилазы, что свидетельствует о повышении активности амилолитических ферментов зрелого зерна пшеницы в 2011 г. по сравнению с 2010 г. Интересно, что доля влияния среды и генотипа на показатель вязкости была близка. Вероятно, это связано с наследственными особенностями крахмального комплекса изученных сортов. Напротив, изменение индексов амилазы и, в значительной степени, ретроградации было обусловлено в эти годы влиянием средовых факторов.

Таким образом, кривая миксограммы *Корочанки* (рис. 2) отражает действие «стекания зерна» в 2011 г. В данном случае, «стекание зерна» приводило к изменению физических свойств теста шрота из такого зерна, подобное введению рецессивных генов *wx* в обычный по погодным условиям вегетационный период.

Индексы Вязкости и Амилазы связаны друг с другом. Считается, что низкое значение вязкости указывает на высокую активность амилолитических ферментов. Соответственно, сорта *Софийка* и *Корочанка* имели достаточно высокую активность амилаз (4-5 баллов), а *Коротышка* - наименьшую (8 баллов) (табл. 2). Характерно, что если у *Софийки* ферментативная активность связана с особенностями крахмального комплекса, обусловленного генами *wx*, то у *Корочанки* на формирование этого показателя повлияли факторы среды, описанные выше (дождливая погода в период налива зерна).

По индексу Ретроградации, характеризующему степень кристаллизации крахмала, выделился образец *Софийка*, отличающийся низкими показателями кристаллизации углеводов, а, следовательно, и более медленным черствлением конечной продукции, что отмечено зарубежными исследователями в отношении *wx*-пшениц [9]. Характерно, что шрот из зерна *Корочанки*, подвергнувшегося «стеканию» также обладал более низким индексом черствления – ретроградации (рис. 2).



Таким образом, были исследованы хлебопекарные показатели шрота вакси пшеницы в сравнении со шротом частично-вакси и нормальной пшеницы. Полный рецессив по *wx* генам (безамилозный сорт) определяет высокое влагопоглощение, низкую вязкость теста и хорошую устойчивость к черствлению конечной продукции. Введение одного рецессивного гена *wx* недостаточно для существенного улучшения качества хлебопекарной продукции.

Тесто из зерна подвергнутого «стеканию» по физическим свойствам углеводного комплекса приближается к образцам, несущим рецессивные аллели генов *wx*.

Использование прибора Миксолаб для выявления действия генов *wx* целесообразно проводить в годы нормальные для формирования полноценного зерна. Если погодные условия приводят к «стеканию зерна» данный прибор для выявления генов *wx* мало эффективен.

Работа выполнена при поддержке ФУП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы, Соглашение №14.А18.21.0200.

Список литературы

1. Климущина М.В. Молекулярно-генетическая характеристика коллекции мягкой озимой пшеницы по генам, отвечающим за хлебопекарные и технологические качества муки // М.В. Климущина, М.Г. Дивашук, Г.И. Карлов // Известия ТСХА. – 2009. – выпуск 3. – С. 80-88.
2. Гладких Н.И. Скрининг коллекции мягкой озимой пшеницы КНИИСХ имени П.П. Лукьяненко на наличие аллельных вариантов *waxy*-генов / Н.И. Гладких, М.В. Климущина, М.Г. Дивашук, Л.А. Беспалова, А.В. Васильев, Г.И. Карлов // XI Молодежная научная конференция «Биотехнология в растениеводстве, животноводстве и ветеринарии». – Москва, 2011. – С. 20-21.
3. Graybosch R.A. Waxy wheats: origin, properties, and prospects // Food science & technology. – 1998. – No. 9. – P. 135-142.
4. Рыбалка А.И. Современные направления улучшения качества зерна ячменя / А.И. Рыбалка, М.М. Копусь, Д.П. Донцов // Аграрный Вестник Юго-Востока. – 2009. - №3. – С. 18-21.
5. Обухова Л. В. Анализ запасных белков (проламинов, пуриноидинов и *Waxy*) у линий мягкой пшеницы *Triticum aestivum* L. × (*Triticum timopheevii* Zhuk. × *Triticum tauschii*) с комплексной устойчивостью к грибным инфекциям / Л.В. Обухова, Л.И. Лайкова, В.К. Шумный // Генетика. – 2010. - № 6 (46). – С. 764-768
6. Нецветаев В.П. Новые подходы к оценке качества зерна озимой мягкой пшеницы / Нецветаев В.П., Лютенко О.В., Пашенко Л.С., Попкова И.И. // Белгородский Агромир. - 2010. -№1(54). - С. 27-29.
7. Нецветаев В.П. Использование прибора Миксолаб при исследовании муки высшего сорта / В.П. Нецветаев, М.Ю. Третьяков, Т.А. Рыжкова // Судебная экспертиза. – 2011. – № 1. – С. 91-99.
8. Hayakawa K. Quality characteristics of waxy hexaploid wheat (*Triticum aestivum* L.): properties of starch gelatinization and retrogradation / K. Hayakawa, K. Tanaka, T. Nakamura, S. Endo, T. Hoshino // Cereal Chemistry. – 1997. - Vol. 74, No.5. - P. 576-580.
9. Hayakawa K. End use quality of waxy wheat flour in various grain-based foods / K. Hayakawa, K. Tanaka, T. Nakamura, S. Endo, T. Hoshino // Cereal Chemistry. – 2004. - Vol. 81, No. 5. – P. 666-672.

***WX* GENES AND RHEOLOGICAL PROPERTIES OF COMMON WHEAT FLOUR**

**T.A. Ryzhkova^{1,2}, M.Yu. Tretyakov^{1,2},
V.P. Netsvetaev^{1,2},
O.A. Sorokopudova²,
O.V. Akinshina^{1,2},
L.S. Bondarenko^{1,2},
A.V. Arkadjeva¹**

¹Belgorod State Research Institute of Agriculture Russian Academy of Agricultural, Octyabrskaya St., 58, Belgorod, 308001, Russia
E-mail: netsvetaev@bsu.edu.ru

²Belgorod State National Research University, Pobedy St., 85, Belgorod, 308015, Russia

The study of rheological properties of flour in normal varieties (*Korotychanka*), partially-wx (*Korotyshka*) and wx-wheat (*Sophiyka*), showed that the full meal for wx-recessives genes has a high water absorption, low viscosity of dough and resistance of finished product to getting stale. Genetic analysis of pollen grains from plants F_1 № 991JD529 X *Korotyshka* confirmed in cv. *Korotyshka* one recessive gene *wx*. Wx-one recessive gene in the genome of wheat is not enough to significantly improve the quality of bakery products. The influence of environment on the formation of the physical properties of dough from grain harvested in 2010 and 2011 was studied. We analyzed samples of common winter wheat *Vezelka*, *Bezenchukskaya 380*, *Feya* and *Uni 1*. It was established that the "run-off grain" leads to a significant change in physical indicators of dough reflecting a complex carbohydrate meal in the analysis of grains by the instrument *Mixsolab*. Thus, compared to 2010 retrogradation decreased 55.4%, amylase activity increased by 21.8%, the viscosity decreased by 43.5%. In general, the contribution of environmental factors in the variation of these parameters was 36-71%. Dough from this meal by the physical properties of the complex carbohydrate was close to typical mixogramme characteristic of the sample with the recessive allele's *wx*-loci.

Key words: common wheat, *wx*-genes, *mixolab*, run-off grain, physical properties of dough.

УДК 581.5: 631.95

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫХ ВИДОВ FABACEAE В АГРОФИТОЦЕНОЗАХ С ОДНОВИДОВЫМ И СМЕШАННЫМ ТРАВСТОЕМ НА КАРБОНАТНЫХ ПОЧВАХ ¹

**Е.В. Думачева,
В.И. Чернявских**

Белгородский государственный
национальный
исследовательский
университет,
Россия, 308015, г. Белгород,
ул. Победы, 85

E-mail: dumacheva@bsu.edu.ru

Основной целью исследований являлось изучение экологической устойчивости хозяйственно-ценных видов Fabaceae в агрофитоценозах с одновидовым и смешанным бобово-злаковым травостоем для оценки потенциальной возможности их дифференциации и выделения конкурентоспособных и долголетних субпопуляций. В дальнейшем планируется их использование для конструирования устойчивых агрофитоценозов на карбонатных почвах.

Ключевые слова: хозяйственно-ценные виды Fabaceae, фитомасса, конкурентоспособность, агрофитоценозы с одновидовым и смешанным травостоем, карбонатные почвы.

Введение

Экологическая устойчивость рассматривается в современной литературе как способность особей, популяций и видов к выживанию и сохранению продуктивности в неблагоприятных условиях внешней среды [1].

Не смотря на довольно обширный материал по оценке экологической устойчивости различных видов растений, в том числе и широко возделываемых многолетних культур, остается наименее разработанным вопрос ее повышения при создании агрофитоценозов со смешанными бобово-злаковыми травостоями в неблагоприятных условиях, особенно на почвах с высоким содержанием карбонатов.

В качестве показателей, отражающих степень экологической устойчивости популяций и субпопуляций хозяйственно-ценных видов Fabaceae можно рассматривать продуктивность надземной фитомассы, сохранность бобового компонента, конкурентоспособность и др. [2, 3]. Применительно к практике экологических исследований, фитоценологии, а также прикладных ботанических исследований и селекции, эти показатели являются важными как для сообщества в целом, так и для отдельных особей [4-8].

Особую актуальность оценка экологической устойчивости приобретает в связи с изучением механизмов повышения продуктивного долголетия бобовых трав при межвидовой конкуренции, особенно со злаковыми культурами [9-14].

Основной целью исследований являлось изучение экологической устойчивости и продуктивности хозяйственно-ценных видов Fabaceae в агрофитоценозах с одновидовым и смешанным бобово-злаковым травостоем при выращивании на карбонатных почвах юга Среднерусской возвышенности для оценки потенциальной возможности их дифференциации и выделения конкурентоспособных и долголетних субпопуляций.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования были сортопопуляции хозяйственно-ценных видов Fabaceae: клевера лугового (*Trifolium pratense* L.), клевера гибридного (*Trifolium hybridum* L.), люцерны изменчивой (*Medicago varia* Martyn), люцерны желтой (*Medicago falcata* L.), лядвенца рогатого (*Lotus corniculatus* L.), ранее полученные нами в питомниках поликросса и переопыления [15]. Бобовые травы выращивали в чистом виде и в условиях злаково-бобовой травосмеси (компоненты: райграс пастбищный (*Lolium perenne* L.), овсяница красная (*Festuca rubra* L.), овсяница овечья (*Festuca ovina* L.).

Стационарный двухфакторный опыт по изучению продуктивности надземной фитомассы многолетних бобовых трав проводился в 2002-2008 гг. в Ботаническом саду НИУ «Бел-

¹ Работа выполнена в рамках реализации государственных заданий Министерства образования и науки РФ Белгородским государственным национальным исследовательским университетом на 2012 год (№ приказов: 7.2077.2011; 5.2614.2011) и при поддержке внутривузовского гранта для докторов наук.

ГУ» на склоне северо-восточной экспозиции. Почва участка – чернозем типичный карбонатный слабосмытый с содержанием гумуса перед закладкой опыта 3.94-4.05, pH сол. 7.30-7.32.

Площадь учетной делянки первого порядка 10 м², второго – 5 м². Повторность опыта 6-ти кратная. Посев бобовых трав обычный рядовой с междурядьем 20 см проводили электронной сеялкой «Клен-1», злаковых трав – разбросным способом.

Наблюдения, учеты и математическую обработку полученных данных проводили по стандартным методикам, принятым в опытах с многолетними травами [16, 17]. Для выявления связей между изучаемыми признаками применяли корреляционный и регрессионный анализ [18]. Коэффициенты корреляции рассчитывали с использованием ППС Statgraphics. С целью исследований первичных связей использовали анализ главных компонент и факторный анализ [19].

Результаты и их обсуждение

Исследования показали, что в год посева (2002 г.) продуктивность надземной фитомассы агрофитоценозов была невысокой и колебалась в пределах 121.4-147.0 г/м² абс.сух.в-ва, значительно не отличаясь по вариантам опыта. Существенные различия по продуктивности, а также ряду других важных хозяйственно-полезных показателей проявлялись со второго года жизни – первого года пользования – 2003 г.

В среднем за 2003-2008 гг. (1-6 годы пользования) одновидовые агрофитоценозы хозяйственно-ценных видов Fabaceae обеспечивали сбор надземной фитомассы 315.5 г/м², смешанные – 301.0 г/м². Наиболее продуктивными были как одновидовые, так и смешанные посевы *L. corniculatus* L. (соответственно 365.9 и 338.8 г/м²) и *M. varia* Martyn (352.5 и 302.8 г/м²). Они превосходили посевы *T. pratense* L. и *T. hybridum* L. в среднем на 92.4-111.7 г/м².

При долголетнем использовании агрофитоценозов с одновидовыми или смешанными бобово-злаковыми травостоями важным становится сохранение их продуктивности на определенном высоком уровне, а также изучение динамики изменчивости этого показателя. Эти параметры можно с высокой степенью достоверности оценить при помощи коэффициента вариации (C_v ,%) [9, 20-22], а также с использованием методов факторного и корреляционно-регрессионного анализа [18, 19].

В частности, наибольшее варьирование сбора общей надземной фитомассы по годам за весь период исследований (2002-2008 гг.) было отмечено у *T. pratense* и *T. hybridum* – величина коэффициента вариации составила 38.25%, у *M. varia* – 35.9% при возделывании в чистом виде. У *M. falcata* и *L. corniculatus* в смешанных посевах она снижалась до 20.9 и 30.8% соответственно. В среднем общая надземная фитопроductивность агрофитоценозов со смешанным травостоем варьировала в меньшей степени ($C_v=27.8\%$), чем одновидовых ($C_v=29.8\%$). Эта тенденция была отмечена у всех изучаемых хозяйственно-ценных видов Fabaceae.

В результате более детального анализа общей продуктивности агрофитоценозов по отдельным периодам выявлено, что за первые три года пользования (2003-2005 гг.) в среднем по всем одновидовым посевам общая надземная фитомасса составляла 392.3 г/м², что было достоверно выше, чем у смешанных посевов. Однако начиная с 4-ого года жизни продуктивность агрофитоценозов при всех способах посева стабилизировалась и изменялась в пределах 238.6-240.6 г/м² в среднем по всем вариантам опыта.

Наибольший размах варьирования надземной фитопроductивности у всех хозяйственно-ценных видов Fabaceae был отмечен в первые годы пользования и в среднем составил 15.7% в одновидовых агрофитоценозах и 11.8% в смешанных. В первом случае C_v изменялся от 11.2% у *L. corniculatus* до 43.5% у *T. pratense*, во втором – от 9.8% у *M. falcata* до 35.2% у *T. hybridum*.

В последние годы жизни (2006-2008 гг.), по мере старения травостоев, отмечена тенденция снижения коэффициента вариации как в одновидовых агрофитоценозах (в среднем до 9.6%), так и в смешанных (до 11.6%). В чистых посевах наименьшее варьирование фитомассы отмечено у *T. pratense* и *T. hybridum* (4.4-7.9%), в смешанных – у *L. corniculatus* (9.6%). Это в целом свидетельствует о стабилизации продукционного процесса в этот период.

Проведенный регрессионный анализ показал, что изменение продуктивности агрофитоценозов в зависимости от их долголетия у всех изученных многолетних бобовых трав, за исключением *M. varia*, хорошо описывалось полиномом третьего порядка (рис. 1). Для *M. varia* уровень зависимости близок к линейной.

Зависимость продуктивности надземной фитомассы от продолжительности жизни агрофитоценозов аппроксимировалась уравнениями параболы 2-ой и 3-ей степени (табл. 1). Высокие коэффициенты корреляции (от 0.837 до 0.999) свидетельствуют о сильной степени зависимости продуктивности надземной фитомассы посевов многолетних бобовых трав от их долголетия.

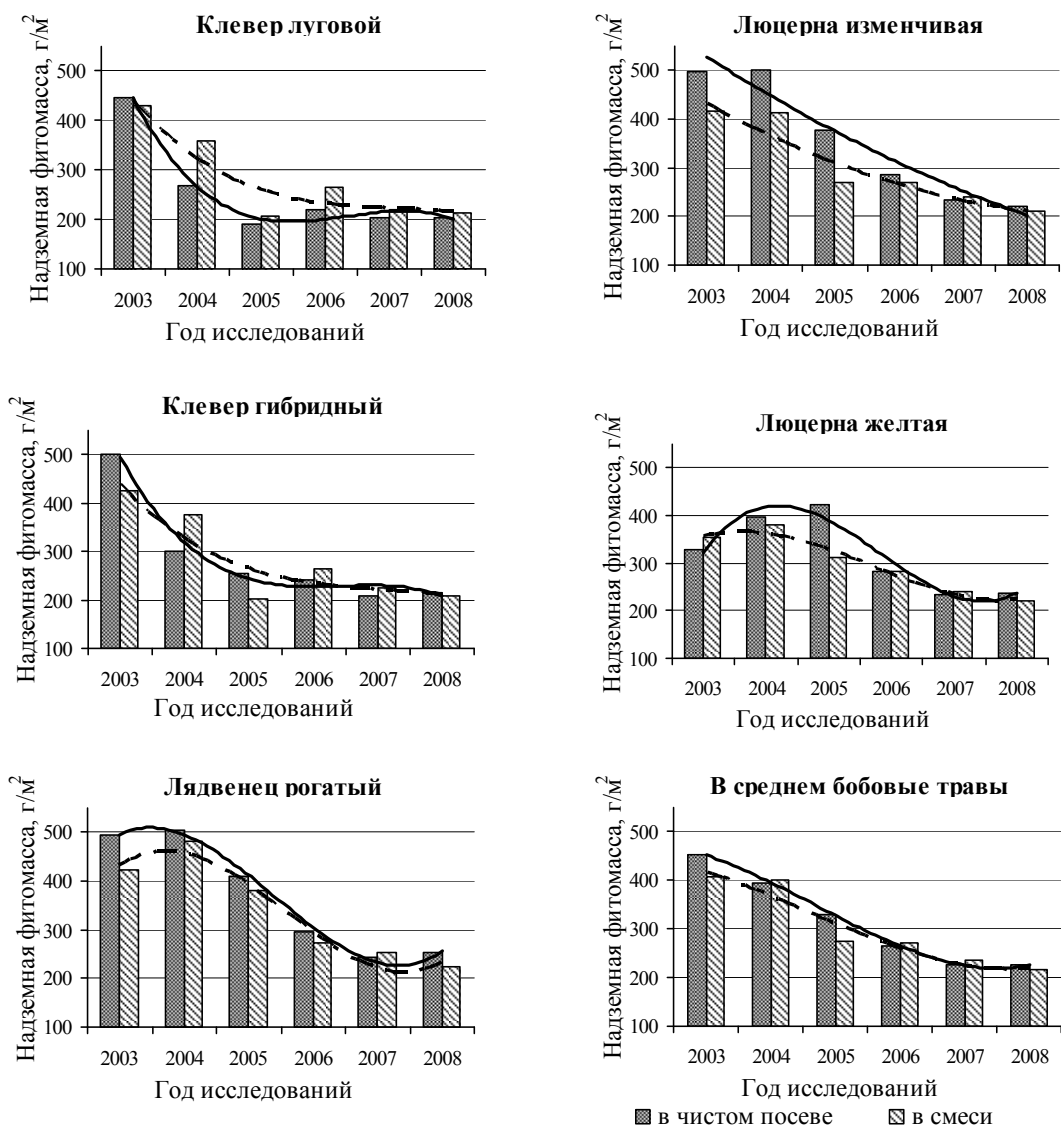


Рис. 1. Динамика надземной фитомассы агрофитоценозов с одновидовым и со смешанным посевом многолетних бобовых трав, г/м² абсолютно сухого вещества

Таблица 1

Уравнения регрессии и коэффициенты корреляции зависимости продуктивности надземной фитомассы посевов многолетних бобовых трав от их долголетия

| Способ посева | Вид трав | Уравнение регрессии | R ² |
|--------------------|------------------------------|---|----------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| В чистом посеве | <i>Trifolium pratense</i> L. | $Y = -8.1x^3 + 105.0x^2 - 436.9x + 784.8$ | 0.972 |
| | <i>Trifolium hybridum</i> L. | $Y = -7.0x^3 + 92.8x^2 - 406.2x + 815.4$ | 0.983 |
| | <i>Medicago varia</i> Martyn | $Y = 5.6x^2 - 83.1x + 509.2$ | 0.897 |
| | <i>Medicago falcata</i> L. | $Y = 11.5x^3 - 132.1x^2 + 412.9x + 29.2$ | 0.940 |
| | <i>Lotus corniculatus</i> L. | $Y = 9.8x^3 - 100.3x^2 + 231.2x + 355.3$ | 0.999 |
| | в среднем | $Y = 2.9x^3 - 22.9x^2 - 7.7x + 480.1$ | 0.998 |
| В смеси со злаками | <i>Trifolium pratense</i> L. | $Y = -3.0x^3 + 45.0x^2 - 230.6x + 628.1$ | 0.881 |
| | <i>Trifolium hybridum</i> L. | $Y = -2.4x^3 + 37.0x^2 - 205.9x + 607.4$ | 0.837 |
| | <i>Medicago varia</i> Martyn | $Y = 3.8x^2 - 91.8x + 616.2$ | 0.945 |
| | <i>Medicago falcata</i> L. | $Y = 4.0x^3 - 44.7x^2 + 112.1x + 285.7$ | 0.973 |
| | <i>Lotus corniculatus</i> L. | $Y = 9.8x^3 - 104.1x^2 + 271.1x + 254.3$ | 0.961 |
| | в среднем | $Y = 2.0x^3 - 15.6x^2 - 16.7x + 468.5$ | 0.924 |

Результаты дисперсионного анализа двухфакторного опыта, проведенного методом организованных повторений, показали, что в зависимости от срока жизни травостоев в общей



изменчивости резульативного признака «величина надземной фитомассы» происходило изменение доли влияния изучаемых факторов.

В период 2003-2005 гг. доля участия фактора А («способ посева») составляла 1.73%, фактора В («вид трав») 41.46%, взаимодействия факторов АВ – 9.92%, случайных факторов 41.15%, условия года – 5.75%. В 2006-2008 гг. наблюдалось иное распределение. Отмечено резкое снижение доли фактора А до 0%, фактора АВ до 7.10%, при увеличении доли фактора В до 64.49% и случайных факторов до 18.23%. При этом влияние условий года было незначительным – 0.16%.

Установлено, что продуктивность изучаемых агрофитоценозов, в большей степени зависела от вида бобовых трав, чем от способа посева. По мере старения травостоев эта зависимость усиливалась. В среднем по опыту у всех изучаемых культур выявлена тенденция повышения надземной продуктивности агрофитоценозов по мере увеличения в них доли бобового компонента ($r=0.983$).

Анализ полученных данных показал, что, начиная с 4-го года жизни, наблюдалась стабилизация продуктивности агрофитоценозов на уровне 225 г/м², более выраженная в смешанных бобово-злаковых травостоях, в сравнении с одновидовыми. Причем, эта тенденция в одинаковой степени была характерна для всех изученных видов Fabaceae и при всех способах посева. По-видимому, средняя величина общей надземной фитомассы по всем вариантам опыта в этот период отражала продуктивность, характерную для фитоценозов данного экотопа в целом и уже не столько определялась их видовым составом, сколько доступностью природных ресурсов: элементов питания, влагообеспеченностью, освещенностью и температурным режимом.

В качестве обобщающего показателя экологической устойчивости изученных видов Fabaceae в наших опытах рассматривалась их удельная фитомасса под которой мы понимали общую фитомассу бобовых в агрофитоценозах без учета других видов (т.е. злаковых трав и сорно-полевых видов).

В среднем за 2003-2008 гг. агрофитоценозы с одновидовыми посевами по этому показателю существенно превосходили смешанные бобово-злаковые травостои и обеспечивали надземную продуктивность бобового компонента на уровне 220.5 г/м² абс.сух.в-ва против 107.4 г/м² в смеси. Высокопродуктивными как в чистых, так и в смешанных посевах были травостой *L. corniculatus* (330.7 и 173.5 г/м² соответственно), наименее *T. pratense* (153.7 и 105.8 г/м²). Наибольшее варьирование удельной фитомассы в среднем по опыту отмечено у *T. pratense*, *T. hybridum* и *M. varia* (101.9% и 158.8%; 103.9% и 130.9%; 105.9% и 113.2% соответственно).

Минимальным было варьирование в чистых посевах *M. falcata* (20,2%) и *L. corniculatus* (41.6%). Коэффициент вариации удельной фитомассы бобового компонента в среднем за шесть лет исследований в одновидовых агрофитоценозах составил 63.3% против показателя 107.4% в смешанных. Эта тенденция наблюдалась у всех изученных видов Fabaceae.

Оценка удельной фитомассы бобового компонента в первые 3 года пользования показала, что в среднем по всем одновидовым посевам она составила 324.9 г/м², что на 21.4% превышало продуктивность смешанных посевов. Более широкая амплитуда варьирования удельной фитомассы в этот период отмечена в смешанных посевах ($C_v=55.5\%$) по сравнению с чистыми ($C_v=38.6\%$).

Начиная с 4 года пользования, в среднем по вариантам опыта в чистых посевах удельная фитомасса составляла около 116.2 г/м², в то время как в смешанных вклад фитомассы в общую кормовую продуктивность резко снизился на 86,9 г/м² и стабилизировался на уровне 29.3 г/м². Коэффициент вариации по мере увеличения долголетия травостоев также снизился до 25,5% в чистых посевах и до 15.5% в смешанных. Минимальным коэффициентом варьирования в 2006-2008 гг. был у *M. falcata* (11.8%) и *M. varia* (14.3%) в чистых посевах, и у *L. corniculatus* (17.0%) в смешанных.

Из данных, представленных на рисунке 2 видно, что изменения удельной фитомассы бобового компонента в процессе вегетации травостоев в основном описывались уравнениями параболы второго порядка. Однако в случае посевов *M. falcata* и *L. corniculatus* в чистом виде изменения признака имели линейную зависимость.

Зависимость удельной фитомассы бобового компонента от продолжительности жизни агрофитоценозов с одновидовым и смешанным посевом многолетних трав Fabaceae аппроксимировалась уравнениями регрессии, приведенными в таблице 2. Высокие коэффициенты корреляции показывают сильную степень связи между изучаемыми признаками.

Результаты дисперсионного анализа двухфакторного опыта показали обратную тенденцию зависимости резульативного признака «удельная фитомасса» от срока жизни травостоев по сравнению с показателем общей фитомассы.

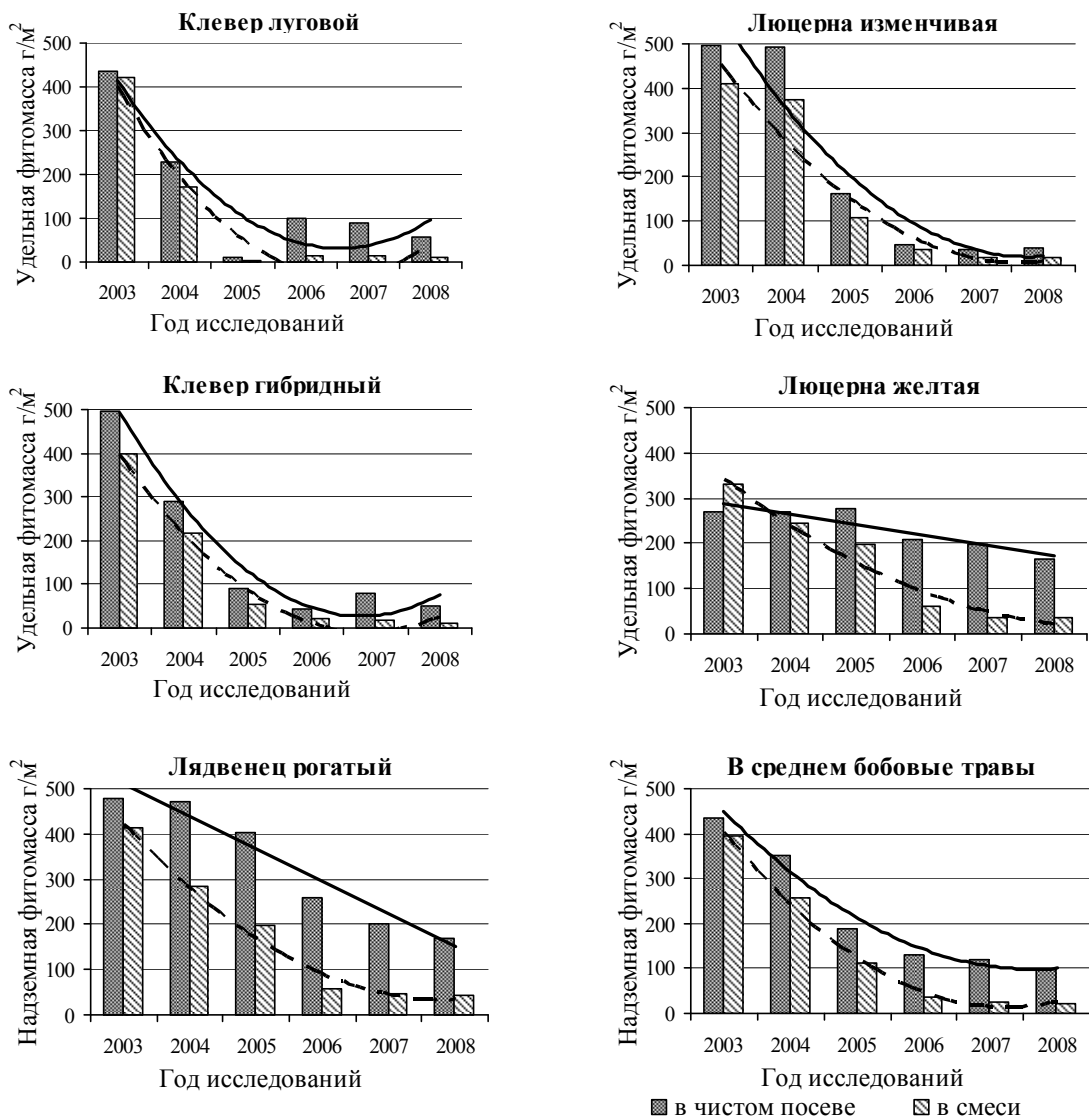


Рис. 2. Динамика удельной фитомассы бобового компонента агрофитоценозов с одновидовым и смешанным посевом многолетних бобовых трав (без учета злаковых и сорняков), г /м² абсолютно сухого вещества

Таблица 2

Уравнения регрессии и коэффициенты корреляции зависимости удельной фитомассы бобового компонента от продолжительности жизни травостоев

| Способ посева | Вид трав | Уравнение регрессии | R ² |
|--------------------|------------------------------|--------------------------|----------------|
| В чистом посеве | <i>Trifolium pratense</i> L. | $Y=30.4x^2-276.8x+660.9$ | 0.863 |
| | <i>Trifolium hybridum</i> L. | $Y=32.8x^2-312.7x+773.5$ | 0.969 |
| | <i>Medicago varia</i> Martyn | $Y=23.6x^2-272.5x+807.7$ | 0.894 |
| | <i>Medicago falcata</i> L. | $Y=-22.8x+311.1$ | 0.834 |
| | <i>Lotus corniculatus</i> L. | $Y=-71.5x+580.9$ | 0.943 |
| | в среднем | $Y=16.2x^2-183.5x+616.5$ | 0.976 |
| В смеси со злаками | <i>Trifolium pratense</i> L. | $Y=34.0x^2-310.6x+675.9$ | 0.951 |
| | <i>Trifolium hybridum</i> L. | $Y=27.1x^2-263.4x+631.1$ | 0.984 |
| | <i>Medicago varia</i> Martyn | $Y=20.9x^2-235.3x+666.8$ | 0.922 |
| | <i>Medicago falcata</i> L. | $Y=9.4x^2-130.0x+463.1$ | 0.961 |
| | <i>Lotus corniculatus</i> L. | $Y=16.4x^2-192.2x+597.8$ | 0.981 |
| | в среднем | $Y=21.6x^2-226.3x+606.9$ | 0.994 |

В период 2003-2005 гг. доля участия фактора А («способ посева») составляла 10.36%, фактора В («вид трав») 34.44%, взаимодействия факторов АВ – 6.30%, случайных факторов – 19.80%, условия года – 29.08%. На 5-7-ой годы резко увеличилась доля влияния фактора А до

44,86%, остался практически на том же уровне фактор В – 35,45%, усилилось влияние фактора взаимодействия АВ – 17,03% и были незначительными условия года – 1,27% и случайные факторы – 1,41%. Оба изученных фактора (способ посева и вид бобового компонента) в наших исследованиях были определяющими и одинаково важными для формирования экологической устойчивости агрофитоценозов.

Установлено, что, начиная с 3-4-го года пользования, наблюдалась общая для всех видов тенденция постепенного снижения вклада трав Fabaceae в общую продуктивность надземной фитомассы агрофитоценозов. Отмечена стабилизация фитомассы бобового компонента в последние годы пользования, более явно выраженная в агрофитоценозах со смешанным посевом многолетних хозяйственно-ценных видов Fabaceae.

Результаты многолетних исследований одновидовых и смешанных агрофитоценозов показали, что их продуктивность в значительной степени определяется удельной фитомассой. Это подтверждается высокой корреляцией между величиной общей фитомассы агрофитоценозов и удельной массой бобового компонента ($r=0.873-0.920$).

В связи с этим большой научный и практический интерес представляли относительные данные о доле бобового компонента в составе травосмесей (рис. 3). При изучении динамики участия бобового компонента в период 2002-2008 гг. установлено, что в агрофитоценозах с одновидовым посевом многолетних трав Fabaceae их доля составляла 61,9% против 40,3% в посевах со смешанным травостоем. В среднем по опыту высокая доля бобовых была характерна для агрофитоценозов с одновидовым посевом *L. corniculatus* (83,4%) и смешанным бобово-злаковым *M. varia* (45,4%). Минимальная – для агрофитоценозов с одновидовым травостоем *T. pratense* (28,8%) и смешанным *M. varia* (49,6%).

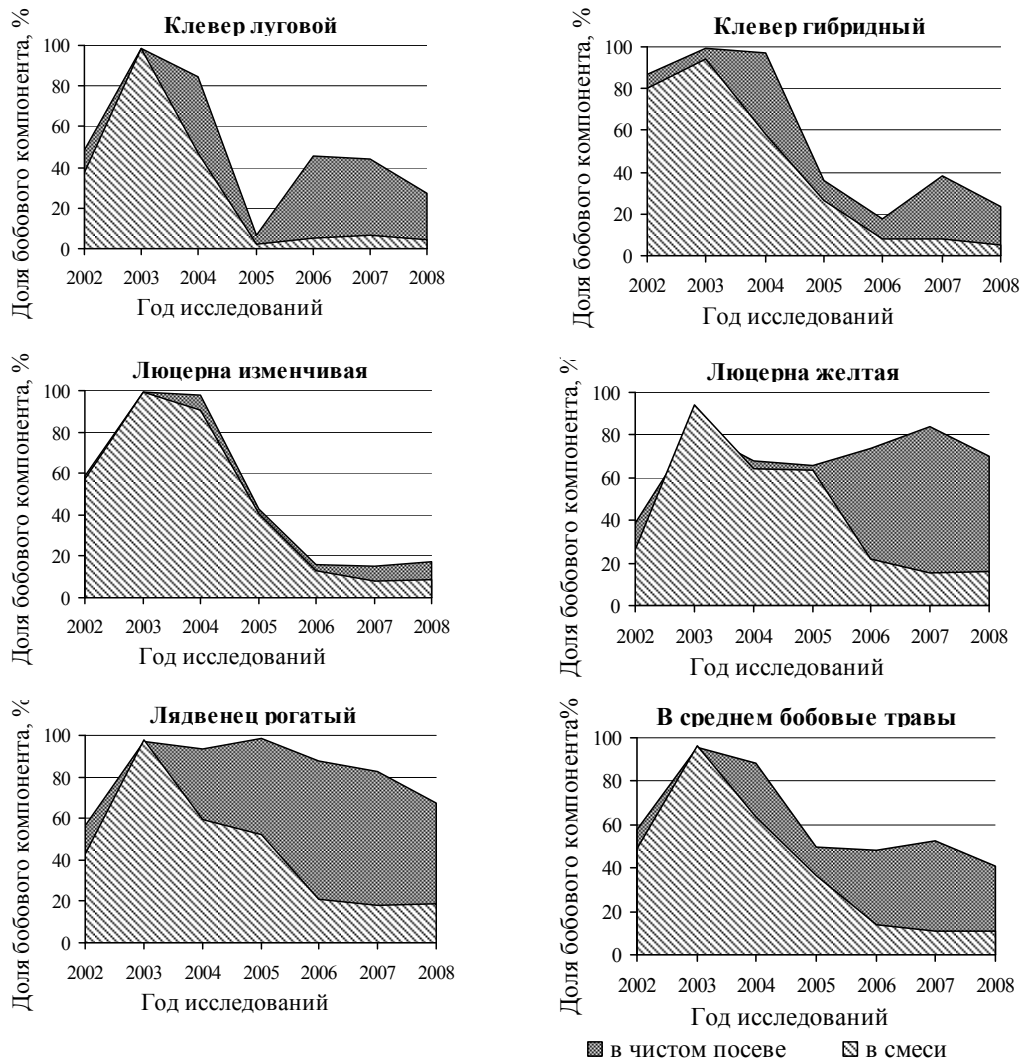


Рис. 3. Доля бобового компонента в агрофитоценозах с одновидовым и смешанным посевом многолетних бобовых трав, %

Оценивая видовые отличия при возделывании многолетних бобовых трав можно констатировать, что в одновидовых посевах *T. pratense*, *T. hybridum* и *M. varia* доминирование бобового компонента сохранялось первые три года жизни (2002–2004 гг.), затем начинало снижаться, а в 2006–2008 гг. в среднем стабилизировалось на уровне 27.3%. В одновидовых посевах *M. falcata* и *L. corniculatus* их доминирование сохранялось до конца опытов, и в 2008 г. составило 69.8 и 67.6% соответственно.

В агрофитоценозах со смешанным посевом снижение доли участия бобовых наблюдалось уже на 4-ый год пользования, и было характерно для всех изученных видов Fabaceae. Более четко эта тенденция была выражена у *T. pratense*, *T. hybridum* и *M. varia*. Доля их участия в травостое за последние три года не превышала в среднем 5,7%. В смешанных травостоях *M. falcata* и *L. corniculatus* доля бобового компонента в последние три года жизни снизилась, составив в 2008 г. 16,0% и 18,5% соответственно.

Таким образом, наибольшей экологической устойчивостью в целом, как в одновидовых, так и в смешанных агрофитоценозах, обладали растения *M. falcata* и *L. corniculatus*. Их доля в формировании продуктивности травостоев к 6-му году пользования составляла соответственно 69.8% и 67.5% в чистых, и 16.3% и 18.8% в смешанных посевах. Наименьшая устойчивость отмечена у *M. varia* в чистом посеве (17.7%) и *T. pratense* в смешанном (4.4%). Устойчивость остальных культур находилась в пределах этих величин.

Результаты исследования динамики общей и удельной надземной фитомассы, а также доли бобового компонента в формировании продуктивности агрофитоценозов показали, что, начиная с 4-го года пользования, происходила дифференциация популяций по признакам устойчивости и долголетия, которая сопровождалась выпадением малолетних неустойчивых форм при сохранении экологически устойчивых субпопуляций. К 6-му году пользования в среднем по опыту наблюдалась определенная стабилизация признаков, что могло свидетельствовать о сохранении в травостоях наиболее устойчивых и долголетних субпопуляций бобовых трав.

Заключение

1. Повышение экологической устойчивости видов достигалось с одной стороны формированием устойчивости их продукционного процесса к действию вредных внешних факторов, с другой – развитием способности к все более эффективному использованию ресурсов экологической ниши, что выражалось в повышении их конкурентоспособности и долголетия.

2. Выращивание хозяйственно-ценных видов Fabaceae в условиях жесткой конкуренции со злаками уже на 4-ый год пользования приводило к выделению конкурентоспособных субпопуляций, имеющих более высокую экологическую устойчивость, на основе которых в дальнейшем планируется конструирование долголетних агрофитоценозов на карбонатных почвах.

3. В агрофитоценозах с одновидовыми травостоями устойчивые формы также можно выделить, но на более поздних сроках жизни, поскольку у отдельных видов, таких как *M. falcata* и *L. corniculatus*, даже на 6-ом году пользования в чистых посевах сохраняется высокая доля участия в травостое.

Список литературы

1. Суходолец В.В. Генетическая теория вертикальной эволюции. – М.: ГосНИИгенетика, 2004. – 152 с.
2. Дохман Г.И. Экспериментально-фитоценологические основы исследования злаково-бобовых местообитаний. – М.: Наука, 1979. – 200 с.
3. Иванов А.И. Люцерна. – М.: Колос, 1980. – 350 с.
4. Дьяков А.Б., Драгавцев В.А. Конкурентоспособность растений в связи с селекцией. Сообщение 1. Надежность оценки генотипов по фенотипам и способ ее повышения // Генетика. – 1975. – Т. 2, № 5. – С. 11–22.
5. Василевич В.И. Очерки теоретической фитоценологии. – Л.: Наука, 1983. – 284 с.
6. Писковацкий Ю.М., Ненароков Ю.М., Шатский И.М. и др. Фитоценологическая селекция люцерны в условиях лесной зоны, пойм, лесостепи и степи // Адаптивное кормопроизводство: проблемы и решения. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2002. – С. 308–311.
7. Кочерина Н.В., Драгавцев В.А. Введение в теорию эколого-генетической организации полигенных признаков растений и теории селекционных индексов. – СПб: Изд-во СЦДБ, 2008. – 86 с.
8. Козлов Н.Н., Коровина В.Л., Трухан В.А. Природные генетические ресурсы для селекции кормовых культур // Адаптивное кормопроизводство. – 2010. – № 4. – С. 17–22.
9. Жученко А.А. Адаптивный потенциал культурных растений (эколого-генетические основы). – Кишинев: Штиинца, 1988. – 768 с.
10. Кильчевский А.В. Генетико-экологические основы селекции растений // Вестник ВОГиС. – 2005. – Т. 9, № 4. – С. 518–526.



11. Вишнякова М.А. Генофонд зернобобовых культур и адаптивная селекция как факторы биологизации и экологизации растениеводства (обзор) // Сельскохозяйственная биология. – 2008. – № 3. – С. 3–23.
12. Нелюбина Ж.С. Ботанический состав агрофитоценозов многолетних трав долголетнего использования на основе лядвенца рогатого, люцерны изменчивой и козлятника восточного // Аграр. наука Евро-Северо-Востока. – 2009. – № 2. – С. 29–32.
13. Новоселов Ю.К. Роль бобовых культур в совершенствовании полевого травостоя России // Кормопроизводство. – 2010. – № 7. – С. 19–22.
14. Спиридонов А.М. Агроэкологическое обоснование интенсивного возделывания луговых бобовых растений на северо-западе России: автореф. дис. ... докт. с.-х. наук. – Санкт-Петербург, 2011. – 43 с.
15. Ткаченко И.К., Сурков Н.А., Чернявских В.И. и др. Селекция и семеноводство люцерны и других многолетних трав. – Белгород: Крестьянское дело, 2005. – 378 с.
16. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: (С основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Колос, 1979. – 416 с.
17. Методические указания по проведению научных исследований на сенокосах и пастбищах. – М.: ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, 1996. – 152 с.
18. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высш. школа, 1990. – 352 с.
19. Лоули Д., Максвелл Л. Факторный анализ как статистический метод. – М.: Мир, 1967. – 238 с.
20. Сендзюк Т.А., Духарев В.А. Сравнительное изучение полиморфизма в интродукционных популяциях *Cytisus ruthenicus* и *C. aggregatus* // Бюл. ГБС. – 1995. – Вып. 171. – С. 99–105.
21. Харина Т.Г. Изменчивость и ее значение для интродукционных исследований // Эколого-популяционный анализ кормовых растений естественной флоры, интродукция и использование. – Сыктывкар: Изд-во СГУ, 1999. – С. 237–239.
22. Переправо Н.И. Научные проблемы семеноводства и семеноведения многолетних трав // Кормопроизводство России. – М.: Типография ТОО «Корина», 1997. – С. 272–290.

ECOLOGICAL SUSTAINABILITY AND PRODUCTIVITY OF ECONOMICALLY VALUABLE SPECIES FABACEAE AT AGRICULTURAL FORMATION WITH SINGLE-MODE AND MIXED HERBAGE ON THE CALCAREOUS SOILS

**E.V. Dumacheva,
V.I. Cherniavskih**

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

E-mail: dumacheva@bsu.edu.ru

The main aim of the study is close scrutiny of ecological sustainability of economically valuable species Fabaceae at agricultural formation with single-mode and mixed herbage. The study was launched to look at the potentialities of differentiation and further selection of competitive and long-standing subpopulations in perspective. The objective of further work is their extensive use to create stable agricultural formations on the calcareous soils.

Key words: economically valuable species Fabaceae, phytomass, competitiveness, agricultural formation with single-mode and mixed herbage, calcareous soils.

МЕЖГОДОВАЯ ДИНАМИКА СОСТАВА И СТРУКТУРЫ ПОЧВЕННЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ СООБЩЕСТВ КОРЕННОЙ ТЕРРАСЫ ИРТЫША¹

С.П. Бухкало, Е.В. Сергеева

*Тобольская комплексная
научная станция УрО РАН,
Россия, 626150, г. Тобольск,
ул. Академика Осипова, 15
E-mail: spbukhalo@mail.ru*

Проведен сравнительный анализ многолетней динамики почвенных беспозвоночных на коренной террасе Иртыша в подзоне южной тайги Западной Сибири. Показано, что межгодовые изменения количественных показателей более устойчивы в таежных сообществах, а видовое разнообразие выше в травянистых.

Ключевые слова: Западная Сибирь, многолетняя динамика, почвенные беспозвоночные, коренная терраса.

Введение

Природная зональность – важнейшая характеристика, определяющая состав, структуру и биологическую продуктивность сообществ. Понятие природной зональности было сформулировано А. Гумбольдтом, В.В. Докучаевым, Л.С. Бергом и нашло широкое применение в геохимии, почвоведении, геоботанике, зоогеографии и других науках о Земле. Ведущими факторами, определяющими зональность, являются распределение количества солнечной радиации достигающей поверхности и особенности климата территории. Принято считать, что зональные сообщества формируются на относительно ровных поверхностях водоразделов (плакоров).

Существуют различные подходы к классификации природно-климатических зон и их внутренней организации. Подробный анализ различных взглядов на природную зональность приводится в монографии Ю.И. Чернова [1]. В настоящей работе при выделении внутризональных разностей мы придерживались позиции В.В. Алехина [2], который внутри зон выделял экстразональные сообщества.

Беспозвоночные, обитающие в почвенном и растительном ярусах экосистем, играют важную роль в распределении потока энергии через формирование трофических цепей, контролируя величину первичной продуктивности и темпы ее деструкции. Показатели продуктивности и разнообразия не стабильны во времени и пространстве. Мониторинговые исследования сообществ наземных беспозвоночных важны для выявления критериев устойчивости и оценке динамики экосистем, происходящих под влиянием естественных и антропогенных факторов.

Материал и методы

Исследования почвенной мезофауны проводились на протяжении 6 лет, что позволяет оценить состав, динамику таксономического разнообразия и пространственно-временную организацию животного населения. В основу анализа легли данные осенних учетов 2006-2011 гг., полученные методом ручной разборки почвенно-зоологических проб, размером 1/16 м².

Исследованные биотопы расположены на коренной террасе Иртыша, на расстоянии не более 3 км друг от друга. Это позволяет считать, что погодные условия оказывали одинаковое влияние на состав и структуру животного населения, а выявленные различия связаны с особенностями растительного покрова. Вариантом типично зональной растительности является елово-пихтовый зеленомошно-кисличный лес. Березово-осиновое сообщество, представляет аналог подтаежных лесов, распространенных полосой к югу от таежной зоны шириной около 100 километров. В свою очередь, подтаежные леса граничат с мезофитными разнотравными лугами степной зоны, аналог которых представлен суходольным лугом. На этом основании два последних сообщества мы относим к экстразональным. Параметры устойчивости состава и структуры животного населения оценивали по признакам количественного соотношения ключевых групп, трофической структуры и таксономического разнообразия беспозвоночных. Ниже приводится описание исследованных сообществ.

Пихтарник кислично-зеленомошный на коренной террасе Иртыша, рельеф ровный. Сомкнутость древостоя 0.8-0.9. Подрост разреженный, подлесок из шиповника, рябины, жи-

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президиума РАН «Живая природа» № 12-17-4-1074

молости, березы и др. Проективное покрытие напочвенного яруса 40%. Из 38 видов доминирует кислица. Почва серая лесная умеренно длительно промерзающая со вторым гумусовым горизонтом высококовскипающая мощная на карбонатных лессовидных суглинках. Подстилка, преимущественно из хвои и шишек, толщиной до 4 см.

Осинник высокотравный на коренной террасе Иртыша. Подрост из черемухи, липы, пихты и сосны, подлесок – смородина, шиповник, жимолость, липа и др. Сомкнутость крон 0.8. Проективное покрытие травянистого яруса 50%. Из 54 видов доминирует сныть обыкновенная. Почва серая лесная грунтово-глееватая со вторым гумусовым горизонтом мощная на карбонатных лессовидных суглинках. Подстилка из листьев осины до 2 см.

Разнотравно-злаковый суходольный луг на коренной террасе Иртыша. Используется в качестве сенокоса. Древесные виды представлены всходами и стелющимися формами. Проективное покрытие 95%. Из 34 видов доминирует полевица гигантская. Почва светло-серая лесная умеренно-длительно промерзающая слабосмытая легко-среднесуглинистая на карбонатных лессовидных суглинках. Подстилка представлена незначительным слоем ветоши.

Таким образом, основными отличиями между исследованными сообществами является растительный покров.

Обсуждение

Динамика таксономического разнообразия, в ряду исследованных биотопов, рассмотрена, в основном, на примере полностью обработанного отряда жесткокрылых. За время исследований на разнотравном лугу нами отмечено 113 видов жуков из 26 семейств. Почти такое же видовое разнообразие зарегистрировано в елово-пихтовом лесу – 118, но они представлены 19 семействами. Самым низким показателем таксономического разнообразия характеризуется лиственный лес. Здесь выявлено 85 видов из 17 семейств.

Существенные различия наблюдаются при анализе видового состава и эколого-биотопической приуроченности жуков. На суходольном лугу более половины видового разнообразия составляют жужелицы (27 видов) и стафилиниды (32 вида). Здесь заметно выше разнообразие фитофагов и особенно долгоносикообразных жуков, которые представлены 23 видами. Довольно высокую численность имеют личинки щелкунов – от 10 до 34 экз./м². Кроме того, на лугу отмечено самое высокое разнообразие клопов – 16 видов из 5 семейств. Видовой состав фитофагов в значительной мере зависит от флористического разнообразия [3].

В видовом составе жужелиц отсутствуют специфические виды, пространственное распространение которых ограничено только этим биотопом. Он сформирован, преимущественно, обитателями открытых пространств и ни один вид не встречается постоянно [4]. Чаще других зарегистрированы *Poecilus versicolor* (Sturm.) и *Amara aenea* (Deg) в количестве от 2 до 10 экз./м², но эти виды широко распространены от поймы до коренной террасы [5]. К категории редких, отмеченных только однажды и, как правило, в единственном экземпляре относятся 17 видов.

Из числа стафилинид только 2 вида встречались постоянно и с высокой численностью. Это *Amischa analis* (Grav.) и *Heterothops quadripunctatus* (Grav.) Оба вида отмечены во всех биотопах от террасы до поймы. К редким, одиночным относятся 12 видов. Самым многочисленным был род *Tachyporus* – 8 видов. В лиственном и таежном сообществах, этот род представлен 4 и 6 видами соответственно. Достаточно редким является *Tachyporus quadriscopulatus* Pand. За весь период исследований кроме суходольного луга он встретился лишь однажды в единственном экземпляре в средней пойме [5].

Довольно высоким разнообразием характеризуются апиониды и долгоносики, представленные 8 и 14 видами соответственно. Из них только *Protapion apricans* (Herbst) и *Sitona sulcifrons* (Thunb.) встречались постоянно и в значительном количестве. Остальные виды долгоносикообразных жуков были редки.

Видовое разнообразие прочих семейств жуков насчитывало не более 3 видов, они имели низкую численность и встречались не регулярно.

В березово-осиновом лесу преобладают стафилиниды – 45 видов. Из них только три *Geostiba circellaris* (Grav.), *Atheta fungi* (Grav.) и *Gabrieus austriacus* Scheer. встречались ежегодно и с высокой численностью от 6 до 48 экз./м². Большинство видов (23) отмечены лишь однажды в количестве 1-2 экземпляров. Жужелицы и коровки представлены 6 редкими видами. Разнообразие прочих семейств не превышало 3 видов. Отметим постоянно высокую численность в осенних учетах трясинок (Scirtidae): *Cyphon variabilis* (Thunb.) и *C. Padi* (L.). Эти жуки собираются в лесных сообществах на зимовку и уже ранней весной покидают свои убежища.

В елово-пихтовом лесу жуки представлены 118 видами из 19 семейств. Абсолютное большинство составляли стафилиниды – 73 вида, а их плотность за время исследований изменялась от 200 до 450 экз./м². Кроме трех массовых и регулярно встречающихся в березово-

осиновом лесу видов к этой категории относятся *Tachinus laticollis* (Grav.), *Stenus ludyi* Fauv., *Rugilus rufipes* Germ. Все перечисленные виды являются массовыми (кроме последнего – 14 экземпляров) и имеют широкое пространственное распространение. Более половины – 40 видов стафилинид встречались лишь однажды в количестве 1-2 экземпляра.

Из 14 видов жужелиц только *Pterostichus oblongopunctatus* (F.) встречался на протяжении 4 лет в количестве от 2 до 10 экз./м² и еще два вида – *Agonum dolens* (C. Sahlb.), *A. piceum* (L.) были отмечены трижды. Все они имеют бореальные ареалы. Остальные виды жужелиц встречались единично.

Как и березово-осиновом лесу, в ельнике постоянно с высокой численностью встречались два вида трясинок, причем их общая численность в 2007 году после высокого уровня половодья достигала 282 экз./м². В следующие годы наблюдалось снижение уровня половодья и количества жуков до 38 экз./м². Прочие семейства жуков были малочисленны, как по количеству видов, так и по численности.

Говоря об особенностях таксономического разнообразия сравниваемых биотопов, отметим несколько различий. На суходольном лугу среди жужелиц по видовому разнообразию преобладают представители рода *Amara* – 7 видов, а род *Agonum* полностью отсутствовал. В ельнике напротив, *Agonum* представлен 6 видами, а *Amara* не встречались. Наблюдаются особенности и в хронологической структуре жужелиц, на лугу преобладали полизональные (12 видов) и суббореальные (11), а бореальная группа была представлена только 4 видами. В ельнике бореальных видов 9, полизональных – 2, а суббореальных – 3 вида. В последние годы наблюдается увеличение доли бореальных видов в фауне жужелиц низовой Иртыша [6]. Такое соотношение вполне оправдывает отнесение суходольного луга к экстразональным сообществам, аналоги которых представлены северными степями, а ельник является южным вариантом таежной зоны.

Еще одной особенностью является более высокое видовое разнообразие стафилинид в лесных сообществах по сравнению с травянистым. Но это связано не столько со спецификой флористического состава, сколько с увеличением объема жизненного пространства – наличием лесной подстилки, особенно мощной в таежном биотопе. В суходольном лугу существенно выше видовое разнообразие фитофагов, причем, не только среди жуков, но и других таксонов беспозвоночных.

Достаточно отчетливо исследованные биотопы различаются по составу многоножек. В суходольном лугу они представлены единственным видом землянки *Geophilus proximus* Koch, количество которой увеличивалось с 12 до 60 экз./м² в 2006-09 гг., после чего снизилось до уровня 45 экз./м². В березово-осиновом лесу кроме землянки, количество которой преимущественно было на уровне 10 экз./м², встречались два вида косянок – *Lithobius curtipes* C.L. Koch, и *L. proximus* Seliv., их численность изменялась от 4 до 48 экз./м². В елово-пихтовом лесу многоножки представлены только двумя видами косянок, плотность которых поддерживалась на уровне 14-20 экз./м².

Межгодовые колебания численности в исследованных сообществах коренной террасы не имеют общей направленности и особенно велики в экстразональных сообществах. В 2010 году плотность почвенных беспозвоночных на суходольном лугу была близка к минимальному значению, а в березово-осиновом лесу характеризовалась максимумом.

Средняя плотность и состав почвообитающих беспозвоночных в исследованных сообществах год от года изменяются в широких пределах в зависимости от растительного покрова. Значительные (более чем в 4 раза) отклонения межгодовых значений численности мезофауны от среднегодовалых отмечены на лугу 440-1944 экз./м² при среднем количестве 1165 и в березово-осиновом лесу 760-5336 экз./м² при среднем 1840 экз./м². В елово-пихтовом лесу этот показатель более устойчив и составляет около трети, а межгодовые колебания изменяются в пределах от 666 до 1170 экз./м² при среднегодовом значении 850 экз./м² (рис. 1).

Флуктуации численности в значительной мере вызваны межгодовыми изменениями плотности популяций олигохет (энхитреиды, дождевые черви), реже существенным ростом других групп беспозвоночных. За время исследований на лугу экстремальные значения у олигохет варьировали от 100 до 1410 экз./м², в березняке от 116 до 540, а в елово-пихтовом лесу от 16 до 290 экз./м² (рис. 2). Несмотря, на большой масштаб изменений количества червей в елово-пихтовом лесу, в структуре населения они составляют не более 10%.

Межгодовые колебания численности малоцетинковых червей в значительной мере определялись изменением плотности популяций энхитреид, количество которых в свою очередь зависит от множества факторов, в том числе и влажности почвы. Осенью 2010 года влажность почвы на суходольном лугу составляла 24,4%, а плотность энхитреид была близка к минимальному, за весь период исследования, значению – 60 экз./м². В 2011 году влажность почвы составляла 27,5%, а численность энхитреид достигала абсолютного максимума – 1142 экз./м². В лесных сообществах численность энхитреид так же изменялась в широких пределах, но экстремальные значения были существенно ниже – от 44 до 384 экз./м² в лиственном лесу и от 2 до 242 экз./м² в таежном сообществе.

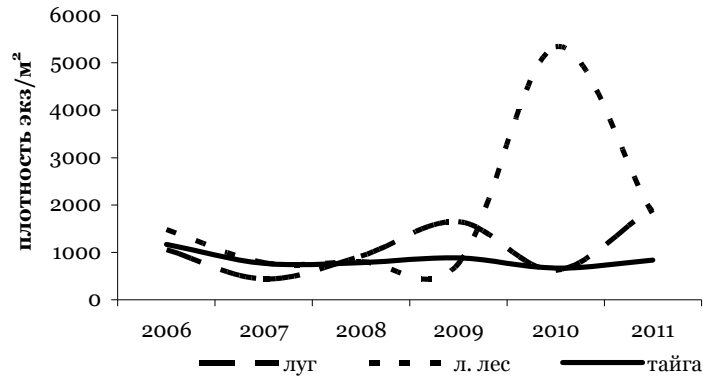


Рис. 1. Межгодовая динамика плотности почвенных беспозвоночных в сообществах коренной террасы Иртыша

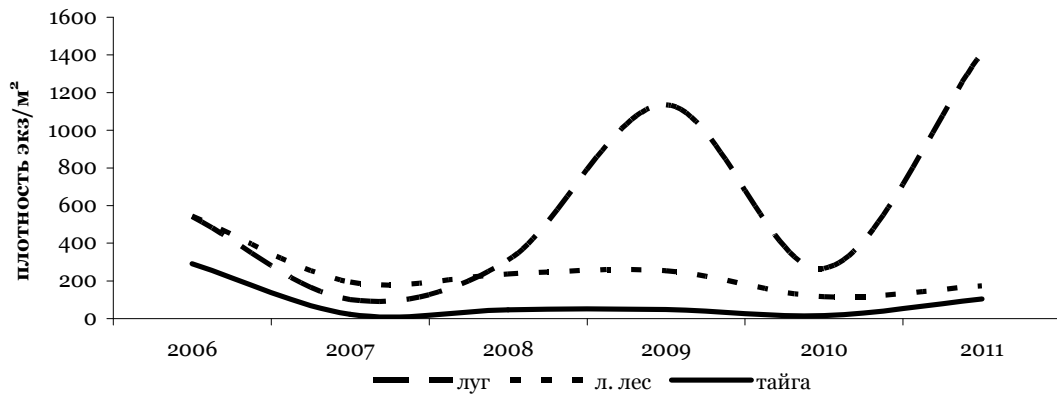


Рис. 2. Межгодовая динамика численности олигохет в сообществах коренной террасы Иртыша

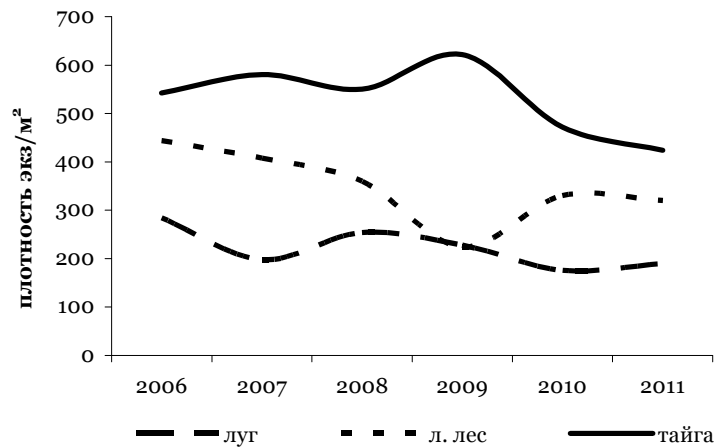


Рис. 3. Межгодовая динамика плотности жуков в сообществах коренной террасы Иртыша

Дождевые черви представлены в основном двумя массовыми и широко распространенными видами – *Aporrectodea caliginosa* Sav., *Dendrobaena octaedra* Sav. Еще два вида – *Aporrectodea jassyensis* Mihc. и *Eisenia nordenskioldi* Eisen встречались не регулярно и в небольших количествах. Количество дождевых червей в исследованных биотопах было довольно значительным. Максимальная численность – 270 экз./м² отмечена в почвах суходольного луга. В их динамике наблюдается два выраженных противоположных направления. На лугу их численность увеличивается в направлении от 2006 года к 2011 с 34 до 270 экз./м², а в лиственном лесу в том же направлении наблюдается снижение со 160 до 58 экз./м². В таежном сообществе их численность была существенно ниже (не более 50 экз./м²), а межгодовые колебания не имели закономерности.

Жуки входят в состав доминантов во всех исследованных биотопах. В елово-пихтовом лесу только в 2006 г. они составляли 46% от общей численности беспозвоночных, в остальные годы – более 70%. Причем, межгодовые колебания численности зависели, главным образом, от плотности популяций двух семейств – стафилинид и трясинок, которые изменялись в пределах от 200 до 450 и от 40 до 280 экз./м² соответственно. На лугу их количество изменялось от 170 до 350 экз./м² и на них приходилось от 13 до 45%. В березово-осиновом лесу жуки составляли от 6 до 52%, при этом их численность не опускалась ниже 225 экз./м² (рис. 3).

Личинки мух относительно стабильную численность имели в елово-пихтовом лесу – 40-120 экз./м² и на лугу – от 30 до 160 экз./м². В лиственном сообществе их количество изменялось на порядки от 36 до 4660 экз./м². Так, в 2010 году там была зарегистрирована рекордно высокая численность личинок Sciaridae – 4608 экз./м². В следующем году отмечено массовое размножение Bibionidae – 1124 экз./м². Представители этих семейств часто образуют компактные скопления (колонии), однако, в указанные годы они были равномерно распределены по площади биотопа. Массовое размножение двукрылых было отмечено впервые и отразилось на структуре населения почвенных беспозвоночных. В эти годы они составляли от 66 до 87% почвенной мезофауны. Численность прочих таксонов была существенно ниже, и они никогда не входили в состав доминантов.

Масса почвенных беспозвоночных зависит, главным образом, от плотности популяций крупных беспозвоночных (Рис. 4).

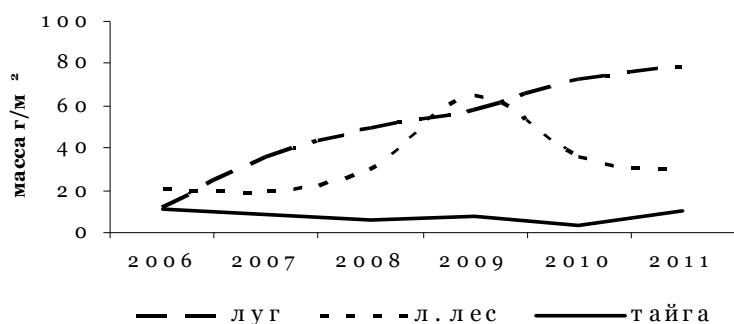


Рис. 4. Динамика массы почвенной мезофауны в сообществах коренной террасы Иртыша

Постоянное увеличение массы почвенных беспозвоночных на лугу, безусловно связано с ростом численности дождевых червей. Причем, в 2011г она выросла более чем в 6 раз по сравнению с 2006 г. – с 12,14 до 78,58 г/м². В лесных сообществах на массу беспозвоночных влияла численность не только дождевых червей, но жуков и личинок двукрылых

В трофической структуре беспозвоночных на лугу и в березняке прослеживаются довольно устойчивые соотноше-

ния трофических уровней, начиная с 2007 года (табл.). Хищные беспозвоночные, как плавило, составляли не более 10% от общей массы.

Таблица

Межгодовая динамика трофической структуры почвенных беспозвоночных в сообществах коренной террасы (в %% массы)

| Суходольный луг | | | | | | |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|
| Группы | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
| Сапрофаги | 64 | 92 | 94 | 92 | 77.5 | 92 |
| Фитофаги | 15 | 3 | 2.5 | 5 | 21 | 1.5 |
| Хищники | 17.5 | 4 | 3 | 2 | 1.5 | 5 |
| прочие | 3.5 | 1 | 0.5 | 1 | - | 1.5 |
| Всего | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Березово-осиновый лес | | | | | | |
| Сапрофаги | 72.5 | 65 | 82 | 88 | 83.5 | 89 |
| Фитофаги | 17.5 | 23 | 13.5 | 9 | 11.5 | 7 |
| Хищники | 10 | 11 | 4.5 | 2 | 5 | 4 |
| прочие | - | 1 | - | 1 | - | - |
| Всего | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Елово-пихтовый лес | | | | | | |
| Сапрофаги | 52 | 33 | 16 | 55 | 29 | 63.5 |
| Фитофаги | 28 | 35 | 37 | 20 | 29.5 | 11 |
| Хищники | 18 | 32 | 47 | 25 | 41.5 | 25.5 |
| прочие | 2 | - | - | - | - | - |
| Всего | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Межгодовые изменения трофической структуры в елово-пихтовом лесу не имеют общей направленности. Участие хищных беспозвоночных здесь значительно превышает значения принятые в классической экологии. Это связано, прежде всего, с тем, что не была учтена

масса почвенных микроартропод, а видовое разнообразие и масса хищных обитателей подстилки (стафилинид и пауков-пигмеев) была значительной – около 1/3 всех плотоядных беспозвоночных. По предварительной оценке (учеты были проведены осенью 2011 г.) масса клещей и коллембол в этом биотопе составляет около 2 г/м². На состав, структуру и пространственное распределение беспозвоночных большое влияние оказывают абиотические факторы – погодные условия, температура, влажность и прочие.

Анализ теплообеспеченности почвенного профиля свидетельствует о наличии существенных различий в ряду исследованных биотопов. Температурный режим самого насыщенного беспозвоночными 5-сантиметрового почвенного профиля позволяет провести сравнительный анализ теплообеспеченности исследованных биотопов. На террасе в елово-пихтовом лесу отмечена самая низкая среднегодовая температура – +3°C, сумма положительных температур составляла 1500°C, а эффективных (более 10°C) – 1000°C. В березово-осиновом лесу среднегодовая температура была выше на 1,6°C, а положительных и эффективных на 200°C и 120°C соответственно. На лугу среднегодовая температура 5,6°C, суммы положительных 2230°C, а эффективных 1860°C.

Заключение

Наши исследования подтверждают высокое таксономическое разнообразие почвенной мезофауны в сообществах подзоны южной тайги Западной Сибири [7]. Это связано с большими различиями растительного покрова и с широкой амплитудой термических условий, благоприятных для развития как бореальных, так и суббореальных видов беспозвоночных.

Собственно южно-таежные сообщества характеризуются более стабильными во времени количественными показателями беспозвоночных животных, что связано с большей стабильностью экологических условий (термического режима и растительного покрова), соответствующих природно-климатическим параметрам. Среди беспозвоночных значительную часть составляют виды, с бореальным ареалом, обитающие в подстилке.

Суходольный луг по флористическому составу и экологическим условиям представляет сообщество наиболее удаленное от зонального аналога. Таксономическое разнообразие беспозвоночных на нем имеет самый высокий показатель, но характеризуется отсутствием специфических видов и формируется, главным образом, из редких малочисленных таксонов, обитающих в смежных сообществах имеющих полизональный и суббореальный ареалы.

Список литературы

1. Чернов Ю.И. Природная зональность и животный мир суши. – М.: Мысль, 1975. – 222 с.
2. Алехин В.В. Теоретические проблемы фитоценологии и степеведения. – М.: Изд-во Москов. ун-та, 1986. – 216 с.
3. Галич Д.Е. Видовое разнообразие жуков-долгоносиков (Coleoptera, Curculionidae) на залежах южной тайги Западной Сибири // Материалы XI международ. конф. «Видовые популяции и сообщества в естественных и антропогенно трансформированных ландшафтах: Состояние и методы его диагностики». – Белгород, 2010. – С. 100-101.
4. Бухкало С.П. Мониторинг видового разнообразия жужелиц в суходольном лугу // Материалы VIII Всероссийской науч.-практич. конф. Тобольск научный – 2011, сост. 11-12 нояб. 2011. – Тобольск, 2011. – С. 11-12.
5. Бухкало С.П., Галич Д.Е., Сергеева Е.В., Алемасова Н.В. Конспект фауны жуков южной тайги Западной Сибири (бассейн нижнего Иртыша). – М.: Т-во научных изданий КМК, 2011. – 267 с.
6. Бухкало С.П., Алемасова Н.В., Сергеева Е.В. Фауна и зоогеографическая характеристика жужелиц (Coleoptera, Carabidae) центральной части южной тайги Западной Сибири // Евразийский энтомологический журнал. – 2010. – Т. 9, № 4. – С. 616-624.
7. Стриганова Б.Р. Широтно-долготные закономерности распределения разнообразных почвенных беспозвоночных в бореальных лесах Северной Палеарктики в зависимости от макро- и мезоклиматических условий // Изменение климата и биоразнообразие России. – М., 2007. – С. 63-74.

ANNUAL DYNAMICS COMPOSITION AND STRUCTURE OF SOIL INVERTEBRATE ON THE COMMUNITIES ROCK TERRACE OF THE IRTYSH RIVER

S.P. Bukhkalov, E.V. Sergeeva

*Tobolsk complex scientific station of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,
Osipova Str., 15, Tobolsk, 626150,
Russia*

E-mail: spbukhkalov@mail.ru

A comparative analysis of long-term dynamics of soil invertebrates communities on the rock terrace of the Irtysh River in the subzone of southern taiga in Western Siberia was carried out. It is specified that interannual changes of quantitative indicators are more stable in the taiga communities, but species diversity is higher in grassy communities.

Key words: Western Siberia, interannual dynamics, soil invertebrate, rock terrace.

ПАУКИ (ARANEAE) УЧАСТКА «СТЕПНОЙ», ПЕРСПЕКТИВНОГО ДЛЯ ЗАПОВЕДАНИЯ В КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.Ю. ПОЛЧАНИНОВА

Харьковский национальный
университет им. В.Н. Каразина,
Украина, 61022, Харьков,
пл. Свободы, 4

E-mail: polchaninova@mail.ru

В окрестностях хутора Степной в Курском районе Курской области найдено 57 видов пауков из 15 семейств. 4 вида приводятся впервые для Курской области, 1 (*Pardosa maisa*) – для Среднерусской возвышенности. Сравнение с населением пауков близлежащих заповедных территорий указывает на хорошую сохранность аранеокомплекса участка «Степной» и наличие здесь редких для региона видов. Делается вывод о целесообразности придания участку заповедного статуса.

Ключевые слова: пауки, структура доминирования, экологическое разнообразие, заповедные степные территории.

Введение

Создание экологической сети уменьшает изолированность природных территорий и способствует сохранению их биоразнообразия. В настоящее время в Курской области степные биогеоценозы охраняются только в Центрально-Черноземном государственном природном заповеднике, поэтому организация новых степных ООПТ является актуальной и необходимой для улучшения их охраны [1]. Население пауков заповедника изучено достаточно полно [2, 3, 4, 5] и может служить эталоном для оценки состояния аранеокомплексов других участков.

Объекты и методы.

Предлагаемый к заповеданию участок находится в Курском районе близ хутора Степной и представляет собой залежи 10-15-летнего возраста пересекающиеся несколькими балками. На склонах балок сохранились луговые разнотравно-злаковые степи с доминированием ковыля перистого, костреца безостого, типчака и разнотравья, а на дне преобладает мезофитная луговая растительность. Особую ценность представляет небольшой плакорный участок ковыльно-разнотравной степи, который не был распахан и использовался только под выпас. Площадь всего участка составляет около 463 га (Н.И. Золотухин, личное сообщение).

Исследования проводились в мае-июле 2011 года преимущественно земляными ловушками, или так называемыми ловушками Барбера. Ловушки представляли собой одноразовые пластиковые стаканчики диаметром 6,5 см и высотой 8 см, вкопанные в землю на расстоянии 10 м друг от друга. В качестве фиксирующей жидкости использовался 4% формалин. В 4-х биотопах было выставлено по 8 ловушек: на залежи, на плакорном участке целинной степи, на дне и на склоне балки южной экспозиции. Материал выбирался раз в месяц. Всего было отработано 3224 ловушко-суток, отловлено 809 экз. пауков, из них 710 половозрелых. Для сравнения в эти же сроки проводился учет пауков на двух участках Центрально-Черноземного заповедника, Стрелецком и Казацком. Обследованы абсолютно заповедная и ежегодно косимая степь на плакоре, склоны и дно балок. Собрано 927 пауков на Казацком участке и 768 – на Стрелецком.

Земляными ловушками учитываются в основном подвижные герпетобионты, т.е. те беспозвоночные, которые активно передвигаются по поверхности почвы. Однако в ловушки в единичных экземплярах попадают и хортобионты, и мало подвижные герпетобионты, что позволяет учесть этим методом около 2/3 видового состава пауков. В июне и июле проводилось также кошение травостоя энтомологическим сачком, что позволило дополнить сборы еще 300 экземплярами.

При обработке материала меры экологического разнообразия [6] рассчитаны по сборам в мае-июне как наиболее репрезентативным. Для определения степени доминирования использована 5-балльная шкала [7], где эудоминант – $N^{08+1}-N$; доминант – $N^{06+1}-N^{08}$; субдоминант – $N^{04+1}-N^{06}$; рецедент – $N^{02+1}-N^{04}$; субрецедент – $0-N^{02}$ (N – число особей в выборке). Такое ранжирование позволяет сравнивать материал разного объема. В доминантный комплекс мы включили виды ранга доминант-эудоминант.

Результаты

В результате наших исследований, на участке Степной обнаружено 57 видов пауков из 15 семейств. Из них 12 видов – в травостое и 45 видов – в подстилке.



Систематический список пауков участка «Степной»

- Сем. ATYPIDAE
1. *Atypus muralis* Bertkau, 1890
- Сем. THERIDIIDAE
2. *Asagena phalerata* (Panzer, 1801)
- Сем. LINYPHIIDAE
3. *Stemonyphantes lineatus* (Linnaeus, 1758)
- Сем. ARANEIDAE
4. *Agalenatea redii* (Scopoli, 1763)
5. *Araneus quadratus* Clerck, 1757
6. *Argiope bruennichi* (Scopoli, 1772)
7. *Mangora acalypha* (Walckenaer, 1802)
8. *Neoscona adianta* (Walckenaer, 1802)
9. *Singa hamata* (Clerck, 1757)
- Сем. LYCOSIDAE
10. *Alopecosa accentuata* (Latreille, 1817)
11. *A. cuneata* (Clerck, 1757)
12. *A. pulverulenta* (Clerck, 1757)
13. *A. solitaria* (Herman, 1879)
14. *A. taeniopus* (Kulczynski, 1895)
15. *Lycosa singoriensis* (Laxmann, 1770)
16. *Pardosa agrestis* (Westring, 1861)
17. *P. fulvipes* (Collet, 1876)
18. *P. lugubris* (Walckenaer, 1802)
19. *P. maisa* Hippa et Manila, 1982
20. *P. paludicola* (Clerck, 1757)
21. *P. prativaga* (L. Koch, 1870)
22. *P. pullata* (Clerck, 1757)
23. *P. riparia* (C.L.Koch, 1833)
24. *Trochosa ruricola* (De Geer, 1778)
25. *T. terricola* Thorell, 1856
26. *Xerolycosa miniata* (C.L. Koch, 1834)
- Сем. ZORIDAE
27. *Zora spinimana* (Sundevall, 1833)
- Сем. DICTYNIDAE
28. *Dictyna arundinacea* (Linnaeus, 1758)
- Сем. MITURGIDAE
29. *Cheiracanthium erraticum* (Walckenaer, 1802)
30. *Ch. punctorium* (Villers, 1789)
- Сем. LIOCRANIDAE
31. *Agroeca lusatica* (L. Koch, 1875)
- Сем. CORINNIDAE
32. *Phrurolithus festivus* (C. L. Koch, 1835)
- Сем. GNAPHOSIDAE
33. *Callilepis nocturna* (Linnaeus, 1758)
34. *Drassodes pubescens* (Thorell, 1856)
35. *Drassyllus lutetianus* (L. Koch, 1866)
36. *D. praeficus* (L. Koch, 1866)
37. *D. pusillus* (C. L. Koch, 1833)
38. *Haplodrassus moderatus* (Kulczyn'ski, 1897)
39. *H. signifer* (C. L. Koch, 1839)
40. *H. umbratilis* (L. Koch, 1866)
41. *Zelotes azsheganovae* Esyunin, Efimik, 1992
42. *Z. electus* (C. L. Koch, 1839)
43. *Z. latreillei* (Simon, 1878)
44. *Z. longipes* (L. Koch, 1866)
- Сем. SPARASSIDAE
45. *Micrommata virescens* (Clerck, 1757)
- Сем. PHILODROMIDAE
46. *Thanatus arenarius* L. Koch, 1872
47. *Th. formicinus* (Clerck, 1757)
48. *Tibellus oblongus* (Walckenaer, 1802)
- Сем. THOMISIDAE
49. *Ozyptila scabricula* (Westring, 1851)
50. *O. trux* (Blackwall, 1846)
51. *Xysticus cristatus* (Clerck, 1758)
52. *X. lineatus* (Westring, 1861)
- Сем. SALTICIDAE
53. *Evarcha arcuata* (Clerck, 1757)
54. *Heliophanus auratus* C.L. Koch, 1835
55. *H. cupreus* (Walckenaer, 1802)
56. *H. flavipes* (Hahn, 1832)
57. *Phlegra fasciata* (Hahn, 1826)

Таблица 1

Видовое богатство и индексы экологического разнообразия населения пауков-герпетобионтов трех степных участков (АЗС-1 и АЗС-2 – абсолютно заповедная степь, ЕКС – ежегодно косимая степь)

| Участки | Индексы | | | Число видов | |
|------------|-------------|----------|-----------|-------------|-------|
| | Шеннона | Симпсона | Маргалефа | в био-топе | общее |
| | Плакор | | | | |
| Степной | 2.026 | 6.363 | 2.844 | 13 | 45 |
| Казацкий | | | | | 41 |
| АЗС-1 | 2.594 | 11.822 | 3.538 | 20 | |
| АЗС-2 | 2.248 | 6.116 | 3.972 | 24 | |
| ЕКС | 2.284 | 7.980 | 3.423 | 16 | |
| Стрелецкий | | | | | 46 |
| АЗС-1 | 2.576 | 11.064 | 4.000 | 19 | |
| АЗС-2 | 2.493 | 10.714 | 3.928 | 18 | |
| ЕКС | 2.330 | 8.860 | 3.342 | 15 | |
| | Склон балки | | | | |
| Степной | 1.998 | 5.894 | 3.046 | 13 | |
| Казацкий | 2.226 | 8.788 | 3.299 | 13 | |
| | Дно балки | | | | |
| Степной | 2.670 | 10.81 | 5.304 | 31 | |
| Стрелецкий | 2.693 | 10.92 | 4.977 | 18 | |

сложной полидоминантной структурой (табл.2). Только на залежи в июне- начале июля население пауков было представлено преимущественно одним видом – *Xerolycosa miniata*, 95%

Сравнение с заповедными территориями (табл. 1) показывает, что видовой состав пауков «Степного» по богатству не уступает таковому заповедной степи, хотя по площади обследованный участок гораздо меньше. Однако видовое разнообразие населения пауков в плакорных условиях и на склоне балки участка «Степной» по всем показателям было ниже, чем в заповеднике. Только на дне балки оно примерно соответствовало разнообразию Стрелецкого участка, а по числу видов значительно превосходило его.

Комплексы пауков всех обследованных биотопов характеризуются

особей. В степной и лесостепной зонах это вид характерен для травянистых сообществ с нарушенной структурой, поэтому часто встречается на залежах, полях, выпасах. *Pardosa agrestis* также играет роль такого индикатора, но он более избирателен. Доминирует на полях, в нашем случае – на залежи, а в заповедной степи отмечен в единичных экземплярах. Только один вид – *Haplodrassus signifier* входил в доминантный комплекс в одиннадцати из двенадцати обследованных биотопов. В заповедной степи, за исключением одного участка ЕКС, комплексы пауков были более устойчивые: один-два доминанта, 4-8 субдоминантов, остальные рецеденты и субрецеденты.

Только в одном случае был обнаружен подавляющий супердоминант *Alopecosa pulverulenta*. На степном участке во всех четырех биотопах распределение видов по классам обилия было неравномерным со смещением в сторону доминантов – на склоне и на залежи отмечалось по одному супердоминанту в комплексе из трех видов, на плакорном целинном участке 4 доминанта к одному субдоминанту, в балке – 4:2, соответственно. Об этом говорят и низкие показатели видового разнообразия и выравненности на плакоре и склоне балки (табл. 1). Возможно, такая неустойчивая структура сообщества пауков является отражением антропогенной нагрузки в предыдущие годы.

Таблица 2

Доминантные комплексы населения пауков степных участков

| Виды | Плакор | | | | | | | | Балка | | | |
|-------------------------------|---------|--------|----------|-------|-----|------------|-------|-----|---------|----------|---------|------------|
| | Степной | | Казацкий | | | Стрелецкий | | | Склон | | Дно | |
| | залежь | целина | АЗС-1 | АЗС-2 | ЕКС | АЗС-1 | АЗС-2 | ЕКС | Степной | Казацкий | Степной | Стрелецкий |
| <i>Alopecosa accentuata</i> | 3 | 4 | – | 1 | 1 | – | – | – | 5 | 1 | 2 | – |
| <i>A. cuneata</i> | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 1 | 2 | 3 | – | 1 | 1 | 2 |
| <i>A. pulverulenta</i> | – | 1 | 3 | 5 | 3 | 2 | 3 | – | 1 | 3 | 4 | 4 |
| <i>A. solitaria</i> | – | – | – | – | – | – | – | – | 3 | – | – | – |
| <i>Pardosa agrestis</i> | 4 | – | – | – | – | – | – | 2 | – | – | 1 | 1 |
| <i>P. fulvipes</i> | – | – | 3 | 3 | 1 | 2 | 2 | – | – | 1 | 4 | 2 |
| <i>P. riparia</i> | – | – | 3 | 4 | – | 3 | 4 | 1 | – | 1 | 1 | 4 |
| <i>Trochosa ruricola</i> | – | 1 | – | – | – | – | 1 | 1 | – | – | 3 | 3 |
| <i>T. terricola</i> | – | – | 3 | 2 | – | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | – | 3 |
| <i>Xerolycosa miniata</i> | 5 | 4 | – | – | 2 | – | 1 | 3 | 1 | – | 3 | – |
| <i>Callilepis nocturna</i> | – | 1 | 3 | 3 | 1 | – | – | – | 1 | – | 1 | – |
| <i>Drassulus praeficus</i> | – | – | 2 | 2 | 2 | 1 | – | 3 | – | – | 1 | 2 |
| <i>D. pusillus</i> | 1 | 1 | – | 3 | 1 | 4 | 3 | 2 | – | – | 4 | 3 |
| <i>Haplodrassus signifier</i> | 2 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 |
| <i>Zelotes asheganovae</i> | – | – | 3 | 3 | – | 1 | 1 | 1 | – | 3 | 1 | 3 |
| <i>Z. electus</i> | – | 3 | 3 | 3 | 4 | – | – | – | 2 | 1 | 2 | – |
| <i>Xysticus lineatus</i> | – | – | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 3 | – | 3 | – | 3 |

На Степном участке складывается богатый аранеокомплекс, по видовому составу и структуре отличающийся от комплексов пауков Стрелецкого и Казацкого участков. Здесь встречаются 4 редких в Центральной Лесостепи вида, не обнаруженных за многие годы исследований в Центрально-Черноземном заповеднике: *Alopecosa solitaria*, *A. taeniopus*, *Phlegra fsciata*, *Haplodrassus moderatus*. Первые три вида обитают на сухих солнечных местах, преимущественно на склонах балок, последний, наоборот, во влажных биотопах. Все они указываются впервые для Курской области. Интересна находка *Pardosa maisa*. Ранее этот вид отмечался в Северной и Средней Европе, Беларуси и на Урале на болотах, берегах рек и солоноватых лугах. Нами он найден в балках с луговой растительностью. Это вторая находка *P. maisa* на Русской равнине. Предположительно, по Курской области походит южная граница его ареала, т.к. в хорошо изученных Белгородской [8] и Харьковской [9] областях этот вид пока не обнаружен.

Заключение.

Даже по предварительной оценке одной группы беспозвоночных – отряда пауков, мы можем утверждать, что участок «Степной» является ценным резерватом для поддержания биоразнообразия не только Курской области, но и всей Центральной Лесостепи, и поэтому заслуживает придания ему заповедного статуса.

Список литературы

1. Полуянов А.В., Малышева Н.С. перспективы расширения сети степных ООПТ в Курской области // Степн. бюлл. – 2012. – №34. – С. 4–7.



2. Пичка В.Е. К фауне пауков Центрально-Черноземного заповедника // Фауна и экология паукообразных. Пермь: Изд-во Перм ун-та, 1984. – С. 68–77.
3. Пичка В.Е. О фауне и экологии пауков Центрально-Черноземного заповедника // Эколого-фаунистические исследования Центральной лесостепи Европейской части СССР. М: ЦНИЛ Главохоты РСФСР, 1984. – С. 65–75.
4. Полчанинова Н.Ю. К изучению фауны пауков Казацкого участка Центрально-Черноземного заповедника // Изучение и охрана природы лесостепи: Материалы науч.-практ. конф., посв. 120-летию со дня рождения В. В. Алёхина, Курская обл., пос. Заповедное, 7 января 2002 г. – Тула, 2002. – С. 111–112.
5. Полчанинова Н.Ю. Пауки (Araneae) Стрелецкого участка Центрально-Черноземного заповедника (Курская область) // Кавказ. энтомол. бюлл. – 2009. – Т. 5, № 1. – С. 13–27.
6. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. – М.: Мир, 1992. – 161 с.
7. Песенко Ю. А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. – М.: Наука, 1982. – 287 с.
8. Пономарев А.В., Полчанинова Н.Ю. Материалы по фауне пауков (Aranei) Белгородской обл. // Кавк. энтомол. бюлл. – 2006. – Т2, №2. – С. 143–156.
9. Полчанинова Н.Ю. Аннотированный список пауков (Araneae) Харьковской области (Украина) // Вісник Харківськ. нац. ун-ту №856. Сер.: біологія, вип. 9. – 2009. – С. 136–142.

SPIDERS (ARANEAE) OF THE 'STEPNOI' SPOT, A PROSPECTIVE PROTECTED AREA IN KURSK REGION

N.Yu. Polchaninova

V.N. Karazin Kharkiv National University, 4, Svobody sq., Kharkiv, 61022, Ukraine

E-mail: polchaninova@mail.ru

57 spider species from 15 families were registered in the vicinity of Stepnoi Village of Kursk District, Kursk Oblast. 4 species are recorded from Kursk Oblast for the first time, 1 species is new to the Central Russian Upland. A comparison with spider communities of adjacent protected areas showed that the araneocomplexes of the Stepnoi spot are well preserved and include 5 species rare for the Central-Chernozem Region. A conclusion on advisability on the site conservation is given.

Key words: spiders, dominance structure, ecological diversity, protected steppe areas.

УДК 598.2 : 598.829

К ГНЕЗДОВОЙ БИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ ЖЕЛТОЙ ТРЯСОГУЗКИ *MOTACILLA FLAVA* LINNAEUS, 1758 (PASSERIFORMES, MOTACILLIDAE, MOTACILLINAE)²

**Е.А. Артемьева,
И.В. Муравьев**

Ульяновский государственный педагогический университет им. И.Н. Ульянова, пл. 100-летия со дня рождения В.И. Ленина, д. 4, Ульяновск 432700, Россия
E-mail: pliska58@mail.ru;
hart5590@gmail.com

Проведена критическая оценка литературных сведений о размножении желтой трясогузки *Motacilla flava* Linnaeus, 1758 (Passeriformes, Motacillidae, Motacillinae) в европейской части России, в том числе Среднем Поволжье, выявлены лимитирующие факторы гнездования вида на исследованной территории.

Ключевые слова: популяция, вид, гнезда, кладки, птенцы, гнездовой биотоп, кормовая база, птицы, «желтые» трясогузки, Среднее Поволжье.

Введение

Желтая трясогузка *Motacilla flava* Linnaeus, 1758 (Passeriformes, Motacillidae, Motacillinae) относится к группе «желтых» трясогузок политипического комплекса *Motacilla flava* L. in sensu lato, в данной работе рассматривается в качестве самостоятельного вида. В настоящее время отсутствуют обобщающие сводки по размножению *M. flava* на территории европейской части России, в том числе в Среднем Поволжье. Сведения о возможном размножении подвидовых форм желтой трясогузки в ряде регионов на территории ареала (в том числе в Среднем Поволжье) в настоящее время носят отрывочный характер, основываются на отдельных наблюдениях, общая картина характера гнездования подвидов в ареале не полная или частично отсутствует. *M. flava* является широко распространенным видом, но при этом достаточно требовательна к биотопам гнездования, что обуславливает видоспецифичное распределение гнездовых поселений данного вида в пространстве ареала и может ограничивать его размножение.

Проведены комплексные исследования особенностей биологии и экологии, биотопов и фенологии гнездования, нидологии и оологии, птенцов в популяциях *M. flava* в пространстве ареала, в том числе на территории Среднего Поволжья. Выявлены места гнездования *M. flava*, связанные с лугово-болотными и пойменными ценозами (Астраханская, Волгоградская, Пензенская, Саратовская и Ульяновская области). *M. flava* включена в списки гнездящихся видов в Кировской, Оренбургской, Пензенской, Пермской, Самарской, Саратовской, Ульяновской областях и Башкирии, Марий-Эл, Мордовии, Татарстане, Удмуртии и Чувашии. В настоящей работе проведены критический анализ литературных сведений по размножению *M. flava*, выявлены лимитирующие факторы гнездования вида в пределах Среднего Поволжья и сопредельных территориях европейской части России.

Цель данной работы: выявление видоспецифических особенностей биологии и экологии, гнездовых биотопов, исследование лимитирующих факторов размножения, фенологии, нидологии, оологии, птенцов *M. flava* в условиях симпатрии в Среднем Поволжье и европейской части России.

Объект и методы исследования

Голарктический вид, ареал занимает всю Северную Евразию от Европы к северу до берегов Баренцева моря, к югу до Средиземного моря, включая его островные системы и побережье Северной Африки, занимает Сибирь, Дальний Восток в широком смысле, Среднюю, Центральную и Северо-Восточную Азию до западной Аляски.

На территории Среднего Поволжья *M. flava* – обычный перелетно-гнездящийся вид, представлен европейским номинативным подвидом *M.f.flava* Linnaeus, 1758; северным подвидом *M. f. thunbergi* Billberg, 1828; восточным подвидом *M. f. beema* Sykes, 1832; центрально-азиатским подвидом *M. f. leucocephala* Przewalski, 1887 [1, 2, 3, 4].

² Данная работа выполнена при поддержке регионального гранта РФФИ Поволжье № 09-04-97012-р_поволжье_а.

Для выяснения границ гнездовых ареалов подвидов *M. flava* и географического паттерна распространения основных фенотипов использован музейный материал фондов Зоологического института РАН (г. С.-Петербург) – 134 экз., Зоологического музея МГУ (г. Москва) – 142 экз., Зоологического музея СГУ (г. Саратов) – 33 экз., Кировского государственного краеведческого музея – 53 экз., Пензенского государственного краеведческого музея – 9 экз., Зоологического музея ПГПУ им. В. Г. Белинского – 15 экз., а также материалы полевых исследований 1978–2011 гг. (данные А.А. Яковлева, В.А. Яковлева и Г.Н. Исакова по Чувашии (643 экз.), данные по Ульяновской области (397 экз.), по Пензенской (432 экз.), Саратовской (67 экз.), Волгоградской (25 экз.) областях, Казахстану (33 экз.) и в рамках регионального гранта РФФИ Поволжье 2009–2010 гг. (492 экз.), из которых 198 экз. были окольцованы. Общий объем исследованного материала составляет 2475 экз. (91 выборка с территории ареалов видов группы). Полевые исследования (в том числе, нидологические и оологические) популяций *M. flava* проводились на территориях Астраханской, Волгоградской, Кировской, Нижегородской, Оренбургской, Пензенской, Пермской, Ростовской, Самарской, Саратовской и Ульяновской областей, в Республиках Мордовии, Татарии и Чувашии с апреля по октябрь 1978–2011 гг. (рис. 1).

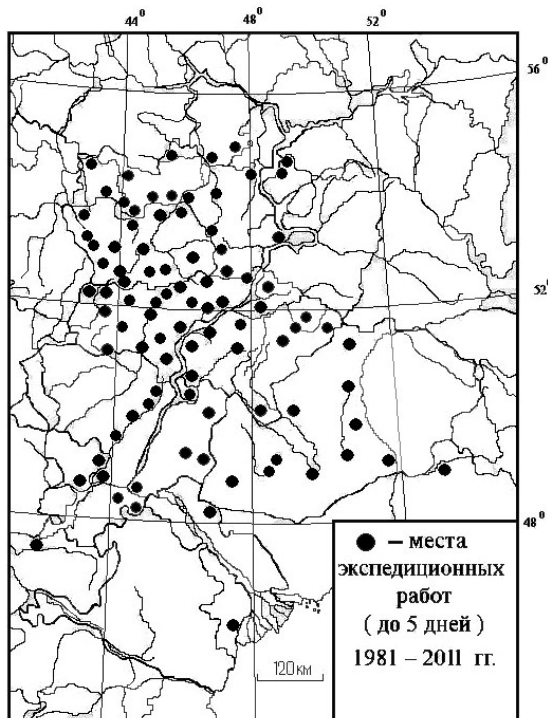


Рис. 1. Точки экспедиционных работ (до 5 дней) в течение 1981–2011 гг. на исследованной территории европейской части России.

Растительный покров в радиусе 1 м и производились замеры относительной влажности над гнездом психрометром Ассмана по стандартной методике. Дальнейшая обработка показателей прибора производилась с помощью психрометрических таблиц. Эффективность размножения определялась путем проверки гнезд 1 раз в 3 дня, а перед вылетом птенцов – ежедневно. При обработке оологического материала наряду с промерами длины и диаметра яиц ($n=106$) у модельного вида рассчитывались следующие показатели: степень округленности (Sph), объем (V) и коэффициент вариации (CV), описывались окраска и рисунок скорлупы яиц [5].

Работа выполнена с использованием следующих методов: картирование гнездовых поселений и гнезд, учеты по традиционным методикам, кольцевание, мечение цветными кольцами, изучение рациона питания птенцов и взрослых особей, проведение записей голосовых сигналов данного вида и получение сонограмм [5].

Географическая привязка гнездовых участков проводилась с помощью топографических карт и атласов масштабом 1:300000 и 1:600000; привязка к местности осуществлялась с помощью спутникового GPS-навигатора (Garmin eTrex Venture), материал обрабатывался на базе программы Google Earth Pro. По результатам исследований была составлена карта гнездового ареала *M. flava* и ее подвидовых форм (западной *M. f. flava*, северной *M. f. thunbergi*, юго-восточной *M. f. beeta* и центрально-азиатской *M. f. leucocephala*) (рис. 2, 3).

Нидологический материал (гнезда): $n=15$ (Кировская обл.), $n=23$ (Пензенская обл.), $n=1$ (Ростовская обл.), $n=2$ (Саратовская обл.), $n=10$ (Татарстан), $n=3$ (Ульяновская обл.). Оологический материал (количество кладок и яиц): $n_1=13$, $n_2=63$ (Кировская обл.); $n_1=23$, $n_2=81$ (Пензенская обл.); $n_2=24$ (Пермская область); $n_1=4$ (Саратовская область); $n_1=32$, $n_2=46$ (Татарстан); $n_1=1$, $n_2=6$ (Ульяновская обл.). Материал по птенцам: $n=7$ (Кировская обл.), $n=65$ (Пензенская обл.), $n=12$ (Саратовская обл.), $n=11$ (Ульяновская обл.). Всего было проанализировано 43 гнезда, 73 кладки и 220 яиц, 95 птенцов.

Полевые исследования избранного вида проводились на территории Пензенской области с 1985–2011 гг. в окр. сс. Раевка, Каменка Колышлейского р-на и сс. Пригородное, Хотяново Сердобского р-на, были организованы стационарные наблюдения, где производился сбор полевого материала по сравнительной экологии желтой трясогузки. Проведена морфометрическая обработка всех найденных гнезд ($n=23$), описывался гнездовой материал, экспозиция гнезда по отношению к сторонам горизонта, определя-

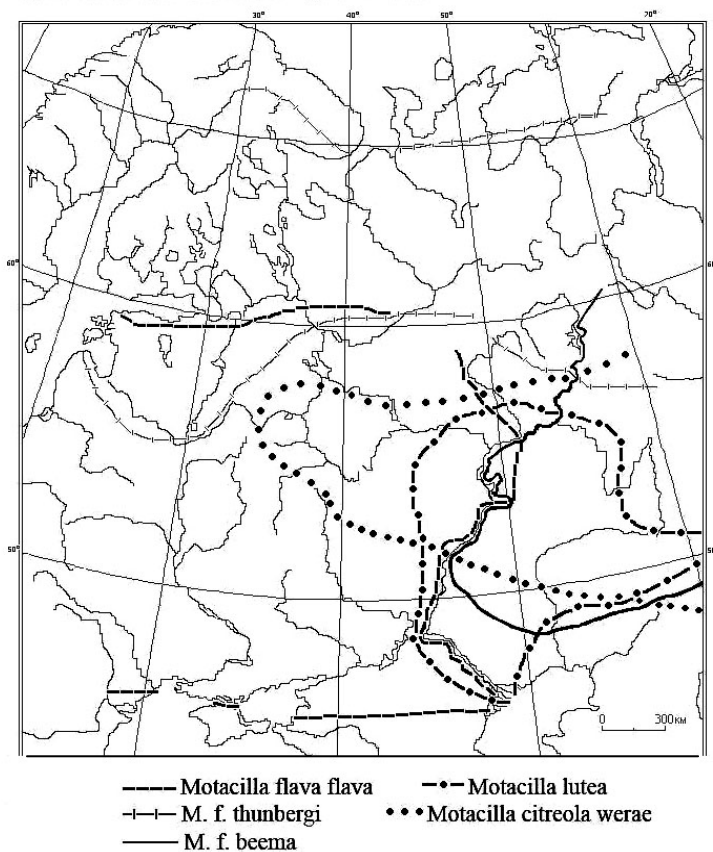


Рис. 2. Границы ареалов комплекса «желтых» трясогузок *Motacilla flava* L., *Motacilla lutea* (S. G. Gmelin) и *Motacilla citreola* Pall. на исследованной территории европейской части России: 1 – *M. f. flava*; 2 – *M. f. thunbergi*; 3 – *M. f. beema*; 4 – *M. lutea*; 5 – *M. c. werae*.

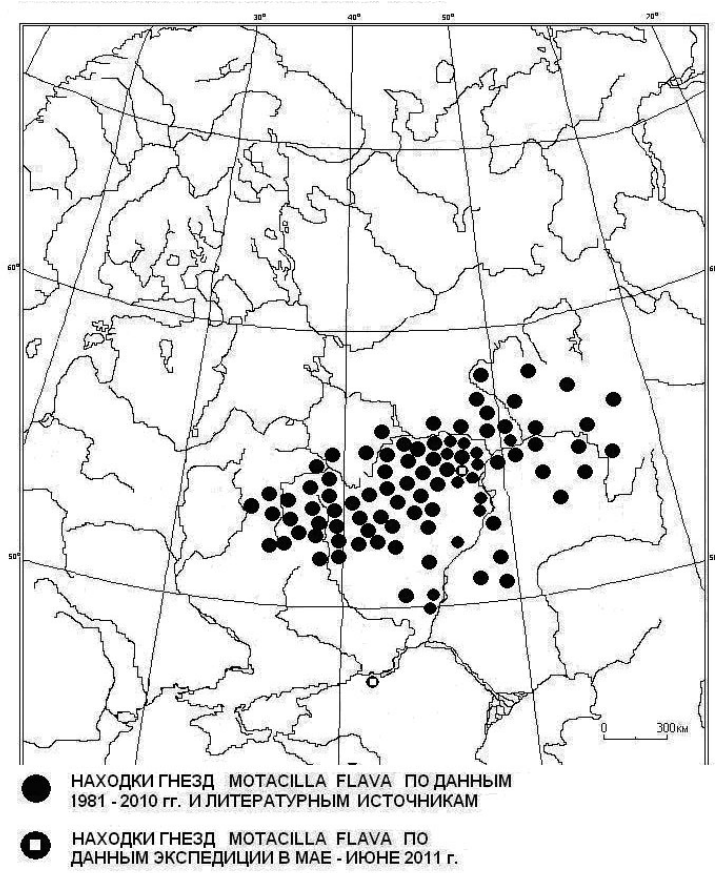


Рис. 3. Находки гнезд *Motacilla flava* Linnaeus, 1758 на исследованной территории европейской части России: 1 – находки гнезд *Motacilla flava* по данным 1981–2010 гг. и литературным источникам; 2 – находки гнезд *Motacilla flava* по данным экспедиции в мае-июне 2011 г.

Результаты и их обсуждение

Биотопы и фенология гнездования

В Среднем Поволжье, Кировской обл. *M. flava* встречается повсеместно в поймах и долинах рек и прилегающим к ним территориям, на сухоходльных и пойменных (широких низкотравных) лугах, волжских островах, населяет естественные и искусственные лиманы [5,6]. *M. flava* может поселяться в сильно закустаренных, и совершенно открытых поймах, при этом луга могут быть как заболоченные (закочкаренные), так и относительно сухие, даже с разреженным травостоем, на крошечных луговинах по дну глубоких и широких балок (оврагов). Наряду с этим заселяет залужившиеся поля, выгоны, пустыри, опушки леса, окраины сельских подворий, пустоши, пастбища, берега прудов, отдельные лесополосы, поля с различными с/х культурами (сенокосы, кормовые культуры, посевы зерновых или гороха), межи картофельных посадок, отдельные пары встречаются на садово-огородных участках, а также на зарастающих парах, незначительно удаленных от воды [2, 6, 7]. *M. flava* редко встречается на узких (линейных) лугах и старается избегать пойменных участков мелких речек с облесенными берегами, отдельные пары живут на сплавинах больших водоемов, на осушенных участках прудов, заросших луговой растительностью [5, 7]. В Ростовской обл. 03.06.2011 г. найдено гнездо *M. flava* с 5 птенцами (возраст 3 дня) на сыром, заросшем тростником участке, примыкающем к федеральной автотрассе Волгоград-Ростов. На Украине к гнездовым биотопам *M. flava* относятся луга разных типов, главным образом влажные, в речных долинах, нередко с богатой травяной и кустарниковой растительностью. Также она поселяется на кочкарных торфяниковых болотах, полях и огородах, сенокосах [8].

Многолетние наблюдения за одним и тем же гнездовым участком показали, что они зависят от гнездопригодности микробиотопа, плотности населения в данном месте, обилия и доступности кормов, а также характера и степени трансформации прилегающих территорий. Главным критерием выбора гнездового участка является показатель относительной влажности (табл. 1) [5].

Таблица 1

**Показатель относительной влажности типичных гнездовых участков
Motacilla flava на территории Пензенской области (%)**

| Вид | Lim | M ± m | CV ± m _{CV} |
|--------------------------|---------|--------------|----------------------|
| <i>M. flava</i> (n = 19) | 58 - 69 | 65.44 ± 2.09 | 9.56 ± 2.25 |

На территориях Пензенской и Ульяновской областей строительство гнезд происходит с первой по третью декады мая, развитие первого выводка начинается в середине мая и заканчивается в первых числах июня, а развитие второго выводка проходит со второй половины июня до середины июля. В Татарстане к устройству гнезд *M. flava* обычно приступают в конце мая, птицы, живущие на материковых террасах, к размножению приступают значительно раньше. В Пермской обл. первые яйца в гнездах находили 20-26 мая. В Кировской обл. к строительству гнезд некоторые самки *M. flava* приступают уже в конце первой - начале второй декады мая. Начало яйцекладки приходится на середину мая, полные кладки находят с 20 мая, а в некоторых поздних гнездах до 30 июня [7].

Особенности нидологии (гнезда вида)

Гнезда строят на земле, на строительство которого у самок уходит от 5–7 до 10 суток после прилета (середина – конец мая). Наиболее важными факторами при выборе мест расположения гнезд у *M. flava*, очевидно, являются особенности микрорельефа и растительного покрова, определенная степень увлажнения гнездовой станции. На устройстве гнезд и составе строительного материала у исследуемого вида трясогузок определенно сказывается характер конкретного местообитания вида (микрорельеф, особенность растительного покрова, розы ветров и т.д.). Рассматриваемый вид проявляет избирательность в гнездопригодности территорий. У *M. flava* гнезда располагаются в углублении почвы и стенки его находятся на уровне земли – рядом с кочкой, в густом травостое, у основания бодяка съедобного или полыни обыкновенной, редко оно может находиться открыто. Гнездо состоит из сухих стебельков прошлогодней травы, листьев луговых растений, лоток хорошо выражен, выстилка представлена мелкими травинками, конским волосом, шерстью животных, мелкими перьями утиных, в целом постройка относительно рыхлая. Параметры гнезд (n=15) (мм): D – 85–115, d – 53–70, H – 45–60, h – 35–60 [5].

Расположение гнезд *M. flava* видоспецифично и зависит от различных требований предъявляемых видом к гнездовым участкам, прежде всего от влажности [9–13]. У *M. flava* строительство гнезд и поиск подходящего для него места осуществляется только самками, сам-

цы в это время охраняют будущий гнездовой участок или сопровождают самок во время кормления и сбора строительного материала. На строительство гнезд у *M. flava* (n=8) уходит от 4 до 6 дней ($M=5.02 \pm 0.24$) [5], иногда 5–7 дней [9]. Как правило, самки затрачивают один день для подготовки самого места под гнездо (утаптывание ямки, очистка ее от прошлогодней листвы, стеблей и трав). У *M. flava* вход в гнездо всегда определяется направлением постоянно дующих ветров и направленно обязательно в противоположную сторону. Высота и толщина стенок гнезд во многом определяется характером прилегающих территорий, микростацией, характером растительного покрова вокруг гнезда, а также относительной влажностью биотопа: (n=19); $M=65.44 \pm 2.09\%$; $CV=9.56 \pm 2.25\%$ (табл. 1) [5]. Средние показатели и ошибки относительной влажности у гнезд разных видов «желтых» трясогузок доказывают высокие достоверные различия между *M. flava* и *M. citreola* ($P<0.0001$), между *M. flava* и *M. lutea* ($P<0.02$) [5].

Размеры гнезд *M. flava* соответствуют таковым показателям для центральной части ареала названного вида [1, 2, 10, 12]. Сравнительный анализ средних значений толщины гнезд показал достоверные различия по этому показателю между *M. flava* и *M. lutea* ($P<0.05$) и между *M. flava* и *M. citreola* ($P<0.02$). Анализ морфометрических показателей средних значений высоты гнезд показал достоверность различий по этому признаку между *M. flava*, *M. citreola* и *M. lutea* соответственно $P<0.001$ и $P<0.02$ (табл. 2) [5].

Таблица 2

Морфометрические показатели гнезд *Motacilla flava* в Пензенской области

| Показатель, см | n | Lim | $M \pm m$ | $CV \pm m_{cv}$ |
|----------------|----|------------|------------------|------------------|
| Диаметр гнезда | 15 | 8.5 – 11.5 | 10.02 ± 0.31 | 10.32 ± 2.20 |
| Диаметр лотка | 15 | 5.3 – 7.0 | 6.39 ± 0.20 | 10.46 ± 2.23 |
| Высота гнезда | 12 | 4.5 – 6.0 | 5.14 ± 0.14 | 7.84 ± 1.96 |
| Высота лотка | 15 | 3.5 – 6.0 | 4.40 ± 0.24 | 17.79 ± 3.79 |

В Ульяновской обл., на юго-восточной окраине г. Ульяновска (Заволжье, Новый город) на полынно-злаковом лугу с отдельными молодыми деревьями 05.06.1997 г. найдено гнездо *M. flava* с 6 яйцами. Параметры этого гнезда (мм): D – 95; d – 65; h – 50. Постройка была расположена около бытового мусора (стекло, газетная бумага), у основания куртины сухой полыни. Гнездо было сооружено из сухой травы, лоток выстлан нитями, перьями и шерстью [13]. В окр. с. Арбузовка Цильнинского р-на 06.06.2007 г. найдено гнездо с кладкой из 6 яиц (А.Н. Москвичев); на западной окраине г. Ульяновска, в окр. с. Баратаевка 24.06.2011 г. найдено гнездо с 5 птенцами *M. flava* на сыром разнотравном лугу. Взрослые птицы кормились и носили корм птенцам с поля ячменя и гороха, расположенного в 15 м от гнезда. Гнездо располагалось в неглубокой ямке на земле, между двумя розетками листьев одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale*), окружено густо растущими куртинами мышиного горошка (*Vicia cracca*), сурепицы обыкновенной (*Barbarea vulgaris*), овсяницы луговой (*Festuca pratensis*), икотника серого (*Berteroa incana*), цикория обыкновенного (*Cichorium intybus*). В его составе найдены сухие стебли трав, кусочек коры (ивы), в выстилке лотка заметна черная хлопковая нитка и грубая нитка из мешковины. Промеры гнезда (мм): D – 102, d – 54, h – 38. Вокруг гнезда найдено 5 присад, гнездо находится в центре гнездового участка рядом с присадой – высоким растением конского щавеля, в 70 см от него. 08.07.2011 г. при повторном посещении того же гнезда *M. flava* обнаружено, что слетки уже покинули гнездо и кормились с родителями на поле гороха с ячменем, выкошенным прогалам на лугах и отдыхали в зарослях ивы. Облик гнезда и его промеры изменились за две недели в результате роста и развития птенцов (мм): D – 107; d – 72; H – 27; h – 13.5.

В Саратовской обл. найдено гнездо 15.06.2003 г. в окр. с. Первомайское Новоузенского р-на (сборы Беяченко, ЗМ СГУ). Территориальные пары, устраивающие гнезда в составе одновидовой колонии, наблюдались на заливном лугу в окр. с. Дьяковки Краснокутского р-на 08–10.05.2005 г. В окр. с. Н. Квасниковки Старополтавского р-на Волгоградской обл. 07.05.2006 г. отмечена самка со строительным материалом в клюве. Откладка яиц начинается в середине – 20-х чисел мая и уже в первой декаде июня в большинстве гнезд отмечаются полные насиженные кладки. Известны данные о более раннем гнездовании вида. Так, *M. flava* в составе группового поселения в окр. с. Дьяковки Краснокутского р-на 31.05.2005 г. в большинстве выкармливали птенцов, тогда как менее 10% пар еще насиживали кладки. Существует много примеров и более позднего размножения. Так, три поселения этих птиц отмечены 20.06.2003 г. в пойме р. Б. Иргиз в окр. с. Новая Сакма Краснопартизанского р-на найдено 6 гнезд, в которых находились птенцы возраста 1–3 суток. Гнезда располагаются на земле под прикрытием растительности. При строительстве гнезда *M. flava* используют различный растительный материал, выстилка состоит из шерсти, перьев, животного волоса или другого мягкого материала [6].

В Кировской обл. в период 1983–2001 гг. найдено 18 гнезд *M. flava*. Гнезда располагаются в мелких ямках на земле, обычно среди густого лугового разнотравья и почти всегда хорошо укрыты нависающими листьями. На верховом болоте их гнездо размещалось в толще мха на кочке среди клюквы, багульника и других болотных растений [7].

В Татарстане *M. flava* в пойме р. Алатырь почти все найденные гнезда были устроены в основании стеблей полыни. Параметры гнезд ($n=10$) (мм): $D - 89 (85-103)$; $d - 62 (55-70)$; $h - 38 (35-40)$. Нередко лоток бывает выстлан волосами домашних животных, пером, а иногда и волосом мышевидных грызунов. В условиях прикрытого гнезда птенцы растут лучше, чем в гнездах открытых, в которых даже гибнут от неблагоприятных метеорологических условий. Из 9 гнезд, найденных в 1953 г., только два не имели прикрытия [7]. У *M. flava*, живущих в условиях волжской поймы, гнезда бывают прикрыты подстилкой из луговых трав или вегетирующей растительностью, в отличие от гнезд, найденных у полевых дорог и на выгонах. В 11.06.1959 г. обнаружили 2 гнезда с 6 свежими яйцами под срубленной веткой ивняка и под наносом хвороста; 08.06.1959 г. – гнездо с 6 свежими яйцами в завитке бересты; 04.07.1975 г. в устье р. Камы – гнездо с насиженными яйцами в старом глубоком следе лося, сверху скрытое травянистыми растениями [7].

В Ростовской обл. 03.06.2011 г. найдено гнездо *M. flava* с 5 птенцами (возраст 3 суток). Гнездо глубоко погружено в дерновину прошлогодних сухих стеблей злаков и тростника, сверху прикрыто крышей из сухой травы, вход в гнездо едва заметен, гнездо состоит из сухих стеблей злаков. На Украине гнезда *M. flava* строят на земле, в густой траве в небольшом углублении грунта, всегда хорошо замаскировывают. Нередко присутствует травяная крыша. Материалом для гнезда служат сухие стебли и листья луговых трав; лоток выстилается конским и коровьим волосом [8].

Особенности оологии вида (кладки)

Яйца *M. flava* имеют правильную форму, окрашены в желтоватый или буровато-серый цвет, с более охристым оттенком, покрыты мелкими сероватыми или красно-бурными пятнышками или крапом. Скорлупа матовая или слегка блестящая, беловатая или зеленовато-белая с густо расположенными мелкими светлыми или темными оливково-бурными размытыми пятнышками, яйца оливково-бурые, светло-зеленовато-серые, светло-бурые [14]; зеленоватые или желтоватые яйца с осью темных и серых пятнышек [14]. Цвет скорлупы яиц светло-зеленовато-серый [15]. Окраска разнообразная, основной фон зеленовато-голубовато-желтовато-белый: покрыт мелкими и крупными красновато-бурными пятнами [10]; зеленовато-белый основной фон с мелкими серыми растушеванными пятнышками, другие желтовато-белые с красновато-бурными растушеванными пятнышками [1]. Яйца зеленоватого, желтоватого, сероватого цвета с размытым буроватым рисунком, иногда с черными точками [16]. Цвет яиц беловатый, край темный, иногда образуется венчик на тупом конце [17]. Яйца зеленовато-белого цвета с мелкими пятнышками, встречаются желтовато-белые с красновато-бурными пятнышками.

Полная кладка состоит от 4 до 7, чаще 5–6 яиц, последующее яйцо в кладке появляется через сутки. Параметры яиц (мм): Республика Мордовия ($n=10$) – $17.0-21.4 \times 12.0-16.4$; Пензенская обл. ($n=56$) – $16.7-20.7 \times 13.1-14.8$; Кировская обл. ($n=18$) – $17.4-20.4 \times 13.5-14.8$; вес (г) 1,7–2,2; Татарстан ($n=13$) – $17.2-20.6 \times 13.4-14.9$; вес (г) 1,5–2,2 [5].

Анализ публикаций по оологии показал, что у *M. flava* количество яиц в полных кладках в высоких широтах составляет от 3 до 6 [1]. В средних широтах количество яиц в кладках у этого вида от 4 до 6 [1]. Некоторые исследователи указывают, что полные кладки *M. flava* содержат от 4 до 7 яиц [1, 9, 14]. Сравнение средних значений и ошибки подтверждает известное положение географических различий об увеличении размеров кладки на севере ареала. Имеющиеся материалы по кладкам, разных подвидов *M. flava* не позволили выявить достоверных различий из разных природных зон. Это связано, вероятно, с неоднородностью собранного материала и отсутствием различий в кладках *M. flava* на уровне подвидовых форм. Величина кладки ($n=17$) у *M. flava* составляет от 4 до 6 яиц, в среднем $M=5.44 \pm 0.23$; $CV=12.58 \pm 2.97$ ($n=56$) [5].

Размеры яиц *M. flava* на исследуемой территории соответствуют данным по центральной части ареала вида. Сравнение морфометрических данных яиц *M. f. beema* из Казахстана [18] с таковыми *M. lutea* показали существование достоверных различий по длине и ширине яиц соответственно ($P < 0.05$; $P < 0.02$) у двух сравниваемых выборок (табл. 3) [5].

Таблица 3

**Морфометрические показатели яиц
в полных кладках *Motacilla flava* в Пензенской области**

| Число яиц | Показатели | n | Lim | M ± m | CV ± m _{cv} |
|-----------|----------------------|----|---------------|--------------|----------------------|
| 5 яиц | Длина (мм) | 20 | 17.9 – 19.3 | 18.46 ± 0.08 | 2.10 ± 0.33 |
| | Ширина (мм) | 20 | 13.7 – 14.3 | 14.10 ± 0.04 | 1.23 ± 0.19 |
| | V (см ³) | 20 | 1.60 – 2.01 | 1.87 ± 0.02 | 4.22 ± 0.67 |
| 6 яиц | Sph (%) | 20 | 73.96 – 82.45 | 76.38 ± 0.31 | 1.79 ± 0.28 |
| | Длина (мм) | 36 | 17.5 – 20.7 | 18.68 ± 0.03 | 4.04 ± 0.48 |
| | Ширина (мм) | 36 | 13.1 – 14.8 | 14.10 ± 0.05 | 2.30 ± 0.27 |
| | V (см ³) | 36 | 1.57 – 2.17 | 1.89 ± 0.02 | 7.32 ± 0.86 |
| | Sph (%) | 36 | 69.08 – 78.80 | 75.55 ± 0.43 | 3.46 ± 0.41 |
| | | | | | |

В Ульяновской обл., на юго-восточной окраине г. Ульяновска (Заволжье, Новый город) на полынно-злаковом лугу с отдельными молодыми деревцами 05.06.1997 было найдено гнездо *M. flava* с 6 яйцами. Параметры яиц (мм): 19.0–19.5×14.0–15.0; в среднем, (19.2 ± 0.1)×(14.3 ± 0.2). Окраска яиц – серовато-буроватая с буро-коричневым крапом и 4–5 черных завитых линии, преобладающими на инфундибулярном конце. Противоиндибулярный конец яиц зеленоватый. Окраска самого крупного яйца отличалась от остальных сильным крапом на основном фоне [13].

В Саратовской обл. найдено 4 кладки *M. flava* 15.06.2003 г. в окр. с. Первомайское Новоузенского р-на (сборы Беяченко, ЗМ СГУ). В кладке 4–8 белых или с розоватым, охристым, зеленоватым оттенком с мелкими крапинами яиц, их размеры составляют 17–20×14–17 мм. Насиживает самка с откладки последнего яйца в течение 12–14 дней [6].

В Татарстане первые кладки *M. flava* находили, начиная с первой декады мая. В пойме р.Волги – не раньше третьей декады мая. Полная кладка у *M. flava* состоит из 4–7 яиц. Из 32 гнезд, найденных в период 1953–1959 гг., три содержали по 4 яйца, 7 – по 5 яиц, 19 – по 6 яиц, в 3 кладках было по 7 яиц. Средний размер кладки (n=32) составил 5.7 яйца. Параметры яиц (мм): 17.2–20.6×13.4–14.9, в среднем (n=46) – 17.9×14.3; вес (г) – 1.5–2.2, в среднем – 1.9. В Пермской обл. в гнездах *M. flava* было обнаружено по 4–6 яиц, в среднем (n=24) – по 4.9 [7].

В Кировской обл. обнаружено 3 кладки (6 яиц 20 мая, 5 яиц 9 июня, 3 яйца 20 июня). В полной кладке *M. flava* 4–6 яиц, обычно – 6 (7 гнезд из 11), средний размер кладки – 5.5 яйца. Параметры яиц (мм): 17.4–20.4×13.5–14.8, в среднем (n=43) – 18.4×14.2; вес (г) – 1.7–2.2, в среднем (n=27) – 1.94. Яйца откладываются по одному в сутки, к их насиживанию самка приступает после появления последнего. Насиживает кладку только самка. Самец участия в постройке гнезда и в насиживании не принимает и даже не кормит самку на гнезде: для кормежки она вынуждена ненадолго покидать его. Самец в это время охраняет территорию и в случае появления опасности подает самке сигнал. Срок инкубации 13–14 суток [7].

На Украине у *M. flava* в некоторых случаях встречается два репродуктивных цикла. Откладывание яиц отмечается в мае и начале июня. Строит гнездо и насиживает кладку (4–6 яиц) самка; средняя продолжительность насиживания 13 дней [8].

Особенности биологии и экологии птенцов

Вылупление птенцов происходит на 13–14 сутки, а выкармливание птенцов родителями продолжается 11–14 суток, иногда при опасности птенцы покидают гнездо на 9 сутки, еще не способные летать. Первые 2–3 суток после вылупления птенцов, самец кормит интенсивно самку, которая все это время обогревает птенцов. После покидания слетками гнезда родительская пара продолжает докармливать их в течение недели. Рацион питания *M. flava* состоит из *Nothoptera*, *Coleoptera* (*Elateridae*, *Curculionidae*), гусениц *Lepidoptera*, *Hymenoptera* (*Formicidae*), *Diptera* (*Chironomidae*, *Muscidae*). Первые 3–4 дня птенцов кормят насекомыми с мягкими покровами – тлями, нимфами, личинками жуков, позднее в кормах присутствуют крупные насекомые с грубыми хитиновыми покровами, *Odonata* и *Lepidoptera*. По мере роста птенцов кормовая территория у родительской пары увеличивается [5]. Насиживание кладки начинается самкой с предпоследнего или последнего яйца, самец в некоторых гнездящихся парах иногда участвует в насиживании. Плотное насиживание у модельного вида чаще всего начинается с предпоследнего или последнего пятого или шестого яйца и длится 13 суток [1, 9, 10]. Доля участия партнеров в насиживании неодинакова у разных пар. Основную часть времени на обогрев яиц приходится на самку. Самцы если и насиживают кладку, то только на время кормления самок суммарно. Это составляет от 30 до 60 мин. в сутки у *M. flava*. В некоторых случаях кладка может некоторое время находиться без обогрева. Например, самка *M. flava* 29.05.1993 г. отсутствовала на гнезде в вечернее время с 17.45 до 19.15, в это время обогревал кладку самец [5].

Как правило, один птенец вылупляется на сутки позже других. В двух полных кладках у *M. flava*, содержащих по 6 яиц, вылупление происходило в течение 3-х суток (4 + 1 + 1), а в одной, содержащей 5 яиц – в течение одного дня. В гнездах птенцы находятся от 13 до 15 дней ($n = 27$), но при опасности могут покидать его раньше в возрасте и 9–11 дней ($n=16$). Время пребывания птенцов в гнезде зависит также от их числа, чем больше птенцов в гнезде, тем короче время их пребывания в нем. После того, когда слетки покидают гнезда, родители продолжают подкармливать их еще в течение одной недели [5]. С момента вылупления птенцов в гнездах основная забота по их выкармливанию ложится на самок (60% кормлений). Это процентное соотношение может меняться у разных пар и видов в зависимости от индивидуальных особенностей брачных партнеров. Самцы в большинстве случаев охраняют гнездовые участки, сопровождают самок. По мере развития птенцов частота посещений гнезд самками увеличивается; для 3-х дневных птенцов *M. flava* от 9 до 10 посещений в час [23], для 6-ти дневных птенцов этого вида это число составило 14–16 посещений в час [9]. В возрасте птенцов 7–9 дней число посещений составляет 18–20 в час [23]. В результате наших наблюдений установлено, что число посещений родителями с кормом к 7–9 дневным птенцам в час составило 15–22 раза ($n=11$) у *M. flava*.

Начало вылупления птенцов в Ульяновской обл. происходит в первых числах июня. На южной окраине г. Ульяновска 07.06.2009 около карьера «Волжанка», на луговине с обилием высокого сухого бурьяна, под навесом из пласта прошлогодней лежалой травы, было найдено гнездо с 5 птенцами, у которых уже начали разворачиваться кисточки маховых перьев [13]. На западной окраине г. Ульяновска, в окр. с. Баратаевка 24.06.2011 г. найдено гнездо с 5 птенцами *M. flava* на сыром разнотравном лугу. Взрослые птицы кормились и носили корм птенцам с поля ячменя и гороха, расположенного в 15 м от гнезда. В Саратовской обл. в пойме р. Б. Чалыкла в окр. с. Непряхино Озинского р-на (ур. Муравли) в небольшом групповом поселении *M. flava* 25.06.2008 г. две пары выкармливали потомство в гнездах, а одна в это же время еще насиживала кладку. Выкармливают птенцов оба партнера, длительность пребывания в гнезде – 12–14 дней [6].

В Кировской обл. и Татарстане вылупление птенцов обычно происходит по утрам на 13-й день и продолжается нередко до следующего дня. Необходимо отметить, что в гнездах с 6 яйцами часто вылупляются только 5 птенцов. В Кировской обл. выклев птенцов в разных гнездах наблюдается с середины первой декады июня до третьей декады июня - начала июля. В ранних гнездах вылупление птенцов происходит в последних числах мая – первых числах июня (2003 г.), а в самых поздних повторных гнездах птенцы могут появляться в середине июля. Птенцы находятся в гнезде 11–14 суток, но при опасности могут покинуть его в возрасте 8–9 суток. Еще около недели птенцы прячутся в траве у гнезда, и оба родителя активно их кормят. Неуверенно перепархивающих слетков находили 18.06.1987 г., 23.06.1998 г., хорошо летающих – 16–17.06.2003 г., 23.06.1998 г., 29.06.1994 г. Беспокоящиеся взрослые птицы с кормом в клюве часто наблюдаются в первой половине июля. Поздние выводки поднимаются на крыло только в конце июля – начале августа. Так, в рыбхозе «Филипповка» выкармливание птенцов нескольких выводков наблюдалось 27–30.07.2002 г. В Татарстане в условиях заливных лугов птенцы покидают гнездо в возрасте 8–9 дней, когда еще не способны летать [7].

Вылет молодых в Среднем Поволжье приходится, в среднем, на конец мая – начало июня, из повторных кладок второго репродуктивного цикла – до середины июля. Известно, что в разных частях ареала существуют различные сроки фенологических явлений у птиц, в том числе у *M. flava*, имеющей обширный ареал на территории Евразии. Вместе с тем сроки размножения птиц в рамках единого природного региона достаточно близки. Так, в Белоруссии начало сроков размножения *M. flava* приходится на первую половину мая, в Ленинградской обл. - третью декаду мая, в Республике Мордовии - вторую декаду мая. Между тем для Казахстана полные кладки у *M. flava* обнаружены только во второй половине июня. Появление слетков в Среднем Поволжье можно наблюдать с конца мая до середины июня, которые концентрируются около дорог и тропинок, вблизи пастбищ. Выводок, покинувший гнездо, в течение 2–4 дней держится поблизости от него. У *M. flava* в Среднем Поволжье можно отмечать повторные кладки взамен утерянных, а для южных регионов характерен второй цикл размножения. В Ульяновской обл. в течение гнездового сезона могут иметь две кладки. Первый выводок развивается с середины мая по середину июня, второй – со второй половины июня по конец июля. В Ульяновской обл. со второй декады июня (14.06.2001 г., п. Карамзинка, очистные сооружения) появляются слетки. В первой половине июля еще имеются случаи выкармливания птенцов в гнездах (10.07.2009 г.), в конце июля встречали молодых особей [13]. 08.07.2011 г. при повторном посещении гнезда *M. flava* в окр. с. Баратаевка (Ульяновская обл.) обнаружено, что слетки уже покинули гнездо и кормились с родителями на поле гороха с ячменем, выкошенным прогалам на лугах и отдыхали в зарослях ивы.

В Саратовской обл. молодые летные птицы регистрируются с июня по август. Так, 02.08.1987 г. в Аткарском р-не между сс. Новая Усть-Уза и Кожевино на пруду наблюдали взрослых трясогузок с выводками и 23.07.1988 г. на маршруте между сс. Н. Ивановка, Андреевка и Сергиевка Калининского р-на (устн. сообщ. И.В. Муравьева) [6]. На Украине птенцы *M. flava* покидают гнездо еще до того, как могут летать [8]. Во время весенних миграций 28.04.1922 г. в окр. с. Лобки-2 Балаковского р-на Саратовской обл. нами встречена смешанная стая «желтых» трясогузок, состоящая из нескольких подвиговых форм *M. flava*: *M. f. flava*, *M. f. thunbergi*, *M. f. beema*, *M. f. leucosephala*, а также здесь с ними присутствовали *M. alba*, *M. lutea*, *M. citreola*. Зафиксированы встречи разных подвигов *M. flava* в гнездовой период: *M. f. thunbergi*: р.п. Старая Майна Ульяновской обл., 3 особи – июнь-июль 1997 г.; *M. f. beema*: г. Ульяновск, п. Карамзинка, очистные сооружения, самец – 2.06.2001 г.; с. Большие Ключицы Ульяновского р-на Ульяновской обл., пруды рыбхоза, 1 особь – 12.07.2001 г.

Заключение

Лимитирующие факторы размножения вида

Тенденции и закономерности в выборе биотопов гнездования и особенностях размножения *M. flava* на исследованной территории европейской части России, в том числе, Среднем Поволжье обусловлены тремя основными лимитирующими факторами, связанными с географическим распределением биотопов гнездования, и экологическими условиями, прежде всего влажностью, которые определяют характер растительных ассоциаций для постройки гнезд и кормовой базы в данных биотопах для выкармливания птенцов. *M. flava* достаточно чувствительна к выбору гнездовых биотопов, поэтому данный вид может быть использован как индикатор ценозов речных долин и пойм. Основными лимитирующими факторами размножения в пространстве ареала *M. flava* являются наличие достаточно влажных биотопов для гнездования, потенциальной кормовой базы, характерной для данного вида, условий для возникновения генетико-экологической дифференциации в популяциях, в совместных гнездовых поселениях и подходящих биотопов для гнездования в урбанизированных ландшафтах – очистные сооружения, пруды, др.

К выявленным видоспецифическим особенностям гнездовых биотопов и фенологии, нидологии и оологии, биологии и экологии птенцов *M. flava* в условиях широкой симпатрии в Среднем Поволжье относятся: достаточная степень увлажнения биотопа для развития определенных растительных ассоциаций; выраженные лимиты параметров гнезд и яиц; определенный состав строительного материала для сооружения гнезда; средняя размерность кладок; сроки насиживания и вылупления, роста и развития птенцов; определенный набор видов насекомых для выкармливания птенцов.

Таблица 4
Причины гибели гнезд с кладками и птенцами у *Motacilla flava* в Пензенской области

| Фактор | Гибель | |
|-----------------|------------|---------|
| | абсолютная | доля, % |
| Человек | 3 | 15.8 |
| Хищники | 2 | 10.5 |
| Затоплено водой | 2 | 10.5 |
| Всего | 7 | 36.8 |

Эффективность размножения *M. flava* в совместных поселениях «желтых» трясогузок во многом зависит от микробиотопа, степени маскировки гнезда, характера антропогенного воздействия, погодных условий и т.д. Данные о гибели гнезд с кладками и птенцами для *M. flava* приводятся в таблице 4. Успех размножения *M. flava* в районе исследований различный. Процент отхода яиц за время исследования (n=61) составил 92.00% из 19 гнезд. У *M. flava* на каждое гнездо количество вылетевших птенцов составило, в среднем (n=19); 4.12 ± 0.24 (табл. 4) [5]. У *M. flava* гибель яиц и птенцов связана, прежде всего, с перевыпасом скота, ранним сенокошением, вспашкой зяби. Гибель гнезд может происходить и в результате нападения луговых луней, грачей, серых ворон, сорок и пастушьих собак. Неблагоприятное воздействие на сохранность гнезд на территории исследования могут оказывать фактор беспокойства (гибнут кладки и птенцы, неспособные к полету) и весенние ежегодные заморозки. За время наблюдений (1988–2011 гг.) наибольшая гибель гнезд с кладками отмечена для *M. flava* 36,8% (n=19) в совместных гнездовых поселениях с *M. citreola* и *M. lutea* [5].

За последние 50 лет исторически изменился выбор гнездовых биотопов *M. flava* в европейской части России – здесь *M. flava* чаще использует мезофильные луга, сельскохозяйственные угодья, очистные сооружения крупных населенных пунктов, различные объекты гидротехнического строительства, деградированные пойменные луга. Кроме того, возрастание экологической пластичности *M. flava* можно рассматривать как результат приспособления вида к обитанию в антропогенной среде урбанизированных ландшафтов. Авторы выражают искрен-



нюю благодарность В.М. Лоскоту (Зоологический институт РАН, С.-Петербург) и П.С. Томковичу (ЗМ МГУ, Москва) за курирование работы в коллекционных фондах.

Список литературы

1. Гладков Н.А. Птицы Советского Союза. М.: Советская наука, 1954. – Т. 5. – С. 594–690.
2. Приезжев Г.П. Семейство трясогузковые Motacillidae // Птицы Волжско-Камского края. Воробьиные. М.: Наука, 1978. – С. 145–157.
3. Степанян Л.С. Конспект орнитологической фауны СССР // М.: Наука, 1990. – 366 с.
4. Cramp S. The Birds the Western Palaearctic // Oxford Univ. Press., 1988. – P. 1–1063.
5. Муравьев И.В. Сравнительная экология близкородственных видов на примере рода Motacilla L. // Автореф. диссер. на соискание уч. степ. канд. биол. наук. М.: МГПИ, 1997. – 17 с.
6. Завьялов Е.В., Табачишин В.Г., Якушев Н.Н., Мосолова Е.Ю., Шляхтин Г.В., Кошкин В.А., Хучраев С.О., Угольников К.В. Птицы севера Нижнего Поволжья: В 5 кн. Кн. IV. Состав орнитофауны / Под ред. д-ра биол. наук Е.В. Завьялова. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2009. – 268 с.
7. Сотников В.Н. Птицы Кировской области и сопредельных территорий. Воробьинообразные. Том 2. Часть 1. Киров: ООО «Триада+», 2006. – 448 с.
8. Гавриш Г.Г. Плиска жовта *Motacilla flava* // Птахи України під охороною Бернської конвенції. Київ, 2003. – С. 216–217.
9. Птушенко Е.С., Иноземцев А.А. Биология и хозяйственное значение птиц Московской области и сопредельных территорий. М.: МГУ, 1968. – 461 с.
10. Гаврилов Э.Н. Семейство Трясогузковые - Motacillidae // Птицы Казахстана, Алма-Ата: Наука, 1970. – Т. 3. – С. 286–363.
11. Спангенберг Е.П., Бутьев В.Т., Журавлев М.Н. К экологии желтоголовой трясогузки (*Motacilla citreola* wegae But.) в Московской области // Фауна и экология животных. Ч. 2. – М.: Наука, 1976. – С. 225–232.
12. Лысенков Е.В. Сравнительная экология трясогузок в условиях их совместного обитания в Мордовской АССР // Экологические исследования структуры природных сообществ. Саранск, 1987. – С. 118–124.
13. Москвичев А.Н., Бородин О.В., Корепов М.В., Корольков М.А. Птицы города Ульяновска: видовой состав, распространение, лимитирующие факторы и меры охраны. Ульяновск: Издательство «Корпорация технологий продвижения», 2011. – 280 с.
14. Никифоров М.Е., Яминский Б.В., Шкляр Л.П. Птицы Белоруссии (справочник-определитель гнезд и яиц). Минск: Высшая школа, 1989. – 480 с.
15. Makatsch W. Die Eier der Vogel Europas. Neumann Verlag, Leipzig, 1976. – Bd. 2. – 460 s.
16. Портенко Л.А. Птицы СССР. М.-Л.: АН СССР, 1960. – Ч.4. – 416 с.
17. Зиновьев В.И. Птицы лесостепной зоны Европейской части СССР. Воробьинообразные. Тверь: Тверский Гос. ун - т, 1991. – С. 158.
18. Ковшарь А.Ф., Левин А.С. Каталог оологической коллекции института зоологии АН КазССР. Алма-Ата, 1982. – 102 с.

FOR NESTING BIOLOGY AND ECOLOGY OF YELLOW WAGTAIL *MOTACILLA FLAVA* LINNAEUS, 1758 (PASSERIFORMES, MOTACILLIDAE, MOTACILLINAE)

E.A. Artemyeva, I.V. Muravjev

Ulyanovsk State Pedagogical University of I.N. Ulyanov, 100-letia of V.I. Lenin Sq., 4, Ulyanovsk 432035, Russia

*E-mail: pliska58@mail.ru;
hart5590@gmail.com*

Critical estimation of literary information about reproduction yellow wagtail *Motacilla flava* Linnaeus, 1758 (Passeriformes, Motacillidae, Motacillinae) is carrying out on research territory of European part of Russia and the Middle Volga Region, limited factories and regularities of species distribution are given.

Key words: population, species, nests, layings, nestlings, nesting biotope, forage reserve, birds, «yellow» wagtails, Middle Volga Region.

УДК 598.2 : 598.829

К ГНЕЗДОВОЙ БИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ ЖЕЛТОЛОБОЙ ТРЯСОГУЗКИ *MOTACILLA LUTEA* (S.G. GMELIN, 1774) (PASSERIFORMES, MOTACILLIDAE, MOTACILLINAE)³

**И.В. Муравьев,
Е.А. Артемьева**

Ульяновский государственный педагогический университет им. И.Н. Ульянова, Россия, 432700, Ульяновск, пл. 100-летия со дня рождения В.И. Ленина, д. 4
E-mail: pliska58@mail.ru;
hart5590@gmail.com

Проведена критическая оценка литературных сведений о размножении желтолобой трясогузки *Motacilla lutea* (S.G. Gmelin, 1774) (Passeriformes, Motacillidae, Motacillinae) в европейской части России, в том числе Среднем Поволжье, выявлены лимитирующие факторы гнездования вида на исследованной территории.

Ключевые слова: популяция, вид, гнезда, кладки, птенцы, гнездовой биотоп, птицы, «желтые» трясогузки, Среднее Поволжье.

Введение

Желтолобая трясогузка *Motacilla lutea* (S.G. Gmelin, 1774) (Passeriformes, Motacillidae, Motacillinae) относится к группе «желтых» трясогузок политипического комплекса *Motacilla flava* L. in sensu lato, в данной работе рассматривается в качестве самостоятельного вида. В настоящее время отсутствуют обобщающие сводки по размножению *M. lutea* на территории Среднего Поволжья и Предуралья, по положению современных границ гнездового ареала модельного вида. *M. lutea* является локальным видом, на большей части территории ареала относится к редким видам, не образует плотных групповых поселений. Гнездовые станции *M. lutea* крайне дисперсные в пространстве ареала, видоспецифичное распределение гнездовых поселений данного вида может ограничивать его репродукцию, что послужило причиной включения данного вида в Красные книги ряда регионов России, например, в Красную книгу Пензенской области [1].

Цель данной работы: выявление видоспецифических особенностей биологии и экологии, гнездовых биотопов, исследование лимитирующих факторов размножения, фенологии, нидологии, оологии, птенцов *M. lutea* в условиях симпатрии в Среднем Поволжье и Предуралье.

Объект и методы исследования

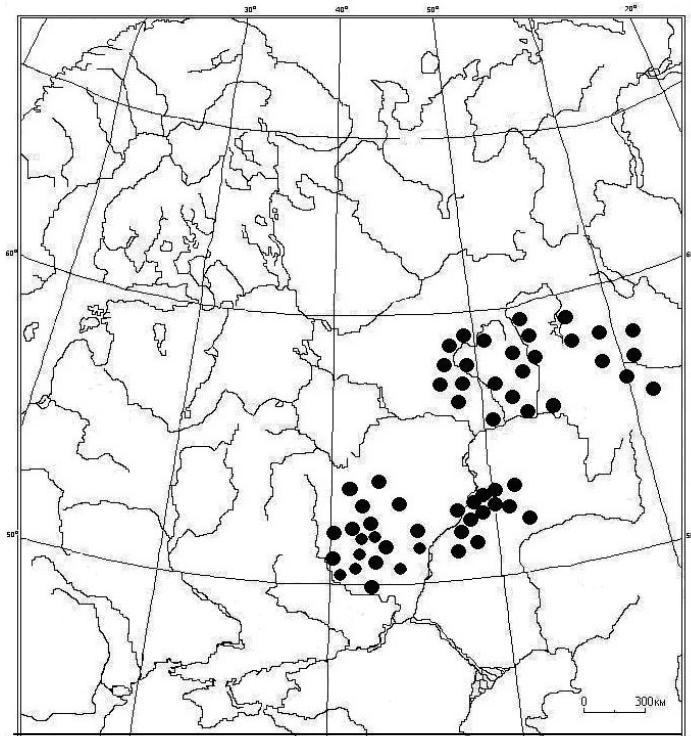
Ареал исследуемого вида распадается на две удаленные друг от друга части. Англия, местами в Ирландии (*M. l. flavissima* Blyth, 1834), затем по степям Южной, Западной и Восточной Европы и юга Западной Сибири (*M. l. lutea* (Gmelin, 1774)). *M. lutea* зимует в западной, восточной и центральной Африке и в Индии. Исследуемый модельный вид на территории европейской части России, в том числе, в Среднем Поволжье и Предуралье представлен номинативным подвидом *M. l. lutea* (S.G. Gmelin, 1774). По границам ареала спорадична и малочисленна, но по средней Волге и в Волжско-Уральских степях гнездится во множестве [2, 3].

Для выяснения границ гнездового ареала *M. lutea* и географического паттерна распространения основных фенотипов использован музейный материал фондов Зоологического института РАН (г. С.-Петербург) – 110 экз., Зоологического музея МГУ (г. Москва) – 164 экз., Зоологического музея СГУ (г. Саратов) – 41 экз., Кировского государственного краеведческого музея – 103 экз., Пензенского государственного краеведческого музея – 10 экз., Зоологического музея ПГПУ им. В. Г. Белинского – 20 экз., а также материалы полевых исследований 1978–2011 гг. и в рамках регионального гранта РФФИ Поволжье 2009–2010 гг. (576 экз.), из которых 110 экз. были окольцованы. Общий объем исследованного материала составляет 1024 экз. (91 выборка с территории ареалов видов группы). Полевые исследования (в том числе, нидологические и оологические) популяций *M. lutea* проводились на территориях Астраханской, Волгоградской, Оренбургской, Пензенской, Ростовской, Самарской, Саратовской и

³ Данная работа выполнена при поддержке регионального гранта РФФИ Поволжье № 09-04-97012-р_поволжье_а.

Ульяновской областей, в Республиках Калмыкии, Мордовии и Чувашии с апреля по октябрь 1978–2011 гг. Нидологический материал (гнезда): $n=4$ (Кировская обл.), $n=24$ (Пензенская обл.), $n=2$ (Пермская обл.), $n=2$ (Саратовская обл.), $n=5$ (Татарстан). Оологический материал (кладки и яйца): $n_1=4$, $n_2=20$ (Кировская обл.); $n_1=24$, $n_2=106$ (Пензенская обл.); $n_1=2$, $n_2=8$ (Саратовская обл.); $n_1=5$, $n_2=9$ (Татарстан). Материал по птенцам: $n=5$ (Кировская обл.), $n=256$ (Пензенская обл.). Всего было проанализировано 37 гнезд, 35 кладок и 143 яиц, 261 птенец.

Полевые исследования избранного вида проводились на территории Пензенской области с 1985–2011 гг. в окр. сс. Раевка, Каменка Колышлейского р-на и сс. Пригородное, Хотяново Сердобского р-на, были организованы стационарные наблюдения, где производился сбор полевых материалов по сравнительной экологии желтолобой трясогузки. Проведена морфометрическая обработка всех найденных гнезд ($n=24$), описывался гнездовой материал, экспозиция гнезда по отношению к сторонам горизонта, определялся растительный покров в радиусе 1 м и производились замеры относительной влажности у гнезда психрометром Ассмана по стандартной методике. Дальнейшая обработка показателей прибора производилась с помощью психрометрических таблиц. Эффективность размножения определялась путем проверки гнезд 1 раз в 3 дня, а перед вылетом птенцов - ежедневно. При обработке оологического материала наряду с промерами длины и диаметра яиц ($n=106$) у модельного вида рассчитывались следующие показатели: степень округленности (Sph), объем (V) и коэффициент вариации (CV), описывались окраска и рисунок скорлупы яиц. Работа выполнена с использованием следующих методов: картирование гнездовых поселений и встреч, учеты по традиционным общепринятым методикам, кольцевание и мечение цветными кольцами, изучение рациона питания взрослых особей и птенцов, обработка полученных сонограмм записей голосовых сигналов модельного вида [4]. По результатам исследований была составлена карта с указанием находок гнезд вида (рис. 1).



● НАХОДКИ ГНЕЗД *MOTACILLA LUTEA* ПО ДАННЫМ 1981 - 2010 гг. И ЛИТЕРАТУРНЫМ ИСТОЧНИКАМ (1)

Рис. 1. Находки гнезд *Motacilla lutea* (S.G. Gmelin, 1774) на исследованной территории европейской части России: 1 – находки гнезд *Motacilla lutea* по данным 1981–2010 гг. и литературным источникам

Результаты и их обсуждение

Биотопы и фенология гнездования

В Пензенской и Ульяновской областях гнездопригодными биотопами *M. lutea* являются степи, увлажненные места ленточных лугов, луговины на суходолах, берега озер и прудов, поймы степных рек и речек, временные водотоки ручьев по балкам, очистные сооружения в черте отдельных населенных пунктов [4]. Исследования показали, что модельный вид в Пензенской обл. встречается по степным стациям в гнездовой период по долинам рр. Хопра, Сердобы, Колышлейки, где относится к разряду редких. В долине р. Терешки (Ульяновская, Саратовская области) отмечаются единичные гнездящиеся пары, встречающиеся совместно с *M. f. beema*. В Заволжье Саратовской обл. (гг. Балаково – Ершов – Дергачи – Озинки) поселения *M. lutea* носят локальный характер [4, 5]. Отмечали спорадично гнездящиеся пары *M. l. lutea*. в Саратовской обл. (окр. г. Саратова, окр. с. Степановки Дергачевского района – 1991 и 1994 гг.), где этот вид встречается в совместных поселениях с *M. f. beema* и *M. citreola werae* [4, 5]. В Оренбургской обл. *M. lutea*, вероятно, гнездится на северо-западе области (окр. г. Бугуруслан, с. Северное), в пойме р. Большая Кинель, на границе с Самарской обл. В Самарской обл. данный вид, вероятно, гнездится в пойме р. Сызранки (устн. сообщение С. Корнева). Модельный вид

трясогузок гнездится вдоль степных речек, озер и искусственных водоемов, где всегда образуют совместные групповые поселения с *M. f. beema*. В междуречье рр. Волги и Урала (гг. Уральск – Чапаево – Индерборское и Камыш-Самарские озера) *M. lutea* отдает явное предпочтение более увлажненным местам ленточных лугов, окаймляющих озера, протоки, речек, искусственные водохранилища и оросительные каналы. Многолетние наблюдения в Среднем Поволжье и Предуралье (1985–2011 гг.) показали, что гнездовые поселения этого вида размещены спорадично в виде изолированных пятен, а на западной границе ареала имеют прерывистоленточный характер. *M. lutea* спорадически и не ежегодно отмечен в период гнездования в небольшом количестве в подходящих остепненных биотопах, связанных с меловыми обнажениями и каменистыми меловыми и ковыльными степями [3].

В Самарской и Пензенской областях *M. lutea* отдает явное предпочтение более увлажненным местам ленточных лугов, окаймляющих озера, протоки, речек, искусственные водохранилища и оросительные каналы. На севере Самарской, в Пензенской, Пермской и Саратовской областях *M. lutea* может гнездиться вдоль степных речек, озер и искусственных водоемов, где может образовывать совместные гнездовые групповые поселения с *M. flava* или с *M. citreola* [4, 5]. На территориях Пензенской и Пермской областей отмечаются единственные гнездовые поселения, в которых присутствуют одновременно *M. lutea*, *M. flava*, *M. citreola* [4]. В Ульяновской обл. вид приурочен к долинам степных рек, родникам в долинах, окаймленным нагорными лесами, мелким водоемам в каменистых меловых степях. *M. lutea* в Среднем Поволжье и Предуралье предпочитает обширные луга, поросшие *Carex* sp., *Rumex confertus*, *Lappula patula*, *Alopecurus* sp., с обязательным присутствием мелкорослого кустарника, ивняка, наличием болот и озер. Модельный вид иногда гнездится по долинам оврагов и балок с постоянными и временными водотоками, по берегам искусственных прудов, мелких речек и ручьев. В степной зоне названный вид трясогузок отмечается около колодцев и родников, по крутым берегам степных речек, поросших *Caragana frutex* и *Amygdalus nana*. *M. lutea* может поселяться в агроценозах: на с/х полях, засеянных зерновыми культурами, на зарастающих парах и сенокосах, которые могут находиться в значительном удалении от водоемов. Исследования показали, что данный вид проникает и успешно гнездится в черте отдельных городов Среднего Поволжья и Предуралья [4]. *M. lutea* может отмечаться здесь на гнездовании, как одиночными парами, так и групповыми поселениями. В Кировской обл. *M. lutea* занимает для гнездования чистые и слабо закустаренные заливные луга в низкой пойме р. Вятки, где предпочитает гнездиться на относительно сухих возвышенных местах, на клеверном поле. В Татарстане данный вид доминирует в полевых биотопах и на остепненных участках, в поймах крупных и малых рек. В Удмуртии *M. lutea* встречается в пойме р. Камы, в Пермской обл. – на сырых пойменных лугах и болотах, озимых полях [6].

В Саратовской обл. *M. lutea* предпочитает поселяться в остепненных целинных местобитаниях и на полях с/х культур, заселяет участки, находящиеся на 4-й стадии залежной демультипликативной сукцессии с преобладанием житняково-перистоковыльных ассоциаций, очень редко на полях озимой пшеницы. В заволжских районах предпочитает олуговевшие участки по ложбинам стока, на участках типичной степи в волжской долине единично встречается на территориях, где полностью отсутствует выпас [5]. Селится на лугах с болотами и озерками, в долинках оврагов у мелких речек и ручьев; в пойме нижнего течения р. Волги предпочитает луга с разбросанными деревцами и кустарниками; гнездится и на полях в значительном удалении от воды, среди тростниковых зарослей по сухим местам вблизи озер. По исследованиям Завьялова Е.В. [5] известны примеры размножения в долинах оврагов и балок с постоянными или временными водотоками, по берегам малых рек и ручьев. Многолетние наблюдения за одним и тем же гнездовым участком показали, что они зависят от гнездопригодности микробиотопа, плотности населения в данном месте, обилия и доступности кормов, а также характера и степени трансформации прилегающих территорий. Главным критерием выбора гнездового участка является показатель относительной влажности [4]: $Lim - 63-90$; $M \pm m - 72.59 \pm 2.12$; $CV \pm m_{cv} - 13.67 \pm 2.06$.

Сроки гнездования *M. lutea* в северных областях ареала: в Пермской обл. – с первой декады июня, в Кировской обл. наступают с 23-28 мая, в холодные годы – с 16–17 июня (но у большинства пар, гнездящихся в поймах, в обычные годы кладки формируются в последней декаде мая – первых числах июня), в Татарстане – в первой и второй декадах июня [6]. В гнездах, найденных в Пермской обл. 1–6 июля находились оперяющиеся птенцы. В Пензенской и Ульяновской областях для *M. lutea* начало размножения в среднем по годам (30 лет) приходится на вторую декаду мая, а массовое гнездование на конец мая – начало июня [4]. В Саратовской обл. на местах гнездования *M. lutea* первые гнезда находили во второй декаде мая. Гнездостроение и начало откладки яиц у большинства пар приурочены к третьей декаде мая [5].

Особенности нидологии (гнезда вида)

Особенности брачного поведения *M. lutea* изучались на территории Пензенской обл. в течение длительного времени на стационарах. На потенциальные места гнездования первыми прилетают взрослые, а затем молодые самцы. Самцы активно токуют при выборе самок, в этот момент преследуют потенциальных соперников на уровне вида, выбирают места для «присады» – высокий кустик полыни, конского щавеля и низкорослый ивняк. Во время токования у отдельных самцов *M. lutea* при образовании брачных пар можно отмечать полет «хвостом вперед». Важную роль в отношениях на внутривидовом уровне играют брачные акустические сигналы, которые имеют четкое видовое, ситуационное значение и различие, являясь основой звуковой коммуникации в совместных групповых гнездовых поселениях. Кольцевание и мечение цветными кольцами взрослых особей на стационарах в Пензенской обл. (окр. сс. Раевка, Каменка Колышлейского р-на, Пригородное Сердобского р-на) во время гнездования показало, что они не встречаются в следующие сезоны на прежних гнездовых участках, за исключением одного годовалого самца *M. lutea*, который был окольцован в 1991 г. на одном из стационаров в гнездовое время и повторно отловлен в месте кольцевания весной (май 1992 г.).

Таким образом, выбираемые для гнездования видоспецифические микробиотопы, по видимому, являются привлекательными для данного вида и могут заселяться ежегодно при их относительном сохранении. Из всех окольцованных птенцов ($n=175$) за 5 лет стационарных наблюдений не отмечено в последующие годы исследования ни одной повторной встречи, что свидетельствует о дисперсии в расселении молодых особей *M. lutea*, как и у многих других видов Passeriformes [4].

На строительство гнезда ($n=24$) на земле самка затрачивает 5-6 дней, а также один день для подготовки самого места под гнездо (утаптывание ямки, очистка ее от прошлогодней листвы, стеблей и трав и т.д.). На строительство гнезд у *M. lutea* ($n=11$) затрачивается от 5–6 дней ($M=5.48 \pm 0.27$) [4]. Гнездо изготовлено из сухих стеблей луговых трав, осок, лоток четко выражен и выстилается конским волосом, пером, пухом и шерстью животных. Отмечен случай, когда самка на стационаре использовала шерсть из погадки болотной совы и относила за 300 м в строящееся гнездо, которое находилось на озимом пшеничном поле (окр. с. Раевка Колышлейского р-на Пензенской обл.).

Расположение гнезд *M. lutea* видоспецифично и зависит от различных требований, предъявляемых к гнездовым участкам гнездящимися парами [2, 4]. Наиболее важным фактором при выборе мест расположения гнезд у *M. lutea* является видоспецифическая избирательность в гнездопригодности микробиотопа, микрорельефа, растительного покрова, доступной потенциальной кормовой базы и определенная степень увлажнения гнездовой станции. Проведенные нами замеры относительной влажности непосредственно у гнезд *M. lutea* ($n=24$) показали, что средние значения этого параметра, в среднем $M=72.59 \pm 2.12\%$, при $CV=13.67 \pm 2.06\%$ (табл. 1). Средние показатели и ошибки относительной влажности у гнезд показывают высокие достоверные различия между *M. lutea* и *M. citreola* ($P<0.0001$), между *M. lutea* и *M. flava* ($P<0.02$) [4].

Сравнение гнезд *M. lutea* из микробиотопов с различной влажностью на стационаре показало, что они разделяются на две группы. Микробиотопическое расположение гнезд, сроки строительства, откладки яиц и насиживания группы А ($n=12$) имеют сходство с *M. citreola*. Среднее значение показателей влажности составило $M=79.36 \pm 2.79\%$, $CV=11.66 \pm 2.49\%$. Микробиотопическое расположение гнезд группы В ($n=12$), сроки строительства, откладки яиц и насиживания подобны таковым *M. flava*, их средние значения влажности оказались на порядок ниже, $M=67.45 \pm 1.34\%$ при $CV=6.58 \pm 1.40\%$. Статистическая обработка средних значений влажности выявила достоверные различия у этих двух групп гнезд ($P<0.002$). Сравнительный анализ средних значений показателей относительной влажности перечисленных двух микростациональных групп гнезд *M. lutea* показал достоверные различия между *M. lutea* группы А и *M. flava* ($P<0.002$), *M. lutea* группы В и *M. citreola* ($P<0.0001$) [4]. На устройстве гнезд и составе строительного материала *M. lutea* в определенной степени сказывается характер конкретного местообитания вида (микрорельеф, характер растительного покрова, направление постоянно дующих ветров и т.д.) Строительство гнезд и поиск подходящего для него места осуществляется только самками, самцы в это время охраняют будущий гнездовой участок или сопровождают самок во время кормления и сбора строительного материала.

Гнезда *M. lutea* ($n=24$) могут располагаться на относительно увлажненных местах (гнезда группы А), тогда они очень хорошо скрыты травянистыми растениями: осоками, липучкой обыкновенной, др. Гнезда *M. lutea* (группы В), расположенные по относительно возвышенным и сухим местам, находятся на земле относительно открыто, в углублениях почвы под куртинами полыни обыкновенной и горькой, лопухов обыкновенного и паутинистого, на

полевых парах гнезда устраиваются под комьями земли. В этих случаях расположение и структура гнезда у *M. lutea* сходна с таковой *M. flava*. Гнезда, которые встречаются в относительно влажных микробиотопах, сходны по типу расположения и характеру постройки с таковыми *M. citreola*. В связи с тем, что *M. lutea* может поселяться как во влажных, так и относительно сухих местах, есть различия в морфометрических показателях гнезд групп А и В. Гнезда группы А более компактные, имеют большую высоту, чем гнезда группы В, которые имеют более рыхлые стенки. Гнезда *M. lutea* группы А отличаются от гнезд *M. flava* по высоте ($P < 0.02$), а по внутреннему диаметру от гнезд *M. citreola* ($P < 0.01$). Сравнительный анализ средних значений толщины гнезд показал достоверные различия по этому показателю между *M. lutea* и *M. flava* ($P < 0.05$), а между гнездами *M. lutea* и *M. citreola* различия отсутствуют. Анализ морфометрических показателей средних значений высоты гнезд показал достоверность различий по этому признаку между *M. lutea* и *M. flava*, *M. citreola* ($P < 0.001$ и $P < 0.02$). Проведенный анализ выявил различия в расположении гнезд, которые в наибольшей степени проявляются для гнезд *M. lutea*, в их морфометрических средних показателях. Последнее обусловлено несколькими причинами: характером микробиотопа и его микроклиматическими показателями, особенностью растительного покрова гнездовой территории в целом и непосредственно вокруг гнезда (табл. 1). Параметры гнезд из Пензенской обл. (см): D – 7.5–11.0; d – 4.5–7.0; H – 4.0–7.5; h – 3.0–5.49 [4].

Таблица 1
Морфометрические показатели гнезд *Motacilla lutea* в Пензенской области

| Показатель, см | Lim | M ± m | CV ± m _{cv} |
|----------------|------------|-------------|----------------------|
| Диаметр гнезда | 7.5 – 11.0 | 9.39 ± 0.22 | 11.75 ± 1.70 |
| Диаметр лотка | 4.5 – 7.0 | 6.41 ± 0.11 | 8.64 ± 1.25 |
| Высота гнезда | 4.0 – 7.5 | 6.12 ± 0.25 | 15.43 ± 2.91 |
| Высота лотка | 3.0 – 5.49 | 3.99 ± 0.13 | 16.4 ± 2.37 |

ему основанием, сделан из сухих прошлогодних стеблей и листьев злаков и различных корешков, высота и толщина его зависят от местных условий. Внутренний слой – из мягкой шерсти и выстлан волосами, перевитыми в различном направлении (не кругообразно). Параметры гнезда для Саратовской обл. (мм): D – 90–125; d – 60–70; H – 35–50; h – 30–50 [5].

В Кировской обл. найдены гнезда *M. lutea* (n=4), на территории Татарстана (n=5), в Пермской обл. (n=2). На сухих полях, суходольных лугах размножение *M. lutea* начинается вскоре после прилета, а в низких поймах – после окончания паводка и подсыхания почвы. В 1998 г. в низовьях р. Вятки был затяжной паводок, и 16–17 июня в пойме самки *M. lutea* только приступали к откладке первых яиц (результаты вскрытия), тогда как на высоком берегу среди клеверного поля в гнезде уже сидели оперяющиеся птенцы, готовые к вылету через 2–3 дня. Гнездо располагается в ямке на земле, строится одной самкой и всегда хорошо укрыто нависающими стеблями трав. Только одно гнездо, найденное на клеверном поле, располагалось на голой земле среди редких травяных кочек и было совершенно открыто [6].

Особенности оологии вида (кладки)

Начало откладки яиц у *M. lutea* в Волжско-Камском крае происходит в конце апреля – начале мая, которое зависит от сроков прилета, образование пары и наличие доступной кормовой базы. Яйца голубовато-зеленые с бурыми и серыми пятнышками; бледно-зеленовато-серого цвета с фиолетовыми и буроватыми пятнышками и крапинками, иногда с черными штрихами [7]; голубовато-зеленые со слабо коричневыми пятнами и крапом, сгущающимися к тупому концу [2]. Яйца окрашены в голубовато-зеленоватый цвет, на поверхности с мелкими светлоромашевыми, фиолетовыми или буровато-серыми крапинками, расположенными равномерно по поверхности яйца, реже сгущающимися к тупому концу. У данного вида существует 2 цветовые морфы яиц (светлая и темная) на территории Пензенской обл., яйца откладываются через сутки. В кладке бывает от 4 до 6 яиц, чаще 4–5. Насиживание кладки длится 14 суток [4].

В настоящее время имеются единичные работы (n=2), в которых приводятся размеры кладки у *M. lutea*. Л.С. Портенко [7] указывает для *M. lutea* количество яиц в кладке от 3 до 8. Величина кладки для окр. г. Пензы от 4 до 6 (n=4), среднее значение составило 5.00 ± 0.35 . Величина кладки *M. lutea* в пределах исследуемого региона варьирует от 4 до 6 яиц. В среднем, этот показатель для окр. с. Раевка Кольшлейского р-на Пензенской обл. составил (n=24) 5.2 ± 0.17 ($CV=12.8 \pm 1.97$). Сравнение средних значений морфометрических показателей двух вариантов кладок, состоящих из 5 и 6 яиц, показало высокие различия по некоторым параметрам. Так, с увеличением числа яиц в кладке одновременно возрастает их средняя длина и объем (при $P < 0.0001$ и $P < 0.02$ соответственно) и уменьшается степень округлости. При этом средние зна-

В Саратовской обл. *M. lutea* гнезда устраивает на земле в естественном углублении самкой, состоят из сухих стеблей травы с выстилкой, содержащей много шерсти и иногда перья. Гнезда на земле в ямке среди травы или между кочками, сделаны довольно рыхло. Наружный слой гнезда, служащий

чения объема яиц также увеличиваются в сезоны с повышенной влажностью. Например, данный показатель в относительно влажный сезон 1991 г. с поздней и прохладной весной составил $1.9 \pm 0.03 \text{ см}^3$, в 1990 г. – 1.8 ± 0.02 [4].

Параметры яиц (мм): для Пензенской обл. (n=106) – $17.0-20.6 \times 13.3-15.0$; для Кировской обл. (n=20) – $16.9-20.7 \times 13.3-14.7$; вес (г) $1.6-2.3$ (табл. 3). В связи с тем, что рядом авторов *M. lutea* рассматривается как подвид *M. flava* или морфа *M. f. beeta*, мы попытались сравнить их морфометрические показатели яиц. Оказалось, что существуют достоверные различия по длине и ширине яиц соответственно ($P < 0.05$; $P < 0.02$) у двух сравниваемых нами выборок (табл. 2). В южных областях ареала возможны два репродуктивных цикла за гнездовой сезон [4]. По длине, объему и степени округленности уровень значимости составил $P < 0.0001$, а по ширине $P < 0.002$. Сравнение средних значений по 4 параметрам между морфой А *M. lutea* и *M. flava* из совместного поселения данных видов показало, что существуют достоверные различия по длине и объему ($P < 0.0001$), по ширине и степени округленности ($P < 0.02$). Сравнение морфы А *M. lutea* и *M. citreola* по 4 показателям средних значений показало достоверность различий по длине и объему ($P < 0.0001$), по ширине и степени округленности ($P < 0.05$). При сравнении параметров яиц морфы В *M. lutea* с таковыми *M. flava* достоверность отмечена только по длине ($P < 0.05$), а сравнение с таковыми показателями *M. citreola* выявило достоверные различия по длине и степени округленности яиц ($P < 0.02$ и $P < 0.01$). Анализ двух морф окраски яиц у *M. lutea* позволяет нам утверждать о существовании у этого вида двух экологических (биологических) рас.

Таблица 2

**Морфометрические показатели яиц
Motacilla lutea из Пензенской области**

| Показатели | Общее (n=106) | Тип окраски А светлая морфа (n=39) | Тип окраски В темная морфа (n=56) |
|----------------------|------------------|--|---|
| Длина (мм) | | | |
| Lim | 17.0 – 20.8 | 18,2 – 20,8 | 17.0 – 19.1 |
| M ± m | 18.55 ± 0.07 | 19.13 ± 0.09 | 18.16 ± 0.07 |
| CV ± m _{cv} | 4.06 ± 0.28 | 3.22 ± 2.68 | 2.60 ± 0.25 |
| Ширина (мм) | | | |
| Lim | 13.3 – 15.0 | 13.5 – 5.0 | 13.3 – 14.8 |
| M ± m | 14.10 ± 0.03 | 14.24 ± 0.06 | 14.01 ± 0.04 |
| CV ± m _{cv} | 2.59 ± 0.18 | 2.82 ± 0.32 | 1.95 ± 0.18 |
| V (см ³) | | | |
| Lim | 1.60 – 2.24 | 1.68 – 2.24 | 1.65 – 2.02 |
| M ± m | 1.89 ± 0.01 | 1.98 ± 0.02 | 1.82 ± 0.01 |
| CV ± m _{cv} | 7.73 ± 0.53 | 7.22 ± 0.82 | 4.64 ± 0.44 |
| Sph (%) | | | |
| Lim | 18.58 ± 0.07 | 69.23 – 81.32 | 72.87 – 81.77 |
| M ± m | 75.99 ± 0.29 | 74.49 ± 0.42 | 77.23 ± 0.35 |
| CV ± m _{cv} | 3.94 ± 0.27 | 3.54 ± 0.40 | 3.39 ± 0.32 |

иногда сгущающимся на тупом конце, образуя венчик, так что обычно основной фон скорлупы едва заметен и окраска яйца сходна, а в некоторых случаях даже не различима с таковой яиц *M. flava*. Тип яиц А (светлая морфа) чаще встречается в гнездах у водоемов или по сильно увлажненным местам (тип гнезд А). Кладки яиц с типом В (темная морфа) как правило, встречается в гнездах на более возвышенных и относительно сухих местах, на полях, засеянных зерновыми культурами и парах (тип гнезд В). Анализ средних значений по четырем морфометрическим параметрам у *M. lutea* показал, что между данными экологическими морфами существуют достоверные различия по всем параметрам (табл. 3) [4].

Таблица 3

Морфометрические показатели яиц в полных кладках *Motacilla lutea* в Пензенской области

| Число яиц | Показатели | n | Lim | M ± m | CV ± m _{cv} |
|-----------|----------------------|----|---------------|--------------|----------------------|
| 5 | Длина (мм) | 50 | 17.0 – 19.1 | 18.22 ± 0.07 | 2.89 ± 0.29 |
| | Ширина (мм) | 50 | 13.4 – 15.0 | 14.07 ± 0.05 | 2.51 ± 0.25 |
| | V (см ³) | 50 | 1.60 – 2.18 | 1.84 ± 0.02 | 6.36 ± 0.64 |
| | Sph (%) | 50 | 72.21 – 82.86 | 77.21 ± 0.38 | 3.47 ± 0.35 |
| 6 | Длина (мм) | 47 | 17.3 – 20.6 | 18.86 ± 0.11 | 3.93 ± 0.41 |
| | Ширина (мм) | 47 | 13.3 – 14.6 | 14.07 ± 0.05 | 2.48 ± 0.26 |
| | V (см ³) | 47 | 1.66 – 2.21 | 1.91 ± 0.02 | 7.59 ± 0.78 |
| | Sph (%) | 47 | 69.85 – 81.61 | 74.67 ± 0.40 | 3.66 ± 0.38 |

Сравнивая полные кладки из 5 и 6 яиц у *M. lutea*, выяснено, что достоверно различаются кладки из 5 яиц ($n=90$) между *M. lutea* и *M. citreola* по средним значениям длины и степени округленности ($P<0.05$; $P<0.005$). Сравнение средних морфометрических показателей для кладок из 6 яиц ($n=101$) между этими же видами выявили достоверные различия только по длине $P<0.02$. С увеличением числа яиц в кладках увеличивается средняя длина и объем яиц для *M. lutea* ($n=97$) ($P<0.0001$, $P<0.02$) и соответственно уменьшается степень округленности ($P<0.0001$) [4].

При обработке материала, собранного на стационаре, мы обратили внимание на то, что средние значения объема яиц *M. lutea* увеличиваются в годы с повышенной влажностью. Объем яиц в 1991 г., который отличался наиболее влажной, поздней и прохладной весной, составил $1,93 \pm 0,03 \text{ см}^3$, а в 1990 г. он составил $1,77 \pm 0,02 \text{ см}^3$ ($P<0.001$). Такие же пороги достоверности отмечены при сравнении объемов 1990 г. с последующими годами. Анализ средних значений длины яиц у *M. lutea* по годам показал, что различия достоверны с разной степенью от $P<0.05$ в 1991-1992 гг; 1990-1992 гг; и 1990-1993 гг., до $P<0.001$ между 1990 и 1991 гг. Достоверные отличия по средним значениям ширины яиц отмечены между 1990 г. и последующими 3 годами (табл. 4) [4].

Таблица 4

**Морфометрические показатели яиц *Motacilla lutea*
в разные годы (окр. с. Раевка Пензенской области)**

| Год | Показатели | n | Lim | M ± m | CV ± m _{cv} |
|------|----------------------|----|---------------|--------------|----------------------|
| 1990 | Длина (мм) | 17 | 17.3 – 18.7 | 17.98 ± 0.11 | 2.43 ± 0.42 |
| | Ширина (мм) | 17 | 13.5 – 14.3 | 13.89 ± 0.08 | 2.27 ± 0.39 |
| | V (см ³) | 17 | 1.68 – 1.95 | 1.77 ± 0.02 | 4.97 ± 0.85 |
| | Sph (%) | 17 | 72.97 – 81.61 | 77.28 ± 0.68 | 3.63 ± 0.62 |
| 1991 | Длина (мм) | 18 | 17.6 – 19.8 | 18.81 ± 0.17 | 3.73 ± 0.62 |
| | Ширина (мм) | 18 | 13.5 – 14.9 | 14.14 ± 0.09 | 2.56 ± 0.43 |
| | V (см ³) | 18 | 1.72 – 2.24 | 1.92 ± 0.03 | 7.33 ± 1.22 |
| | Sph (%) | 18 | 69.85 – 80.11 | 75.18 ± 0.68 | 3.82 ± 0.64 |
| 1992 | Длина (мм) | 27 | 17.0 – 19.3 | 18.41 ± 0.10 | 2.77 ± 0.05 |
| | Ширина (мм) | 27 | 13.6 – 15.0 | 14.21 ± 0.07 | 2.38 ± 0.32 |
| | V (см ³) | 27 | 1.65 – 2.13 | 1.90 ± 0.02 | 6.50 ± 0.88 |
| | Sph (%) | 27 | 73.12 – 81.36 | 77.23 ± 0.42 | 2.84 ± 0.39 |
| 1993 | Длина (мм) | 21 | 17.6 – 19.6 | 18.48 ± 0.13 | 3.25 ± 0.50 |
| | Ширина (мм) | 21 | 13.8 – 14.8 | 14.12 ± 0.05 | 1.72 ± 0.26 |
| | V (см ³) | 21 | 1.75 – 2.10 | 1.88 ± 0.02 | 4.91 ± 0.76 |
| | Sph (%) | 21 | 71.79 – 81.77 | 76.46 ± 0.60 | 3.62 ± 0.56 |

Таким образом, микробиотопы с различной относительной влажностью в гнездовое время, оказывают влияние на расположение и характер постройки гнезд. Сравнительный анализ средних значений величины кладки, морфометрических показателей размеров яиц у *M. lutea* показал их сходство. Дробный сравнительный анализ размеров яиц морф А и В у *M. lutea* позволил выявить довольно высокие различия по некоторым показателям. Сравнение средних значений морфометрических показателей двух типов кладок у *M. lutea* из 5 и 6 яиц показало высокие различия по отдельным параметрам.

В Саратовской обл. полная кладка у *M. lutea* из 5 яиц. Параметры яиц ($n=8$) для Саратовской обл. (мм): 17.5-18.4×13.5-14.0. Основной фон яиц бледно-голубовато-зеленый, имеется много мелких серо-фиолетовых или фиолетово-бурых точек, крапинок и пятнышек, часто сливающихся у тупого конца и образующих там венчик. Полные кладки обычны в начале июня, реже в середине месяца, в начале последней трети июля – летные выводки [5].

В Кировской обл. откладка яиц у *M. lutea* происходит с конца мая, иногда растягивается почти на месяц в зависимости от степени увлажненности биотопа. Но у большинства пар *M. lutea*, гнездящихся в пойме, в обычные годы формируются в последней декаде мая – первых числах июня. В гнездо, найденное в окр. г. Перми, последнее пятое яйцо было снесено 10 июня (1998 г.) и в Татарстане гнезда *M. lutea* с яйцами находили в первой и второй декадах июня. Во всех найденных гнездах *M. lutea* было по 5 яиц (птенцов). Параметры яиц для Кировской обл. (мм): 16.9–20.7×13.3–14.7, в среднем ($n=15$) – 18.9×14.1; вес – 1.6–2.3, в среднем ($n=15$) – 1.9 г. Гнезда *M. lutea*, найденных в Татарстане и Пермской обл. также содержали по 5 яиц (птенцов); 8 яиц, имели параметры (мм): 17.5–18.4×13.5–14.0, одно аномальное – 19.7×12.5. Яйца откладываются по одному в сутки, их инкубация начинается после появления последнего или предпоследнего и осуществляется только самкой в течение 11–14 суток [4], до 16 суток [6].



Особенности биологии и экологии птенцов

Насиживает кладку только самка, а самец иногда может ее подменять на некоторое время. Вылупление птенцов происходит на 14 сутки с момента откладки последнего яйца, птенцы остаются в гнезде от 11 до 12 дней, если потревожить, иногда могут покидать гнездо на 9–10 день. Первые 2–3 суток самка продолжает обогревать птенцов, а самец кормит и самку и птенцов, затем выводок птенцов выкармливают уже оба родителя. После того, когда слетки покидают гнезда, они прячутся в густой траве в непосредственной близости от гнезда, а родители продолжают подкармливать их еще в течение одной недели [4]. В Ульяновской обл. у *M. lutea* слетки появляются в начале августа: п. Октябрьский Радищевского р-на, гнездовая пара, выводок, 5 особей – 5.08.2006 г.; п. Пригородный Ульяновского р-на, 3 кочующих особи – 20.08.1983 г.

В Саратовской обл. визуальные наблюдения указывают на абсолютное доминирование в пище *M. lutea* различных беспозвоночных. Чаще всего взрослые особи потребляют Diptera и Ephemeroptera. В их пище отмечены также мелкие Odonata и Coleoptera, гусеницы и имаго Lepidoptera, Orthoptera и Trichoptera, а также тли (Homoptera). Обитая вблизи водоемов, *M. lutea* часто потребляют и приносят птенцам мелких моллюсков (Gastropoda). Молодые летные птицы регистрируются с начала июня до конца июля. В окр. с. Н.Чернавки Вольского р-на 07.07.1994 г. на искусственном пруду отмечен самец изучаемого вида, докармливающий слетков (устн. сообщение И.В. Муравьева) [5].

В Кировской обл. у большинства пар птенцы вылупляются во второй декаде июня, птенцы из гнезда вылетают 15–24 июня. Птенцы поздних выводков начинают летать только в первой декаде июля. В Татарстане выводки летающих птенцов наблюдались в конце второй - начале третьей декаде июля. В Кировской обл. вылупление птенцов у *M. lutea* происходит 9 июня, насиживание начинается 26–28 мая. Вылупление птенцов в ранних гнездах происходит уже в первой декаде июня. Так, в Уржумском р-не 09.06.1996 г. находили гнезда с ненасиженными и слабо насиженными яйцами и тут же наблюдали беспокоящихся птиц с кормом в клюве. Но у большинства пар *M. lutea* птенцы вылупляются во второй декаде июня. Самец принимает активное участие в выкармливании птенцов. Через 11–12 дней птенцы, еще не умея летать, покидают гнездо, а еще через 4–6 дней уверенно встают на крыло. В 1996 г. в Малмыжском р-не птенцы из гнезда вылетели 19–20 июня, а в 1995 г. слеток наблюдался 24 июня. Птенцы поздних выводков начинают летать только в первой декаде июля. В двух гнездах, найденных в Пермской обл. и осмотренных 01.07.1998 г. и 06.07.1991 г. находились оперяющиеся птенцы. После подъема птенцов на крыло родители кормят их еще около недели. В это время птенцы укрываются в зарослях трав или в кустах, а по мере взросления начинают вылетать к дорогам, на берега пойменных водоемов. В пойме р. Вятки в Малмыжском и Уржумском р-нах 15–18.07.2000 г. большинство птенцов были самостоятельными, но несколько пар еще докармливали хорошо летающих молодых птиц. В Чистопольском уезде Казанской губернии выводки летающих птенцов наблюдались в конце второй - начале третьей декаде июля [6].

Для *M. lutea* отмечено, что некоторые самцы “заставляют” своих самок сесть на кладку ($n=3$). Как правило, самки модельного вида могут покидать гнездо с кладкой в начальный период насиживания от 25 до 35 минут ($n=19$), для кормления, приведения в порядок своего оперения. Насиживающие самки во время обогрева яиц меняют их ориентацию в гнезде. Во всех случаях плотность насиживания возрастает и достигает максимума в день вылупления птенцов. У *M. lutea* вылупление птенцов из яиц, идет по схеме: полная кладка 6 яиц ($n=3$) ($5+1$), в гнездах из 6 яиц ($n=4$) вылупление идет в течение одного дня ($5+0$), для кладок из 5 яиц ($n=2$) ($3+2$). В гнездах *M. lutea* птенцы находятся от 12–13, иногда до 15 дней ($n=27$), но при опасности могут покидать его раньше в возрасте и 9–11 дней ($n=16$). Время пребывания птенцов в гнезде зависит также от их числа, чем больше птенцов в гнезде, тем короче время их пребывания в нем. У *M. lutea* слетки отличаются по окраске брови, больше похожи по окраске на слетков *M. citreola*. В результате наблюдений установлено, что число посещений родителями с кормом к 7–9 дневным птенцам в час составило у *M. lutea* 17–21 ($n=13$) [4].

Состав кормов для птенцов у *M. lutea* ($n=110$) имеет свои отличительные особенности. Чаще взрослые птицы кормят своих птенцов представителями отряда Diptera (34.5%) и Orthoptera (20.4%). В пищевых пробах птенцов этого вида в отдельных гнездах отмечалось кормление насекомыми из отряда Homoptera – 15.4% и Aranea – 12.0% (данные по Пензенской обл.). Кроме того, в рационе птиц встречаются жуки *Aphodius*, *Onthophagus* и *Oniticellus*, Curculionidae,

Chrysomelidae, Elateridae, а также клопы (Hemiptera), и гусеницы бабочек (Lepidoptera) Самцы *M. lutea* приносили кормовые порции, состоящие в основном из представителей Orthoptera (кобылки – 32.7%), а самки из Diptera – 37.9%, хотя можно предположить, что сбор насекомых проводился этими двумя видами в разных местах. У *M. lutea* (n=25) наряду с Diptera (мухи), отмечались остатки Coleoptera. Одновременное наблюдение за гнездами *M. lutea* из разных микробиотопов показало различие в питании птенцов. В гнездах, расположенных на сельскохозяйственных посевах и относительно сухих участках, птенцы выкармливались Orthoptera – 35.2% и Homoptera – 21.1%, в гнездах, которые находились ближе к водоемам, птенцы получали порции корма, содержащие преимущественно Diptera – 31.2%. Подобных микробиотопических различий в питании птенцов у *M. flava* и *M. citreola* не отмечено [4].

Заключение

Лимитирующие факторы размножения вида

Основными лимитирующими факторами размножения в пространстве ареала *M. lutea* являются наличие кальцефильных гнездовых биотопов, потенциальной кормовой базы, характерной для данного вида, подходящих биотопов для гнездования в урбанизированных ландшафтах – очистные сооружения, пруды, др.

К выявленным видоспецифическим особенностям гнездовых биотопов и фенологии, нидологии и оологии, биологии и экологии птенцов *M. lutea* в условиях широкой симпатрии в Среднем Поволжье относятся: достаточная степень кальцефильности биотопа для развития определенных растительных ассоциаций; выраженные лимиты параметров гнезд и яиц; определенный состав строительного материала для сооружения гнезда; средняя размерность кладок; сроки насиживания и вылупления, роста и развития птенцов; определенный набор видов насекомых для выкармливания птенцов.

Эффективность размножения *M. lutea* в совместных поселениях «желтых» трясогузок во многом зависит от микробиотопа, степени маскировки гнезда, характера антропогенного воздействия, погодных условий и т.д. Данные о гибели гнезд с кладками и птенцами для *M. lutea* приводятся в таблице 5. Успех размножения *M. lutea* на исследованной территории различный. У *M. lutea* (n=24) на каждое гнездо, в среднем, количество вылетевших птенцов составило 0.01 ± 0.22 . Наибольшая гибель гнезд с кладками на стационаре отмечена для *M. lutea* (n=24) составила 29.2 % за время наблюдений (1988–2011 гг.) в совместном видовом поселении желтолобых трясогузок [4].

Авторы выражают искреннюю благодарность В.М. Лоскоту (Зоологический институт РАН, г. С.-Петербург) и П.С. Томковичу (ЗМ МГУ, г. Москва) за курирование работы в коллекционных фондах.

Таблица 5
Причины гибели гнезд с кладками и птенцами у *Motacilla lutea* в Пензенской области

| Человек | | Хищники | | Затошлено водой | | Всего |
|---------|------|---------|-----|-----------------|----|-------|
| абс. | % | абс. | % | абс. | % | |
| 4 | 16.7 | 3 | 9.2 | -- | -- | 29.2 |

Список литературы

1. Муравьев И.В. Желтолобая трясогузка // Красная книга Пензенской области (Животные). Т. II. Пенза, 2005. – С. 164.
2. Гладков Н.А. Птицы Советского Союза. М.: Советская наука, 1954. – Т. 5. – С. 594–690.
3. Степанян Л.С. Конспект орнитологической фауны СССР. // М.: Наука, 1990. – 366 с.
4. Муравьев И.В. Сравнительная экология близкородственных видов на примере рода *Motacilla* L. // Автореф. диссер. на соискание уч. степ. канд. биол. наук. М.: МГПИ, 1997. – 17 с.
5. Завьялов Е.В., Табачишин В.Г., Якушев Н.Н., Мосолова Е.Ю., Шляхтин Г.В., Кошкин В.А., Хучраев С.О., Угольников К.В. Птицы севера Нижнего Поволжья: В 5 кн. Кн. IV. Состав орнитофауны / Под ред. д-ра биол. наук Е.В. Завьялова. – Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 2009. – 268 с.
6. Сотников В.Н. Птицы Кировской области и сопредельных территорий. Воробьинообразные. Том 2, Часть 1. Киров: ООО «Триада+», 2006. – 448 с.
7. Портенко Л.А. Птицы СССР. М.- Л., АН СССР, 1960. – Ч.4. – 416 с.
8. Титов С.В., Муравьев И.В., Логунова И.Ю. К вопросу изучения пигментации скорлупы яиц птиц // Зоол. журн., 1997. – Т. 76. – Вып. 10. – С. 1185–1193.



FOR NESTING BIOLOGY AND ECOLOGY OF YELLOW-FRONTAL WAGTAIL *MOTACILLA LUTEA* (S.G. GMELIN, 1774) (PASSERIFORMES, MOTACILLIDAE, MOTACILLINAE)

I.V. Muravjev, E.A. Artemyeva

*Ulyanovsk State Pedagogical
University of I.N. Ulyanov, 100-letia
of V.I. Lenin Sq., 4, Ulyanovsk 432035,
Russia*

*E-mail: pliska58@mail.ru;
hart5590@gmail.com*

Critical estimation of literary information about reproduction yellow-frontal wagtail *Motacilla lutea* (S.G. Gmelin, 1774) (Passeriformes, Motacillidae, Motacillinae) is carrying out on research territory of European part of Russia and the Middle Volga Region, limited factories and regularities of species distribution are gived.

Key words: population, species, nests, layings, nestlings, nesting biotope, birds, «yellow» wagtails, Middle Volga Region.

ЭКОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОПУЛЯЦИИ ДИКОГО КАБАНА (*SUS SCROFA L.*) ЗАПОВЕДНОГО УЧАСТКА «ЛЕС НА ВОРСКЛЕ»¹

**З.А. Снегин¹, М.В. Щекало²,
А.А. Горбачева¹**

¹ Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Россия, 308015, г. Белгород,
ул. Победы, 85

² Государственный природный заповедник «Белогорье»,
Россия, 309340, Белгородская обл., пгт. Борисовка,
пер. Монастырский, 3

E-mail: snegin@bsu.edu.ru

В работе проведен предварительный анализ жизнеспособности популяции дикого кабана (*Sus scrofa L.*) заповедного участка «Лес на Ворскле». Учитывались данные зимних учетов численности животных, регистрировались следы жизнедеятельности на стационарных маршрутах. Анализ генофонда осуществлялся с помощью метода *RAPD-PCR*. На основании полученных данных можно констатировать, что исследованная популяция кабана заповедного участка «Лес на Ворскле» находится в уязвимом состоянии и ее дальнейшее существование во многом будет определяться степенью влияния антропогенного фактора.

Ключевые слова: популяция, дикий кабан, *RAPD-PCR*.

Введение

Дикий кабан (*Sus scrofa L.*) является объектом пристального изучения как важный объект охоты, и как эдификатор природных экосистем. Мониторинг его популяций составляет важное звено в системе контроля за состоянием природных комплексов, в том числе и в заповедниках. Более того генофонд дикого кабана используется селекционерами для совершенствования полученных ранее и выведения новых пород домашних свиней [1, 2].

Стоит отметить, что в прошлом генофонды популяций дикого кабана тестировались авторами только с помощью кариологических и иммуногенетических методов. Настоящая работа является первой попыткой оценить уровень жизнеспособности популяции дикого кабана на основе, как экологических характеристик, так и генетических данных, полученных с использованием ДНК-маркеров.

Материал и методы

Полевые исследования проводились на базе ФГБУ «ГПЗ «Белогорье» с 2008 по 2012 гг. Анализ ДНК был проведен в научно-исследовательской лаборатории популяционной генетики и гентоксикологии НИУ «БелГУ».

Материалом для исследований экологии диких копытных послужили данные зимних учетов численности животных и регистрации следов жизнедеятельности на стационарных маршрутах в заповедном участке «Лес на Ворскле». Исследуемая территория представляет собой типичный ландшафт Среднерусской лесостепи с преобладанием нагорных дубрав и расположена на высоком правом берегу реки Ворсклы в Борисовском административном районе Белгородской области [3]. Учеты диких копытных животных здесь систематически велись с 1995 года. Численность кабана определялась методом шумового прогона [4, 5, 6, 7]. Время проведения учетов - последняя декада января.

Относительно небольшие площади лесных массивов в лесостепной зоне [8] позволили проводить полное обследование территории с подробным картированием при помощи GPS-приемника следов жизнедеятельности животных без закладки пробных площадей. Такая методика применения GPS и ГИС-технологий была апробирована нами при изучении инфраструктуры участка обитания кабана в заповеднике «Белогорье» в 2008-2010 годах [9].

В качестве картографической основы мы использовали схему участка «Лес на Ворскле» из материалов лесоустройства 1985 г. [10]. На ней обозначена граница заповедника, просеки, границы выделов и тропы. Для перевода бумажной схемы в электронный вид и картографического оформления результатов исследования использовалась геоинформационная система (ГИС) ArcGIS 9.2.

¹ Работа выполнена при поддержке МОН РФ госконтракт П1050.

Степень освоения и использования территории заповедника кабаном определялась при проведении картирования с помощью GPS-приемника Garmin eTrex Vista постоянных структурных элементов участка обитания – чесалок и купалок. Нанесение на схему лежек животных не представляется возможным, так как большая их часть является временными, что весьма характерно для относительно теплого климата лесостепной зоны. Для этого проводились обходы территории заповедника. Во время обходов при помощи GPS-приемника определяли координаты обнаруженных деревьев-чесалок и купалок. Точность определения координат под пологом леса составляла 5-10 м в зависимости от полноты древостоя и сомкнутости крон.

Для исследования территориального размещения животных и определения масштабов их роющей деятельности в разные сезоны года мы использовали общепринятую методику картирования следов жизнедеятельности животных на трансектах [11, 12]. На территории заповедника нами было заложено 7 стационарных маршрутов, общей протяженностью 11 км 138 м и шириной учетной линии 4 м.

Для генетического анализа использовали волосяные луковицы кабанов, собранные при отлове животных в 2010–2011 годах. Всего было отловлено 66 особей кабанов в возрасте до двух лет (возрастная группа *subadultus*). Из них для генетического анализа было взято 35 особей. Выделение ДНК проводили с использованием комплекта реагентов «ДНК-ЭКСТРАН-2» фирмы «Синтол».

Раствор полученной ДНК использовали для исследования генома на основе ДНК-маркеров (метод *RAPD-PCR*). На первоначальном этапе был проведен скрининг по четырем случайным праймерам. Из них был выбран один праймер, дающий наиболее четко диагностируемые и воспроизводимые фингерпринты – *OPC 8* (5'-GGGATATCGG-3'). ПЦР проводили в 20 мкл реакционной смеси с применением набора PCR ScreenMix-HS (5X) («Evrogen»). Амплификацию ДНК проводили в амплификаторе MyCycler™ («Bio-Rad»). Реакция протекала в следующих условиях: «горячий старт» -3 мин/94°C, 35 циклов (денатурация - 30 с/94°C, отжиг праймера - 15с/36°C, 15с/45°C, синтез - 1 мин/72°C), дополнительный синтез - 5 мин/72°C, охлаждение до 4°C.

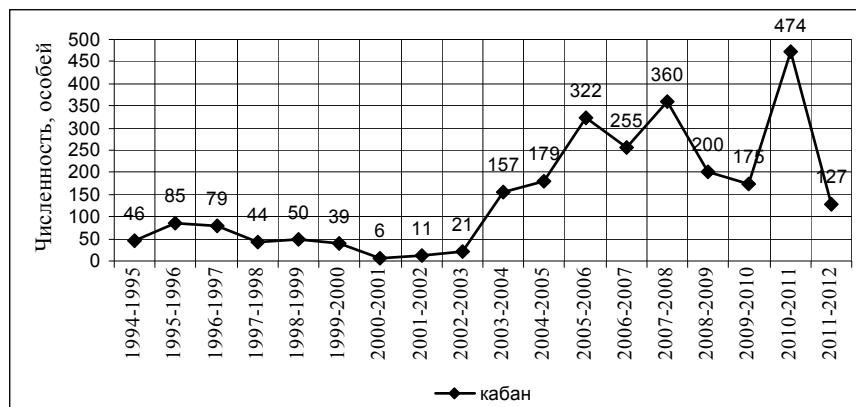
Продукт ПЦР разделяли с помощью электрофореза в 2 % агарозном геле с использованием ТАЕ буфера. Блоки окрашивали бромистым этидием. Визуализировали под ультрафиолетовым излучением на трансиллюминаторе TFX 20МС.

По картинкам электрофореза составляли бинарные матрицы, где присутствие полосы обозначалось как «1» (аллель *p*), отсутствие «0» (аллель *q*). Ввиду того, что при методе *RAPD* могут появляться неспецифические продукты амплификации, для анализа мы использовали четко просматриваемые и воспроизводимые ампликоны.

Полученные данные были обработаны статистически с помощью программ MS Excel и GenAlEx [13].

Результаты и обсуждение

В район заповедного участка «Лес на Ворскле» кабан, возможно, мигрировал из Сумской области Украины, расселяясь по пойме реки Ворсклы. На территории прилегающей к заповеднику кабаны начали встречаться в конце 50-х годов, а в 1965-1967 годах здесь постоянно обитало несколько особей этих копытных [14]. В самом заповедном участке кабаны впервые после спада численности 1920-1930-х гг. появились в 1971 году. По данным Е.К. Тимофеевой [15, 16], количество кабанов в заповеднике с площадью 1000 га составляло в 1972-1982 годах от 20-30 летом до 80-150 особей зимой. По данным визуальных наблюдений С.А. Царева [17] численность вида в 1984-1987 гг. составляла от 93 до 127 особей. По данным



учета методом прогона в период с 1995 по 2012 год численность кабанов в среднем составляет 146 особей (колебания от 6 до 474 особей) (рис. 1).

Рис. 1. Динамика численности кабанов в нагорной дубраве заповедного участка «Лес на Ворскле»

На графике хорошо видно, что в период с 1995 по 2003 годы численность кабана колебалась в незначительных пределах, то есть оставалась довольно стабильной. С 2003 года наблюдался постепенный рост численности, который достиг максимума в 2008 году, после чего наблюдалось заметное падение численности вида. В зимний период 2009-2010 гг. высота снежного покрова в лесном массиве превышала 60 см, что вызвало отток животных с территории заповедника в поймы рек Ворскла, Готня и Локня. Пик численности в 2010-2011 гг. вызван обильным урожаем дуба черешчатого, плоды которого служат излюбленным кормом кабанов. К 2012 г. опять наблюдался спад численности кабана, что может быть вызвано активным проведением биотехнических мероприятий на территориях охотхозяйств на сопредельных территориях.

По данным проекта лесоустройства [10] оптимальная плотность кабана на территории участка «Лес на Ворскле» не должна превышать 8-10 особей на 1000 га леса, без проведения биотехнических мероприятий [18]. Тем не менее, на протяжении последних 18 лет численность кабана значительно превышала допустимые нормы.

Также необходимо отметить, что зимний рост численности животных (период проведения учета) связан с миграциями животных на заповедную территорию, которые вызваны усилением фактора беспокойства, вызванного проведением охот на сопредельных территориях.

Степень освоения и использования территории заповедника кабаном определялась при проведении картирования постоянных структурных элементов участка обитания – чесалок и купалок. Нанесение на схему лежек животных не представляется возможным, так как большая их часть является временными, что весьма характерно для относительно теплого климата лесостепной зоны. Во время обходов территории при помощи GPS-приемника измерялись координаты обнаруженных деревьев-чесал и купалок.

По результатам картирования мы определили, что деревья-чесала и расположенные в непосредственной близости от них купалки находятся практически во всех кварталах заповедника, где имеются насаждения сосны обыкновенной. Кроме того, размещение чесалок приурочено либо к склонам оврагов, либо к пойменной части реки, где расположена большая часть купалок. 87 % отмеченных деревьев были расположены на магистральных тропах кабанов или в непосредственной близости от них. Только 13 % деревьев были расположены одиночно, либо не имели никакого отношения к проложенной сети троп [10]. Скорее всего, такие деревья служили своеобразными ольфакторно-оптическими метками [17]. Большая часть поврежденных кабаном деревьев приходится на долю сосны обыкновенной (83%). Среди деревьев лиственных пород наиболее часто в заповеднике кабаном использовались липа (7%) и клен (5%).

Другой важный элемент участка обитания кабана – это тропы, характеризующие перемещения животных, особенно в глубокоснежный период. На территории заповедника картирование троп проводилось в осенне-зимний период 2009-2010 года. Для фиксации положения троп осуществлялся их проход с записью трека GPS-приемником.

В осенний период нами отмечалась более густая сеть троп, которые в основном являлись второстепенными (рис. 1 - А). В зимний период число второстепенных троп значительно сокращалось (рис. 1 - Б), что связано с климатическими условиями (высотой залегания снежного покрова, его плотности, колебаниями температуры). Магистральные тропы зимнего периода соединяли две части заповедника – сады с северной и северо-восточной стороны и пойму рек Ворскла, Готня и Локня с южной и западной.

Также нами отмечались и описывались лежки животных в разные сезоны года. Осенние лежки по своей структуре практически не отличались от зимних. Они представляют собой небольшое углубление в земле среди поваленных деревьев. Для организации таких лежек, по-видимому, значение имеет тип почвы. Из учтенных нами лежек 36% были расположены в 1 и 5 кварталах на сухих песчаных почвах, где встречаются насаждения сосны совместно с дубом.

В зимний период нами также отмечались лежки, высланные сухой растительностью.

Для изучения сезонного размещения животных территорию заповедного участка условно разделили на три части: северную (примыкающую к садам), центральную и припойменную. Результаты картирования порою и других следов жизнедеятельности на стационарных маршрутах с 2008 по 2011 гг. представлены на рисунке 2.

Размещение животных по территории заповедника определяется различными факторами. Так, в глубокоснежные и морозные зимы кабаны предпочитали держаться в поймах рек и прилегающих к заповеднику садах. Такое явление наблюдалось в 2009-2010 гг., когда в лесном массиве порою не регистрировались. Другим определяющим фактором служит кормовая база. При большом урожае желудей (например, в 2010-2011 гг.) наблюдалось увеличение численности и площади повреждений в лесном массиве. С другой стороны, при грамотном проведении биотехнических мероприятий в соседних охотничьих хозяйствах наблюдается закономерные перемещения животных (это явление как раз хорошо заметно в 2011-2012 гг.).

Проведенные исследования позволили установить некоторые закономерности в размещении дикого кабана по территории нагорной дубравы заповедного участка «Лес на Ворскле». Так, в осенний период пространственное размещение кабана в большей степени приурочено к северо-западной и центральной частям заповедника. Здесь же отмечено большее число визуальных встреч с животными. В зимний период, наоборот, звери концентрировались в поймах рек Ворсклы, Готни и Локни и на склоне нижней террасы.

В весенне-летний период наблюдалось более равномерное размещение животных. Это связано с тем, что в дубраве остаются в основном самки с приплодом текущего года, которые осваивают небольшие по площади территории участка обитания в непосредственной близости от места опороса.

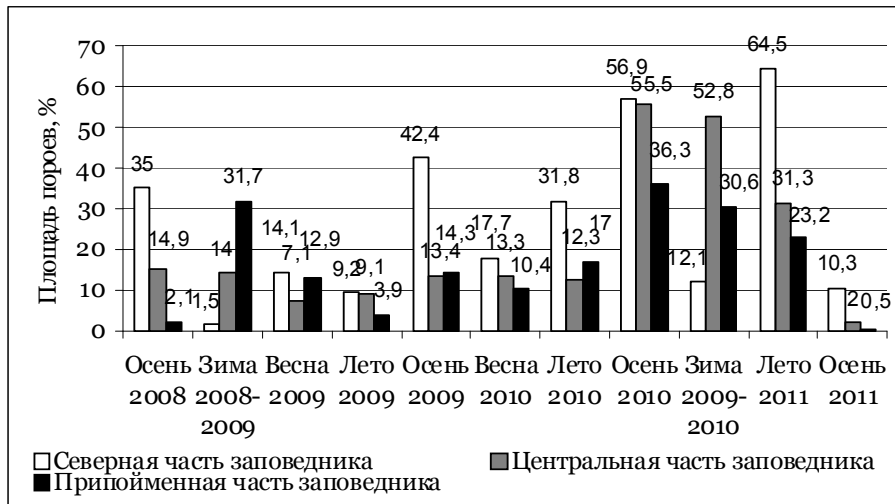


Рис. 2. Сезонная динамика роющей деятельности кабана в заповедном участке «Лес на Ворскле» по даны учета следов жизнедеятельности на стационарных маршрутах

Размещение животных на исследуемой территории в этот период также зависит от факторов внешней среды. Большое количество кровососущих насекомых в лесу заставляли животных перемещаться на открытые пространства или в водно-болотные угодья с высокостебельной растительностью.

Также нами была проведена оценка жизнеспособности популяции кабана заповедного участка «Лес на Ворскле» на основе генетических данных.

Анализируемая выборка по дикому кабану составила 35 особей. На электрофореграммах нами было диагностировано 13 полиморфных фрагментов ДНК. Электрофоретические спектры продуктов амплификации представлены на рисунке 3. Частоты аллелей и уровень гетерозиготности выделенных *RAPD*-локусов представлен в таблице 1 и на рисунке 4.

Согласно полученным данным, наиболее полиморфными оказались локусы с третьего по восьмой. В шестом локусе уровень ожидаемой гетерозиготности достиг 0,5. Более мономорфными были локусы 11, 12, 13 ($H_o=0,056$). Средняя гетерозиготность по всем 13 локусам составила $0,293 \pm 0,051$. Такой, относительно невысокий средний уровень гетерозиготности можно объяснить частыми сокращениями численности изучаемой популяции, что провоцирует так называемый эффект «бутылочного горлышка» [19], в результате чего в популяции размножается небольшое число особей, имеющих, вероятно, тесные родственные связи.

Для дальнейшего анализа жизнеспособности популяционной изучаемой группировки кабана нами была рассчитана ее эффективная численность (N_e) по формуле [20]:

$$N_e = \frac{4NmN_f}{Nm + N_f},$$

где N_m – численность половозрелых самцов, N_f – численность половозрелых самок.

Расчеты показали, что эффективная численность кабана для района исследования составила 170 особей (при общей численности 283 особи). При этом, отношение N_e/N в исследуемой популяции кабана исследуемой территории было равным 0,60. Стоит отметить, что по данным Дж. Кроу и Н. Мортон (1955) соотношение N_e/N в популяции человека (как наиболее процветающего вида) находится в диапазоне 0,69–0,95. Полученное нами значение оказалось ниже обозначенного диапазона. Это свидетельствует о нестабильности популяционной группировки, что может быть обусловлено действием различных факторов, включая антропогенные.

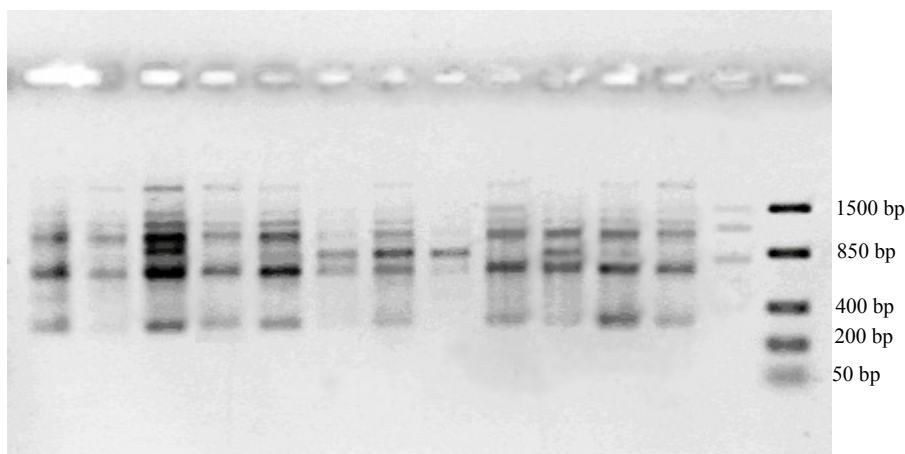


Рис. 3. Участок электрофореграммы продуктов амплификации ДНК *Sus scrofa*, полученные методом RAPD-PCR при использовании праймера OPC-8

Таблица 1

Частоты аллелей ДНК-локусов *Sus scrofa*

| Локусы | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | Среднее |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|
| <i>p</i> | 0.189 | 0.189 | 0.622 | 0.522 | 0.345 | 0.493 | 0.324 | 0.303 | 0.090 | 0.044 | 0.029 | 0.029 | 0.029 | 0.247±0.057 |
| <i>q</i> | 0.811 | 0.811 | 0.378 | 0.478 | 0.655 | 0.507 | 0.676 | 0.697 | 0.910 | 0.956 | 0.971 | 0.971 | 0.971 | 0.753±0.057 |

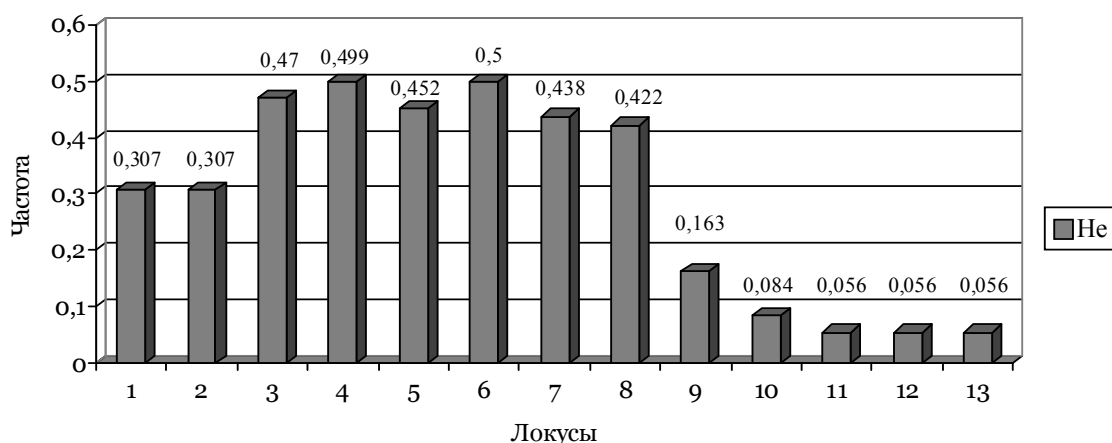


Рис. 4. Уровень гетерозиготности RAPD-локусов ДНК кабана

Дело в том, что отсутствие культуры охоты в нашей стране приводит к тому, что под выстрел попадают наиболее сильные особи репродуктивного возраста. Если в европейских странах в настоящее время ведется в основном селекционный отстрел, при котором из популяции выводятся наиболее слабые и старые животные, то в России, наоборот, проводят трофейные охоты. Когда ведется добыча кабана ради мяса (как лицензионная, так и браконьерская), объектами охоты часто становятся взрослые самки, как беременные, так и с приплодом текущего года. Оставшийся без матери молодняк часто погибает, либо нарушается выработка основных рефлексов, что приводит к изменениям в поведении.

Другой фактор, влияющий на состояние популяции кабана – это биотехнические мероприятия, которые зачастую проводятся без учета специфики ландшафтов. Кроме того, подкормка кабана в охотхозяйствах в течение всего года приводит к изменениям в поведении животных, которые становятся оседлыми, нарушаются естественные процессы размножения (могут приносить потомство до 2-х раз в год и в любой сезон года).

В заключении нами был составлен прогноз длительности существования популяции кабана на исследуемой территории с учетом эффективной численности (N_e). Расчет времени существования изучаемых популяций проводился с использованием формулы [21]:

$$t = 1,5N_e,$$

где t – количество поколений.



Процесс убыли гетерозиготности за t поколений рассчитывался по формуле [22]:

$$H_t = \left(1 - \frac{1}{2Ne}\right)^t H_0,$$

где H_0 – уровень гетерозиготности в начальной точке.

Учитывая, что продолжительность жизни одного поколения дикого кабана составляет в среднем десять лет [23], был проведен расчет общей продолжительности жизни изучаемых популяций в годах. Данные расчетов приводятся в таблице 2, согласно которым изучаемая группировка кабана на данной территории может просуществовать более 2,5 тыс. лет.

Таблица 2

**Прогноз времени существования популяционной группировки кабана
заповедного участка «Лес на Ворскле» (среднее за 3 года)**

| Общая численность кабана | Эффективная численность для исследуемого участка N_e | Время существования в поколениях, t | Время существования в годах | Уровень гетерозиготности в конце срока существования |
|--------------------------|--|---------------------------------------|-----------------------------|--|
| 283 | 170 | 255 | 2550 | 0.140 |

Однако, представленный нами прогноз осуществим только при естественном существовании популяции. Учитывая тот факт, что изучаемая популяция кабана находится в уязвимом положении из-за постоянного антропогенного воздействия, время ее существования может быть значительно сокращено.

Список литературы

1. Тихонов В.Н., Никитин С.В., Травушкин В. А. Генетические особенности европейского, среднеазиатского и дальневосточного кабанов при гибридизации с домашней свиньей // Популяционная изменчивость вида и проблемы охраны генофонда млекопитающих. – М., 1983. – С. 193–195.
2. Горелов И.Г. Незаменимый объект исследований. // Наука в Сибири. – 1993. – №4. – С. 6-7.
3. Горышина Т.К., Тимофеева Е. К. Заповедник «Лес на Ворскле» // Заповедники СССР. Заповедники Европейской части РСФСР. – М.: Мысль, 1989. – С. 13-151.
4. Ларин С.А. Учет численности охотничье-промысловых животных. – М. Издательство технической и экономической литературы по вопросам заготовок, 1954. – 96 с.
5. Насимович А.А. Основные направления в разработке методов количественного учета диких копытных // Ресурсы фауны промысловых зверей в СССР и их учет. – М.: Изд-во Академии наук СССР, 1963. – С. 64-84.
6. Червонный В. В. Учет охотничьих зверей прогоном // Методы учета охотничьих животных в лесной зоне. Труды Окского государственного заповедника. – М., 1973. – Вып.9. – С. 29-35.
7. Сорокина Л. Учет копытных // Охота и охотничье хозяйство. – 1977. – Вып.12. – С. 15-18.
8. Хижняк А. А. Природные ресурсы земли белгородской. – Воронеж.: Центрально-Черноземное издательство, 1975. – 126 с.
9. Щекало М. В., Украинский П. А. Применение GPS-технологий и ГИС для изучения экологии кабана в нагорных дубравах лесостепной зоны // Актуальные проблемы охраны природы, окружающей природной среды и рационального природопользования: Сборник материалов I Международной научно-практической конференции (17-18 июня 2010 года, Чебоксары). – Чебоксары: типография «Новое время», 2010. – с. 23-26.
10. Проект организации и ведения лесного хозяйства учебно-опытного лесхоза «Лес на Ворскле» Ленинградского Государственного Ордена Ленина университета им. А. А. Жданова. Том 1: Объяснительная записка. – Ленинград, 1985. – 255 с.
11. Новиков Г. А. Полевые исследования по экологии наземных позвоночных. – Москва: Государственное издательство «Советская наука», 1953. – 230 с.
12. Дьякова С. А., Дьяков Ю. В. Методы изучения интенсивности роющей деятельности кабанов в Воронежском заповеднике в различные сезоны года // Экология, морфология, использование и охрана диких копытных. – М., 1989. – Ч.2. – С. 204–205.
13. Peakall R., Smouse P.E., GenAlEx V5: Genetic Analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research. Australian National University, Canberra, Australia. – 2001. <http://www.anu.edu.au/BoZo/GenAlEx/>.
14. Петров О. В. Млекопитающие лесхоза «Лес на Ворскле» и его окрестностей // Ученые записки ЛГУ. – 1971. – №351 – Сер. Биол. наук. Вып. 52. – С. 182–183.
15. Тимофеева Е. К. Влияние кабана на растительность лесостепных дубрав // Копытные фауны СССР (экология, морфология, использование и охрана). – М., 1980. – С. 207–208.
16. Тимофеева Е. К. Роль кабана в биоценозе лесных дубрав // III съезд Всесоюзного териологического общества. – М., 1982. – Т.1. – С. 307.

17. Царев С. А. Кабан. Социальное и территориальное поведение // Охотничьи животные России (биология, охрана, ресурсоведение, рациональное использование). – Вып. 3. – М.: Центрохотконтроль, 2000. – 144 с.
18. Простаков Н. И. Копытные животные Центрального Черноземья. – Воронеж, 1996. – 375 с.
19. Майр Э. Зоологический вид и эволюция. – М.: Мир, 1968. – 398 с.
20. Wright S. Coefficient of inbreeding and relationship // Amer. Natur. – 1922. – Vol. 56. – P. 330-338.
21. Soule M. E. What is conservation biology? // Bioscience. – 1985. – № 35. P. 727-734.
22. Crow J. F., Kimura M., An introduction to population genetics theory. – N.Y.: Harpers and Row, 1970. – 591 p.
23. Данилкин А. А. Млекопитающие России и сопредельных регионов. Свиные. – М.: ГЕОС, 2002. – 309 с.

EKOLOGY-GENETIC ANALYSIS OF POPULATION OF THE WILD BOAR (*SUS SCROFA L.*) IN THE RESERVED FIELD "LES NA VORSKLE"

**E.A. Snegin¹, M.V. Shchekalo²,
A.A. Gorbacheva¹**

¹ Belgorod State National Research University, Pobedy St., 85, Belgorod, 308015, Russia

² State Reserve "Belogorje", Monastirsky Side Street, 3, Settl. Borisovka, Belgorod Reg., 309340, Russia

E-mail: snegin @ bsu. edu. ru

In work the preliminary analysis of viability of population of a wild boar (*Sus scrofa L.*) of reserved field "Les na Vorskle". In work the data of winter accounts of number of animals was considered, ability to live traces on stationary routes were registered. The gene-fund analysis was carried out by means of method *RAPD-PCR*. On the basis of the received data it is possible to ascertain that the investigated population of a wild boar of reserve "Les na Vorskle" is in a vulnerable condition and its further existence will be defined in many respects by degree of influence of the anthropogenic factor.

Key words: population, a wild boar, *RAPD-PCR*.



УДК 612.82:616-02-053.5

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОРГАНИЗМА ПЕРВОКЛАСНИКОВ С НАРУШЕНИЯМИ РЕЧИ ПРИ АДАПТАЦИИ К УЧЕБНЫМ НАГРУЗКАМ

**О.Н. Юрченко,
Л.К. Бусловская**

*Белгородский государственный
национальный
исследовательский
университет,
Россия, 308007, г. Белгород,
ул. Студенческая 14
E-mail: o.yurchenko@yandex.ru;
buslovskaya@bsu.edu.ru*

Представлены результаты изучения функционального состояния нервной системы, свойств внимания, работоспособности, особенностей адаптации к условиям обучения у первоклассников с нарушениями речи. У большинства детей обнаружены утомление, низкие и очень низкие показатели продуктивности, устойчивости, распределяемости внимания, напряжение механизмов адаптации. Для большинства первоклассников с нарушениями речи характерной адаптационной реакцией является реакция переактивации.

Ключевые слова: адаптация первоклассников, нарушения речи, функциональные возможности, адаптационные реакции.

Введение

Начало обучения ребенка в школе сопровождается значительными изменениями в организации его жизненного пространства. Изменяется образ жизни и распорядок дня, расширяется сфера общения, увеличиваются умственные и физические нагрузки. Все это негативно сказывается на психоэмоциональном состоянии первоклассников и приводит к нарушению процесса адаптации к школе.

На ухудшение механизмов адаптации у первоклассников в начале учебного года указывают многие авторы. Так Н.С. Жигаревой было установлено, что низкие адаптационные возможности характерны для 22.9% мальчиков и 35.1% девочек [1]. По данным Е.А. Анисовой значительное напряжение адаптационных механизмов имели около половины учащихся, достаточные функциональные возможности организма регистрировали всего у 28% детей [2.] В исследованиях Е.А. Афанасьева напряжение механизмов адаптации было установлено у 41.3% мальчиков и у 44.7% девочек [3].

По мнению М.В. Антроповой незавершенность и неравномерность созревания отдельных органов и систем диктует качественно иное отношение к приспособительным реакциям у детей [4]. К числу таких систем относится речь, нарушение которой затрудняет процесс адаптации. М.М. Безруких рассматривает речевое развитие как ведущий компонент подготовки ребенка к школе [5]. Без определенного уровня развития речи обучение в школе не просто затруднено, а практически невозможно.

По данным статистики количество детей с дефектами речи неуклонно возрастает, в 1995 году было 2,7% таких детей, в 2000 году - уже 3.4%, в 2008 году - 3.9% [6].

Есть отдельные исследования, посвященные изучению процесса адаптации детей с речевой патологией. Так, Г.И. Каторгина изучала адаптацию детей с нарушениями речи к факторам окружающей среды [7]. В.Ю. Фирсанова уделяла внимание психологическому аспекту адаптации детей с нарушениями речи к школе [8]. В целом, процесс адаптации детей с нарушениями речи требует дополнительного изучения.

В связи с этим цель нашего исследования: оценить функциональные и адаптационные возможности первоклассников с нарушениями речи.

Объект и методы исследования

Эксперимент был проведен на базе лицея №10 г. Белгорода. В нем принимали участие 120 первоклассников, сформированные в две группы. В группу 1 (контроль) вошли дети с нормальным речевым развитием. В группу 2 (опыт) - с нарушениями речи.

Оценку речевого развития проводили по тестовой методике диагностики устной речи младших школьников Т.А. Фотековой [9], функциональные приспособительные реакции организма - по адаптационному потенциалу Р.М. Баевского [10]. Продуктивность, устойчивость и распределяемость внимания изучали с помощью корректурной пробы с кольцами Ландольта [11], отношение к школе и эмоциональный фон - по тесту О.А. Ореховой [12], функциональный уровень нервной системы, устойчивость нервной реакции, уровень функциональных возмож-

ностей сформированной функциональной системы - на компьютерном комплексе для психофизиологического тестирования НС-ПсихоТест фирмы «Нейрософт» [13]. Тип адаптационной реакции организма устанавливали и характеризовали на основе полного анализа лейкограммы и лейкоцитарных индексов [14].

Результаты и их обсуждение

В начале учебного года всех первоклассников обследовали на предмет выявления нарушений речи. Полученные результаты представлены на рисунке 1.

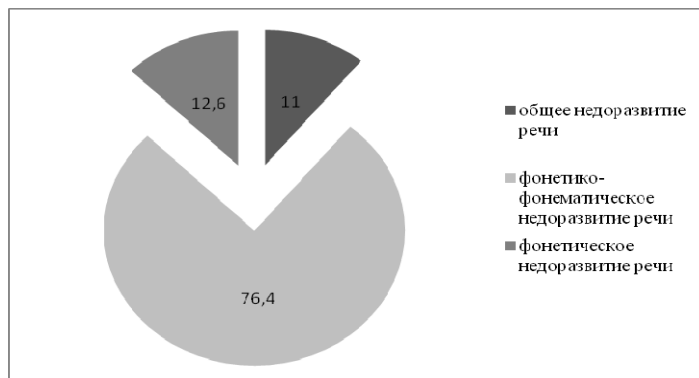


Рис. 1 Соотношение нарушений речи у первоклассников (%)

Установили, что 26.6% всех обследованных детей имели нарушения речевого развития. Из них 12.6% первоклассников были с фонетическим недоразвитием речи (ФНР), при котором не сформирована произносительная сторона речи; 76.4% - с фонетико-фонематическим нарушением речи (ФФНР), т.е. с нарушением процессов формирования произносительной системы родного языка; 11.0% - с общим недоразвитием речи (ОНР), при котором нарушаются все компоненты речевой системы.

Исследование функционального состояния центральной нервной системы (ЦНС) проводили на компьютерном комплексе для психофизиологического тестирования «НС-ПсихоТест» Данная методика основывается на статистическом анализе латентных периодов простой зрительно-моторной реакции по Т.Д. Лоскутовой. Результаты позволяют сделать вывод о функциональном состоянии нервной системы. В ходе обследования оценивали три показателя: функциональный уровень нервной системы (ФУС), устойчивость нервной реакции (УР), уровень функциональных возможностей сформированной функциональной системы (УФВ).

Функциональный уровень системы отражает текущее функциональное состояние ЦНС, степень развития утомления под влиянием факторов окружающей среды. Устойчивость реакции рассматривается как критерий устойчивости состояния ЦНС. Чем выше показатель УР, тем устойчивее, стабильнее текущее функциональное состояние ЦНС. Уровень функциональных возможностей позволяет судить о способности ЦНС сформировать и достаточно долго удерживать соответствующее функциональное состояние.

В таблице 1 представлены результаты исследования скорости сенсомоторной реакции, на основании которой были сделаны выводы о состоянии ЦНС у первоклассников.

Таблица 1
Функциональное состояние ЦНС у первоклассников (усл. ед.)

| Группы | ФУС | УР | УФВ |
|--------|------------|-------------|-------------|
| 1 | 4.90±0.08 | 2.10±0.06 | 3.20±0.09 |
| 2 | 4.50±0.07* | 1.50±0.10** | 2.30±0.10** |

Примечание: достоверные изменения по сравнению с контрольной группой * - P<0,05, ** - P<0,01.

Установили, что показатели ФУС нервной системы в группе контроля находились на высоком уровне, у детей с нарушениями речи – на среднем. Устойчивость реакции у первоклассников контрольной группы была незначительно ниже нормы, в опытной группе – существенно ниже. УФВ нервной системы у первоклассников 1-ой группы соответствовал среднему уровню развития, в то время как во 2-ой группе данный показатель был ниже физиологической нормы. Таким образом, функциональное состояние ЦНС у первоклассников с нарушениями речи хуже, чем у их сверстников с нормальным речевым развитием.

Наши результаты согласуются с данными полученными Н.П. Сетко и Е.А. Володиной, которые указывали на то, что функциональное состояние ЦНС школьников семи лет находится на уровне сниженной и незначительно сниженной работоспособности и не соответствует физиологической норме [15].

Рациональность организации учебного процесса и его соответствие возможностям ребенка отражает работоспособность, которая является интегральным показателем функционального состояния организма и его изменений. По мнению М.М Безруких и Н.В. Дубровинской, уровень работоспособности коррелирует с функциональной зрелостью коры и подкорковых структур и совершенствуется по мере возрастного развития структурно-функциональной организации мозга [16].

Оценку работоспособности проводили по методике О.А. Ореховой, которая позволяет выявить состояние усталости, утомление и перевозбуждение. Анализ показал, что первоклассников опытной группы с нормальной работоспособностью было на 17% меньше, чем детей в группе контроля (рис. 2). У 30% первоклассников группы контроля было выявлено состояние утомления, среди первоклассников с нарушением речи таких детей оказалось на 21% больше, то есть у них восстановление работоспособности происходило за счет периодического снижения активности, им необходимо строгое соблюдение режима труда и отдыха. Для 3% первоклассников обеих групп было характерно перевозбуждение, то есть склонность к повышенной активности. Перевозбуждение ведет к переутомлению и быстрому истощению функциональных резервов. При этом среднее значение баллов оценки работоспособности у первоклассников группы контроля составило 1.4 ± 0.05 , у первоклассников с нарушениями речи – $1.2 \pm 0.05^{**}$ (при $p < 0.01$).

Одним из показателей процесса адаптации является эмоциональное состояние ребенка. Методика О.А. Ореховой позволяет выявить преобладающий тип настроения у детей и их эмоциональный фон. В наших исследованиях было установлено, что в обеих группах у 40-52% детей он был нормальным (рис. 2). У 36% детей с нарушениями речи были выявлены отрицательные эмоции, неприятные переживания и плохое настроение. В контрольной группе таких детей оказалось на 13% меньше. Положительные эмоции были выявлены у 37% учащихся 1-ой группы, во 2-ой группе таких детей меньше на 25%.

При этом средние значения баллов оценки эмоционального состояния в контрольной группе составили $14,8 \pm 0,09$, в опытной – $21,1 \pm 1,3^{***}$ (при $p < 0,001$), что указывает на то, что эмоциональное состояние первоклассников группы контроля лучше, чем у детей с нарушениями речи (рис. 2). Наши данные находят подтверждение в результатах И.А. Грачевой, которая отмечала, что 74% школьников с речевой патологией постоянно испытывают психоэмоциональный стресс [17].

Об особенностях адаптации первоклассников к новым условиям жизни и обучения можно судить по их отношению к школе, к учебным предметам, учителям и одноклассникам. Оказалось, что большинство детей группы контроля положительно относятся к школе. Дети с нарушениями речи в 49% случаев относятся к ней отрицательно. Это выражается в нежелании ходить в школу, общаться со своими сверстниками и учителями. У незначительного количества детей обеих групп было выявлено амбивалентное отношение к школе (рис. 2). И.А. Грачева также указывает на то обстоятельство, что у учащихся, имеющих речевые нарушения, преобладает отрицательное отношение к школе. В то же время, среди школьников без речевой патологии продуктивное эмоциональное отношение к учению она отмечала у 44% [17].

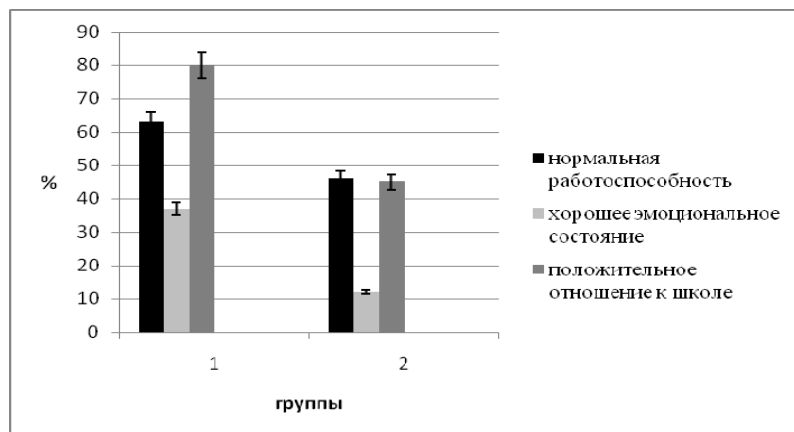


Рис. 2. Работоспособность, эмоциональное состояние и отношение первоклассников к школе

Внимание – один из главных процессов ВНД, от характеристики которого зависит оценка познавательной готовности ребенка к обучению в школе, и, в конечном счете, успешность его учебной деятельности. Оценка внимания первоклассников проводили в середине третьей четверти по кольцам Ландольта, оценивали продуктивность внимания, устойчивость и распределяемость. При этом учитывали количество просмотренных колец, число допущенных ошибок и время выполнения задания.

Результаты оценки внимания у первоклассников представлены в таблице 2. Установили, что у 59% первоклассников группы контроля и у 27% первоклассников опытной группы она средняя. Для 28% детей группы 1 и 68% группы 2 характерна низкая продуктивность внимания. В то же время у незначительного числа первоклассников (4-5%) была выявлена очень высокая продуктивность.

Распределенность внимания у большинства первоклассников группы контроля (53%) оказалась средней, у детей с нарушениями речи - в основном низкой (55%) и очень низкой (45%), т. е. они не могут удерживать в сфере внимания много объектов и воспринимать их примерно одинаково.

Таблица 2
Свойства внимания у первоклассников, баллы

| Группы | Внимание | |
|--------|----------------|------------------|
| | Продуктивность | Распределяемость |
| 1 | 0.99±0.02 | 0.69±0.01 |
| 2 | 0.49±0.01*** | 0.42±0.01*** |

Примечание: достоверные изменения по сравнению с контрольной группой
*** - $P < 0.001$.

ми речи устойчивость внимания низкая, т. е. они не могут концентрироваться на одном и том же объекте длительный период времени.

Таким образом, у детей с нарушениями речи внимание в основном находится на низком уровне развития, а у первоклассников без речевой патологии - на среднем. Наши результаты согласуются с исследованиями других авторов. Так по данным Анисовой Е.А. 67% первоклассников имели средний уровень развития внимания [2]

Для того, чтобы определить степень адаптации первоклассников к новым условиям обучения был применен метод оценки адаптационного потенциала, который основывается на особенностях функционирования организма, прежде всего, сердечно - сосудистой системы. М.М. Безруких, С.П. Ефимова установили, что при нормальной адаптации состояние напряженности функциональных систем организма компенсируется в течение первой четверти учебного года, при адаптации средней тяжести – в течение первого полугодия, при тяжелой форме – значительные нарушения в состоянии здоровья нарастают от начала к концу учебного года, что говорит о непосильности учебных нагрузок для организма ребенка [5].

В табл. 3 представлена динамика адаптационного потенциала первоклассников.

Таблица 3
Динамика адаптационного потенциала первоклассников в разные периоды учебного года, баллы

| Время исследования | Адаптационный потенциал (АП) | |
|---------------------------|------------------------------|--------------|
| | 1 | 2 |
| Начало года | 1.72±0.02 | 2.0±0.05*** |
| Середина года | 1.46±0.02 | 2.11±0.04*** |
| Начало четвертой четверти | 1.56±0.04 | 1.75±0.05** |
| Конец года | 1.51±0.04 | 1.62±0.04 |

Необходимо отметить, что в начале учебного года в группе контроля количество детей с напряжением механизмов адаптации составило 17%, таких детей с нарушениями речи оказалось на 40% больше, то есть у них достаточные функциональные возможности организма обеспечивались за счет собственных резервов.

К середине учебного года в опытной группе количество детей с напряжением механизмов адаптации увеличилось до 71%, в то время как в контрольной группе напряжение регистрировалось всего лишь у 1% детей.

К началу четвертой четверти в группе №2 количество детей с напряжением механизмов адаптации уменьшилось на 52%, а к концу учебного года еще на 10%. В группе №1 таких детей оказалось всего 8-10%.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что первая половина учебного года для детей с нарушениями речи оказалась наиболее сложной, в этот период их организм работал на пределе своих возможностей.

Для более полной характеристики функционального состояния организма детей изучили параметры крови: содержание лейкоцитов и эритроцитов, концентрацию гемоглобина, цветовой показатель, СОЭ.

В таблице 4 представлены основные параметры крови первоклассников.

Было установлено, что содержание эритроцитов, лейкоцитов, гемоглобина; цветового показателя, СОЭ у первоклассников обеих групп находились на уровне нормативных значений. При этом количество лейкоцитов у детей группы №2 оказалось достоверно больше, чем у первоклассников группы контроля.

Совокупность продуктивности и распределяемости внимания позволяет оценить устойчивость внимания. Установили, что у 47% детей гр. № 1 устойчивость средняя. Детей с нарушениями речи со средним уровнем устойчивости внимания оказалось меньше на 20%. У 27% детей обеих групп устойчивость внимания находится на высоком уровне. У незначительного количества детей группы 1 (3%) и группы 2 (5%) устойчивость внимания очень высокая. У 15% детей группы контроля и у 41% первоклассников с нарушениями



Таблица 4

Параметры крови первоклассников

| Группы | Параметры | | | | |
|--------|------------------------------------|----------------------------------|--------------------|----------------------------------|--------------|
| | Эритроциты, 10 ¹² /л | Лейкоциты, 10 ⁹ /л | Гемоглобин, г/л | Цветовой показатель, отн. ед. | СОЭ, мм/ч |
| 1 | 4.4±0.1 | 5.2±0.1 | 132.0±1.1 | 0.91±0.01 | 5.4±0.5 |
| 2 | 4.5±0.1 | 6.7±0.4** | 135.8±2.2 | 0.89±0.02 | 4.4±0.2 |

Как известно из работ Г. Селье, при действии на организм разных по качеству сильных раздражителей развивается реакция стресса, подразделяющаяся на три стадии: реакция тревоги, стадия резистентности и стадия истощения. В настоящее время данная теория имеет логическое продолжение в работах Л.Х. Гаркави, Е.Б. Квакиной, М.А. Уколовой [14]. Авторами было выявлено несколько типов общих неспецифических адаптационных реакций организма: реакция тренировки, реакция активации, переактивация и стресс реакция.

Тип адаптационной реакции организма устанавливали и характеризовали по процентному содержанию лимфоцитов в лейкоцитарной формуле периферической крови. Для получения дополнительной информации о типе, стадии и характере протекания адаптационных реакций был проведен полный анализ лейкограммы и рассчитаны лейкоцитарные индексы: отношение лимфоцитов к сегментоядерным нейтрофилам (ЛФ/НС) и лейкоцитарный индекс интоксикации.

В таблице 5 представлены показатели белой крови у первоклассников.

Таблица 5

Лейкограмма крови первоклассников, %

| Группы | Эозинофилы | Нейтрофилы палочкоядерные | Нейтрофилы сегментоядерные | Лимфоциты | Моноциты |
|--------|------------|------------------------------|-------------------------------|-------------|----------|
| 1 | 2.9±0.3 | 1.9±0.1 | 46.6±0.5 | 46.0±0.8 | 6.1±0.4 |
| 2 | 1.3±0.1** | 1.4±0.1 | 38.0±0.6*** | 54.1±0.6*** | 5.6±0.4 |

Анализ лейкограммы крови у первоклассников позволил установить, что в обеих группах процентное содержание всех форменных элементов находилось в пределах нормы.

Для 56% детей группы контроля была характерна реакция повышенной активации, при которой процентное содержание лимфоцитов и сегментоядерных нейтрофилов составляет 40,5-51% [14]. Эта реакция характеризуется повышением резистентности организма за счет увеличения активности защитных систем.

У 38% детей установили реакцию спокойной активации, при которой процентное содержание лимфоцитов составляет 32,5-40%. Реакция спокойной активации, по мнению Л.Х. Гаркави, свидетельствует о недостаточной мобилизации резервных возможностей организма.

Адаптация 6% детей контрольной группы происходила с помощью реакции тренировки, при которой процентное содержание лимфоцитов составляет 25-32%. При тренировке активность защитных систем организма не повышается, а чувствительность к раздражителям снижается и они становятся для организма подпороговыми.

В опытной группе для 90% детей была характерна реакция переактивации, при которой процентное содержание лимфоцитов превышает 51%. В наших исследованиях процентное содержание лимфоцитов в среднем составило 54,1%. При реакции переактивации процессы возбуждения преобладают над процессами торможения, что может способствовать переходу в стресс реакцию.

Диагностировать состояние стресса и антистрессорных реакций, дать их более полную характеристику возможно не только по процентному содержанию лимфоцитов в лейкоцитарной формуле, но и отношению лимфоцитов к сегментоядерным нейтрофилам (ЛФ/НС) [14]. В нашем исследовании средние показатели отношения лимфоцитов к сегментоядерным нейтрофилам в группе контроля составили 0,86±0,05, что характерно для реакции повышенной активации, а среди детей с нарушениями речи - 1,48±0,005, что подтверждает наличие реакции переактивации.

Лейкоцитарный индекс интоксикации (ЛИИ) позволяет определить наличие патологических процессов в организме и оценить их напряженность. В нашем исследовании средние показатели ЛИИ в группе контроля составили 0,23±0,02, среди детей с нарушениями - 0,34±0,01 (при p<0,001). Увеличение индекса интоксикации в опытной группе по сравнению с контролем, подтверждает наличие напряженности механизмов адаптации у детей с нарушениями речи.

Таким образом, функциональные возможности организма детей с нарушениями речи при адаптации к школьным нагрузкам характеризуются низкими показателями функциональ-

ного состояния ЦНС, низкой и очень низкой продуктивностью, устойчивостью и распределяемостью внимания, утомлением, преобладанием отрицательных эмоций и плохого настроения, негативным отношением к процессу обучения и нежеланием ходить в школу. В результате процесс адаптации у детей с нарушениями речи протекает более напряженно, что подтверждается наличием у них реакции переактивации, которая предшествует стрессу.

Выводы

Нарушения речевого развития характерны для 26,6% первоклассников. Из них у 12,6% выявлено фонетическое недоразвитие, у 76,4% - фонетико-фонематическое, у 11,0% – общее недоразвитие речи.

36-51% детей с нарушениями речи имеют низкую работоспособность, отрицательный эмоциональный фон, низкий и очень низкий уровень развития внимания, сниженные функциональные возможности ЦНС.

К середине учебного года количество первоклассников с напряжением механизмов адаптации в группе с нарушениями речи возрастает до 71%, детей без нарушений речи с напряжением механизмов адаптации остается всего 1%.

Для 56% детей группы контроля характерна адаптационная реакция повышенной активации, что свидетельствует об увеличении активности защитных систем, для 38% - спокойной активации с недостаточной мобилизацией резервных возможностей организма. Для 90% детей с нарушениями речи характерна адаптационная реакция переактивации, которая представляет угрозу перехода в стресс реакцию.

Список литературы

1. Жигарева Н.С. Образ жизни младших школьников и их адаптационные возможности // Здоровье нации – основа процветания России: мат. III Всерос. форума. – М., 2007. – С. 211-213.
2. Анисова Е.А. Влияние психической и биологической готовности к обучению на адаптацию первоклассников к школе // Проблемы современного детства: Сб. науч. тр. – М., 2001. – С. 201-206.
3. Афанасьев Е.А., Васильев В.Н., Терентьева Ю.В., Сенникова И.А. Методические подходы к оценке здоровья младших школьников // Бюлл. сибирской медицины. – 2003. - № 3. - С. 61-67.
4. Антропова М.В. Реакции основных физиологических систем организма детей 6-12 лет в процессе адаптации к учебным нагрузкам // Физиол. человека. – 1983. - Т. 9. - №1. - С. 18-24.
5. Безруких М.М., Ефимова С.П. Ребёнок идёт в школу. – М., 2000. – 205 с.
6. Дети в России. 2009: Стат. сб. / ЮНИСЕФ, Росстат. - М.: ИИЦ «Статистика России», 2009. - 121 с.
7. Адаптивные механизмы у учащихся с функциональными расстройствами речи / Г.И. Каторгина [и др.] // IX междунар. конф. «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии ФРЭМЭ – 2010». – Владимир - Суздаль, 2010. – С. 565 – 569.
8. Фирсанова Е.Ю. Изучение особенностей адаптации к школе у детей с нарушениями речи // Электронный журнал «Психологическая наука и образование». – 2009.- №3. – Режим доступа: <http://www.psyedu.ru/journal/2009/3/Firsanova.phtml>.
9. Фотекова Т.А. Тестовая методика диагностики устной речи младших школьников. – М.: Аркти, 2000. - 56 с.
10. Баевский Р.М., Берсенева А.П. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний. – М.: Медицина, 1997. – 222 с.
11. Немов Р.С. Психология. - М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2001. - 640 с.
12. Орехова О.А. Цветовая диагностика эмоций ребёнка: практикум по психодиагностике. – СПб.: Речь, 2002. – 112 с.
13. Мантрова И.Н. Методическое руководство по психофизиологической и психологической диагностике. – Иваново: ООО «Нейрософт», 2007. – 216 с.
14. Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б., Уколова М.А. Адаптационные реакции и резистентность организма. – Ростов н/Д., 1990. – 223 с.
15. Сетко Н.П., Володина Е.А. Выявление адаптационного статуса детей при диагностике донозологических состояний // Гигиена и санитария. – 2008. - №1. – С. 58-60.
16. Дубровинская Н.В., Фарбер Д.А., Безруких М.М. Психофизиология ребенка: Психофизиологические основы детской валеологии. – М.: Гуманит. Изд. Центр ВЛАДОС, 200. – 144 с.
17. Грачева И.А. Коррекционно – развивающее пространство как средство оптимизации процесса интеграции младших подростков с нарушениями речи // Вестн. ун-та Российской академии образования. – 2009. - №2. - С. 65 -67.



FUNCTIONS OF THE ORGANISM FIRST GRADERS WITH SPEECH DISORDERS IN ADAPTING TO THE WORKLOAD

O.N. Yurchenko, L.K. Buslovskaya

*Belgorod State National Research
University, Studencheskaya, 14
Belgorod, 308007, Russia*

*E-mail: o.yurchenko@yandex.ru;
buslovskay@bsu.edu.ru*

The results of studies of the adaptation, the level of productivity, sustainability and raspredelyaemosti attention vegetative factor, the properties of neural processes and the type of antistress reactions of first-graders with speech disorders. Found that the majority of first-graders observed offset state of fatigue, stress coping mechanisms. Productivity, sustainability and raspredelyaemost focus mainly low and very low. The most characteristic adaptive response of the body is the reaction of reactivation.

Key words: adaptation, speech disorders, first-graders, nonspecific adaptation reactions of the organism, the functionality of the body.

УДК 612.82:616-02-053.5

ЭМОЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ, ОСОБЕННОСТИ ВНИМАНИЯ И АНТИСТРЕССОРНЫЕ РЕАКЦИИ У ПЕРВОКЛАССНИКОВ С РАЗНЫМИ ТИПАМИ ПРОФИЛЯ ЛАТЕРАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ МОЗГА

**Е.П. Хаджинова,
Л.К. Бусловская**

*Белгородский государственный
национальный
исследовательский
университет, Россия, 308007,
г. Белгород, ул. Студенческая 14
E-mail: eka8809@rambler.ru;
buslovskaya@bsu.edu.ru*

Представлены результаты изучения психофизиологического статуса, адаптационного потенциала и антистрессорных реакций у первоклассников с разными типами профиля латеральной организации мозга. Установлено, что у детей в группе «преимущественных левшей» низкие показатели работоспособности, продуктивности внимания, устойчивости и уровня функциональных возможностей нервной системы. Распределенность внимания у первоклассников с разными типами ПЛО мозга низкая и очень низкая, в группе «преимущественных правшей» очень низкая устойчивость внимания. У подавляющего большинства детей в группе «преимущественных правшей» антистрессорные реакции спокойной и повышенной активации, которые быстро и значительно повышают неспецифическую резистентность организма. Около половины детей «абсолютных правшей», «преимущественных левшей» и первоклассников со смешанным профилем имеют реакцию переактивации с избыточной активностью систем организма, что часто приводит к переходу в стресс реакцию.

Ключевые слова: профиль латеральной организации мозга, первоклассники, антистрессорные реакции, адаптация.

Введение

Тип индивидуального профиля латеральной организации мозга человека обуславливает особенности протекания физиологических процессов в организме и сказывается на его адаптивных возможностях. Эффективность адаптации определяется сопряженной работой обоих полушарий мозга, активность которых зависит от времени, прошедшего с начала адаптивных перестроек. Различия в функциональной организации полушарий у правшей, левшей и амбидекстров определяют характер компенсаторно-приспособительных реакций [1]. С индивидуальным профилем латеральной организации (ПЛО) мозга коррелируют устойчивость организма к утомлению и вегетативная регуляция, эмоциональное состояние и особенности адаптации [2,3,4]. В.В. Колышкин в условиях психоэмоционального напряжения, сопровождающего процесс адаптации обнаружил, что активация правого полушария приводит к повышению кровяного давления и способствует развитию артериальной гипертензии [5]. В.П. Леутин, Е. И Николаева отмечали снижение функциональных резервов организма при преобладании правополушарности [1].

Физиологические аспекты адаптации первоклассников к условиям обучения требуют всестороннего изучения. Известно, что межполушарные взаимоотношения оказывают непосредственное влияние на своевременное приспособление ребенка к школе [6]. По мнению А.Л. Сиротюк, функциональная специализация полушарий формируется в процессе онтогенеза до 6-7 лет, по мнению Е. И. Николаевой до 14-16 лет, достигая наибольшей выраженности к зрелому возрасту [3,7]. Е.А. Силина, Т.В. Евтух установили, что сроки становления функциональной асимметрии мозга зависят от пола, у мальчиков медленнее созревает левое полушарие, у девочек - правое. Правое полушарие у мальчиков преобладает уже к 5 - 6 годам, а у девочек только к 7 годам [8]. Организм первоклассника характеризуется, с одной стороны, физиологической незрелостью и, с другой стороны, пластичностью функций. Несовершенство функциональных систем, задержка латерализации функций и пластичность детского организма представляют собой основные факторы, которые могут нарушать когнитивное и эмоциональное развитие ребенка и создавать предпосылки к возникновению трудностей в школьном обучении. [9,10]. Поэтому целью исследования стало изучение особенностей адаптации первоклассников с разными типами профиля латеральной организации мозга.

Объекты и методы исследования

Исследование было проведено на базе лицея №10 г. Белгорода в 2010 - 2012 годах. В эксперименте участвовали 120 первоклассников, сформированные в группы в соответствии с

типами профилей латеральной организации мозга (ПЛО). Типы ПЛО мозга выделяли в соответствии с классификацией Н.Н. Брагиной и Т.А. Доброхотовой [11]. Для выявления функциональной сенсомоторной асимметрии у детей устанавливали ведущие руку, ногу, глаз и ухо с использованием проб. Все пробы проводили трижды для того, чтобы была возможность оценить устойчивость результата. В итоге были сформированы четыре группы. В группу №1 вошли дети - «абсолютные правши» у которых все показатели правые. В группу №2 - «преимущественные правши» у которых три из четырех показателей правые. В группу №3 - дети со смешанным профилем с разными сочетаниями показателей. В группу №4 - «преимущественные левши» у которых три из четырех показателей левые.

Для выявления функциональных приспособительных возможностей организма рассчитывали адаптационный потенциал (АП) по методу Р.М. Баевского [12]. Тип адаптационной реакции организма устанавливали и характеризовали на основе полного анализа лейкограммы и лейкоцитарных индексов [13,14]. Продуктивность, устойчивость и распределяемость внимания выявляли с помощью корректурной пробы с кольцами Ландольта [15], работоспособность и преобладающий эмоциональный фон – по тесту Ореховой О.А. [16]. Свойства нервных процессов и функциональное состояние ЦНС изучали на компьютерном комплексе для психофизиологического тестирования нервной системы «ПсихоТест» фирмы «Нейрософт» [17].

Результаты и их обсуждение

В начале учебного года все первоклассники были обследованы на предмет выявления профиля латеральной организации мозга (ПЛО). Полученные результаты представлены на рис. 1.

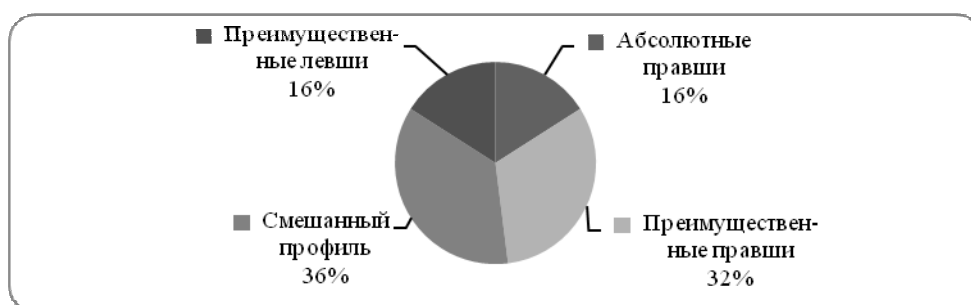


Рис.1. Распределение профилей латеральной организации мозга среди первоклассников (%)

Основную массу от общего количества составили дети группы №3 со смешанным профилем и №2 – «преимущественные правши», в группах №1 - «абсолютные правши» и №4 – «преимущественные левши» первоклассников оказалось вдвое меньше и одинаковое количество. Дети с симметричным типом профиля и «абсолютные левши» выявлены не были.

Индикатором физического и психологического благополучия первоклассника является его эмоциональное состояние. Методика О.А. Ореховой позволяет провести диагностику эмоциональной сферы ребенка, выявить преобладающее настроение и особенности адаптационных процессов. Настроение ребенка оценивали в баллах, которые могут изменяться в пределах от 0 до 32. Согласно нормативным данным диапазон баллов 10–18 соответствует норме и свидетельствует о балансе положительных и отрицательных эмоций. В диапазоне выше 20 баллов у детей преобладают отрицательные эмоции и, возможно нарушение адаптационного процесса; уровень от 0 до 8 баллов свидетельствует о преобладании положительных эмоций.

В табл. 1 представлены результаты изучения преобладающего эмоционального фона у девочек и мальчиков.

Таблица 1

Настроение у мальчиков и девочек в начале учебного года (баллы)

| Профиль латеральной организации мозга | Мальчики | Девочки |
|---------------------------------------|----------|----------|
| Абсолютные правши | 17.6±0.6 | 9.2±0.4 |
| Преимущественные правши | 14.5±0.9 | 8.8±0.4 |
| Смешанный профиль | 14.6±0.5 | 10.0±0.6 |
| Преимущественные левши | 20.5±0.6 | 10.2±0.7 |

Анализ показал, что у мальчиков преимущественных левшей более высокие средние значения баллов, чем у девочек, что может свидетельствовать о преобладании у них отрицательных эмоций. Возможно, это обусловлено спецификой формирования латерализации функций, у мальчиков «преимущественных левшей» по мнению Е.И. Николаевой и Е.Ю. Борисенковой, она задерживается, чрезмерные нагрузки не позволяют ребенку приспособиться к

школьным условиям, что и приводит, по-видимому, к ухудшению настроения. По нашим данным, для мальчиков абсолютных правшей, преимущественных правшей и со смешанным профилем было характерно нормальное эмоциональное состояние.

У девочек абсолютных правшей и преимущественных правшей преобладали положительные эмоции. Для преимущественных левшей и девочек со смешанным профилем было характерно нормальное эмоциональное состояние.

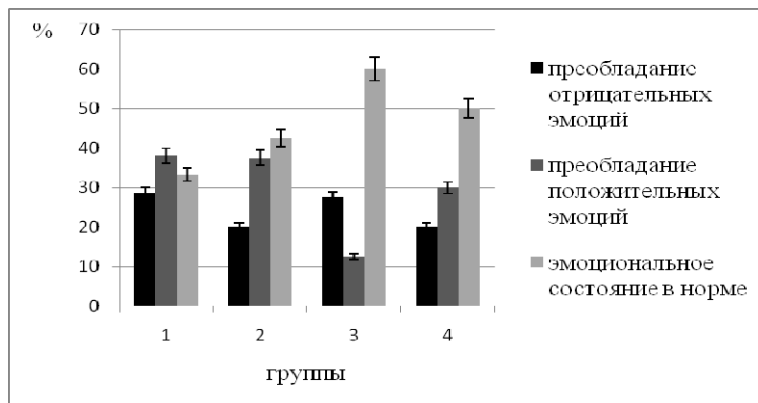


Рис. 2. Эмоциональное состояние первоклассников с разными типами ПЛО

абсолютные правши), в группе №2 (преимущественные правши) и №4 (преимущественные левши) данный показатель ниже на 8.6%. Эти дети имели неприятные переживания, у них доминировало плохое настроение.

Одним из показателей функционального состояния организма, его изменений является работоспособность, именно она отражает рациональность организации учебного процесса, его соответствие возможностям ребенка. По данным некоторых исследователей начало школьного обучения детей характеризуется низкой и неустойчивой работоспособностью, выраженным напряжением и резким развитием утомления, что, несомненно, влияет на адаптацию [17].

Количественная оценка утомления возможна по показателям работоспособности с помощью вегетативного коэффициента, значения которого может меняться от 0,2 до 5 баллов. Максимальные и минимальные значения свидетельствуют соответственно о склонности детей к перевозбуждению или к торможению активности. На рисунке 3 представлены результаты изучения работоспособности у первоклассников.

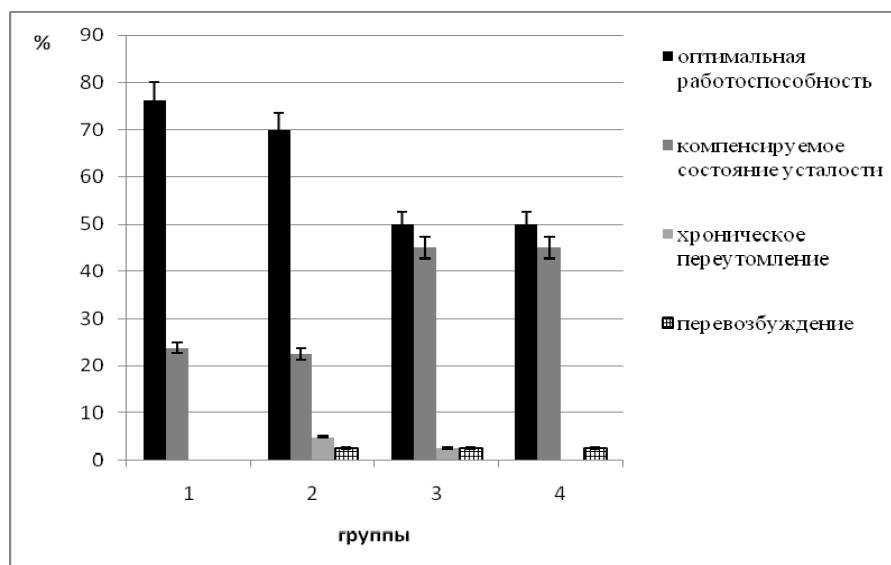


Рис. 3. Работоспособность у первоклассников с разными типами ПЛО мозга

Анализ результатов показал, что во всех группах от 50.0 до 76.2% детей имели нормальную работоспособность. В тоже время в группах преимущественных левшей и детей со

На рисунке 2 представлены результаты изучения эмоционального состояния первоклассников с разными типами ПЛО.

Было установлено, что во всех группах от 33,3 до 60,0% детей характеризовались нормальным эмоциональным состоянием. Преобладание положительных эмоций было выявлено у 38,1% учащихся группы №1 (абсолютные правши), в группе №3 (смешанный профиль) таких детей оказалось на 25,6% меньше. Отрицательные эмоции выявлены у 28,6% первоклассников в группе №1 (аб-

солютные правши), в группе №2 (преимущественные правши) и №4 (преимущественные левши) данный показатель ниже на 8,6%. Эти дети имели неприятные переживания, у них доминировало плохое настроение.

смешанным профилем оказалось по 45% первоклассников с компенсируемым состоянием усталости, при котором восстановление оптимальной работоспособности происходит за счет периодического снижения активности. Наши результаты согласуются с данными Е.И. Николаевой и Е.Ю. Борисенковой, которые указывали на преобладание компенсируемого состояния усталости у детей с левым профилем [18]. В группе абсолютных правшей таких детей было 23.5%, в группе преимущественных правшей – 22.5%. Хроническое утомление или переутомление было характерно для небольшого количества детей в группе преимущественных правшей и со смешанным профилем. Кроме того, у части преимущественных левшей, преимущественных правшей и детей со смешанным профилем было выявлено перевозбуждение, т.е. некоторое патологическое преобладание процессов возбуждения над торможением. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости оптимизации учебной деятельности первоклассников и строгого соблюдения ими режима дня.

Одним из основных критериев адаптации первоклассника является его положительное отношение к учителям и сверстникам, одноклассникам, учебным предметам и т.д. На рисунке 4 представлены результаты изучения отношения детей к школе.

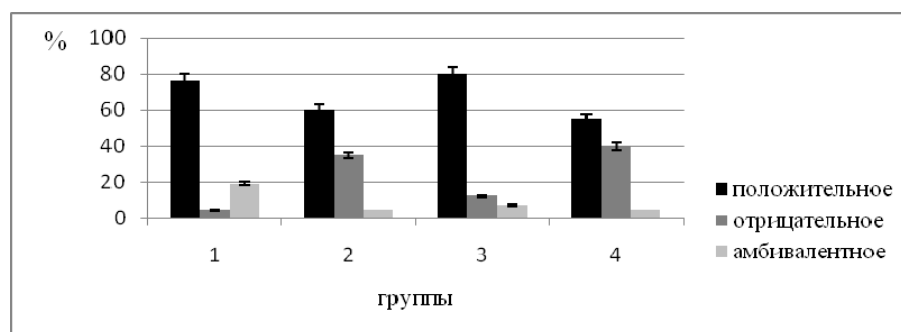


Рис. 4. Отношение первоклассников с разными типами ПЛО к школе (%)

Отношение к школе у 55-80% первоклассников с разными типами ПЛО мозга оказалось положительным. Наибольшее количество детей с негативным отношением к школе было выявлено в группах №3 и 4, наименьшее – в группе №1.

Наличие хорошего внимания – одно из основных условий успешной учебной деятельности. Оценка внимания первоклассников проводили по кольцам Ландольта, при этом оценивали продуктивность внимания, его устойчивость и распределяемость. Под продуктивностью внимания понимают количество просмотренных знаков за определенный промежуток времени, под устойчивостью внимания – способность сосредотачиваться на одном и том же объекте в течение определенного времени, распределение внимания – характеристика, которая позволяет одновременно удерживать в сфере внимания много объектов и воспринимать их примерно одинаково.

Продуктивность и устойчивость внимания у детей с разными типами ПЛО были в основном средними. Наибольшее количество первоклассников с низкой продуктивностью – в группе преимущественных левшей 31.3%, наименьшее – у «преимущественных правшей» (15.2%). Очень низкая продуктивность внимания была характерна для 3% преимущественных правшей. Высокая устойчивость внимания была установлена у детей в группе со смешанным типом ПЛО. Наибольшее количество детей с очень низкой устойчивостью внимания оказалось у преимущественных правшей, наименьшее – у абсолютных правшей. Распределяемость внимания у первоклассников с разными типами ПЛО мозга оказалась низкой и очень низкой.

Функциональное состояние ЦНС первоклассников оценивали на основе изучения зрительно-моторной реакции (ПЗМР) на компьютерном комплексе для психофизиологического тестирования нервной системы. Были проанализированы показатели, отражающие функциональное состояние ЦНС: функциональный уровень системы (ФУС), который характеризует текущее функциональное состояние ЦНС и степень развития утомления под влиянием факторов окружающей среды; устойчивость реакции (УР) – как критерий устойчивости состояния ЦНС, чем выше показатель УР, тем устойчивее и стабильнее текущее функциональное состояние ЦНС; уровень функциональных возможностей (УФВ), который наиболее полно характеризует состояния ЦНС и позволяет судить о ее способности сформировать и достаточно долго удерживать соответствующее функциональное состояние.

В таблице 2 представлены показатели функционального состояния ЦНС первоклассников с разными типами ПЛО в середине учебного года.

В начале года во всех группах у детей произошло увеличение времени ПЗМР относительно физиологической нормы, что, по мнению М.П. Мороз, может свидетельствовать о нерв-

ном переутомлении и психоэмоциональном перенапряжении, которые действуют одновременно и принимают кумулятивный характер [19].

Таблица 2

Показатели функционального состояния ЦНС первоклассников с разными типами профиля латеральной организации мозга

| Параметры | Профили | | | |
|--------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|------------------------|
| | Абсолютные правши | Преимущественные правши | Смешанный профиль | Преимущественные левши |
| Время реакции (мс) | 315.9±12.5 | 314.3±10.3 | 305.8±10.5 | 309.2±13.9 |
| ФУС (ед.) | 4.3±0.7 | 4.3±0.5 | 4.2±0.4 | 3.9±0.4 |
| УР (ед.) | 1.9±0.7 | 1.8±0.6 | 0.7±0.2 | 0.6±0.4 |
| УФВ (ед.) | 2.2±0.3 | 2.0±0.3 | 2.0±0.1 | 2.1±0.2 |

По результатам нашего исследования, ФУС у 43.5%-66.7% детей с разными типами ПЛО был в основном средний. У 55.5% «преимущественных левшей» был выявлен низкий УР, в группе детей со смешанным профилем таких детей оказалось на 10.5% меньше. Уровень функциональных возможностей (УФВ) у детей с разными типами ПЛО был в основном низким. Наибольшее количество первоклассников с высоким УФВ в группе абсолютных правшей 31.3%, наименьшее – у «преимущественных левшей». В исследованиях Р.М. Баевского показано, что лица с низкими значениями уровня функциональной подвижности нервных процессов предрасположены к более быстрому развитию признаков утомления, являющегося следствием рас-синхронизации физиологических функций [12].

Сопоставление средних величин расчетных критериев оценки функционального состояния ЦНС с уровнями работоспособности по классификации М.П. Мороз позволило установить, что функциональное состояние ЦНС во всех группах у детей с разными типами ПЛО характеризовалось незначительно сниженной работоспособностью по показателю ФУС. Такое состояние характерно для начальных стадий утомления и характеризуется ослаблением внимания [19].

Наибольшее количество первоклассников с пониженной работоспособностью, которая возникает при утомлении и характеризуется преобладанием тормозных процессов в ЦНС, было выявлено в группе «преимущественных левшей» (35.4%) и у детей со смешанным профилем (30%), меньше – у «абсолютных правшей» (25%) и «преимущественных правшей» (26.1%).

Нормальные работоспособность и ФУС, отражающие оптимальное функционирование структур ЦНС были выявлены у 10-26.1% учащихся 1, 2 и 3-ей групп, в группе №4 детей с нормальной работоспособностью не оказалось.

Оценку степени адаптации проводили по методу Р.М. Баевского, который основывается, прежде всего, на особенностях функционирования сердечно-сосудистой системы. Выделяют удовлетворительную адаптацию, при которой отмечаются высокие или достаточно высокие функциональные возможности организма; напряжение механизмов адаптации, при котором достаточные функциональные возможности обеспечиваются за счет резервов; неудовлетворительная адаптация, характеризующаяся снижением функциональных возможностей организма; срыв адаптации – это резкое снижение функциональных возможностей организма.

На рисунке 5 представлены результаты изучения особенностей адаптации у первоклассников в течение года. В начале года более четверти детей «преимущественных правшей» испытывали напряжение механизмов адаптации. К середине года у всех детей этой группы была отмечена удовлетворительная адаптация, к началу четвертой четверти адаптационные возможности детей снижались, количество детей с напряжением механизмов адаптации достигло 13%, а к концу года уменьшилось на 4%.

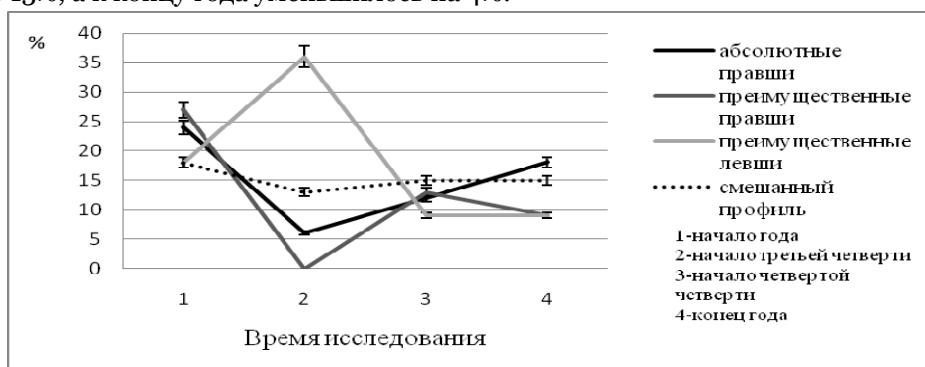


Рис. 5. Динамика количества детей с напряжением механизмов адаптации и разными типами ПЛО мозга в течение учебного года (%)



Среди «абсолютных правшей» в начале года 24% детей имели напряжение механизмов адаптации, к середине года адаптивные возможности организма повышались и напряжение адаптации было характерно только для 6% детей. К началу четвертой четверти в этой группе количество детей, испытывающих проблемы с адаптацией возросло до 12%, к концу года их стало 18%.

В начале года 18% «преимущественных левшей» испытывали напряжение механизмов адаптации, в середине года количество таких детей в этой группе возросло до 36%, к началу четвертой четверти - уменьшилось на 27%, к концу сократилось до 9%.

В группе детей со смешанным профилем удовлетворительно адаптировались 82-87% детей. Процессы адаптации отличались тем, что количество детей с напряжением механизмов адаптации в течение года менялось незначительно.

В табл. 3 представлена динамика адаптационного потенциала (АП) у первоклассников. Потенциал оценивали в баллах, причем чем выше баллы, тем хуже приспособительные возможности организма.

Таблица 3

Динамика АП у первоклассников в разные периоды учебного года, баллы

| Время исследования | АП | | | |
|---------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|------------------------|
| | абсолютные правши | преимущественные правши | смешанный профиль | преимущественные левши |
| Начало учебного года | 2.02±0.07 | 2.01±0.07 | 1.93±0.06 | 1.85±0.05 |
| Середина учебного года | 1.73±0.08** | 1.75±0.04*** | 1.84±0.06 | 2.08±0.08* |
| Начало четвертой четверти | 1.88±0.07 | 1.96±0.05 | 1.87±0.06 | 1.68±0.06* |
| Конец учебного года | 1.98±0.08 | 1.71±0.06*** | 1.75±0.05* | 1.84±0.07 |

Примечание: * достоверность результатов в сравнении с данными на начало года в этой же группе при $p < 0.05$; ** - при $p < 0.01$; *** - при $p < 0.001$.

Для учащихся групп №1 и 2 были характерны достоверно повышенные показатели АП в начале года, что подтверждает напряжение механизмов адаптации и связано, по-видимому, с трудностями приспособления детей к новым условиям обучения и систематическим занятиям. У первоклассников в группе №3 АП характеризовался устойчивостью в течение учебного года, не превышая верхней границы нормы, что свидетельствует о достаточных функциональных возможностях организма и высокой сопротивляемости утомлению. В группе №4 АП к середине года самый высокий и достоверно выше, чем в начале, что свидетельствовало о снижении адаптационных возможностей детей.

Для более полной характеристики процессов адаптации организма детей были проведены анализы крови первоклассников с разными типами ПЛО. Основные параметры представлены в табл. 4.

Таблица 4

Параметры крови первоклассников с разными типами ПЛО

| Группы | Параметры | | | | |
|--------|-------------------------|---------------------|-----------------|-------------------------------|-----------|
| | Эритроциты, $10^{12}/л$ | Лейкоциты, $10^9/л$ | Гемоглобин, г/л | Цветовой показатель, отн. ед. | СОЭ, мм/ч |
| 1 | 4.7±0.1 | 6.9±0.5 | 139.6±2.9 | 0.81±0.09 | 4.4±0.6 |
| 2 | 4.5±0.1 | 6.3±0.2 | 133.9±4.5 | 0.90±0.01 | 5.0±0.8 |
| 3 | 4.4±0.1 | 6.5±0.3 | 132.3±6.0 | 0.89±0.02 | 4.6±0.5 |
| 4 | 4.4±0.1 | 5.5±0.6 | 132.8±5.0 | 0.92±0.02 | 4.0±0.6 |

Клинические анализы крови на содержание эритроцитов, лейкоцитов, гемоглобина; цветовой показатель, СОЭ показали, что у первоклассников с разными типами ПЛО средняя величина всех показателей сохранялась на уровне нормативных значений.

Для оценки характера адаптационных реакций была использована лейкограмма по методу, предложенному Л.Х. Гаркави, Е.Б. Квакиной, М.А. Уколовой. При этом тип реакции определяли на основе полного анализа лейкограммы и по лейкоцитарным индексам, прежде всего, соотношению лимфоцитов к сегментоядерным нейтрофилам (ЛФ/НС).

По теории Гаркави Л.Х., существует несколько типов адаптационных реакций организма: стресс, реакция тренировки, спокойной активации, повышенной активации, переактивации [13, 14]. Анализ лейкограммы крови является одним из главных источников информации о типе, стадии и характере протекания адаптационной реакции в организме.

В таблице 5 представлены показатели белой крови у первоклассников с разными типами ПЛО.

Лейкограмма крови у первоклассников с разными типами ПЛО, %

| Группы | Эозинофилы | Нейтрофилы палочкояд. | Нейтрофилы сегментояд. | Лимфоциты | Моноциты |
|--------|------------|-----------------------|------------------------|-----------|----------|
| 1 | 1.6±0.6 | 1.6±0.2 | 45.2±4 | 47.4±3.4 | 6.4±1.2 |
| 2 | 2.4±0.9 | 1.4±0.2 | 44.7±2 | 44.1±2.3 | 6.0±0.8 |
| 3 | 1.4±0.3 | 1.7±0.2 | 45±2.8 | 45.7±3.5 | 6.2±0.4 |
| 4 | 1.3±0.3 | 1.5±0.3 | 38.8±0.8 | 52.8±1.0 | 6.0±0.3 |

Анализ полученной информации позволил установить, что во всех группах процентное содержание форменных элементов находилось в пределах нормы.

У 40-50% детей «абсолютных» и «преимущественных левшей» и группе детей со смешанным профилем была выявлена антистрессорная реакция переактивации, характеризующаяся чрезмерным преобладанием возбуждения над торможением, избыточно высокой активностью эндокринной и иммунной систем, что часто приводит к переходу в стресс реакцию. У остальных детей были обнаружены реакции активации, которые повышают неспецифическую резистентность организма за счет активности всех систем. В группе «преимущественных правшей» – у 42.8% детей спокойная активация, что свидетельствует о недостаточной мобилизации резервных возможностей организма, у 42.9% - повышенная активация, у остальных детей - переактивация. В группе детей со смешанным профилем у 11.1% была выявлена реакция тренировки, при которой активность защитных систем организма не повышается, а чувствительность к раздражителям снижается и они становятся для организма подпороговыми. Л.Х. Гаркави отмечает, что в отличие от взрослых для адаптации детей лучше всего повышенная активация высоких или иногда средних уровней реактивности.

Выводы

1. Среди первоклассников 36% детей со смешанным типом профиля латеральной организации мозга, 32% - «преимущественных правшей», по 16% «абсолютных правшей» и «преимущественных левшей». Дети с симметричным типом профиля и «абсолютные левши» не выявлены.

2. Наибольшее количество детей с преобладанием отрицательных эмоций в группе «абсолютные правши», у «преимущественных левшей» и первоклассников со смешанным профилем много детей с негативным отношением к школе.

3. Распределенность внимания у первоклассников с разными типами ПЛО мозга низкая и очень низкая, в группе «преимущественных правшей» очень низкая устойчивость внимания. В группе «преимущественных левшей» у детей низкие показатели работоспособности, продуктивности внимания, устойчивости и уровня функциональных возможностей нервной системы.

4. У подавляющего большинства детей в группе «преимущественных правшей» антистрессорные реакции спокойной и повышенной активации, которые значительно и быстро повышают неспецифическую резистентность организма.

5. 40-50% детей «абсолютных правшей», «преимущественных левшей» и первоклассников со смешанным профилем имеют реакцию переактивации с избыточной активностью систем организма, что часто приводит к переходу в стресс реакцию.

Список литературы

1. Леутин В.П., Николаева Е. И. Функциональная асимметрия мозга: мифы и действительность. – СПб., Речь, 2005. - 368 с.
2. Леутин В.П., Николаева Е. И. Психофизиологические механизмы адаптации и функциональная асимметрия мозга. - Новосибирск, Наука СО, 1988. 192 с.
3. Сиротюк А.Л. Обучение детей с учетом психофизиологии: Практическое руководство для учителей и родителей. - М.: ТЦ «Сфера», 2001. - 128 с.
4. Хомская Е.Д., Батова Н.Я. Мозг и эмоции: Нейропсихологическое исследование.- М.: Изд-во МГУ, 1992. – 179 с.
5. Кольшкн В.В. Функциональная асимметрия мозга и ее роль в генезисе артериальной гипертензии // Физиология человека. – 1993. – Т.19. №5. – С.23-28.
6. Симерницкая .Г. Мозг человека и психические процессы в онтогенезе.-М.: Изд-во МГУ, 1985.- 189 с.
7. Николаева Е.Н. Леворукий ребенок : диагностика, обучение, коррекция. – СПб.: ДЕТСВО-ПРЕСС, 2005. – 128 с.
8. Силина Е.А., Евтух Т.В. Межполушарная асимметрия и индивидуальные различия: Монография. - Пермь, 2005. - 132 с.
9. Безруких М.М., Ефимова С.П. Знаете ли Вы своего ученика? - М.: Просвещение, 1991,-176с.
10. Ясюкова Л.А. Прогноз и профилактика проблем обучения в начальной школе. Методическое руководство. – СПб.: ИМАТОН, 1999-2001.-208 с.



11. Брагина Н.Н., Доброхотова Т. А. Функциональные асимметрии человека.-2-е изд., перераб. и доп. – М.: Медицина, 1988.-240 с.
12. Баевский Р.М., Берсенева А.П. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний. – М.: Медицина, 1997. – 222 с.
13. Гаркави Л.Х. Активационная терапия. Антистрессорные реакции активации и тренировки и их использование для оздоровления, профилактики и лечения. - Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского университета, 2006.-223 с.
14. Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б., Кузьменко Т.С., Шихлярова А.И. Антистрессорные реакции и активационная терапия. Реакция активации как путь к здоровью через процессы самореализации. - Екатеринбург: «Филантроп», 2002.-340 с.
15. Немов Р.С. Психология: Учеб. для студ. высш. пед. учеб. заведений: В 3 кн.- .4-е изд. – М.: Гуманит. изд центр ВЛАДОС, 2001. – Кн. 3: Психодиагностика. Введение в научное психологическое исследование с элементами математической статистики – 640 с.
16. Орехова О.А. Методика «Домики». Диагностика дифференциации эмоциональной сферы ребенка.- СПб: Издательство «ИМАТОН», 2007. - 104 с
17. Мантрова И.Н. Методическое руководство по психофизиологической и психологической диагностике.- ООО «Нейрософт», 2007.- 216 с.
18. Николаева Е.И., Борисенкова Е.Ю. Некоторые параметры эмоциональности дошкольников с разными типами профиля функциональной сенсомоторной асимметрии // Асимметрия.- 2008. - Том 2, №3 – С.29-42.
19. Мороз М.П. Экспресс-диагностика работоспособности и функционального состояния человека: методическое руководство. – СПб.: ИМАТОН, 2007. – 40 с.

EMOTIONAL STATE, PARTICULAR ATTENTION AND ANTI-STRESS REACTION IN A FIRST GRADER WITH DIFFERENT TYPES OF PROFILE LATERAL ORGANIZATION BRAIN

**E.P. Hadzhinova,
L.K. Buslovskaya**

*Belgorod State National Research
University, Studenteskaya St., 14,
Belgorod, 308007, Russia*

*E-mail: eka8809@rambler.ru;
buslovskaya@bsu.edu.ru*

The results of the study of psychophysiological state, adaptive capacity, and anti-stress reactions of first graders with different types of profile lateral organization of the brain are proposed. It was found that in the left-handed the greatest number of children have a negative emotional background, low efficiency, productivity, focus, stability, and the level of functionality of the nervous system. Attention proportionment in the first graders with different types of brain PLO is low and very low, attention stability is very low in the right handed group. The vast majority of children in the right handed group have calm and increased activation anti-stress reaction, which quickly and significantly increase non-specific resistance of the organism. About half of the children of absolute right-handed group, left-handed group and a mixed profile first graders have reactivation reaction with excessive activity of the body systems, that often leads to a transition in the stress reaction.

Key words: profile of the lateral organization of the brain, first graders, anti-stress reactions, adaptation.

УДК 591.11.1:576.5:591.128.1

Влияние температурного фактора на сезонные колебания локомоционной активности гемоцитов лягушек *Rana ridibunda* Pall.

**С.Д. Чернявских,
Во Ван Тхань, До Хыу Куэт,
И.С. Буковцова**

Белгородский государственный
национальный
исследовательский
университет, Россия, 308015,
г. Белгород, ул. Победы, 85

E-mail: Chernyavskikh@bsu.edu.ru

В тесте миграции под агарозой изучено влияние температурного фактора на сезонные колебания локомоционной активности ядерных эритроцитов и лейкоцитов лягушек рода *Rana ridibunda* Pall. Установлено, что в условиях разных температур инкубации изменяется площадь спонтанной миграции клеток крови в весенний и летний периоды и не изменяется в осенний и зимний сезоны. Показано, что миграционная активность гемоцитов увеличивается весной только при пониженной температуре инкубации, летом – как при пониженной, так и при повышенной температурах.

Ключевые слова: ядерные эритроциты, лейкоциты, локомоционная активность.

Введение

Для понимания различных физиологических состояний в клинической и научной практике широко используются показатели, связанные с важнейшей тканью организма позвоночных – кровью [1, 2, 3]. Правильное представление о системе крови помогает достаточно точно распознавать нормальные и патологические процессы в организме [4]. Для многих показателей системы крови и иммунитета у млекопитающих животных и человека выявлены и описаны сезонные колебания [5, 6], которые являются одной из форм приспособительных реакций организма к циклическим изменениям окружающей среды и присущи всем уровням биологической организации [7]. Циркануальные изменения многих функций организма определяют колебания температуры. Общая картина изменений, происходящих в организме млекопитающих животных и человека при остром перегревании, описана достаточно полно [8]. Имеются работы, в которых сообщается о положительном влиянии высокой температуры на факторы неспецифической резистентности и иммуногенез [9]. Вместе с тем, в хронобиологических исследованиях практически отсутствуют сведения о действии температурного фактора на сезонные изменения локомоционной активности лейкоцитов и совсем не изучена миграционная активность эритроцитов у представителей низших позвоночных животных. Определенный интерес представляет класс Земноводных, обитающих в разных средах, что, несомненно, отражается на функциональной активности их клеток крови [10].

Цель исследования: изучить влияние температурного фактора на сезонные колебания локомоционной активности гемоцитов у представителей класса Земноводные – лягушек *Rana ridibunda* Pall.

Объекты и методы исследования

Опыты проведены на лягушках рода *Rana ridibunda* Pall. (30 особей), отловленных из реки Везелка в черте г. Белгорода. Объектами исследования служили ядерные эритроциты и лейкоциты.

Кровь для анализов у лягушек брали из сердца после дачи легкого эфирного наркоза. В качестве антикоагулянта использовали гепарин в количестве 10 ед./мл. Полученную кровь центрифугировали 4 мин. при 400 g. Собирали нижнюю часть плазмы, богатую лейкоцитами и лейкоцитарное кольцо. Отмытые и ресуспендированные лейкоциты, а также эритроциты подсчитывали в камере Горяева. В работе использовали изотонический раствор (0.6%-ный раствор NaCl).

Спонтанную локомоционную активность гемоцитов оценивали в тесте миграции под агарозой. За основу был взят классический метод, описанный в многочисленных работах [11, 12] в модификации [8]. В лунки, вырезанные в агарозном геле, помещали по 3 мкл суспензии гемоцитов, содержащей около 300 тыс. клеток (разведенной изотоническим раствором). Стекла с эритроцитами и лейкоцитами инкубировали в бескислородной среде при температурах 8°C – в холодильнике, 37°C – в термостате, контрольные – при комнатной температуре (22°C). Через сутки клетки фиксировали в течение часа 10%-ным глутаровым альдегидом. Затем агарозу удаляли, гемоциты окрашивали азур-эозином. На малом



увеличении микроскопа с помощью окуляр-микрометра определяли площадь спонтанной миграции клеток крови.

Полученные результаты обрабатывали методами вариационной статистики. С помощью компьютерных программ Excel 7.0 и Statistica 6.0 вычисляли значение средней арифметической выборочной совокупности (M) и стандартной ошибки среднего значения (m). С помощью непарного (двухвыборочного) t -критерия Стьюдента определяли достоверность различий между значениями признаков сравниваемых групп. За уровень статистически значимых принимали изменения при $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

Сравнительный анализ данных, полученных при разных температурах инкубации клеток крови, выявил наличие сезонных колебаний миграционной активности эритроцитов *Rana ridibunda* Pall. (табл. 1).

Таблица 1

Показатели площади миграции эритроцитов лягушек

| Период исследования | Температура инкубации | | |
|---------------------|-----------------------|------------|-------------|
| | 8°C | 22°C | 37°C |
| Весенний | 3.24±0.15 | 2.82±0.11© | 2.70±0.12© |
| Летний | 3.16±0.27 | 2.78±0.48© | 3.39±0.35*® |
| Осенний | 2.95±0.47* | 3.16±0.32* | 3.02±0.17*# |
| Зимний | 3.13±0.16 | 3.07±0.22* | 3.11±0.20*# |

Примечание: здесь и в табл. 2: достоверность различий по сравнению: * – с весенним периодом, # – с летним периодом, & – с осенним периодом, © – с температурой 8°C, ® – с температурой 22°C по t -критерию Стьюдента ($p < 0,05$).

При пониженной температуре инкубации площадь миграции эритроцитов в осенний период на 9.0% ниже, чем в весенний. При комнатной температуре значения изучаемого показателя осенью и зимой на 10.8% и 8.1% выше, чем весной. При повышенной температуре локомоционная активность красных клеток крови в летний, осенний и зимний периоды на 20.4%, 10.6% и 13.2% соответственно выше по сравнению с весенним сезоном. Осенью и зимой при данной температуре показатели площади миграции эритроцитов на 10.9% и 8.3% ниже, чем летом. В весенний период самая высокая миграционная активность красных клеток крови отмечена при температуре 8°C, самая низкая – при температуре 37°C. Снижение показателей площади миграции эритроцитов весной при температурах 22 и 37°C по сравнению с температурой 8°C составило 13.0% и 16.7% соответственно. В летний сезон самая высокая миграционная активность красных клеток крови зарегистрирована при температуре 37°C, самая низкая – при температуре 22°C. Снижение площади миграции при температуре 22°C по сравнению с температурой 8°C летом составило 12.0%, увеличение значения данного показателя при повышенной температуре по сравнению с комнатной – 18.0%. В осенний и зимний периоды изменение температуры инкубации не оказало влияние на миграционную активность эритроцитов.

При пониженной температуре инкубации сезонных колебаний в показателях площади миграции лейкоцитов не наблюдали (табл. 2).

Таблица 2

Показатели площади миграции лейкоцитов лягушек

| Период исследования | Температура инкубации | | |
|---------------------|-----------------------|-------------|--------------|
| | 8°C | 22°C | 37°C |
| Весенний | 3.13±0.15 | 2.69±0.13© | 2.68±0.14© |
| Летний | 3.05±0.19 | 2.71±0.23© | 2.98±0.11*® |
| Осенний | 3.14±0.47 | 3.08±0.30*# | 2.74±0.28# |
| Зимний | 3.04±0.22 | 3.01±0.22*# | 3.14±0.16*#& |

При комнатной температуре миграционная активность белых клеток крови в осенний и зимний периоды выше на 12.7% и 10.6%, чем в весенний и на 12.0% и 10.0%, чем в летний периоды. При повышенной температуре инкубации в летний и зимний периоды локомоционная активность лейкоцитов на 10.1% и 14.7% выше, чем в весенний сезон. Площадь миграции белых клеток крови при температуре 37°C осенью на 8.1% ниже, зимой – на 5.1% выше, чем летом. По сравнению с осенним периодом локомоционная активность в зимний сезон при повышенной температуре инкубации на 12.7% выше. В весенний период самые высокие значения показателей площади спонтанных локомоций лейкоцитов отмечены при температуре 8°C. Увеличение

температуры до 22 и 37°C способствовало снижению миграционной активности белых клеток крови на 14.1% и 14.4% по сравнению с пониженной температурой. В летний период при температуре 22°C показатель площади миграции лейкоцитов на 11.2% ниже, чем при пониженной температуре. При температуре 37°C данный показатель летом на 9.1% выше, чем при температуре 22°C. В осенний и зимний периоды изменение температуры инкубации белых клеток крови не оказало влияния на показатели площади миграции.

Известно, что у лягушки во время зимовки снижена температура тела и резко ограничена двигательная активность. Эти процессы наблюдаются не только в самый холодный период зимовки, но также и в период между сезоном размножения и уходом на зимовку [13]. Таким образом, полученные нами данные по миграционной активности клеток крови в осенний и зимний периоды согласуются с функциональной активностью животных. В весенний период увеличение температуры инкубации гемоцитов выше температуры тела животного является фактором, способствующим снижению функциональной активности клеток крови. В летний период средняя температура окружающей среды соответствует комнатной [14]. Увеличение или снижение температуры гемоцитов функционально активных животных способствует активации плазмалеммы и увеличению двигательной активности клеток. Косвенным подтверждением этому является работа [15], в которой указывается, что повышение активности гемоцитов происходит не только при воспалении, но может быть вызвано разными по природе агентами. Все стимуляторы, так или иначе, взаимодействуют с плазматической мембраной, меняя ее молекулярную топографию. Ряд авторов [9], изучая механизмы влияния на организм термического фактора, показали, что при тепловом воздействии происходит повышение проницаемости лизосомных мембран и выход в кровотока протеолитических ферментов. Некоторые из этих ферментов обладают свойствами модифицировать структуру поверхностной мембраны эритроцитов, что стимулирует их активацию. Температура окружающей среды определяет так называемые «слабые» взаимодействия между молекулами, регулируя микровязкость липидного бислоя, фазовое распределение липидов, микроокружение белков, белок-липидные взаимодействия и другие характеристики структурной организации мембраны [16].

Выводы

1. Локомоционная активность ядерных эритроцитов и лейкоцитов лягушек рода *Rana ridibunda* Pall. при пониженной (8°C) температуре инкубации увеличивается как в весенний, так и в летний периоды, при повышенной (37°C) – только летом.
2. В осенний и зимний сезоны при экспозиции клеток крови лягушек в условиях гипо- или гипертермии показатели площади спонтанной миграции не изменяются.

Список литературы

1. Заварзин А.А. Очерки эволюционной гистологии крови и соединительной ткани. – Л.: Изд-во АН СССР, 1953. – 716 с.
2. Коржув П.А. Гемоглобин. Сравнительная физиология. – М.: Наука, 1964. – 286 с.
3. Косов А.И., Ямщиков Н.В. Система крови: (организационные, морфофункциональные и геронтологические аспекты): Учеб. пособие для студентов и слушателей ин-та последип. образ. – Самара: Офорт, 2007. – 109 с.
4. Грушко М.П. Клеточный состав кроветворных органов половозрелых самок представителей класса рыб, земноводных и пресмыкающихся // Автореф. доктор дис. – Астрахань: АГУ. – 2010. – 73 с.
5. Малафеева Э.В. К регуляции сезонных изменений уровня некоторых гуморальных неспецифических факторов иммунитета // Климато-медицинские проблемы и вопросы медицинской географии Сибири. – Томск, 1974. – Т. 1. – С. 128-130.
6. Житенева Л.Д., Макаров Э.В., Рудницкая О.А. Эволюция крови. – Ростов-на-Дону: АзНИИРХ, 2001. – 113 с.
7. Агаджанян Н.А. Экологическая физиология: проблема адаптации и стратегия выживания // Материалы X Междунар. симпозиума «Эколого-физиологические проблемы адаптации». – М.: Изд-во РУДН, 2001. – С. 5-12.
8. Федорова М.З., Левин В.Н. Спонтанная миграция нейтрофилов крови в смешанной популяции лейкоцитов и ее изменения под влиянием веществ аутоплазмы при различных функциональных состояниях организма // Клиническая лабораторная диагностика. – 2001. – Т. 5. – С. 16-19.
9. Прокопенко Л.Г., Яхонтов Ю.А. Механизм стимуляции иммунного ответа при действии на организм высокой температуры // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. – 1981. – №6. – С. 62-66.
10. Хамидов Д.Х., Акилов А.Т., Турдыев А.А. Кровь и кроветворение у позвоночных животных. – УзССР: Изд-во Фан, 1978. – 168 с.
11. Дуглас С.Д., Куи П.Г. Исследование фагоцитоза в клинической практике // Пер. с англ. – М.: Медицина, 1983. – 112 с.
12. Nelson R.D., Quie P.G., Simmons R.L. Chemotaxis under agarose: a new and simple method for



measuring chemotaxis and spontaneous migration of human polymorphonuclear leukocytes and monocytes // *J. Immunol.* – 1975. – Vol.115. – P. 1650-1656.

13. Акуленко Н.М. Сезонная динамика эритропоэза и его топографическое распределение у лягушки озерной // *Вестник Запорожского национального университета.* – 2008, №2. – С. 5-10.

14. СНиП 23–01–99* «Строительная климатология». М., 2003.

15. Маянский А.Н. Механизмы рекогносцировочных реакций нейтрофила // *Успехи современной биологии.* – 1986. – Т. 102, Вып.3(6). – С. 360-376.

16. Горюнов А.С., Борисова А.Г., Суханова Г.А. Терморезистентность эритроцитов и гемоглобина при акклиматизации радужной форели *Salmo irideus* // *Ж. эвол. биохим. и физиол.* – 2001. –Т. 37. – С. 416-418.

THE TEMPERATURE FACTOR INFLUENCE ON SEASONAL LOCOMOTIONAL ACTIVITY FLUCTUATION OF RANA RIDIBUNDA PALL BLOOD CELLS

**S.D. Chernyavskikh,
Vo Van Thanh, Do Huy Kyet,
I.S. Bukovtsova**

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

E-mail: Chernyavskikh@bsu.edu.ru

We've studied the temperature effect on seasonal locomotional activity fluctuation of *Rana ridibunda* Pall nuclear red cells and white blood cells using the agarose test migration. It's been found that at different incubation temperatures the spontaneous migration area of blood cells changed in the spring and summer and did not during the autumn and winter. It's been shown that the migratory activity of blood cells increased at low temperature incubation in the spring only; in the summer - both at low and at high temperatures.

Key words: nuclear red cells, white cells, locomotional activity.

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИММУННЫХ КЛЕТОК НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ОТРЯДА *COLEOPTERA*

А.А. Присный, Е.А. Гребцова

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 некоторых представителей отряда Coleoptera. Проведенные исследования позволили впервые осуществить типологию, дать морфофункциональные характеристики, а также определить упругость и адгезию к нанозонду мембраны гемоцитов представителей шести видов жесткокрылых.

Ключевые слова: гемоциты, упругость, адгезия.

Введение

Гемоциты насекомых представляют собой комплекс разных типов клеток, отличающихся морфологически и функционально. Гемоциты распознают чужеродные объекты, способны к фагоцитозу, инкапсуляции, коагуляции, обладают цитотоксическими свойствами. Эти защитные реакции проявлялись против болезнетворных организмов, паразитов и других инородных тел, попадающих в гемоцель [1, 2].

Особенности разных типов гемоцитов могут несколько отличаться между видами. В результате гемоциты насекомых остаются не до конца охарактеризованными из-за нехватки проведенных исследований по различным видам. В ряде случаев возникают экономические и этические проблемы с использованием позвоночных животных в биомедицинских экспериментах, поэтому насекомые были предложены в качестве альтернативной биомодели для токсикологических преclinical исследований.

Насекомые широко используются и в других областях биомедицины, в том числе в нейробиологии [3]. Гематология – неотъемлемая часть преclinical исследований животных, и поэтому, требуется получить наиболее полные знания о гемоцитах насекомых, прежде, чем последние достигнут того же уровня в качестве биомодели, как некоторые позвоночные животные с точки зрения сравнительной клинической патологии. Кроме того, физиологические показатели могут использоваться в целях биоиндикации. Общее физиологическое состояние организма может быть охарактеризовано общим количеством гемоцитов в единице объема и соотношением их типов.

У насекомых выделяют от 3 до 7 типов форменных элементов гемолимфы. Так у представителей отряда Lepidoptera различают от 5 до 6 типов [4, 5, 6, 7], у Hemiptera 3-8 типов [8, 9], в гемолимфе *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera) выделено 6 типов гемоцитов [10].

Ratcliffe и Price, исследуя гемолимфу 28 видов насекомых, идентифицировали 6 типов клеток: прогемоциты, плазматоциты, оеаноциты, сферулоциты, тромбоциты, гранулоциты, в зависимости от размера, формы, способности к фагоцитозу и наличия гранул в цитоплазме [11]. В свою очередь М. Брехелин и Д. Захари [12] различают 9 типов гемоцитов: прогемоциты, плазматоциты, оеаноциты, сферулоциты, тромбоциты, гранулоциты *GH1*, *GH2*, *GH3*, *GH4*. Гранулоциты были названы иммуноцитами за их участие в фагоцитозе и инкапсуляции.

Цель данного исследования – охарактеризовать морфологию гемоцитов некоторых представителей отряда Coleoptera, выделить их типы, исследовать упругость цитоплазматической мембраны и адгезию зонда к мембране клетки.

Объекты и методы исследования

В исследованиях использованы представители видов Щелкун черный (*Athous niger*), Коровка семиточечная (*Coccinella septempunctata*), Трещалка лилейная (*Lilioceris lili*), Жук-олень (*Lucanus cervus*), Хрущ майский восточный (*Melolontha hippocastani*), Жук-носорог (*Oryctes nasicornis*).

Исследования проведены с применением световой и сканирующей зондовой микроскопии. Гемолимфу насекомых набирали прикосновением предметного стекла к поперечному разрезу ноги и оставляли до полного высыхания препарата. Для изучения морфологических

особенностей гемоцитов использовали модифицированную окраску по Романовскому. Клетки фиксировали этиловым спиртом в течение 3-4 минут, затем препарат отмывали фосфатным буфером (pH 7.2). Окраску проводили азур-эозином по Романовскому 10 минут, после чего так же отмывали буфером. Препараты фотографировали и проводили линейные измерения с помощью анализатора изображений «Видео-Тест» (ООО «Микроскоп-Сервис», г. Санкт-Петербург).

Данные по свойствам упругости и адгезии были получены с использованием сканирующего зондового микроскопа Интегра Вита NT-MDT в режиме атомно-силовой спектроскопии при наложении нагрузки в 10 локальных участках клеточной поверхности. Полученные «силовые кривые» обрабатывали с помощью программного обеспечения «Ef3» (NT-MDT, Зеленоград). Так же на полученных сканах измеряли линейные размеры клеток, результаты обрабатывали при помощи программного обеспечения «Nova 1.0.26 Build 1397» (НТ МДТ).

Полученные данные обрабатывали с использованием методов вариационной статистики.

Результаты и их обсуждение

У каждого из исследованных видов насекомых было выделено по 3 типа клеток.

Тип 1 – наиболее часто встречающиеся клетки, округлой или овальной формы (рис. 1). Цитоплазма содержит большое количество гранул. Образуют псевдоподии типа филоподий. Ядро крупное, расположено в центре. Средняя длина клеток составила 11.04 ± 2.65 мкм, ширина 9.15 ± 2.4 мкм, 1.28 ± 0.43 мкм.

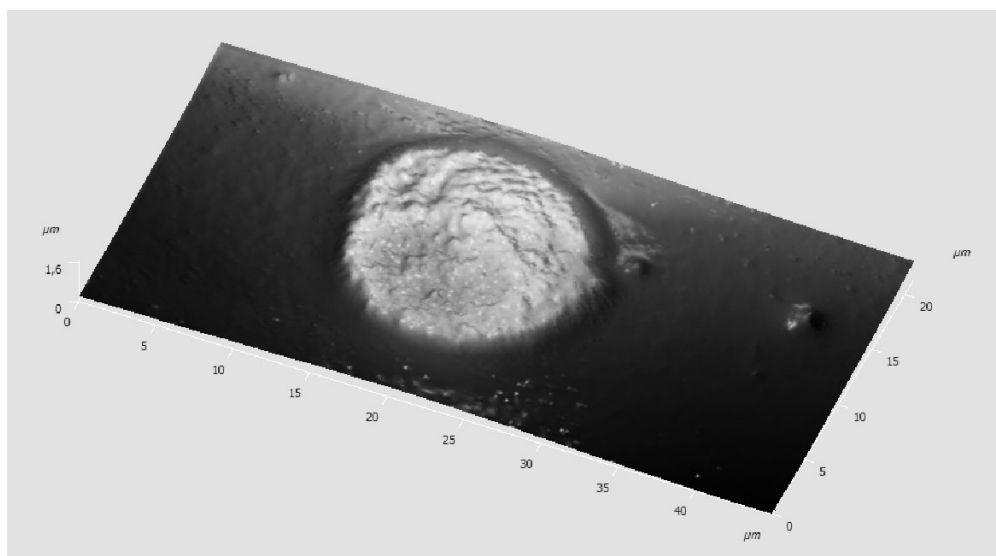


Рис. 1. Гемоцит типа 1

Тип 2 – этот тип клеток характеризуется наименьшими размерами. Форма круглая, псевдоподий не образуют (рис. 2). Ядро крупное, чаще всего занимает всю клетку. Средняя длина клеток составила 5.51 ± 0.73 мкм, ширина 4.82 ± 0.97 мкм, высота 0.98 ± 0.3 мкм.

Тип 3 – клетки веретеновидной или овальной формы. Ядро в виде эллипса, размещено в центре. Могут образовывать псевдоподии. Средняя длина клеток составила 10.97 ± 3.34 мкм, ширина 4.82 ± 2.00 мкм, высота 1.3 ± 0.34 мкм (рис 3).

Для определения особенностей деформационных характеристик гемоцитов было проведено изучение упругих свойств мембраны с помощью атомно-силовой микроскопии (табл. 1). Упругость мембраны определяется особенностями липидного состава и организацией белковых структур.

Обращают на себя внимание сравнительно высокие значения ошибки средней. Это связано с тем, что разные участки клеток имеют разные показатели упругости из-за особенностей плазматической мембраны и локализации внутриклеточных органелл.

Адгезия – прилипание друг к другу находящихся в контакте поверхностей, за счет электростатических сил, природа которых разная для разных материалов. Причина адгезии – электростатические силы на границе раздела двух тел, возникающие благодаря образующемуся в контакте двойному заряженному слою. В ходе исследования были определены показатели силы адгезии клеточной мембраны различных типов гемоцитов к нанозонду (табл. 2).

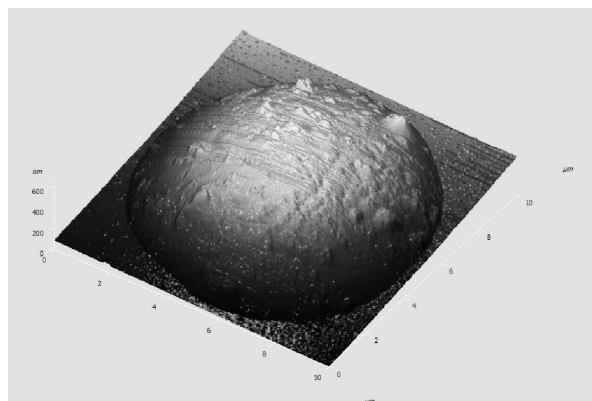


Рис. 2. Гемоцит типа 2

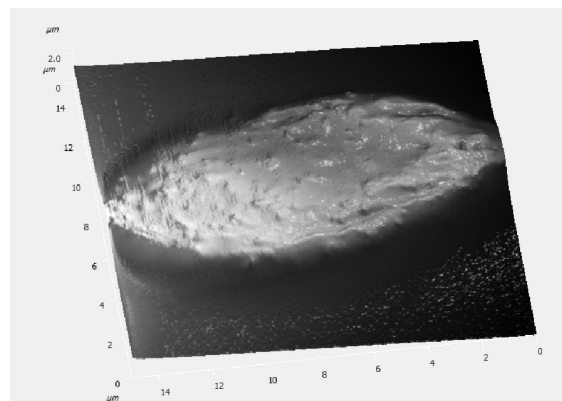


Рис. 3. Гемоцит типа 3

Таблица 1

Упругость гемоцитов у представителей отряда Coleoptera (кПа)

| Типы клеток | <i>Athous niger</i> | <i>Coccinella septempunctata</i> | <i>Lilioceris lili</i> | <i>Lucanus cervus</i> | <i>Melolontha hippocastani</i> | <i>Oryctes nasicornis</i> |
|-------------|---------------------|----------------------------------|------------------------|-----------------------|--------------------------------|---------------------------|
| Тип 1 | 16.0±4.1 | 27.6±8.9 | 17.5±3.1 | 27.1±7.3 | 22.1±9.2 | 14.8±4.4 |
| Тип 2 | 20±2.2 | 24.2±3.4 | 20.5±3.3 | 22.2±9.7 | 23.1±4.8 | 21.2±3.2 |
| Тип 3 | 11.4±1.8 | 25±5.6 | 10.3±1.6 | 24.2±4.9 | 24.2±8.3 | 16.1±4.9 |

Таблица 2

Сила адгезии гемоцитов у представителей отряда Coleoptera (нН)

| Типы клеток | <i>Athous niger</i> | <i>Coccinella septempunctata</i> | <i>Lilioceris lili</i> | <i>Lucanus cervus</i> | <i>Melolontha hippocastani</i> | <i>Oryctes nasicornis</i> |
|-------------|---------------------|----------------------------------|------------------------|-----------------------|--------------------------------|---------------------------|
| Тип 1 | 14.2±3.4 | 49.7±9.7 | 67.2±21.9 | 60.2±27.2 | 124.9±41.5 | 30.06±4.8 |
| Тип 2 | 15.6±2.8 | 48.8±9.3 | 40.2±9.1 | 42.2±13.4 | 146.3±76.3 | 35.8±4.3 |
| Тип 3 | 16.2±3.1 | 45.0±8.0 | 36.1±5.3 | 48.5±8.8 | 100.8±49.1 | 36.6±8.4 |

Заключение

В результате проведенных исследований осуществлена типология и дана морфофункциональная характеристика гемоцитов трех клеточных типов для представителей шести видов, принадлежащих к отряду Coleoptera.

Показатели упругости и адгезии клеточной мембраны к нанозонду характеризуют иммунные клетки насекомых как потенциально функционально активные.

Список литературы

1. Brookman J.L., Ratcliffe N.A., Rowley A. F. Optimization of a monolayer phagocytosis and its applications for studying the role of prophenoloxidase system in the wax moth, *Galleria mellonella* // Journ. of Insect Physiology. – 1989. – Vol. 34. – P. 337-346.
2. Ratcliffe N.A., Rowley A.F. and Fitzgerald, S. W., Invertebrate immunity: basic concepts and recent advances // International Review of Cytology. – 1985. – Vol. 97. – P. 183-349.
3. Rubinsztein D. C. Lessons from animal models of Huntington's disease // Trends Genet. – 2002 – Vol. 18 – P. 202-209.
4. Ayvali C., Cul N. Surface ultrastructure of the larval haemocytes of turnip moth *Agrotis segetum* Denis and Shiff. Lepidoptera: Noctuidae // Commun. Fac. Sci. Univ. Ank. Serie C. – 1988. – Vol. 6. – P. 199-204.
5. Bartninkaite I. Dynamics of the hemolymph structure of the nettle moth in various biotopes and its influence on the trophic relations of the insect // Acta Zoologica Lituanica. Entomologia. – 1998. – Vol. 8. – № 3.
6. Bartninkaite I., Ivinskis P., Rimšaitė J. Scarce Large Blue (*Maculinea teleius*) hemolymph studies in different populations of Lithuania // Ekologia. – 2006. – № 4. – P. 34–39.
7. Falleiros A.M. F., Gregorio E.A., Hemocitos fagocitatorios em larvas de *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera, Pyralidae) // Revista Brasileira de Zoologia. – 1995. – Vol. 12. – P. 751-758.
8. Berger J., Slavickova K. Morphological Characterization of Hemocytes in the Adult Linden Bug, *Pyrhocoris apterus* (L.) (Heteroptera) // Zool. Stud. – 2008. – Vol. 47. – P. 466-472.
9. Hypsa V., Grubhoffer L. Two hemocyte populations in *Triatoma infestans*: ultrastructural and lectin-binding characterization // Folia parasitologica. – 1997. – Vol. 44. – P. 62-70.
10. Ebrahimi L., Niknam G. Hemocyte responses of the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata*



neata, and the greater wax moth, *Galleria mellonella*, to the entomopathogenic nematodes, *Steinernema feltiae* and *Heterorhabditis bacteriophora* // *Journal of Insect Science*. – 2011. – Vol. 11. – № 75. – P. 8-21.

11. Ratcliffe N.A., Rowley A.F., *Insect responses to parasites and other pathogens* // Florida: C. R. C. Press. – 1987. – P. 123-254.

12. Brehelin M., Zachary D. *Insect haemocytes: a new classification to rule out the controversy* // Heidelberg: Springer Verlag. – 1986. – P. 37-48.

FEATURES OF IMMUNE CELLS OF SOME REPRESENTATIVES OF COLEOPTERA

A.A. Prisny, E.A. Grebcova

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

E-mail: Prisny@bsu.edu.ru

The purpose of the given work is studying characteristics cells some representatives of group Coleoptera. The conducted researches have allowed to carry out for the first time typology, to give characteristics, and also to define elasticity and adhesion to nanozond membranes cells representatives of six kinds of Coleoptera.

Key words: haemocytes, elasticity, adhesion.

ИНДУКЦИЯ БИОСИНТЕЗА ЛИПАЗ МИКРОМИЦЕТОМ *RHIZOPUS ORYZAE* 1403

С.А. Шеламова¹,

Ю.А. Тырсин²

¹ Воронежский государственный университет инженерных технологий, Россия, 394017, г. Воронеж, пр. Революции, 19
E-mail: shelam@mail.ru

² Московский государственный университет пищевых производств, Россия, 125080, г. Москва, Волоколамское шоссе,
11

Биосинтез липазы *Rh. oryzae* 1403 индуцируется триацилглицеролами, жирными кислотами и их производными – твинами. Самый высокий эффект дали оливковое масло, твин 80 и олеиновая кислота. Этот продуцент способен синтезировать два липолитических фермента. Молекулярная масса была одинаковой у двух изоферментов и равнялась 44±2 кДа. Между изоформами наблюдалось большое соответствие в аминокислотном составе.

Ключевые слова: липаза, *Rhizopus*, биосинтез.

Введение

Синтез липолитических ферментов микроорганизмами, за некоторыми исключениями [1], является индуцибельным. Для каждого продуцента необходим выбор индуктора [2–5]. Эффективность индукции, кроме того, зависит от состава питательной среды [6]. По данным многих исследователей биосинтез липазы стимулируют жиры, масла, жирные кислоты и их полиоксиэтиленовые эфиры на основе сорбита – твины [1, 7–11]. Есть данные по добавлению твинов в среды как отдельного компонента, так и вместе с маслами (в качестве поверхностно-активных веществ). В первом случае увеличение активности составляет от 2.5 до 6 раз [12, 13]; во втором – на 25% [14].

Для некоторых продуцентов липаз установлено наличие нескольких изоформ этого фермента [15–18]. Они отличаются структурой, молекулярной массой, каталитическими свойствами, стабильностью. Количество работ, посвященных связи между условиями культивирования штаммов-продуцентов липаз и профилем изоферментов, ограничено. Однако это имеет очень большое значение для надежности оценки свойств неочищенных препаратов одного и того же продуцента, так как они могут содержать различное соотношение изоформ.

Объекты и методы исследования

Продуцент получен из Всероссийской коллекции микроорганизмов. Набор калибровочных белков «Amercham» (США), твины Sigma Chemical Co (США), реагенты для электрофореза «Sigma» (США); масла: оливковое «Aceites Borges Pont» (Испания), подсолнечное и хлопковое «ЭФКО», льняное «Эколен», горчичное «Родос ТД», касторовое «Тульская фармацевтическая фабрика» (Россия); другие реагенты отечественного производства марки х.ч.

Выращивание продуцента проводили глубинным способом на лабораторной качалке (скорость вращения 1.7–1.8 с⁻¹) в колбах Эрленмейера объемом 500 см³, содержащих 100 см³ питательной среды; 72 ч при температуре 30°C и pH 7.0.

Для выявления множественности форм липазы препараты, полученные из фильтрата культуральной жидкости осаждением ацетоном в соотношении 1 : 2.5 об./об., подвергали электрофорезу в ПААГ в градиенте концентраций геля 5–20%. Полосы с липазной активностью обнаруживали по цветной реакции [19].

Определение молекулярной массы липаз проводили методами гель-фильтрации на колонке с Sephadex G-100 Superfine (Pharmacia, Швеция) [20] и электрофореза в полиакриламидном геле в присутствии SDS [19].

Аминокислотный состав липаз определяли на автоматическом аминокислотном анализаторе ААА–339Т МИКРОТЕХНА (Чехословакия).

Гидролитическую активность липазы определяли модифицированным методом Yamada и Machida [21]. Субстрат – оливковое масло. За единицу активности липазы принимали такое количество фермента, которое освобождает 1 μмоль жирной кислоты за 1 мин.

Результаты и их обсуждение

Индукция биосинтеза липазы *Rh. oryzae* 1403 исследовалась в присутствии твинов (они были взяты в качестве источников жирных кислот, которые являются твердыми при температуре 30°C); растительных масел, жирных кислот. Исследования проводились на

среде с пептоном (3%) и солями (%): $(NH_4)_2HPO_4$ – 0.5; $MgSO_4$ – 0.05; $FeSO_4$ – 0.01; KH_2PO_4 – 0.1. Из представленных результатов видно (табл. 1 и рис. 1), что биосинтез липазы *Rh. oryzae* 1403 индуцируется как субстратами – триацилглицеролами, так и продуктами их гидролиза – жирными кислотами и их производными – твинами.

Таблица 1
Влияние жирных кислот и твинов
на биосинтез липазы *Rh. oryzae* 1403

| Компонент | Массовая доля, % | ЛА, ед./см ³ | ЛА, % |
|---------------------|------------------|-------------------------|-------|
| Среда без индуктора | – | 12.0 | 100 |
| Олеиновая кислота | 0.5 | 41.8 | 350 |
| Линолевая кислота | 0.5 | 27.8 | 230 |
| Твин 20 | 1.0 | 33.6 | 280 |
| Твин 40 | 1.0 | 43.7 | 360 |
| Твин 60 | 1.0 | 39.3 | 330 |
| Твин 80 | 1.0 | 47.4 | 395 |

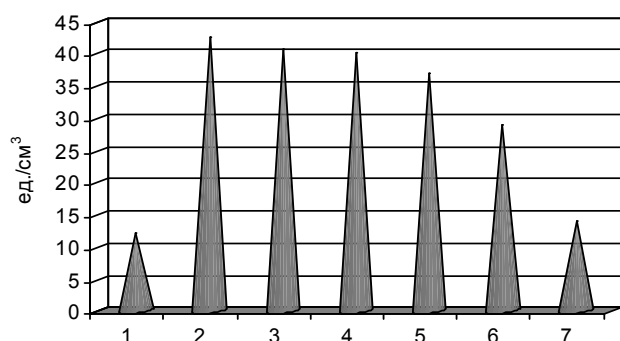


Рис. 1. Липазная активность при культивировании *Rhizopus oryzae* 1403 на пептонно-солевой среде (1) и с добавлением масел (0.5%): оливкового (2); горчичного (3); подсолнечного (4); хлопкового (5); льняного (6); касторового (7)

Активность увеличивалась в 2.3–4.0 раза. Самый высокий эффект дали оливковое масло, твин 80 и олеиновая кислота. По всей вероятности, химическая структура жирной кислоты имеет значение: по мере возрастания длины углеводородной цепи от 12 : 0 (Твин 20) до 18:0 (Твин 80) индукция усиливалась. Полиненасыщенные жирные кислоты и оксикислоты на этом фоне выделялись меньшим положительным влиянием: льняное масло давало увеличение активности по сравнению с пептонно-солевой средой в 2.7 раза, а касторовое – в 1.4 раза. На среде с соевой мукой наблюдалось даже уменьшение активности в присутствии касторового масла. Глицерин на биосинтез липазы стимулирующего действия не оказывал.

На биосинтез липаз микроорганизмами могут оказывать влияние поверхностно-активные вещества. Однако эти сведения весьма противоречивы [3, 4, 12, 22]. Даже у одного и того же продуцента – *Acinetobacter calcoaceticus* ПАВ из одной – полиэтоксилатной – группы вызывали повышение активности до 15 раз или полное подавление роста. Имеет значение концентрация: в присутствии твина 80 при 0.008% активность увеличивалась в 2.5 раза, а при 1% снижалась более чем на 50%

[13]. При культивировании *Pseudomonas* sp., штамма 109 добавление соевого масла или неионного детергента (Noigen HC) приводило к увеличению содержания внеклеточной липазы в 56 раз [23].

ПАВ в составе питательной среды при культивировании продуцентов липаз могут оказывать разностороннее действие: и непосредственно на клетки, и на доступность нерастворимого в воде липидного индуктора для микроорганизма, и на процесс выделения фермента из клеток, и, возможно, на сам фермент.

Нами было исследовано влияние различных ПАВ на биосинтез липазы *Rh. oryzae* 1403 на фоне среды (%): соевый жмых – 2; кукурузный экстракт – 1.0; $(NH_4)_2HPO_4$ – 0.5 и подсолнечное масло – 0.5. Результаты, представленные в табл. 2, показывают, что ПВС и фосфатидный концентрат оказывали слабое влияние на биосинтез липазы грибом. Отрицательное действие проявлял бридж. Тритоны сильно отличались по эффекту. При добавлении тритона Х-100 удалось повысить активность фермента в 1.35 раза.

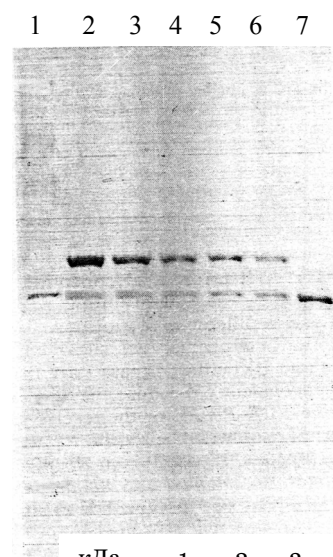
Исследования состава липолитического комплекса *Rh. oryzae* 1403 при культивировании на средах с добавлением различных индукторов и без них показали, что на пептонно-солевой среде и с твином 20 образовывалась одна форма липазы. При введении в питательную среду оливкового масла, олеиновой кислоты и других твинов синтезировалась еще одна форма липазы (рис. 2).

Для *Candida rugosa* А.Т.С.С. 14830 также показано, что профиль изоформ сильно зависит от состава среды. На питательной среде без липидов была обнаружена одна форма липазы, при добавлении твина 20 выявилась еще одна форма фермента, а в присутствии твина 80 идентифицирована совершенно иная липаза [16].

Таблица 2
Влияние ПАВ на биосинтез липазы
грибом *Rh. oryzae* 1403

| Наименование ПАВ | Массовая доля ПАВ, % | ЛА, ед./см ³ | ЛА, % |
|------------------------|----------------------|-------------------------|-------|
| Среда без ПАВ | – | 66.8 | 100 |
| ПВС | 0.1 | 70.5 | 105 |
| Фосфатидный концентрат | 0.1 | 69.7 | 104 |
| Тритон X-100 | 0.1 | 76.8 | 115 |
| | 0.01 | 90.2 | 135 |
| Тритон X-405 | 0.1 | 59.3 | 89 |
| | 0.01 | 63.5 | 95 |
| Бридж 35 | 0.1 | 16.7 | 25 |
| | 0.01 | 23.4 | 35 |
| Бридж 58 | 0.1 | 13.0 | 20 |
| | 0.01 | 20.1 | 30 |

различным количеством ковалентно связанных углеводов, частичным протеолизом и другими трансляционными модификациями. Отмечается, что гетерогенность изоформ липаз, обнаруженных у грибов и дрожжей, может быть частично связана с гетерогликозилированием и нековалентными ассоциациями гликозидных примесей с липазным компонентом [25, 26].



Липазы *Rhizopus oryzae* 1403 были получены в гомогенном виде с помощью последовательных стадий гель-фильтрации на Sephadex G-150 и ионообменной хроматографии на ДЭАЭЦ ДЕ-52. Гомогенность ферментов подтверждена повторной гель-фильтрацией и электрофорезом. Удельная активность составила для Липазы I 3600 и Липазы II 2150 ед./мг белка.

Рис. 2. Выявление липазы после электрофореза фильтрата культуральной жидкости при выращивании *Rh. oryzae* 1403 на различных средах: 1 – пептонно-солевая; 2 – с соевым жмыхом без тритона; 3 – то же, с тритоном X-305; 4 – пептонно-солевая с твином 80; 5 – то же с твином 60; 6 – то же с твином 40; 7 – то же с твином 20

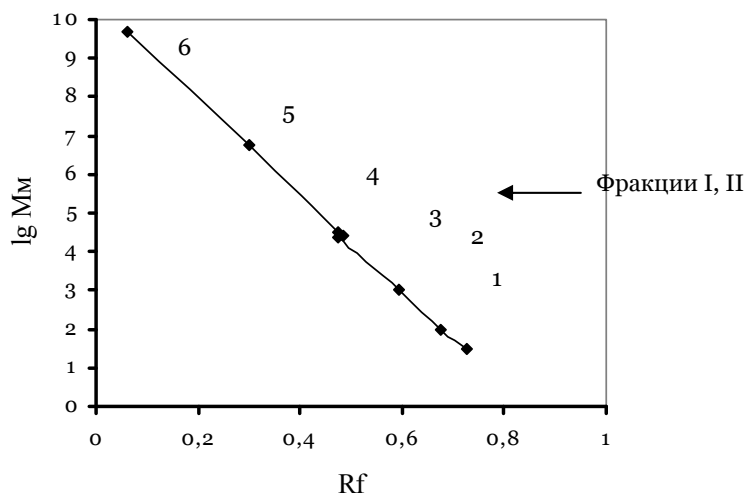
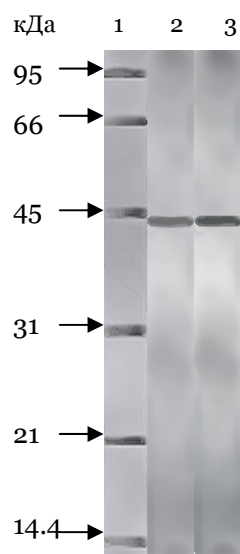


Рис. 3. Определение молекулярной массы липаз: а) – электрофорез: 1 – маркерные белки; 2 – Липаза I; 3 – Липаза II; б) – калибровочный график: 1 – лизоцим; 2 – соевый ингибитор трипсина; 3 – карбоангидраза; 4 – овальбумин; 5 – сывороточный альбумин; 6 – целлюлаза



Молекулярная масса Липаз I и II, определенная гель-фильтрацией на Sephadex G-150, находилась в пределах 40–45 кДа. Исследования молекулярной массы методом электрофореза в присутствии SDS показали, что она практически была одинаковой у двух изоферментов и равнялась 44 ± 2 кДа (рис. 3).

Аминокислотный состав Липазы I и Липазы II представлен в таблице 3.

Таблица 3
Аминокислотный состав (%)
липаз *Rhizopus oryzae* 1403

| Аминокислота | <i>Rhizopus oryzae</i> 1403 | | <i>Rhizomucor miehei</i> [258] |
|--------------|-----------------------------|-----------|--------------------------------|
| | Липаза I | Липаза II | |
| Ala | 6.19 | 6.60 | 5.43 |
| Cys | 1.13 | 1.63 | 1.91 |
| Asx | 10.56 | 9.43 | 10.78 |
| Glx | 9.78 | 7.99 | 8.94 |
| Phe | 7.61 | 7.36 | 5.22 |
| Gly | 4.91 | 5.38 | 3.89 |
| His | 2.11 | 2.25 | 2.10 |
| Ile | 6.53 | 7.17 | 6.21 |
| Lys | 2.92 | 3.38 | 3.30 |
| Leu | 7.23 | 7.85 | 8.88 |
| Met | 1.75 | 1.15 | 1.68 |
| Pro | 4.98 | 7.74 | 6.23 |
| Arg | 3.43 | 4.56 | 5.27 |
| Ser | 9.52 | 8.14 | 9.01 |
| Thr | 8.86 | 9.10 | 8.86 |
| Val | 8.21 | 6.52 | 8.52 |
| Tyr | 3.38 | 2.66 | 7.36 |
| Trp | 0.88 | 1.05 | 1.84 |

В обоих изоферментах содержание неполярных аминокислот (35,77 и 35,50%) было невысоким. Подобные данные сообщены для липазы *Rh. delemar* и *Humicola lanuginosa* [27], *Mucor hiemalis* [28], *Candida parapsilosis* [29]. Гидрофобных аминокислот в изоферментах было больше в 1,34–1,4 раза, чем полярных заряженных. У липаз *Rh. microsporus* количество неполярных остатков было больше полярных в 1,3–1,6 раза [30, 31]; для панкреатических липаз свиньи и крысы оно практически одинаково [32].

Между изоформами наблюдалось большое соответствие в аминокислотном составе за исключением Asx, Pro, Glx, Arg, Ser и Val. Подобие состава аминокислот наблюдается иногда не только между изоферментами, но и видами, принадлежащими к одному роду грибов. Высокое сходство (около 50 %) у липаз *Rh. oryzae* 1403 наблюдается с липазой *Rhizomucor miehei* [33].

Заключение

Таким образом, доказано, что биосинтез липаз микромицетом *Rh. oryzae* 1403 носит индуцибельный характер. С большой достоверностью можно утверждать, что этот продуцент способен синтезировать два липолитических фермента. По всей видимости, в данном случае происходит контроль на уровне экспрессии генов липазы.

Список литературы

- Zhang Y., Liu J., Qiu L., Shi Y., Su Z., Xia Y., Li F. Optimisation of cultivation conditions of a mutant of *Trichosporon laibachii* CBS 5791 for enantioselective resolution of ketoprofen ester // Ann. Microbiol. – 2005. – Vol. 55. – № 2. – P. 101–106.
- Iwai M., Tsujisaka Y., Okamoto Y., Fukumoto Y. Lipid requirement for lipase production by *Geotrichum candidum* // Agr. Biol. Chem. – 1973. – Vol. 37. – № 4. – P. 929–931.
- Рубан Е. Л. Микробные липиды и липазы. – М.: Наука, 1977. – 216 с.
- Вецозола А. О., Лука В. Т. Сравнительное изучение влияния растительных масел и ПАВ на биосинтез липазы дрожжами *Candida parapsilosis* 739 // Влияние условий культивирования на активность продуцентов. – Рига, 1980. – С. 156–159.
- Yang X.-h., Yin C.-h., Fu S.-z., Wang B.-w., Tan T.-w. Оптимизация культуральной среды для продукции липазы иммобилизованными клетками *Rhizopus arrhizus* и свойства липазы // Zhongguo youzhi = China Oils and Fats. – 2004. – Vol. 29. – № 7. – P. 29–32.
- Ксандопуло Г. Б. Влияние некоторых жиров и поверхностно-активных веществ на липазную активность грибов рода *Geotrichum* // Микробиол. – 1974. – Т. 43. – № 6. – С. 1001–1004.
- Dalmau E., Montesinos J. L., Lotti M., Casas C. Effect of different carbon sources on lipase production by *Candida rugosa* // Enzyme Microb. Technol. – 2000. – Vol. 26. – № 9–10. – P. 657–663.
- Yasser Refaat A.-F. Optimization of thermostable lipase production from a thermophilic *Geobacillus* sp. using Box-Behnken experimental design // Biotechnol. Lett. – 2002. – Vol. 24. – № 14. – P. 1217–1222.
- Zhang L. Y., Wei D. Z., Tong W. Y. Effective inducers for lipase production by *Candida rugosa* // Ann. Microbiol. – 2003. – Vol. 53. – № 4. – P. 499–504.
- Dai D., Xia L. Enhanced production of *Penicillium expansum* PED-03 lipase through control of culture conditions and application of the crude enzyme in kinetic resolution of racemic allethrolone // Biotechnol. Progr. – 2005. – Vol. 21. – № 4. – P. 1165–1168.
- Hasan F., Shah A. A., Hameed A. Influence of culture conditions on lipase production by *Bacillus* sp. FH5 // Ann. Microbiol. – 2006. – Vol. 56. – № 3. – P. 247–252.

12. Султанова И. Г., Зубенко Т. Ф. Влияние некоторых поверхностно-активных веществ на биосинтез липазы грибом штамм *Rhizopus microsporus* УэЛТ-1 // Узбекский биолог. журн. – 1976. – № 5. – С. 71–72.
13. Haperburg D., Kleber H.-P. Extracelluläre lipase aus *Acinetobacter calcoaceticus* // Acta Biotechnologica. – 1982. – Vol. 2. – № 4. – P. 337–342.
14. Условия синтеза липазы *Planococcus migula* in vitro / Wang H.-j., Mei Z.-q., Liu X.-z., Huang Y.-b., Piao Z.-s. // Jilin daxue xuebao. Lixue ban = J. Jilin Univ. Sci. Ed. – 2002. – Vol. 40. – № 4. – P. 430–432.
15. Cloning and nucleotide sequence of two lipase genes from *Candida cylindracea* / Longhi S., Fusetti F., Grandon T., Lotti M., Vanoni M., Alberghina M. // Biochim. Biophys. Acta. – 1992. – Vol. 1131. – P. 227–232
16. Chang R.-C., Chou S.-J., Shaw J.-F. Multiple forms and functions of *Candida rugosa* lipase // Biotechnol. Appl. Biochem. – 1994. – Vol. 19. – P. 93–97.
17. Ibrik A., Chahinian H., Rugani N. et al. Biochemical characterization of triacylglycerol lipase from *Penicillium cyclopium* // Lipids. – 1998. – Vol. 33. – P. 377–384.
18. Characterization of the lipase and esterase multiple forms in an enzyme preparation from a *Candida rugosa* pilot-plant scale fed-batch fermentation / Sanchez A., Ferrer P., Serrano A., Pernas M. A., Valero F., Rúa M. L., Casas C., Solà C. // Enzyme Microb. Technol. – 1999. – Vol. 25. – № 3–5. – P. 214–223.
19. Гааль Э. Электорофорез в разделении биологических макромолекул. – М.: Мир, 1982. – 446 с.
20. Дегерман Г. Гель-хроматография. – М.: Мир, 1970. – 320 с.
21. Yamada K., Machida H. // Nippon Nōgeikagaku Kaishi (in Japanese). – 1992. – Vol. 36. – P. 858–860.
22. Lin S.-F., Chion C.-M., Tsai Y.-C. Effect of triton X-100 on alkaline lipase production by *Pseudomonas pseudoalcaligenes* F-111 // Biotechnol Lett. – 1995. – Vol. 17. – № 9. – P. 959–962/
23. Increased production of lactonizing lipase (Lip I) from *Pseudomonas sp.* strain 109 by lipids and detergents / Tanaka J., Sudo T., Ihara F., Nihira T., Yamada Y. // Biosci. Biotechnol. Biochem. – 1999. – Vol. 63. – № 5. – P. 900–904.
24. Ota Y., Sawamoto T., Hasuo M. Tributyrin specifically induces a lipase with a preference for the sn-2 position of triglyceride in *Geotrichum sp.* FO401B // Biosci. Biotechnol. Biochem. – 2000. – Vol. 64. – № 11. – P. 2497–2499.
25. Purification, characterization, and crystallization of two types of lipase from *Rhizopus niveus* / Kohno M., Kugimiya W., Hashimoto Y., Morita Y. // Bioici. Siatech. Blochem. – 1994. – Vol. 58. – № 6. – P. 1007-1012.
26. Variability within the *Candida rugosa* lipases family / Lotti M., Tramontane A., Longhi S, Fusetti F., Brocca S., Pizzi E., Alberghina L. // Protein Engineering. – 1994. – Vol. 7, № 4. – P. 531–535.
27. Conformational lability of lipases observed in the absence of an oil-water interface: crystallographic studies of enzymes from the fungi *Humicola lanuginosa* and *Rhizopus delemar* / Derewenda U., Swenson L., Green R. et al. // J. Lipid Res. – 1994. – Vol. 35. – P. 524–534.
28. Production, purification and characterization of an extracellular lipase from *Mucor hiemalis f. hiemalis* / Hiol A., Jonzo M. D., Druet D., Comeau L. // Enzyme Microb. Technol. – 1999. – Vol. 25. – № 1-2. – P. 80–87.
29. The lipase/acyltransferase from *Candida parapsilosis*: molecular cloning, purification and characterization of purified recombinant enzymes / Neugnot V., Moulin G., Dubreucq E., Bigey F. // Eur. J. Biochem. – 2002. – Vol. 269. – P. 1734–1734.
30. Некоторые свойства внеклеточной липазы *Rhizopus microsporus* УэЛТ-3 / Давранов К.Д., Куйлибаев И.Т., Розмухамедова Б.Х., Махсумханов А.А. // Прикл. биох. и микробиол. – 1995. – Т. 31. – № 4. – С. 405–411.
31. Очистка и свойства внутриклеточных липаз гриба *Rhizopus microsporus* / Диеров Ж.Х., Циоменко А.Б., Давранов К.Д., Кулаев И.С. // Биотехнол. – 1993. – № 7. – С. 26–30.
32. Брокерхоф К., Дженсен П. Липолитические ферменты. – М.: Мир, 1978. – 396 с.
33. Herrgard S., Gibas C. J., Subramaniam S. Role of an electrostatic network of residues in the enzymatic action of the *Rhizomucor miehei* lipase family // Biochemistry. – 2000. – Vol. 39. – № 11. – P. 2921–2930.

INDUCTION OF BIOSYNTHESIS LIPASES *RHIZOPUS ORYZAE* 1403

S.A. Shelamova¹, Y.A. Tyrsin²

¹Voronezh State Engineering
Technology University,
Revolutsii St., 19, Voronezh,
394017, Russia
E-mail: shelam@mail.ru

²Moscow State of Food Production
University, Volokolamskoe St., 11,
Moscow, 125080, Russia

Biosynthesis lipases *Rh. oryzae* 1403 induced triglycerides, greasy acids and their by derivative - twins. The activity was increased in 2,3–4,0 times. The highest effect have given olive oil, twin 80 and olein acid. The not polysated greasy acids and oxiacids on this background were allocated with smaller positive influence: the linen oil gave increase of activity in comparison with pepton-salt environment in 2,7 times, and castor oil – in 1,4 times. Superficial-active substances strongly differed on effect. This продуцент is capable to synthesize two lipases. Molecular weight was identical at two izoenzymes and was equaled 44 кДа. Between izoenzymes the large conformity in aminoacid structure behind exception Asx, Pro, Glx, Arg, Ser и Val.

Key words: lipase, *Rhizopus*, biosynthesis.



УДК 581.524.34+631.48(1-924.85)

ОСОБЕННОСТИ ВОСПРОИЗВОДСТВА ФИТОЦЕНОЗОВ И ПОЧВ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ, НАРУШЕННЫХ В ПЕРИОД КУРСКОЙ БИТВЫ

П.В. Голеусов

Белгородский государственный
национальный
исследовательский
университет»,
Россия, 308015, г. Белгород,
ул. Победы, 85

E-mail: Goleusov@bsu.edu.ru

Исследованы результаты процессов воспроизводства лесных фитоценозов и почв, нарушенных при ведении боевых действий в период Курской битвы (1943 г.) в районе г. Белгорода. Установлено, что к полувекскому возрасту лесные экосистемы восстановили таксационные показатели, вертикальную структуру, но отличаются значительным участием конкурентно-толерантных видов деревьев. На участках с локально-нарушенным почвенным покровом сформировались новообразованные почвы, свойства которых свидетельствуют о высоких скоростях рецентного почвообразования в первые десятилетия. Диффузное нарушение почвенно-растительного покрова при ведении боевых действий обуславливает интенсивное лесовозобновление и воспроизводство почв.

Ключевые слова: бelligеративные ландшафты, восстановительные сукцессии, лесные фитоценозы, рецентное почвообразование, новообразованные почвы

Введение

Среди многочисленных видов антропогенных воздействий на природные ландшафты подготовка и ведение боевых действий не являются экзотическими и осуществляются на протяжении всей истории цивилизации. Это дало основание Ф.Н. Милькову [1] выделить особый тип антропогенных ландшафтов – бelligеративные (от *belligero* (лат.) – вести войну). На территории Белгородской области эти ландшафты приурочены к древним городищам, Белгородской оборонительной черте, но особенно масштабными были боевые действия советских и немецких войск в период Курской битвы (5.VII – 23.VIII 1943 г.) Великой Отечественной войны. Общая площадь бelligеративных ландшафтов, созданных за время данной военной операции в Белгородской области, только с советской стороны составила около 171 тыс. га, в том числе 970 км траншей и ходов сообщения, более 8500 окопов, огромное количество блиндажей, землянок, укрытий и других военных сооружений. Инженерные работы были выполнены в период с апреля по май 1943 года войсками 6-й и 7-й армий Воронежского фронта [2, 3]. Проведенная в послевоенные годы рекультивация оборонительных рубежей и разрушений в значительной степени способствовала исчезновению бelligеративно нарушенных участков. Они сохранились преимущественно в лесных массивах.

В природных экосистемах часто возникают нарушения почвенно-растительного покрова, имеющие природный характер – зоогенные, вызванные пожарами, ветровалы и др. В лесных сообществах они обуславливают формирование сложной пространственной структуры, образованной мозаикой разновозрастных парцелл [4]. Наличие таких разрывов (окон) в рамках современной гар-парадигмы лесоведения, считается [5] одним из механизмов устойчивого существования лесных сообществ во времени. Сукцессии растительности в таких обновляемых сообществах сопровождаются сукцессиями почв [6] и вместе с ними являются ведущими процессами ренатурации экосистем [7]. Антропогенные воздействия, вызванные ведением боевых действий с использованием обычных вооружений в лесных ландшафтах, во многом сходны с такими естественными нарушениями, хотя и превосходят их по концентрации в пространстве и во времени. Это позволяет исследовать такие экосистемы как модели диффузного антропогенного воздействия.

Объекты и методы

Воспроизводство морфометрических характеристик лесных фитоценозов и почв было исследовано нами в 1998–2002 гг. на примере бelligеративных ландшафтов, находящихся в окрестностях г. Белгорода в состоянии естественного восстановления нарушенных компонентов. Элементы таких ландшафтов – преимущественно советских линий обороны – сохранились в лесных насаждениях близ сёл Жданов (Яковлевский район), Ерик, Терновка, Шопино (Белгородский район), в урочищах Белая гора, Сосновка, расположенных недалеко от областного

центра. Кроме того, были исследованы объекты, также датированные 1943 годом, которые относятся к линии обороны немецких войск, протянувшейся от г. Белгорода до с. Топлинка по правому берегу р. Северский Донец.

В большинстве случаев эти участки имеют сложный антропогенный микрорельеф с перепадом высот до 3 м, образованный воронками от взрывов, выемками окопов и ходов сообщения, землянок и блиндажей, временных укрытий. Специфика этих нарушений, произведенных в период создания оборонительных сооружений и в ходе ведения боевых действий, связана с сплошным (диффузным) уничтожением почвенно-растительного покрова. В связи с этим в структуре белигеративных ландшафтов сочетаются молодые и «квазиклиматские» (по крайней мере, с уцелевшей почвой) участки, которые играют роль «катализаторов» регенерационной сукцессии. Следует отметить, что большинство исследованных объектов находится в коренных лесах, то есть в регенерации почв и растительности участвовали климаксные или субклимаксные ценанкулы. В других объектах сразу после войны были произведены лесопосадки обычно «чистого» породного состава (*Pinus sylvestris* L., *Quercus robur* L.). В целом, возраст древостоя исследованных объектов соответствует длительности послевоенного периода регенерации (56-59 лет), так как деревья главной породы, формировавшие верхние ярусы, были почти полностью уничтожены при строительстве инженерных сооружений, в результате «огневого» воздействия (артналеты, бомбежки). Участие старых (возраст более 70 лет) деревьев в древостое обычно составляет менее 5%. Таким образом, естественное восстановление леса происходило за счет порослевого возобновления, уцелевшего подроста, из семян сопутствующих и (или) главной пород и вполне соответствовало «сценарию» вторичной сукцессии. Регенерационное почвообразование в исследуемых объектах происходит на отвалах почво-грунтов, представляющих собой материал инверсионно перемешанных горизонтов фоновых почв, что способствует ускоренному формированию почвенной микробиоты, фауны и, возможно, более высоким темпам формирования гумусового горизонта.

В исследуемых объектах на учетных площадках 20×20 м производили описание состава и структуры растительных сообществ. Из морфометрических показателей фитоценозов определяли проективное покрытие, обилие видов, для лесных – возраст, высоту, запас древостоя, сомкнутость крон, ярусность, состояние подлеска. Новообразованные почвы исследовали в траншеях, выкопанных по осевой линии отвалов почво-грунтов, производили морфологическое описание почвенных профилей, отбор проб для анализа химических свойств почв. Гумус в почвах определяли методом Тюрина, общий азот – по Кьельдалю, pH водной суспензии – потенциометрическим методом, содержание углекислоты карбонатов – ацидиметрическим методом

Результаты исследований

К полувековому этапу восстановительной сукцессии молодые леса коренных типов переходят в приспевающую стадию, характеризующуюся кульминацией текущего прироста фитомассы, также максимальных значений достигает опад листвы и ветвей, отпад деревьев [8]. Поэтому исследование лесных экосистем белигеративных ландшафтов представляют особый интерес с точки зрения воспроизводства почв, которое, видимо, на данной стадии происходит в ситуации максимума «приходной» части баланса органического вещества в почве. Некоторые морфометрические показатели исследованных лесных фитоценозов приведены в табл. 1.

Сформировавшиеся за 55-59 лет восстановительной сукцессии молодые лесные экосистемы по вертикальной структуре, таксационным показателям, по набору видов-доминантов практически не отличаются от климаксных или производных от них лесов. Обычно это среднеполнотные (0.6-0.8) насаждения II, I, редко – III классов бонитета. Различия в составе древесного полога, по сути, являются отражением степени нарушающего воздействия и способности к возобновлению исходных фитоценозов. Участки, на которых до начала Курской битвы существовали здоровые, с хорошо развитым подростом древостои, и которые испытали незначительные по площади нарушения почвенного покрова (окопы, редкие взрывные воронки), полностью соответствуют по составу древесных пород, подлеска и напочвенного растительного покрова зрелым фитоценозам. Относительная молодость таких фаций проявляется в повышенной участии в формировании верхнего яруса конкурентно-толерантных видов: клена остролистного (*Acer platanoides* L.), липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.), которые отличаются более сильной реакцией на осветление полога по сравнению с главной лесобразующей породой – дубом черешчатым (*Q. robur* L.) [5]. На других участках, в которых интенсивность нарушений была выше (объекты на бывшем переднем крае линий обороны), или со слабым возобновлением дуба, сформировались древостои с доминированием клена остролистного в верхнем ярусе. Обычно такие участки занимают периферические части лесных массивов, использовавшихся войсками для укрытия. Участки крупных нарушений в более влагообеспеченных экотопах за-

селились реактивным видом – осинной (*Populus tremula* L.), которая, обладая мощным корнеотпрысковым возобновлением, сформировала почти чистые насаждения. Однако в настоящее время под ее пологом в большинстве объектов наблюдается хорошо развитый подрост кленов полевого (*Acer campestre* L.) и остролистного (*A. platanoides*), который выведет осинники к следующему этапу сукцессии. Следует отметить, что нигде в регенерированных лесных экосистемах в подросте не наблюдается количества молодых экземпляров дуба черешчатого, достаточного для восстановления коренных типов леса. Гораздо лучшей жизненностью обладает подрост кленов и липы. Видимо, относительная «молодость» экотопов, в которых продолжается рецентное воспроизводство почвенного покрова, будет еще долгое время обеспечивать устойчивость существования наблюдаемых сукцессионных стадий.

Таблица 1

**Морфометрическая характеристика лесных фитоценозов
восстановительной сукцессии беллигеративных ландшафтов**

| № объекта | Формула древостоя (общепринятые обозначения) | Сомкнутость, % | Высота, м | Средний диаметр главной породы, см | Запас, м ³ /га | Подлесок | | Травянистый покров | |
|-----------|--|----------------|-----------|------------------------------------|---------------------------|---|------------|--|-------------------------------|
| | | | | | | Виды | Состояние* | Виды | Общее проективное покрытие, % |
| 8.7 | I 10Д II 7Гр3ЯБ+Кп | 85 | 17 | 22 | 180 | <i>Eunimus verrucosa</i> Scop., <i>Crataegus sanguinea</i> Pall., <i>Padus mahaleb</i> Borkh. | +++ | <i>Aegopodium podagraria</i> L., <i>Viola mirabilis</i> L., <i>Convallaria majalis</i> L. | 30 |
| 9.1 9 | I 8Д2Ко II 8Л2Кп | 80 | 22 | 33 | 246 | <i>Corulus avellana</i> L. | ++ | <i>Carex pilosa</i> Scop., <i>Aegopodium podagraria</i> L., <i>Asarum europaeum</i> L. | 65 |
| 8.11 | I 7Д3Ко II 6Ко4Гр | 70 | 20 | 22 | 186 | <i>Crataegus sanguinea</i> Pall., <i>Corulus avellana</i> L., <i>Padus mahaleb</i> Borkh. | +++ | <i>Asarum europaeum</i> L., <i>Geum urbanum</i> L., <i>Viola mirabilis</i> L., <i>Polygonatum multiflorum</i> L. | 20 |
| 9.2 5 | I 6Ко4Л II 8Ко2Л | 80 | 18 | 20 | 184 | <i>Corulus avellana</i> L., <i>Rhamnus cathartica</i> L., <i>Eunimus europea</i> L. | +++ | <i>Aegopodium podagraria</i> L., <i>Convallaria majalis</i> L., <i>Gallium intermedium</i> Schult., <i>Glechoma hirsuta</i> Waldst. et Kit | 45 |
| 8.1 0 | I 8О2Д+Ко II 10Ко | 65 | 20 | 26 | 180 | <i>Corulus avellana</i> L., <i>Eunimus verrucosa</i> Scop., <i>Crataegus sanguinea</i> Pall., | ++ | <i>Carex pilosa</i> Scop., <i>Poa nemoralis</i> L., <i>Asarum europaeum</i> L. | 40 |
| 9.2 9 | I 10С** II 9С1Б+О | 65 | 22 | 32 | 226 | <i>Genista tinctoria</i> L.** | ++ | <i>Festuca valesiaca</i> Gand., <i>Hypnum cupressiforme</i> , <i>Dicranum scoparium</i> | 5 30 |

* – Состояние подлеска: «+++» - густой; «++» - разреженный; «+» - редкий; «-» - отсутствует.

** – Насаждения искусственного происхождения

По видовому составу подлеска молодые лесные экосистемы не отличаются от ненарушенных участков, несколько превосходят их по густоте. Однако в некоторых высокополнотных насаждениях уже заметно изреживание подлеска вследствие ухудшения освещенности. Напочвенный растительный покров, особенно в местах с новообразованной почвой, отличается меньшим разнообразием видов по сравнению с квазистабильным экофоном. Основную долю в

проективном покрытии трав на брусверах окопов, выбросах артвонок составляют виды-доминанты зональных лесных сообществ: сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria* L.), осока волосистая (*Carex pilosa* Scop.), мятлик лесной (*Poa nemoralis* L.) (последовательность видов отражает усиление ксерофитизации биотопов).

Рецентное почвообразование в исследуемых объектах, как уже было отмечено, происходит при участии фоновых почвенных систем и характеризуется интенсивным протеканием главного профилеобразующего процесса – гумусоаккумуляции. В породах, входящих в состав почво-грунтов отвалов, выполняющих функцию материнских пород, содержатся карбонаты, способствующие фиксации гумусовых веществ (табл. 2). За полувековой период лесного почвообразования еще не происходит выщелачивания гумусового горизонта, сохраняется близкая к нейтральной реакция почвенного раствора. Нет морфологических признаков формирования элювиального горизонта. Гумусовые горизонты хорошо оструктурены благодаря деятельности дождевых червей.

Таблица 2

Свойства новообразованных почв беллигеративных экосистем

| № объекта | Тип субстрата | Мощность гумусового горизонта, мм | pH водн. суспензии | Содержание гумуса, % | Содержание азота общего, % | C/N | CO ₂ карбонатов, % |
|-----------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------|----------------------|----------------------------|-------|-------------------------------|
| 8.7 | Лессовидный суглинок | 124 | 7.93 | 4.58 | 0.345 | 7.67 | 2.81 |
| 9.19 | Лессовидный суглинок | 130 | 7.52 | 4.14 | 0.217 | 11.06 | 1.81 |
| 8.11 | Красно-бурый суглинок | 80 | 6.39 | 4.11 | 0.303 | 7.84 | - |
| 9.25 | Смесь мела и мергеля | 137 | 7.60 | 4.94 | 0.238 | 12.02 | 15.83 |
| 8.10 | Супесь древнеаллювиальная | 72 | 6.52 | 2.46 | 0.172 | 8.31 | - |
| 9.29 | Песок аллювиальный | 45 | 6.32 | 1.56 | 0.134 | 5.84 | - |

В табл. 3 приведен пример морфологического описания профиля новообразованной почвы (объект 9.19, отвал блиндажа).

Таблица 3

Пример морфологического строения профиля новообразованной почвы (возраст 56 лет) на отвале почво-грунта в условиях лесного почвообразования

| Горизонт | Границы | Морфологическое описание |
|----------------------|------------|---|
| A ₀ | 0-25 мм | Среднеразложившаяся подстилка, состоящая из веточек, листьев клена полевого, дуба и осоки волосистой. Нижний слой содержит копролиты, перемешан с почвой, переход постепенный. |
| A ₁ | 0-70 мм | Серый с буроватым оттенком, среднесуглинистый, влажноватый слабо уплотненный, относительно однородно гумусирован. Структура комковатая, много копролитов. Вскипание среднее. Переход постепенный. |
| A ₁ B | 70-140 мм | Неоднородный по цвету, буровато-серый с палево-бурными пятнами. Агрегаты слабо пропитаны гумусом. Структура комковатая, много копролитов, граница неровная, переход постепенный. |
| B _{ca} C[h] | 140-290 мм | Палево-бурый с многочисленными гумусовыми вкраплениями, среднесуглинистый, уплотненный. Структура комковатая с признаками ореховатости в верхней части, многочисленные новообразованные и унаследованные карбонатные выделения. |
| C[h] | 290-350 мм | Бурый, тяжелосуглинистый (материал из горизонта B фоновой почвы), преимущественно бескарбонатный. |
| [A+AB] | 350-615 | Смесь гумусовых горизонтов серой лесной почвы. |

Таким образом, при локальном беллигеративном нарушении почвенного покрова происходит достаточно быстрое формирование профиля новообразованной почвы, как и в случае восстановления горизонтов почв ветровальных нарушений [6]. В онтогенетическом отношении новообразованные почвы, формирующиеся в лесных условиях беллигеративных ландшафтов Курской битвы еще не приобрели специфических признаков лесного почвообразования. Они характеризуются благоприятными эдафическими свойствами, которые в значительной степени зависят от сочетания субстратных и фитоценологических условий почвообразования [9].



Заключение

Беллигеративное воздействие на ландшафт с использованием обычных средств ведения войны не превышает порог устойчивости природных экосистем. В частности, особенности естественного лесовозобновления в исследованных нами объектах вполне соответствуют основным принципам лесной (gap) парадигмы, согласно которой устойчивое существование лесного массива обеспечивается периодическим появлением в его пологе прорывов – окон. Следовательно, регенерация биоты исследованных экосистем определяется механизмами вторичной сукцессии, при которой достижение равновесия происходит в 2-3 раза быстрее (100-200 лет для дубового леса), чем при первичной сукцессии (300-500 лет) [10].

Анализ структуры и состояния основных компонентов лесных фитоценозов беллигеративных ландшафтов свидетельствует о высокой эффективности регенерационных сукцессий, вызванных локальным нарушением почвенно-растительного покрова. Аналогичный вывод был сделан Л.Б. Холоповой и О.Н. Солнцева [11] при изучении сходных объектов в подзоне южной тайги. Обосновано мнение о положительной роли локальных нарушений (антропогенного или природного происхождения), которая заключается в стимулировании и поддержании способности к самовоспроизводству сообществ, сохранении их биоразнообразия. Высокий регенерационный потенциал зональных экосистем может быть использован при организации реабилитационных мероприятий в антропогенно нарушенных ландшафтах. Проведенные исследования подтверждают необходимость сохранения ненарушенных фрагментов (рефугиумов) в структуре антропогенно нарушенных ландшафтов, что позволяет повысить эффективность эколого-реставрационных мероприятий.

Список литературы

1. Мильков Ф.Н. Рукотворные ландшафты. Рассказ об антропогенных комплексах. – М.: Мысль, 1978. – 86 с.
2. Колтунов Г. А., Соловьев Б. Г. Курская битва. – М.: Воениздат, 1970. – 400 с.
3. Курская битва / Под ред. И.В. Паротькина – М.: Наука, 1970. – 543 с.
4. Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность: В 2 кн. / Центр по пробл. экологии и продуктивности лесов. – М.: Наука, 2004. – Кн. 1. – 479 с.
5. Восточноевропейские широколиственные леса. – М.: Наука, 1994. – 364 с.
6. Васенев И.И. Почвенные сукцессии. – М.: Издательство ЛКИ, 2008. – 400 с.
7. Голусов П.В. Ренатурация техногенно нарушенных земель // Экология ЧЦО РФ. №2 (9). – 2002. – С. 121-124.
8. Молчанов А.А. Лес и окружающая среда. – М.: Наука, 1968. – 246 с.
9. Голусов П.В. Формирование почв в различных комбинациях субстратно-фитоценологических условий лесостепной зоны // Почвоведение. – 2003. – №9. – С. 1050-1060.
10. Сохранение биологического разнообразия в России: выполнение Россией обязательств по Конвенции о биологическом разнообразии. – М.: Центр охраны дикой природы СоЭС, 1997. – 170 с.
11. Холопова Л. Б., Солнцева О. Н. Восстановление локально нарушенного почвенного покрова в хвойно-широколиственных лесах // Лесоведение. – 1999. – № 1. – С. 23-31.

FEATURES OF REFORESTATION AND RECENT SOIL FORMATION IN ECOSYSTEMS DAMAGED DURING THE KURSK BATTLE

P.V. Goleusov

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

E-mail: Goleusov@bsu.edu.ru

Studied the results of reforestation processes and soil formation in ecosystems disturbed during combat operations during the Kursk Battle (1943) near the town of Belgorod. Found that a half-century age of forest ecosystems restored taxation parameters, vertical structure, but differ considerably involving competitive-tolerant tree species. In areas with a locally-disturbed soil cover formed newly formed soil, which characteristics indicate high rates of recent soil formation in the first decade. Diffuse violation of land-cover during combat operations results in an effective reforestation and reproduction of the soil.

Key words: belligerative landscapes, restoration succession, forest plant communities, recent soil formation, the newly formed soil.

ХИМИЯ

УДК 615.074:577.16:547.917

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ СИНТЕЗА КОМПЛЕКСОВ ВКЛЮЧЕНИЯ β-ЦИКЛОДЕКСТРИНА И ЭФИРОВ КАРОТИНОИДОВ¹

**М.С.Лапшова,
Е.В.Захаренко,
В.И.Дейнека, Л.А.Дейнека,
Р.Н.Саенко, М.Ю.Третьяков**

Белгородский государственный
национальный
исследовательский
университет, Россия, 308015,
Белгород, ул. Победы, 85

E-mail: deineka@bsu.edu.ru

В работе обсуждается метод получения супрамолекулярных комплексов «гость-хозяин» β-циклодекстрина (ЦД) с эфирами ксантофиллов (ЭК) смешиванием растворов индивидуальных компонентов – ЦД в воде и ЭК в ацетоне. В качестве молекул «гостей» использованы практически важные смеси диэфиров ксантофиллов, образованные насыщенными высшими жирными кислотами. Особенность такого типа «гостей» вытекает из специфики комплексообразования между β-циклодекстрином и *n*-гексаном: полость молекулы «хозяина» может захватить радикалы кислот соседних молекул, в идеале образуя бесконечные цепи. Показаны возможности использования оптической и электронной микроскопии для анализа строения полученных комплексов. Приведены данные по сохранности лиофильно высушенных комплексов эфиров ксантофиллов из экстракта лепестков цветков бархатцев и корбочек физалиса декоративного.

Ключевые слова: комплексы включения; β-циклодекстрин, эфиры ксантофиллов, *Tagetes*, *Physalis*, оптическая микроскопия, сканирующая электронная микроскопия.

Введение

В двух патентах США [1, 2] утверждается, что перевод ряда каротиноидов (ликопина, лютеина и зеаксантина) в комплексы включения с циклодекстринами (ЦД): α-циклодекстрином (α-ЦД), β-циклодекстрином (β-ЦД), γ-циклодекстрином (γ-ЦД) и с гидроксипропил-β-циклодекстрином (HP-β-ЦД), – позволяет существенно увеличить степень усвоения каротиноидов в опытах *in vitro*. Поэтому был предложен улучшенный метод получения таких комплексов, который включает следующие стадии: 1) получение комплексов включения; 2) лиофилизация полученного комплекса; диспергирование высушенного комплекса в смеси лецитина с растительным маслом для получения желатиновых капсул. Комплексы включения могут быть образованы в широком диапазоне соотношения компонентов (циклодекстрин : каротиноид) – от 0.5:1 до 10:1, причем опытами *in vivo* подтверждено лучшее усвоение лютеина по сравнению с композицией без циклодекстрина. Комплекс включения лютеина с γ-циклодекстрином (в соотношении 1:2) получали гомогенизацией водной суспензии при комнатной температуре в течение 1 – 3 ч; образование комплекса контролируется по изменению вязкости смеси. Лиофильно высушенный продукт представлял собой оранжевый порошок, содержащий 20% лютеина с выходом по каротиноиду 95%, в то время как потери по технологии высушивания распылением составляли порядка 50%). Для получения комплексов включения лютеина с α-, β- и HP-β-циклодекстринами перед гомогенизацией перемешивали компоненты вначале с небольшой добавкой органического растворителя (0.1 % ацетона или этанола) или полимера типа карбоксиметилцеллюлозы (0.1 ÷ 0.2 %) для сольubilизации одного из компонентов.

Задача настоящей работы – разработка методов получения комплексов включения β-ЦД с эфирами (диэфирами) ксантофиллов обусловлена тем, что ксантофиллы именно в виде эфиров накапливаются в растительном материале [3, 4], а омыление в некотором смысле излишне, поскольку биоусвоение ксантофиллов не зависит от степени их этерификации [5].

Объекты и методы исследования

В работе использовали β-циклодекстрин (Китай), дистиллированную воду, ацетон ч.д.а. (ЭКОС-1) и *n*-гексан ч.д.а. (Компонент-Реактив). Каротиноиды экстрагировали из лепестков цветков бархатцев и из чашечек физалиса.

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ «Государственное задание вузу на 2012 г, проект 3.1785.2011 г.

Образцы комплексов включения отделяли от маточного раствора центрифугированием (Электрон-М, 2700 об/мин, 10 мин.) и лиофильно высушивали на установке LABCONCO FreeZone 2.5.

Электронные спектры записывали на спектрофотометре СФ-56 в кварцевых или стеклянных кюветках. Лиофильно высушенные образцы комплексов исследовали при помощи оптической спектроскопии (микроскоп МИКМЕД-5), и электронной микроскопии – приборы HITACHI SU1510 и растрового ион-электронного микроскопа Quanta 200 3D (ЦКП НИУ БелГУ).

Результаты и их обсуждение

Комплексы включения каротинов и неацилированных ксантофиллов с ЦД обстоятельно исследованы, например, в работах Полякова Н.Е. [6], и новая информация по этому вопросу вряд ли может быть получена. Однако следует учесть, что многие ксантофиллы накапливаются в растениях в этерифицированном состоянии, причем по нашим наблюдениям, чем выше степень этерификации, тем выше уровень накопления каротиноидов. При этом комплексообразование диэфиров ксантофиллов должно существенно отличаться от комплексообразования самих ксантофиллов, хотя бы вследствие принципиального различия строения обоих концов молекул.

При добавлении практически не смешиваемого с водой *n*-гексана (Гк) в водный раствор β -циклодекстрина легко образуется золь, при стоянии медленно (за сутки) расслаивающийся с образованием более тяжелого, чем вода геля белого цвета, легко переходящего в золь при встряхивании (рис. 1).

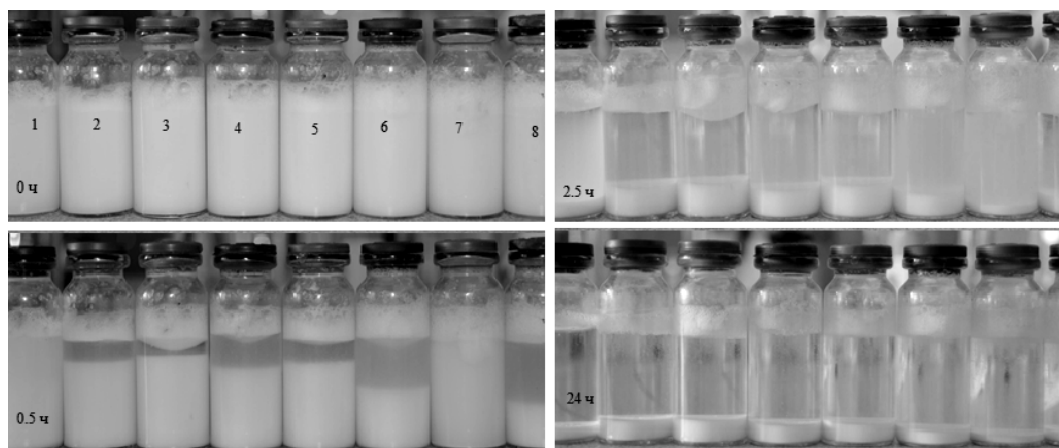


Рис. 1. Коллоидные системы вода – β -циклодекстрин – *n*-гексан

Устойчивая дисперсная система при этом возникает в широком диапазоне исследованных мольных соотношений Гк:ЦД – от минимального 1:1 до 40:1. И хотя в полости одной молекулы β ЦД может разместиться два углеводородных радикала [7], но для 40 молекул Гк места, очевидно, недостаточно, т.е. по мере увеличения указанного соотношения мицеллы, образованные с участием ЦД могут «обрастать» несвязанными полостью ЦД молекулами углеводорода. Отметим, что при сильном встряхивании коллоидной системой захватывается воздух, образуя устойчивую пену. На рис.1 показано изменение коллоидных систем вода – β -циклодекстрин – *n*-гексан, в которых изменялся только один параметр – количество введенного в систему *n*-гексана, табл.

Таблица

Состав смеси коллоидных систем вода – β -циклодекстрин – *n*-гексан

| Номер образца | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Объем воды, мл | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| <i>N</i> (<i>n</i> -гексан), ммоль | 0.208 | 0.417 | 0.625 | 0.833 | 1.667 | 2.500 | 4.167 | 5.833 |
| <i>N</i> (β -циклодекстрин), ммоль | 0.132 | 0.132 | 0.132 | 0.132 | 0.132 | 0.132 | 0.132 | 0.132 |
| <i>N</i> (Гк): <i>N</i> (β ЦД) | 1.58 | 3.16 | 4.74 | 6.31 | 12.6 | 18.9 | 31.6 | 44.2 |

В образце №1 (соотношение *N*(Гк) : *N*(β ЦД) = 1.58) были получены высокодисперсные частицы комплексов включения; при росте числа моль *n*-гексана наблюдаются нелинейные изменения в скорости седиментации частиц образовавшихся комплексов и в объемах седиментации, что свидетельствует о перестройках структуры ассоциатов.

Эти факты позволяют предположить, что возможно образование комплексов включения эфиров (моно- и диэфиров) ксантофиллов с β -циклодекстрином за счет внедрения в полость молекулы «хозяина» ацильных радикалов.

Известные методы синтеза комплексов включения используют растворимость, по крайней мере, одного из компонентов в некотором растворителе. Понятно, что более эффективным будет метод, в котором смешиваются два истинных раствора – «гостя» и «хозяина».

Диэфиры ксантофиллов обладают существенно более высокой гидрофобностью по сравнению с неэтерифицированными ксантофиллами, поэтому могут растворяться только в неполярных растворителях из которых выбрали смешиваемый с водой ацетон. Смешивание с водой довольно важно, поскольку циклодекстрины растворимы в воде и не растворимы в органических растворителях. Следовательно, смешивание водного раствора циклодекстрина и ацетонового раствора каротиноидов можно рассматривать как идеальную модель для получения комплексов включения из «мономерного» состояния каждого из компонентов. При этом возможны два различных способа смешивания.

По первому из них к раствору β ЦД в воде добавляют раствор эфиров ксантофиллов в ацетоне. Можно рассчитывать на то, что при постепенном добавлении небольшого количества ацетона скорость кристаллизации β ЦД может быть невысокой и не должна образовывать гетерофазы β ЦД без включения каротиноидов в полость «хозяина». С другой стороны эфиры ксантофиллов при этом не будут выделяться в гетерофазу, поскольку способны образовывать ассоциаты [7].

По второму варианту смешивания к ацетоновому раствору каротиноидов добавляют водный раствор β ЦД. При этом должна резко упасть растворимость β ЦД при некотором снижении растворимости каротиноидов, но высокая концентрация ацетона, который также может конкурировать за заполнения полости «хозяина» не будет способствовать образованию комплекса, поэтому такой вариант смешивания может быть менее эффективным.

При добавлении ацетона (как с растворенными в нем каротиноидами, так и без них) в 0.01 М раствор β ЦД в воде до объемного соотношения 1:1 осадок образуется медленно и в небольших количествах, а для больших объемов добавленного ацетона рост массы влажного осадка, отделенного центрифугированием, представлен на рис. 2.

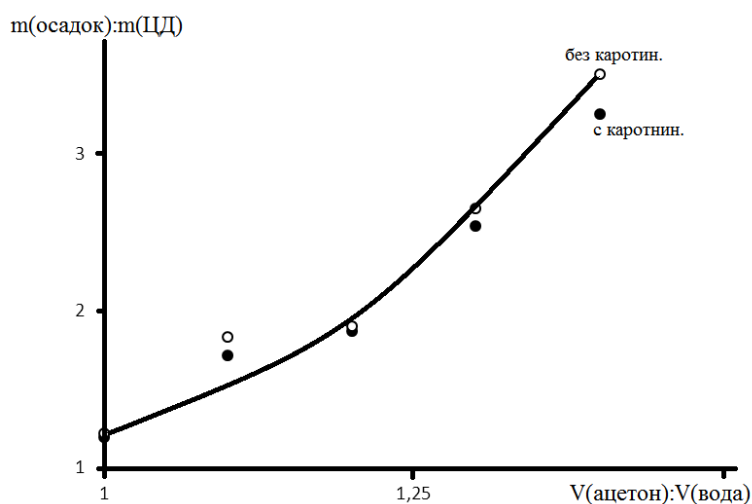


Рис. 2. Осадки комплексов включения при различном соотношении вода: ацетон

Масса осадка при этом превышает массу растворенного в воде ЦД, что может соответствовать сильной гидратации углевода водой (избыток ацетона удаляли выветриванием до отсутствия запаха). Любопытно, но при очевидной неравновесности условий проведения процесса массы осадков оказались очень близкими для двух опытов – с растворенными каротиноидами и без них.

Полученные образцы комплексов были лиофильно высушены и оставлены на хранение в морозильной камере бытового холодильника в пластиковой (негерметичной) таре. Ксантофиллы из комплексов легко экстрагируются ацетоном, что позволяет легко анализировать сохранность ксантофиллов. Такие исследования показали, что при хранении в течение более 30 дней полностью сохраняются ксантофиллы как бархатцев (диэфиры лютеина), так и физалиса (эфиры зеаксантина и β -криптоксантина), рис. 3.

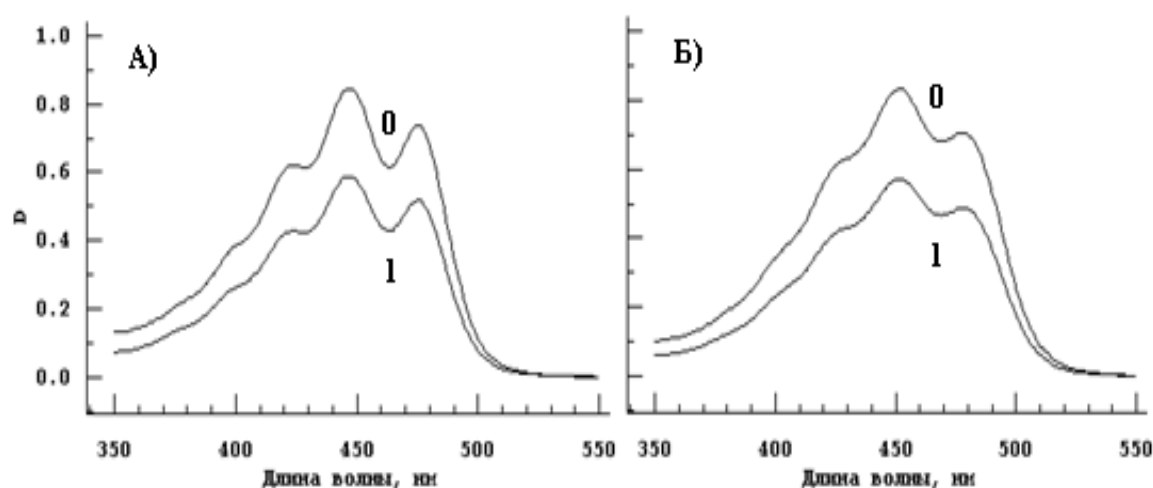


Рис. 3. Спектры исходных экстрактов лепестков цветков бархатцев (А) и чашечек физалиса (Б) до комплексообразования (0) и экстрагированных из лиофильно высушенных комплексов (1)

Однако попытки определить морфологию агрегатов комплексов оказались не столь удачными. Так при использовании оптической микроскопии удается лишь установить, что комплексы включения образуют микрочастицы с высокой подвижностью под покровным стеклом, рис. 4А, а при наблюдении без покровного стекла быстро происходит испарение раствора и кристаллизация β -циклодекстрина с потерей информативности об изначальной структуре микрочастиц, рис. 4Б.

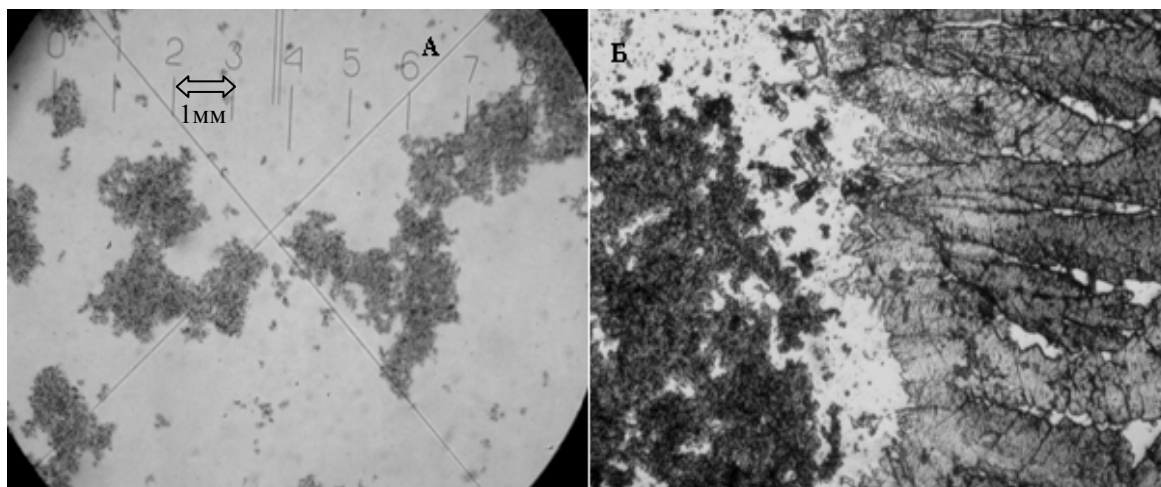


Рис. 4. Фотография микрочастиц комплексов включения в маточном растворе (А) и после высыхания на воздухе (Б). Микроскоп МИКМЕД-5

Попытка наблюдения структуры лиофильно высушенных частиц комплексов с помощью растрового ион-электронного микроскопа Quanta 200 3D оказалась неудачной из-за разрушения комплексов в потоке электронов: электроны легко захватываются полиеновой системой каротиноидов, и одноименно заряженные молекулярные ионы отталкиваются, выходя из зоны пучка электронов.

Тем не менее, несмотря на разрушение комплексов, на рис. 5 А и Б видны отдельные фрагменты в виде вытянутых фибрилл толщиной порядка 100-200 нм. Эти ассоциаты могут быть образованы следующим образом: молекулы ксантофилла с обоих концов объединяются молекулами ЦД в цепи (напомним, что в полость ЦД можно ввести минимум два углеводородных радикала – от двух последовательных молекул). А такие цепи могут ассоциировать в параллельные нити-фибриллы. Отметим, что именно образование фибрилл дизэфиров ксантофиллов отвечает за гипераккумуляцию ксантофиллов в хромопластах клеток перца сладкого [8].

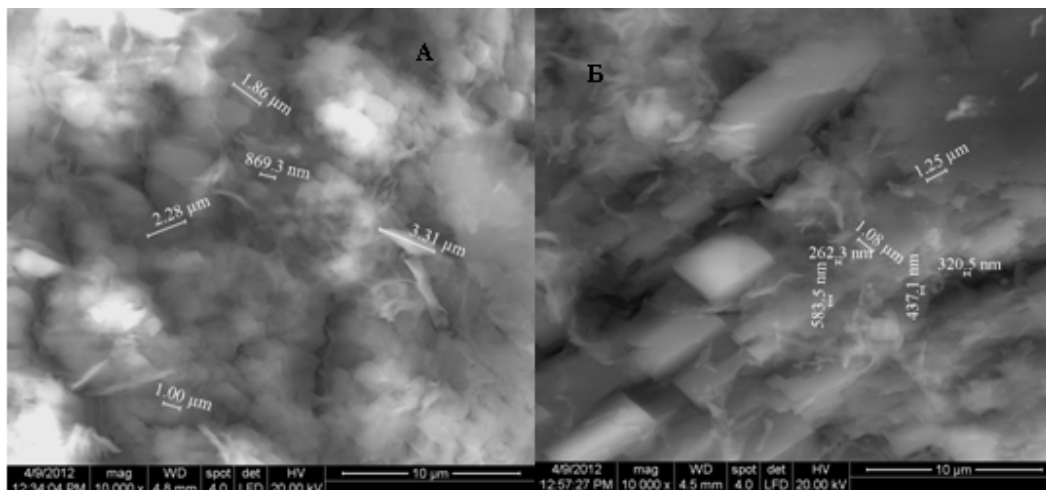


Рис. 5. Фотографии микрокристаллов комплексов, полученные на электронном микроскопе Quanta 200 3D

Понятно, вероятность образования фибрилл тем выше, чем меньше число моль ЦД на Э1 моль эфира ксантофилла. При росте этого соотношения молекулы диэфиров в конечном итоге будут заполнять полости двух молекул циклодекстрина с обоих концов, что не будет способствовать образованию фибрилл. Но при этом вырастет вероятность образования мелкокристаллических структур за счет ассоциации молекул циклодекстрина между собой (по внешней поверхности). В принципе это подтверждается исследованием комплексов, рис.6, в которых от №1 до №3 возрастает доля молекул ЦД: крупные волокнистые структуры при избытке диэфиров лютеина заменяются микрокристаллической структурой при избытке циклодекстрина.

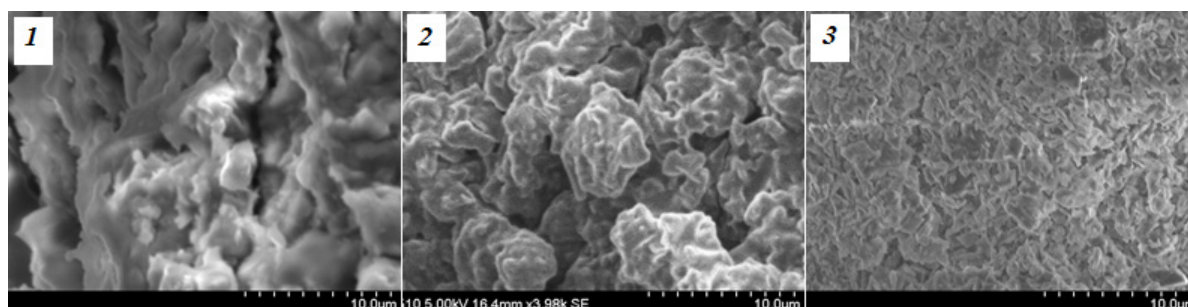


Рис. 6. Микрофотографии комплексов включения диэфиров лютеина и β -циклодекстрина
Фотографии получены с использованием электронного микроскопа HITACHI SU1510

Выводы

Таким образом, смешиванием ацетоновых экстрактов эфиров ксантофиллов и водного раствора β -циклодекстрина могут быть получены комплексы включения, морфология кристаллов которых зависит от соотношения этих компонентов и такие комплексы могут быть лиофильно высушены и могут храниться в морозильной камере по крайней мере в течение месяца.

Список литературы

- 1 Madhavi D.L., Kagan D.I. Bioavailable carotenoid-cyclodextrin formulations for soft-gels and other encapsulation systems / Patent USA 7446101.
2. Bartlett M.R., Mastaloudis A., Smidt C.R., Poole S.J. Nanosized carotenoid cyclodextrin complexes / Patent USA 7781572.
3. Дейнека В.И., Сорокопудов В.Н., Дейнека Л.А., Третьяков М.Ю. Исследование цветков Tagetes sp. как источника лютеина // Хим.-фарм. ж. - 2007. - Т.41, №10. – С.30-32.
4. Дейнека В.И., Сорокопудов В.Н., Дейнека Л.А., Третьяков М.Ю., Фесенко В.В. Исследование плодов Physalis alkekengi L. как источника ксантофиллов // Хим.-фарм. ж. - 2008. - Т.42, № 2. - С. 36-37.
5. Bowen P.E. Herbst-Espinosa S.M., Hussain E.A., Stacewicz-Sapuntzakis M. Esterification Does Not Impair Lutein Bioavailability in Humans // J. Nutr. – 2002. – Vol. 132. – P. 3668–3673.



6. Polyakov N.E., Leshina T.V., Konovalova T.A., Hand E.O., Kispert L.D. Inclusion complexes of carotenoids with cyclodextrins: ¹H NMR, EPR, and optical studies // *Free Radical Biol. Med.* – 2004. - Vol. 36. - P. 872 – 880.

7. Лапшова М.С., Дейнека В.И., Дейнека Л.А., Тихова А.А. Получение и свойства комплексов включения диэфиров лютеина с β-циклодекстрином // *Научные ведомости БелГУ. Сер. Медицина. Фармация.* - 2011. - № 22 (117), Вып.16/2. – С. 193-197.

8. Deruere J., Romer S., d'Harlingue A., Backhaus R.A., Kuntz M., Camara B. Fibril Assembly and Carotenoid Overaccumulation in Chromoplasts: A Model for Supramolecular Lipoprotein Structures // *Plant Cell.* – 2004. - V.6. – P. 119-133.

SOME ASPECTS OF INCLUSION COMPLEXES SYNTHESIS BETWEEN β-CYCLODEXTRIN AND CAROTENOID ESTERS

**M.S. Lapshova, E.V. Zakcharenko,
V.I. Deineka, L.A. Deineka,
R.N. Saenko, M.Yu. Tret'yakov**

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

E-mail: deineka@bsu.edu.ru

The method of “host-guest” supramolecular complexes synthesis of β-cyclodextrin (CD) with xanthophyll esters (XE) is discussed by mixing together of solutions of individual substances – CD in water and CE in acetone. As “guest” molecules carotenoid saturated fatty acids diesters were explored because of their high practical significance. The particularity of the guest structure is a consequence of readiness of hexane – CD complexation: CD is able to connect diesters into long chains grasping two hydrocarbon radicals of adjacent molecules into one cavity. Possibilities of optical as well as electron microscopy methods for aggregates structure investigations are shown. The stability of lyophilized complexes of xanthophylls of African marigold petals and Chinese lanterns is proved.

Key words: inclusion complexes; β-cyclodextrin, xanthophyll diesters, *Tagetes*, *Physalis*, optical microscopy, scanning electron microscopy.

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 622.35:681.3

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОЦЕНКИ ВЗРЫВАЕМОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД НА КАРЬЕРАХ

**В.А. Дунаев, И.М. Игнатенко,
Н.А. Годовников,
А.Н. Овсянников**

*Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет, Россия, 308015,
г. Белгород, ул. Победы, 85*

E-mail: ignat86_m@mail.ru

Дана характеристика разработанного авторами информационно-аналитического и программного обеспечения оценки взрываемости горных пород на карьерах. Изложена методика такой оценки и описана созданная на ее основе автоматизированная система в виде функционального модуля в ГИС ГЕОМИКС.

Ключевые слова: карьер, буровзрывные работы, взрываемость горных пород, кусковатость взорванной горной массы, оценка, программное обеспечение, автоматизированная система.

Введение

Сегодня в России более 70% твердого минерального сырья добывается открытым способом. При этом доминирующая часть (до 60%) расходов на его добычу приходится на буровзрывные работы (БВР). Оптимизация параметров БВР на карьерах и, соответственно, затрат на их выполнение основывается на оценке взрываемости (сопротивления взрывному разрушению) горных пород, которая определяется их блочностью (размером отдельности), анизотропией интенсивности трещиноватости и крепостью. Существующие способы оценки взрываемости пород либо сложные в исполнении и неоднозначные по своим результатам (сейсмоакустический и по энергоёмкости бурения взрывных скважин), либо требуют большого объёма натурных исследований (геологический), что связано с необходимостью длительного пребывания людей в опасной зоне (нижней части откосов уступов карьера). При этом обработке первичных данных натуральных исследований осуществляется преимущественно вручную.

Кроме того, остаются нерешёнными такие важные вопросы как оценка анизотропии интенсивности трещиноватости породного массива, предпроектный прогноз кусковатости горной массы, оценка кусковатости взорванной горной массы и корректировка по её результатам параметров БВР. Авторами разработана методика и автоматизированная система оценки взрываемости горных пород на карьерах (рис. 1), обеспечивающая безопасность натурных исследований и оперативность получения всего комплекса исходных материалов, необходимых для проектирования БВР.

Натурные (полевые) работы в карьере имеют своей целью получение пространственно-координированной первичной информации путем помаршрутной геолого-структурной съёмки карьера, сопровождаемой отбором образцов горных пород для физико-механических испытаний. В процессе съёмки откосы уступов карьера подвергаются фотогеологической документации с применением планшетного компьютера. При этом вместо традиционной зарисовки (трудоемкой в исполнении и очень схематичной, неточной, во многом субъективной по своему конечному результату) выполняют дешифрирование масштабированного фотоснимка и различным цветом на нём показывают элементы геологического строения документируемого участка уступа (контакты пород, разрывные нарушения, оси складок и др.).

Следующим этапом натурных исследований является измерение азимутов и углов падения разрывных нарушений и трещин отдельности, а также массовые измерения расстояний между трещинами одной системы и размера отдельности. Поскольку в откосах рабочих уступов карьера структурные элементы (разрывные нарушения, трещины отдельности), как правило, проявлены обнаженной плоскостью, дистанционное определение их ориентации осуществляется таким образом. Высокоточным тахеометром (например, Sokkia SET1030R3) в безотража-

тельном режиме производят съёмку нескольких (не менее 3) точек, принадлежащих интересующей нас плоскости. Угловые и линейные параметры съёмки с помощью специальной программы трансформируются в координаты этих точек. На основе известного уравнения плоскости выполняется расчет азимута и угла её падения по координатам принадлежащих ей точек [1]. На участках «гладкого» откоса уступа ориентация структурных элементов устанавливается путем непосредственного измерения их азимутально-угловых параметров горным компасом, а в зонах магнитных аномалий – гироскопическим компасом.

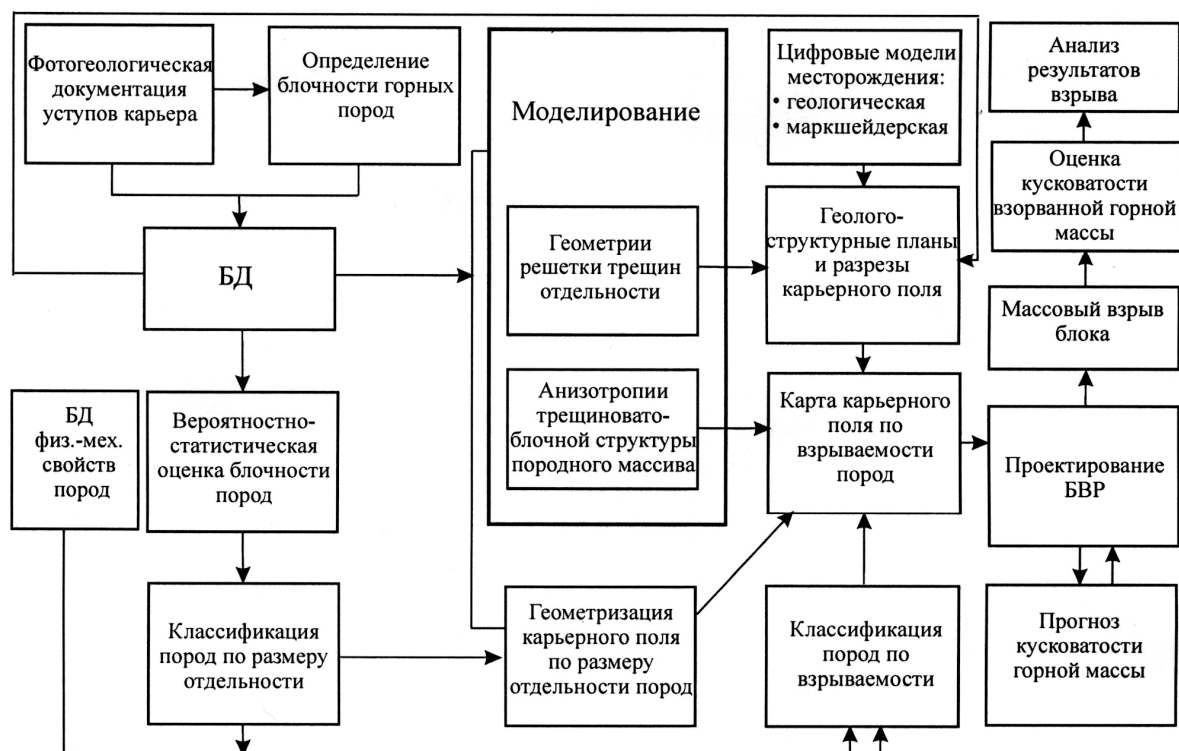


Рис. 1. Принципиальная блок-схема методики и автоматизированной системы оценки взрываемости горных пород на карьерах

Определение расстояний между трещинами в каждой системе и размера ограничивающих этими трещинами отдельности пород выполняется полностью дистанционно по масштабированному фотоснимку откоса уступа. По результатам съёмки тахеометром характерных точек на поверхности откоса или сканирования её лазерным сканером плоское фотоизображение в компьютере трансформируется в трёхмерную поверхность и с помощью перспективных преобразований устраняются искажения, возникающие при фотосъёмке откоса. Затем трансформированный снимок подвергают обработке в ручном режиме: исключают из области определения размера отдельности осыпь в основании уступа и разрушенную зону переburов взрывных скважин в верхней его части, разными типами линий векторизуют трещины различных блокообразующих систем. На подготовленном таким образом снимке автоматически по перпендикуляру между смежными трещинами каждой системы определяют искомые расстояния.

По материалам натурных исследований и результатам дистанционного определения элементов залегания разрывных нарушений и трещин, расстояний между трещинами одной системы и блочности пород формируется база пространственно-координированных данных, включающая первичную количественную информацию. Все последующие процедуры, составляющие предложенную методику, реализуются через запрос к базе данных.

По каждому типу пород, слагающих карьерное поле, определяются статистические характеристики размера отдельности (размах, среднее, математическое ожидание и др.), строится полигон вариационного ряда и график плотности вероятности. На основе анализа полученных данных разрабатывают классификацию пород по размеру отдельности и рассчитывают долю (в %) каждого класса в породном массиве.

На визуализированном маркшейдерском плане карьера с трассами пройденных маршрутов и интервалами по ним с указанием для каждого интервала среднего размера отдельности пород осуществляют геометризацию карьерного поля по этому параметру с учетом разра-

ботанной классификации, т.е. карьерное поле расчленяют на участки, каждый из которых представлен одним классом крупности отдельности пород.

Складчато-разрывная структура породного массива отражается на сводном геолого-структурном плане карьера. Для его построения привлекаются цифровые геологическая и маркшейдерская модели разрабатываемого месторождения. Увязка на плане между соседними геологическими маршрутами плоских структурных элементов (разрывных нарушений, даек магматических пород, четких границ между моноклинально залегающими пластами осадочных или метаморфических пород) осуществляется автоматически путем трассирования следа пересечения структурного элемента с поверхностью карьера [2]. Нечеткие и криволинейные в плане геологические границы увязывается интерактивно.

Структурно однородные участки на плане карьера характеризуются круговой ориентирной диаграммой трещин с показом на ней полюсов трещин различных систем. Такие диаграммы получают как результат компьютерного моделирования геометрии решетки трещин по запросу к базе данных.

Итоговым картографическим документом для непосредственного использования при проектировании буровзрывных работ является карта карьерного поля по взрываемости горных пород. Она строится путем совмещения геолого-структурного плана карьера и его плана, геометризованного по категориям блочности (размера отдельности) пород в соответствии с классификацией пород по взрываемости. В этой классификации каждая категория пород по взрываемости характеризуется категорией блочности, принадлежностью к определенному инженерно-геологическому литотипу пород с указанием их крепости, параметрами взрывания (размером ячейки сети взрывных скважин, их диаметром, удельным расходом ВВ). Для разработки классификации пород по взрываемости используется номограмма О.П. Якобашвили [3], связывающая взрываемость пород с их крепостью и блочностью.

Выбор геометрии ячейки сети взрывных скважин и схемы их коммутации при проектировании буровзрывных работ на карьерах определяется особенностями анизотропии интенсивности трещиноватости породного массива. Она оценивается направлением (\bar{e}) и длиной ($L(\bar{e})$) вектора максимальной и минимальной интенсивности трещиноватости:

$$\bar{e}_{max} = \sum_i \omega_i \cdot \bar{n}_i; \bar{e}_{min} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{\omega_i} \cdot \bar{n}_i$$

$$L(\bar{e}) = \sum_{i=1}^n \frac{[\omega_i][x_i] \cos \alpha + [y_i] \cos \beta + [z_i] \cos \gamma}{N_i \sqrt{[x_i]^2 + [y_i]^2 + [z_i]^2}},$$

где, ω_i - частота трещин (m^{-1}) по их системам; \bar{n}_i - вектор нормали к плоскости трещин каждой системы; $\bar{e}_{max}, \bar{e}_{min}$ - вектор максимальной и минимальной интенсивности трещиноватости; α, β, γ - углы между вектором и осями координат (x, y, z); $L(\bar{e})$ - математическое ожидание интенсивности трещиноватости по вектору.

Компьютерная технология предпроектного прогноза кусковатости горной массы с целью корректировки проектного удельного расхода разработана на физико-математической основе П.С. Миронова [4]. В общем случае горные породы относятся к нормально дробимым, для которых справедливо распределение Вейбулла в виде функции:

$$P(x) = 1 - e^{-k_1 * k_2 * \phi * q * x},$$

где, P - вероятность выхода кусков размером от 0 до любого заданного «x», м;

q - удельный расход энергии, Дж/м³; равен произведению удельного расхода ВВ на его теплотворную способность или «теплоту взрыва»;

ϕ - эталонная константа дробимости пород (м²/Дж); отражает расход энергии на образование единицы поверхности и зависит от свойств массива (прочности пород и среднего размера их элементарного структурного блока); определяется по графикам (рис.6).

k_1, k_2 - поправки в эталонный константе:

$$k_1 \text{ (учет детонационного импеданса)} = \sqrt{\frac{3,8 * 10^6}{\rho * c}},$$

где ρ - плотность применяемого ВВ, кг/м³;

c - скорость детонации этого ВВ, м/с.

$$k_2 \text{ (учет диаметра заряда)} = \sqrt{\frac{0,225}{d}},$$

где d – диаметр заряда, м.

$$П = 100 * e^{-k_1 * k_2 * \phi * q * x},$$

где $П$ – выход негабарита (%), т.е. выход куска выше заданного размера «х».

$$D_{cp} = \frac{1}{k_1 * k_2 * \phi * q}$$

где D_{cp} – средний размер куска во взорванной массе, м.

Решением исходного уравнения относительно q определяем проектный удельный расход ВВ, обеспечивающий заданные параметры качества взрывной подготовки горной массы.

Оценка кусковатости пород во взорванной горной массе осуществляется в целом по той же методике, что и блочности пород в откосах уступов карьера, но с одним существенным отличием. Фрагментация развала на фотоснимке выполняется полностью автоматически с использованием для этого алгоритма маркерного водораздела Ф. Мейера [5]. Каждый фрагмент характеризуется максимальным и средним линейными размерами. В итоге получаем гистограмму и график плотности вероятности размера куска породы в развале и его статистические характеристики, а также критериальные параметры, характеризующие качество взрывной подготовки горной массы (средний размер куска, выход негабарита).

Автоматизированная система оценки взрываемости горных пород на карьерах, основанная на изложенной выше методике, реализована в виде функционального модуля *BlockBlast* в среде горно-геологической ГИС ГЕОМИКС [6]. Она представляет собой совокупность функциональных модулей, каждый из которых включает одинаковое для всех ядро и программный компонент, характерный для конкретного модуля (рис. 2).



Рис. 2. Структурная и функциональная схема ГИС ГЕОМИКС

Ядро системы обеспечивает единый формат данных, их пространственно-координатную привязку, стандарт интерфейсов пользователя, сохранение и отображение картографической, цифровой и текстовой информации, в том числе как результат решения задачи в программном компоненте функционального модуля. Программный компонент – набор специальных программ, создающих интерфейс ядра с пользователем и реализующих алгоритмы решения определенных задач. Программные компоненты выполняют запрос к ядру, обрабатывают полученную информацию (решают задачи), осуществляют взаимодействие между функциональными модулями на уровне обмена данными. Программное ядро системы ГИС ГЕОМИКС включает следующие программные компоненты: БД, растровый редактор, векторный картографический редактор и редактор макетов.

Базовыми функциональными модулями ГИС ГЕОМИКС являются геологический (DrillProj), маркшейдерский (Mark) и проектирования БВР (DrillBlast). Использование прикладных программных модулей и функциональных возможностей ядра ГИС ГЕОМИКС позволяет обрабатывать первичную маркшейдерскую, геологическую и буровзрывную информацию и предоставлять её программному компоненту функционального модуля BlockBlast.

Программный компонент функционального модуля BlockBlast представляет собой комплекс программ (рис 3), реализующих алгоритмы, разработанные в соответствии с методикой и математической основой решения того или иного блока задач по оценке взрываемости пород на карьерах.

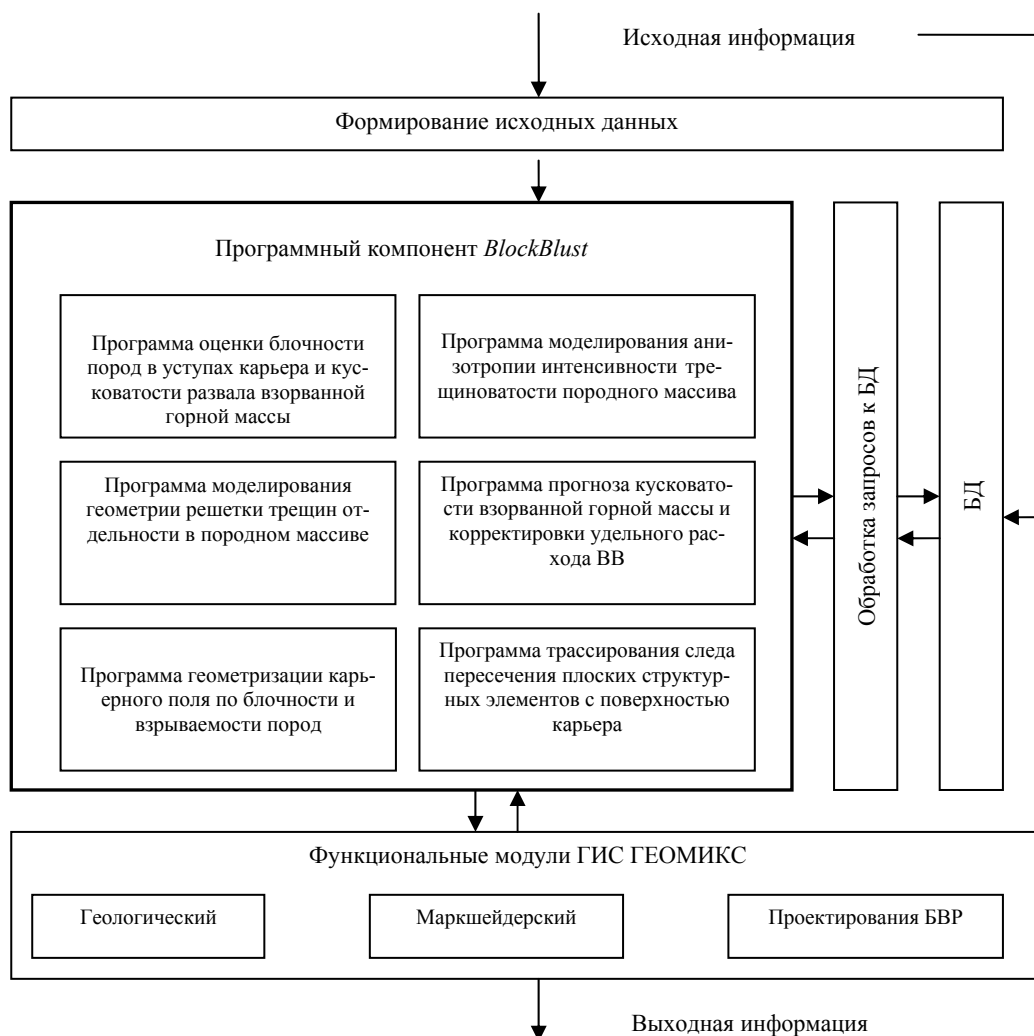


Рис. 3. Структурная и функциональная схема программного компонента BlockBlast

Исходная информация вводится посредством специально разработанных программных инструментов (диалоговое окно, геометрическая область и т.п.) и напрямую в базу данных. Структура базы данных иерархическая.



Обработка запросов к БД позволяет адаптировать программный компонент под любой формат данных, т.е. при изменении формата БД не надо переписывать каждый алгоритм программы под новый формат, необходимо лишь изменить саму функцию обработки запросов к БД. Программный компонент *BlockBlast* будучи надстройкой ГИС ГЕОМИКС, использует ее функциональные возможности (интерфейс, отображение информации, ввод и корректировка данных и т.п.). Выходной информацией являются графические, табличные и текстовые документы.

Положительные результаты апробации базовых блоков разработанной системы оценки взрываемости горных пород на карьерах Стойленского и Ковдорского ГОКов доказали ее высокую эффективность. Внедрение системы планируется после проведения опытно-методических работ по ее адаптации к производственным условиям.

Список литературы

1. Дистанционное определение элементов залегания трещин при натурном изучении деформаций уступов карьера / Дунаев В.А., Олейник О.В., Игнатенко И.М. Яницкий Е.Б // Изв. ТулГУ. Науки о земле, вып.1. – 2011. – С. 107-111.
2. Компьютерная технология трассирования следа пересечения трещины с поверхностью карьера для решения геолого-структурных задач / Дунаев В.А., Игнатенко И.М., Кабелко С.Г., Яницкий Е.Б. // ГИАБ. – 2011. – № 4. – С.71-74.
3. Якобашвили О.П. Цифровая сейсмометрия массивов горных пород на карьерах. – В кн.: Актуальные проблемы освоения месторождений и использования минерального сырья. – М.: Изд-во МГГУ, 1993. – С.71-91.
4. Оксанич И.Ф., Миронов П.С. Закономерности дробления пород взрывом и прогнозирование их гранулометрического состава. – М.: Недра, 1982. – 166 с.
5. Meyer F. Color image segmentation // The collection of materials of the International Conference on Image Processing and its Applications. – Maastricht, Netherlands, 1992. – P. 303-306.
6. Серый С.С., Дунаев В.А., Герасимов А.В. Геолого-маркшейдерская ГИС ГЕОМИКС: структура, функциональные возможности, опыт внедрения // Маркшейдерский вестник. – 2006. – №4. – С. 54-56.

SOFTWARE AND INFORMATION-ANALYTICAL SUPPORT OF THE ASSESSMENT OF ROCKS EXPLOSIBILITY IN OPEN-PITS

**V.A. Dunaev, I. M. Ignatenko,
N. A. Godovnikov,
A. N. Ovsyannikov**

*Belgorod State National Research
University, Pobedy St., 85, Belgorod,
308015, Russia
E-mail: ignat86_m@mail.ru*

Software and information-analytical support of the assessment of rocks explosibility in open pits is presented in the authors' characteristic. The technique of such assessment is stated and the automated system created on its basis in the form of the functional module in GIS the GEOMIX is described.

Key words: open-pit, blast-hole drilling, explosibility of rocks, exploded rock mass lumpiness, assessment, software, the automated system.

УДК 631.47

МОДЕЛИ ТЕХНОПЕДОГЕНЕЗА НА ФУТБОЛЬНЫХ ПОЛЯХ МОСКОВСКОГО РЕГИОНА

И.В.Замотаев¹, Д.Л.Шевелев²

¹ *Институт географии РАН,
Россия, 119017, г. Москва,
Старомонетный пер., 29
E-mail: zivigran@rambler.ru*

² *Научно-Производственный Центр
им. Пилюгина, Россия, 117342,
г. Москва, ул. Введенского, 1*

На основе почвенно-генетических исследований изучены и типизированы техно-почвы и почвоподобные техногенные образования физкультурных, спортивно-массовых и профессиональных футбольных полей Московского региона. Выявлены закономерности изменения их состава и свойств в зависимости от проявления технопедогенеза и интенсивности спортивно-техногенных воздействий. Определены генетические модели технопедогенеза на территориях футбольных полей разных функциональных групп и основные «деградационные» и «проградационные» элементарные почвообразовательные процессы.

Ключевые слова: футбольные поля, техно-дерново-подзолистые почвы, почвоподобные техногенные образования, элементарные почвообразовательные процессы, модели технопедогенеза.

Введение

Нарушенные почвы (НП) и почвоподобные техногенные образования (ПТО) футбольных полей (ФП), созданные по образу и подобию естественных почв, являются одними из наиболее сложных объектов многопланового комплексного взаимодействия техногенных и природных процессов, испытывающих постоянную эволюцию во времени [2, 3, 7-10]. Их свойства, модели технопедогенеза мало изучены, что затрудняет выявление причин деградации спортивных газонов, которые обычно связывают с неудовлетворительной агротехникой, погодными условиями и чрезмерной эксплуатацией [1, 4, 6]. Кроме того НП и ПТО нуждаются в систематике, требуют постоянного мониторинга их эколого-геохимического состояния, адаптации к различным природно-климатическим зонам России.

Объекты и методы исследования

Опорными для описания и анализов были выбраны НП и ПТО 15 футбольных полей Московского региона, которые резко различаются по функциональному назначению (физкультурные, спортивно-массовые и профессиональные), техногенным условиям и свойствам. Исследования носили классический почвенно-генетический характер с использованием сравнительно-географического и сравнительно-хронологического методов. Почвенные анализы выполнены в лабораториях Института географии РАН и Почвенного института им. В.В.Докучаева по стандартным методикам, принятым для характеристики дерново-подзолистых почв.

Факторы почвообразования на футбольных полях

Климат Московского региона – умеренно континентальный со среднегодовым количеством осадков от 478 до 666 мм. Коэффициент увлажнения на протяжении всего периода вегетации – обычно больше единицы, что обеспечивает промывной тип водного режима на всей территории региона. Выбранные для исследования разрезы приурочены в основном к террасам рек и плакорным участкам на водоразделах. Растительный покров представлен двумя сообществами травянистых растений: а) естественного происхождения (злаково-разнотравный) на физкультурных ФП и б) искусственно сформированным из газонных трав (райграс пастбищный, овсяница красная, мятлик луговой и др.) на спортивно-массовых и профессиональных футбольных полях.

На физкультурных ФП почвообразующие породы представлены моренами, покровными суглинками, древнеаллювиальными и флювиогляциальными песчано-супесчаными отложениями, двучленными наносами и др. На спортивно-массовых ФП почвообразующими породами являются природно-искусственные сконструированные субстраты мощностью до 50 см, на профессиональных полях – искусственные субстраты мощностью 50-80 см. Они состоят из трех горизонтов [2, 3, 7-10]: биогенного поверхностного насыпного (I) и двух минеральных – подповерхностного насыпного (II) и почвенного (III).

Техногенный комплекс факторов почвообразования включает: 1) спортивные воздействия, приводящие к нарушению целостности газона; 2) агротехнический «уход» за газоном, определяющий геохимические, геофизические и механические нагрузки. При этом толщи ФП разных функциональных групп сильно различаются по набору агротехнических мероприятий, интенсивности и регулярности спортивной нагрузки (рис. 1).



Рис. 1. Техногенный комплекс факторов почвообразования на физкультурных и спортивно-массовых футбольных полях

ПТО профессиональных полей («Спартак», п. Черкизово, М.О.) подвержены наиболее высоким техногенным нагрузкам, которые составляют «спортивный техногенез» [7-11], и включают обильный полив, подогрев, пескование (120 м³), внесение азотных (карбамид, аммиачная селитра), калийных и комплексных удобрений (нитрофоска, азофоска, кемира газонная и др.; от 1 до 3 т), землевание (40 м³), технотурбации и регулярные спортивные воздействия (40-60 часов в месяц).

НП спортивно-массовых полей испытывают преимущественно умеренные нагрузки («Старт», «Наука», РУДН, «Искра», г. Москва; «Знамя», г. Ногинск; ФП г. Подольск; «Торпедо», г. Мытищи). На эти поля вносится меньше минеральных удобрений (100-500 кг), песка (20-30 м³) и «готового» органического вещества при землевании (10 м³). Расход воды на полив в целом значительно ниже, отсутствует система техногенного прогревания почв, не везде проводится аэрация поверхностных горизонтов; спортивная нагрузка составляет 20-30 часов в месяц. Для почв физкультурных ФП («Салют», М.О.; ФП, г. Воскресенск, М.О.) характерна наименьшая спортивно-техногенная нагрузка (рис. 1).

Результаты и их обсуждение

По характеру строения профиля и свойствам исследованные образования разделены на три морфотипа, соответствующие трем выше рассмотренным степеням спортивно-техногенной нагрузки: 1) техногенно-естественные почвы – на физкультурных полях; 2) техногенно-измененные почвы – на спортивно-массовых полях; 3) почвоподобные техногенные образования (ПТО) или примитивные квазиземы – на профессиональных полях.

«Идеальная» (или «нормальная» природная) модель педогенеза - техногенно-естественные почвы. На покровных суглинках в Московском регионе на физкультурных ФП под естественной злаково-разнотравной растительностью с большим количеством сорной растительности формируются дерново-подзолистые почвы с измененными верхними горизонтами (со слабыми признаками техногенеза). Они имеют серогумусовый (дерновый) антропогенно-преобразованный аккумулятивный горизонт А, элювиальный горизонт Е1, разделяющийся на два подгоризонта: верхний палевый и нижний – светлый. Переходный субэ-

лювиальный горизонт $VitEl(g)$ представлен комбинацией светлых и бурых фрагментов, различающихся по гранулометрическому составу и структуре, содержит железистые конкреции. Сменяется бурым с красноватым оттенком текстурным горизонтом $Vit(g)$, в котором выражены признаки иллювиирования гумусово-глинистого и тонкопылеватого вещества в виде многослойных кутан на педах. Признаки оглеения проявляются в виде отдельных сизоватых и ржавых разводов и пятен.

При строительстве, 30-50 лет назад, верхние горизонты естественных почв подвергались перемешиванию с песком и в настоящее время обнаруживают сходство с аккумулятивно-гумусовым горизонтом природных почв под травянистыми растительными сообществами. Трансформированные верхние горизонты имеют супесчаный крупнопылегато-мелкопесчаный состав (табл. 1), элювиальные горизонты сложены пылеватым суглинком, нижние текстурные горизонты – пылеватым тяжелым суглинком.

Таблица 1

Гранулометрический состав техногенно-естественных почв

| Горизонт | Глубина образца, см | Содержание фракций (%). размер частиц, мм | | | | | | | |
|---|---------------------|---|-----------|-----------|------------|-------------|--------|-------|------|
| | | 1-0.25 | 0.25-0.05 | 0.05-0.01 | 0.01-0.005 | 0.005-0.001 | <0.001 | <0.01 | >1 |
| Разрез 2-ДШ-07. дерново-палево-подзолистая глееватая почва («Салют». М.О.) | | | | | | | | | |
| A1 | 2-10 | 7.50 | 55.95 | 23.55 | 4.27 | 4.34 | 4.39 | 13.0 | 1.18 |
| Elf | 10-20 | 0.81 | 0.60 | 59.26 | 12.89 | 11.11 | 15.33 | 39.33 | 0.16 |
| EL | 20-30 | 1.47 | 4.18 | 54.42 | 13.37 | 15.63 | 10.93 | 39.93 | 0.10 |
| ELBit(g) | 30-52 | 0.47 | 2.65 | 48.69 | 8.11 | 13.03 | 27.05 | 48.19 | 0.10 |
| Разрез 3-ДШ-07. дерново-подзол (ФП. г. Воскресенск. М.О.) | | | | | | | | | |
| A1 | 2-15 | 20.12 | 44.31 | 20.07 | 3.64 | 6.22 | 3.64 | 13.5 | 0.13 |
| Eh | 15-25(30) | 20.58 | 43.14 | 20.43 | 6.28 | 6.27 | 3.30 | 15.85 | 0.43 |
| E | 25(30)-45 | 19.29 | 43.90 | 23.31 | 4.50 | 5.79 | 3.21 | 13.5 | 0.04 |
| IIВf | 45-75 | 22.07 | 51.19 | 17.50 | 3.22 | 3.05 | 2.97 | 9.24 | 0.05 |

Физико-химические характеристики соответствуют природным аналогам, за исключением гумусового горизонта. Реакция среды нейтральная в серогумусовом горизонте, близкая к нейтральной в элювиальной части профиля ($pH_{вод.} = 6.3$). С глубины 30 см в гор. $ELBit(g)$ реакция становится слабокислой ($pH = 5.5$). Емкость поглощения невысокая. Для гумусового профиля характерно высокое содержание гумуса (6.6%) в гор. $A1$, в верхнем палево-подгоризонте оно резко снижается до 1.3%. Ниже количество гумуса постепенно уменьшается (0.5-1.0%), он пропитывает почвенную массу глееватых горизонтов $Vit(g)$ - $B2tg$. По основным элементам питания природные почвы бедны подвижными формами соединений фосфора (3. мг/100 г) и калия (4. мг/100 г).

На песчано-супесчаных субстратах на ФП под естественной злаково-разнотравной растительностью формируются дерново-подзолистые почвы с иллювиальным горизонтом, обогащенном преимущественно железом, алюминием и гумусом или дерново-подзолы со слабыми признаками техногенеза согласно Классификации и диагностики почв России, 2004 [12]. В профиле этой почвы после 2 см слоя дернины идет супесчаный серогумусовый (дерновый) горизонт ($A1$), имеющий комковатую структуру. Мощность серогумусового горизонта достигает 15 см. В этом горизонте присутствует примесь бытового и строительного мусора (обломки битого кирпича, бумага и др.).

Ниже находится супесчаный горизонт Eh с непрочной плитчатой структурой; его мощность колеблется от 10 до 15 см. Прокрашен гумусом за счет его выноса из дернового горизонта. Ниже залегает хорошо выраженный подзолистый горизонт E , имеющий очень непрочную плитчатую структуру и значительную мощность (до 20 см). Далее выделяется слабовыраженный песчаный альфегумусовый (иллювиально-железистый) горизонт, характеризующийся ржаво-охристой окраской и низким содержанием иллювиированного гумуса и ила.

Дерново-подзолы по всему профилю имеют нейтральную реакцию (pH от 6,45 до 6,8). Содержание гумуса в серогумусовом горизонте составляет 3 %. Его распределение в профиле имеет аккумулятивный характер. Емкость поглощения в поверхностном горизонте 5-10 мг-экв./100 г. Подзолистый горизонт содержит около 0,5-0,9 % гумуса. Распределение иллювиальной фракции не дифференцировано по профилю в связи с его легким гранулометрическим составом (табл.1).

«Техногенно-осложненная» модель педогенеза – техногенно-измененные почвы. На спортивно-массовых футбольных полях на природно-искусственных субстратах формируются техно-дерново-подзолистые почвы. Верхние горизонты (гор. I) изученных профилей состоят из насыпного органико-минерального материала, достаточно хорошо проработанного



почвообразованием, в том числе дождевыми червями. Они густо пронизаны корнями трав и отличаются серой и буровато-серой окраской, высокой однородностью строения, хорошей оструктуренностью, уплотненным сложением, наличием примеси песка и дресвы карбонатных и кристаллических пород. Мощность поверхностного гумусированного горизонта составляет 10-20 см.

Ниже по профилю выделяются подповерхностные минеральные гор. II, имеющие бурую и желтовато-бурю окраску, ореховатую или неясно выраженную структуру. Они характеризуются разным гранулометрическим составом, поскольку формируются из насыпных песчаных, супесчаных, щебнистых слоев и их различных комбинаций мощностью от 20 до 40 см. Скелетный материал иногда представлен антропогенными включениями в виде обломков и крошки битого кирпича, углистых частиц и другого строительного материала. Насыпные горизонты активно вовлечены в процессы почвообразования и формируют транзитную зону для нисходящих и восходящих потоков влаги и растворов. Одновременно в этих горизонтах происходит аккумуляция иллювирированного гумуса и твердых частиц, как следствие проявления лессиважа и партлювации. На гранях структурных отдельностей и обломочного материала обнаруживаются пылевато-глинисто-гумусовые кутаны.

Нижняя часть профиля (гор. III) техно-дерново-подзолистых почв представлена погребенными субиллювиальными гор. BE1 и/или иллювиальными B естественных почв. В ряде случаев в отдельных горизонтах наблюдаются следы оглеения, которые проявляются неравномерной сизо-охристой окраской гор. B2g и B3g («Торпедо» г. Мытищи).

Физические, химические и агрохимические свойства техно-дерново-подзолистых почв чрезвычайно разнообразны по вертикальному профилю (табл. 2; рис. 2).

По гранулометрическому составу и характеру его дифференциации условно выделены два типа дифференциации (рис. 5; табл. 2): дифференцированный и не дифференцированный [8, 9]. Для первого типа характерна облегченная («Наука», г. Москва, супесь/средний суглинок; «Старт», г. Москва, легкий суглинок/тяжелый суглинок) или более тяжелая верхняя часть профиля («Торпедо», г. Мытищи, средний, тяжелый суглинок/легкий суглинок, супесь; ФП, г. Подольск, легкая глина/средний суглинок) для второго – преимущественно легкий состав по всему профилю (супесь; «Знамя», г. Ногинск).

Таблица 2

Гранулометрический состав техно-дерново-подзолистых почв

| Горизонт | Глубина образца, см | Содержание фракций (%). размер частиц, мм | | | | | | | |
|---|---------------------|---|-----------|-----------|------------|-------------|--------|-------|-------|
| | | 1-0.25 | 0.25-0.05 | 0.05-0.01 | 0.01-0.005 | 0.005-0.001 | <0.001 | <0.01 | >1 |
| Разрез 1-ДШ-07 («Старт». г. Москва) | | | | | | | | | |
| A1 | 3-10 | 23.56 | 17.01 | 32.83 | 10.59 | 6.65 | 9.36 | 26.60 | - |
| II D1ca | 10-20 | Мелкий и средний щебень известковистых песчаников | | | | | | | |
| III B1 | 20-30 | 5.65 | 3.56 | 49.30 | 11.20 | 9.71 | 20.58 | 41.49 | - |
| B2 | 30-40 | 36.06 | 10.50 | 27.98 | 5.88 | 5.30 | 14.28 | 25.46 | - |
| [IV B1] | 50-60 | 15.29 | 23.38 | 25.34 | 4.05 | 8.58 | 23.36 | 35.99 | - |
| Разрез 5-ДШ-07 («Наука». г. Москва) | | | | | | | | | |
| Ad | 0-5(6) | 43.20 | 24.93 | 17.27 | 4.19 | 4.51 | 5.90 | 14.60 | 3.12 |
| A1 | 6-18(20) | 33.46 | 24.15 | 14.16 | 5.54 | 6.08 | 6.61 | 18.23 | 9.71 |
| A1B1 | 18(20)-32 | 33.19 | 28.75 | 20.31 | 5.62 | 5.90 | 6.23 | 17.75 | 4.05 |
| II B1 | 32-40 | 49.43 | 27.01 | 10.73 | 3.30 | 3.68 | 5.85 | 12.83 | 4.12 |
| [III B2] | 40-45 | 28.67 | 22.48 | 15.65 | 3.32 | 9.88 | 22.00 | 35.20 | 3.87 |
| Разрез 7-ДШ-07 («Знамя». г. Ногинск) | | | | | | | | | |
| Ad | 0-3 | 54.81 | 18.54 | 11.78 | 3.25 | 5.12 | 6.50 | 14.87 | 4.01 |
| A1 | 3-8 | 40.42 | 23.55 | 18.42 | 5.67 | 5.58 | 6.36 | 17.61 | 4.49 |
| II A1₂D | 8-23 | Мелкий щебень с примесью супесчаного материала | | | | | | | |
| III A1B1 | 23-30 | 13.68 | 71.07 | 6.05 | 2.24 | 3.13 | 3.83 | 9.20 | 12.01 |
| [IV B1f] | 42-65 | 71.23 | 12.45 | 7.26 | 1.42 | 1.99 | 5.65 | 9.06 | - |

Примечание. Прочерк – нет данных

Под воздействием агротехнических воздействий (полив, внесение минеральных удобрений и технотурбации) в ряде техно-дерново-подзолистых почв (например, «Старт», г. Москва) происходит утяжеление состава и дифференциация всего профиля по элювиально-иллювиальному типу. Это обусловлено, по всей видимости, элювированием тонкодисперсного материала и его последующей аккумуляцией в нижележащих горизонтах. Максимум илистой фракции в техно-дерново-подзолистых почвах в подповерхностных горизонтах II и на контакте с погребенными горизонтами почв III обусловлен именно этими причинами, что ди-

агностируется микроморфологически и аналитически позволяет классифицировать их как *лес-сивированные*.

Как правило, техно-почвы переуплотнены с поверхности, что является результатом спортивных воздействий. Наличие переуплотнения в поверхностном слое (плотность выше 1.53 г/см³, твердость – 40 кг/см²) служит основанием для выделения среди них подтипа технопереуплотненных дерново-подзолистых почв.

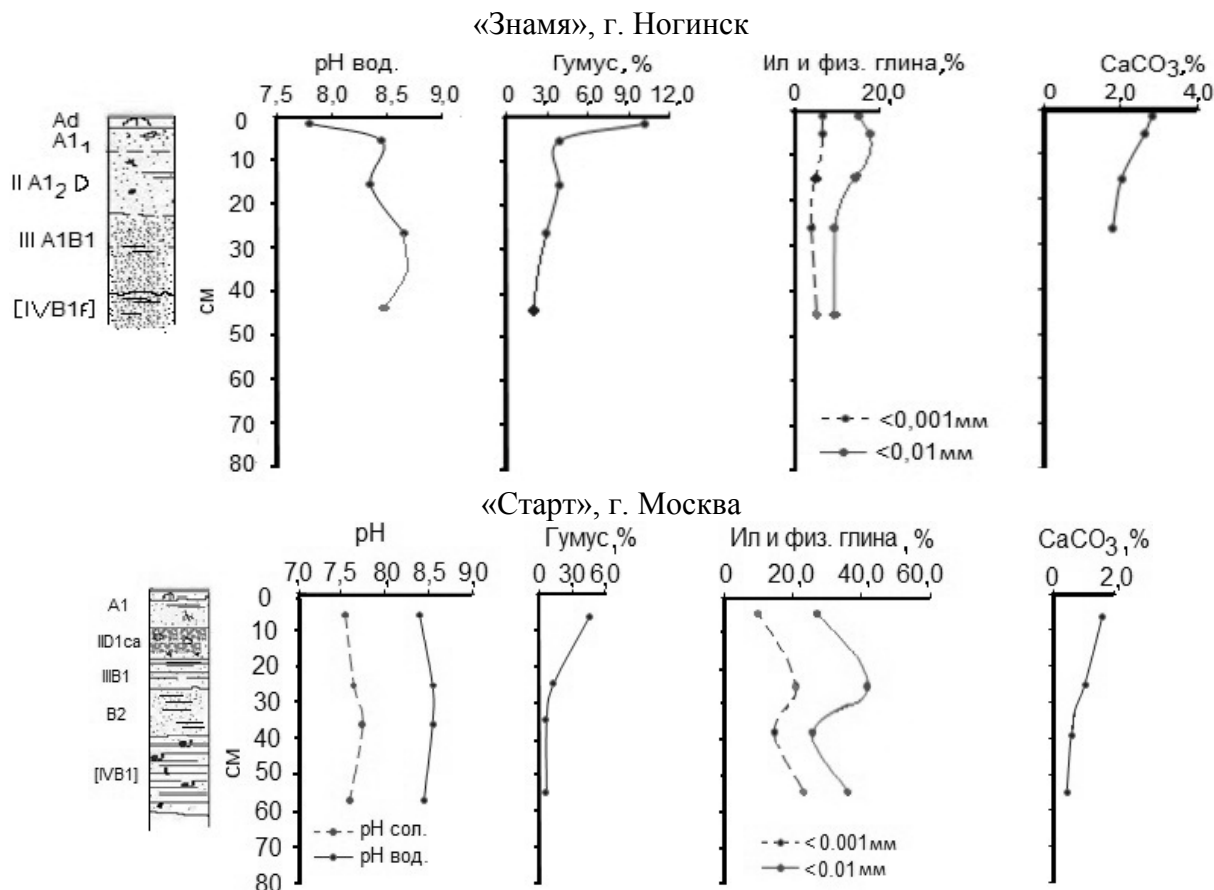


Рис. 2. Некоторые физические и химические свойства техно-дерново-подзолистых почв

Величина кислотности поверхностного горизонта техно-дерново-подзолистых почв колеблется в широких пределах, но преобладают почвы с щелочной ($pH_{вод.}=7.8-8.5$) и сильно-щелочной ($pH_{вод.}=8.6$) средой (рис. 2). Реакция среды у техно-дерново-подзолистых почв обычно выше, чем у природных дерново-подзолистых почв, и соответствует большинству урбаноземов г. Москвы [5, 13, 14]. Причиной является высвобождение кальция и магния под действием осадков и полива из щебня и дресвы карбонатных пород, битого кирпича (использовались при строительстве) и мусора, имеющих щелочную среду. Отличия по содержанию карбонатов (1.1–10.4%) обусловлены исходной неоднородностью насыпных и подстилающих субстратов. Практически повсеместно наблюдается постепенное уменьшение реакции среды с глубиной. Исключение составляет только разрез 4-ДШ-08 (ФП, г. Подольск), где на глубине 60-80 см в погребенном горизонте В1са (III) отмечено большое количество остаточных щебня и дресвы карбонатных пород. Такие почвы отнесены нами к остаточно-карбонатному подтипу техно-дерново-подзолистых почв ($CaCO_3, \%=5.7\%$).

Техно-дерново-подзолистые почвы по сравнению с природными имеют и другое соотношение в составе обменных катионов. Наиболее богаты обменным Ca^{++} (13.0-34.0 мг-экв/100 г) поверхностные горизонты техно-дерново-подзолистых почв. Содержание обменного магния (2.0-4.0 мг-экв/100 г) намного ниже. Такие значения близки к показателям сильноокультуренных дерново-подзолистых почв, что обусловлено главным образом значительным содержанием гумуса. Оно колеблется от 3.5 до 10.1 %, отношение Сг.к./Сф.к.=0.48-0.52, что свидетельствует о преобладании в их поверхностных горизонтах фульвокислот. Пестрота содержания гумуса главным образом обусловлена главным образом исходной неоднородностью органоминеральных горизонтов. С глубиной содержание гумуса либо резко падает, либо отмечается более



растянутый гумусовый профиль (1.2-1.4% на глубине 40-50 см), что может указывать на проявление гумусово-иллювиального процесса (рис. 2).

По содержанию основных элементов питания гумусовые горизонты сильно различаются между собой, что является следствием 1) исходной неоднородности органоминеральных горизонтов при их создании и 2) неравномерного внесения минеральных удобрений. Содержание подвижных форм P_2O_5 (26.73-42,5 мг/100 г) в гумусовых горизонтах техно-дерново-подзолистых почв больше, чем в лесных и меньше, чем в агродерново-подзолистых почвах (5-10 и до 60 мг/100 г).. Содержание подвижного K_2O (20.71-24.44 мг/100 г) выше, чем в дерново-подзолистых почвах (7-15 мг/100 г), и соответствует почвам городских ботанических садов и большинству урбаноземов Москвы [5, 13, 14].

«Комбинированная техногенно-преобразованная» модель педогенеза - почвоподобные техногенные образования. На профессиональных футбольных полях (возраст 5 лет) формируются *примитивные квазиземы*. Они имеют профиль искусственного строения, состоящий из рулонной дернины (Ад) и гумусового насыпного горизонта, разделенного на два подгоризонта (А₁ и А₁₂), почвы-донора с элементами комковатой структуры. Горизонт содержит включения торфа и мелкой дресвы. Ниже залегают насыпные минеральные слои песчано-супесчаного гранулометрического состава с очень слабыми признаками иллювиальных почвенных процессов, оглеения и цементации.

Примитивные квазиземы имеют дифференцированный по гранулометрическому составу профиль (табл. 3): а) более тяжелый в верхней его части по сравнению с нижней. Содержание фракции >1 мм варьирует от 12 до 18%, что обеспечивает хороший дренаж всей поверхностной толщи ПТО. Для примитивных квазиземов характерна высокая плотность сложения 1,20 г/см³.

Таблица 3

Гранулометрический состав примитивного квазизема

| Горизонт | Глубина образца, см | Содержание фракций (%), размер частиц, мм | | | | | | | |
|---|---------------------|---|-----------|-----------|------------|-------------|--------|-------|-------|
| | | 1-0.25 | 0.25-0.05 | 0.05-0.01 | 0.01-0.005 | 0.005-0.001 | <0.001 | <0.01 | >0.05 |
| Разрез 1-ДШ-09 ("Спартак", п. Черкизово, Московская обл.) | | | | | | | | | |
| IA ₁ | 2-4 | 15.31 | 31.78 | 16.24 | 6.53 | 5.19 | 24.95 | 36.67 | 47.09 |
| IIA ₁₂ | 4-10 | 38.63 | 22.43 | 19.43 | 4.71 | 6.65 | 8.15 | 19.51 | 61.06 |
| III D | 20-30 | 74.98 | 19.09 | 2.80 | 0.85 | 0.56 | 1.72 | 3.13 | 94.07 |

Величина pH в квазиземе колеблется от слабощелочной ($pH_{вод.} = 7.3$) в корнеобитаемом слое до сильнощелочной ($pH_{вод.} = 9.0$) в подповерхностных минеральных горизонтах. Это связано с остаточным карбонатным материалом (песок и дресва), внесенным в ПТО при строительстве футбольного поля. Как показали проведенные исследования, при создании поверхностных и подповерхностных горизонтов ПТО был использован окарбончатый песок, что с течением короткого времени (нескольких лет) привело к подщелачиванию профиля (горизонты вскипают от HCl). Об этом также свидетельствует максимум $pH_{вод.} = 9.0$ в слое на глубине 20-30 см, который сложен карбонатным песком ($CaCO_3$, %=11.17).

Максимальное содержание гумуса (3.7 %) наблюдается в слое 0-4 см, затем постепенно снижается с глубиной. В подповерхностном горизонте (II) на глубине 20-30 см его содержание составляет 0.3%, что может указывать на проявление гумусово-иллювиального процесса. Содержание поглощенных оснований Ca^{++} и Mg^{++} в поверхностных горизонтах квазизема достаточно высокое, в особенности Ca^{++} (21.00 мг-экв./100 г почвы). Это признак, который косвенно указывает на значительное внесение минеральных удобрений. Можно утверждать, что по данному показателю квазизем имеет высокую потенциальную емкость поглощения, а травы обеспечены необходимыми для роста элементами.

Органоминеральные слои квазизема имеют высокий уровень их обеспеченности элементами питания ($P_2O_5=163.17$ и $K_2O=24.61$ мг на 100 г почвы), что, безусловно, является следствием внесения минеральных удобрений и создает благоприятные почвенные условия для формирования устойчивого травяного покрова.

Примитивные квазиземы по своим свойствам являются близкими аналогами естественных слаборазвитых почв. С течением времени (50-75 лет) они трансформируются в дерновые квазиземы с полноразвитым профилем – более продвинутой стадии технопедогенеза на профессиональных футбольных полях [8].

Элементарные почвообразовательные процессы. Для гумидных климатических условий Московского региона природно-техногенное почвообразование представляет собой постоянную конкуренцию, «борьбу» трех трендов: 1) «проградационного» аккумулятивного

(наращивание агрономически важных свойств); 2) «деградационного» элювиального (ослабление, стирание этих свойств) и 3) «химически-деградационного» (подщелачивание, окарбоначивание, загрязнение тяжелыми металлами).

Гумусонакопление. Процесс гумусонакопления заключается в формировании соответствующих горизонтов – дернового и дернины. На физкультурных ФП в городских лесах и лесопарках с злаково-разнотравным фитоценозом сохраняется естественный биологический круговорот и процесс протекает практически как в фоновых дерново-подзолистых почвах. В технодерново-подзолистых почвах спортивно-массовых полей и ПТО под искусственным фитоценозом (спортивным газоном) при регулярном управлении человеком процесс заключается в преобразовании органического вещества почвы-донора. Он проявляется в высоком содержании гумуса (3.5-10.1%), обилии копролитов, в развитии мощной дернины (до 5 см) с большим количеством корней, высоким содержанием фосфора, калия, интенсивно участвующих в биологическом круговороте, а также обменных Ca^{2+} и Mg^{2+} .

Оструктуривание. Хорошая структура гумусовых горизонтов создается главным образом корнями газонных трав. Ее созданию способствуют и агротехнические мероприятия. Структурный состав поверхностного горизонта также тесно связан с гумусовым состоянием почвенной массы, активностью разложения органического вещества, создающего водопрочные агрегаты. Ежегодная дегумификация технодерново-подзолистых почв и ПТО на фоне регулярного механического воздействия спортсменов приводит к разрушению макро- и микроструктуры, ее деградации. Она выражена в появлении глыбистых агрегатов.

Данные микроагрегатного анализа почв демонстрируют заметные различия технодерново-подзолистых почв по характеру оструктуренности гумусовых горизонтов. Поверхностные дерновые горизонты технопочв «Искра» (г. Москва) имеют наиболее высокую микрооструктуренность ($K_d = 1.01$), что связано с высоким уровнем агротехники на этом ФП. При низком уровне агротехники показатели микроагрегированности технодерново-подзолистых почв («Старт», г. Москва; «Торпедо», г. Мытищи) существенно ниже ($K_d = 6.09-9.34$), что связано с сильным переуплотнением их поверхности вследствие спортивных воздействий.

Уплотнение поверхностного горизонта – обязательное следствие регулярных спортивных воздействий. Плотность слоения в технопочвах и ПТО, равно как и твердость, сильно варьирует в пространстве ФП в зависимости от функциональных зон и степени их физико-механической деградации. Разная твердость формирует локальные поверхностные водоупоры, т.н. «аварийные зоны» ФП (вратарские, штрафные, угловые, зоны безопасности и 11-е метровые отметки) – «горячие точки», локальные очаги деградации технопочв и ПТО [8].

Окарбоначивание сопровождается подщелачиванием почв до 8.5 и увеличением содержания кальция, магния и гидрокарбонатов за счет растворения карбонатов разного происхождения. Карбонаты входят в состав дренирующих компонентов подповерхностного горизонта II (дресва и щебень карбонатных пород, битый кирпич), песка, используемого для улучшения несущего слоя газона, а также пыли, поступающей на поверхность ФП от техногенных источников загрязнения (цементная, строительная промышленность, теплоэнергетика) в промышленных городах Московского региона (Москва, Подольск, Ногинск).

Микроморфологические исследования показали, что карбонаты в профиле НП и ПТО встречаются как в виде многочисленных включений крупнопылеватой и песчаной размерности, так и в форме крупных остаточных обломков (рис. 3). Ca и Mg , освобождающиеся из них вызывают окарбоначивание верхней и срединной частей профиля.

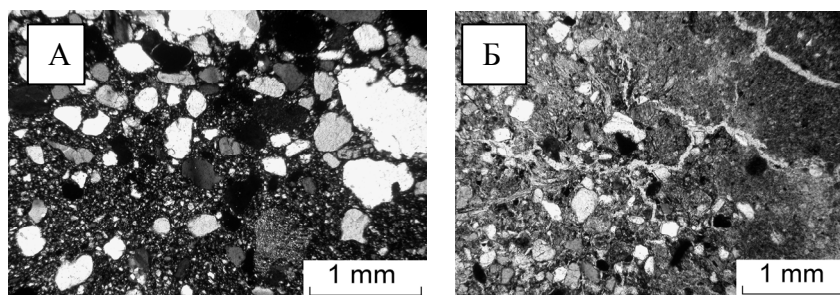


Рис. 3. Карбонаты в примитивных квазиземах: А – плазменно-песчаный прослой с включением обломков карбонатных пород – следствие пескования («Спартак» п. Черкизово, 5-10 см, X N); Б – включения карбонатных обломков в поверхностном горизонте («Спартак» п. Черкизово, 10-15 см, II N)

Миграция твердого вещества почв. В профилях техногенно-измененных почв ФП имеют место две формы миграции твердого вещества в почвах – партлювация (нисходящий перенос суспензий песка, пыли и ила) и лессиваж (суспензии тонкодисперсных фракций). Условия для проявления этих процессов весьма благоприятны, особенно в ПТО профессиональных футбольных полей. Агротехнические мероприятия способствуют рыхлению почвенной массы и созданию порового пространства, т.е. «каналов миграции». Структурные агрегаты дробятся и частично разрушаются, минеральные удобрения способствуют пептизации мелкозема. Поэтому нисходящая миграция тонкодисперсных фракций в техно-дерново-подзолистых почвах и ПТО действует более активно, чем в дерново-подзолистых почвах.

Сферой выноса твердого вещества при его элювиально-иллювиальном перераспределении в профилях техно-почв и ПТО ФП являются поверхностные горизонты. Подповерхностные и лежащие ниже горизонты являются зоной иллювиирования, «реципиентом» мигрирующих твердых веществ. В дренирующих слоях техно-почв и ПТО из-за увеличения плотности происходит осаждение ряда мигрирующих веществ, например, частиц песка и крупной пыли. Об этом свидетельствует характер кривых твердости по профилю, который показывает наличие переуплотненных участков (до 34 мм), которые изначально при строительстве ФП имеют более легкий гранулометрический состав и рыхлое сложение. Миграция и аккумуляция ила наблюдается во всей иллювиальной толще, вплоть до подпочвенных слоев. Часть ила поступает с дренажным стоком в колодцы по периферии ФП, на дне которых он аккумулируется.

Оглеение. Наиболее отчетливо и длительно оно выражено в верхних горизонтах ПТО («Спартак», п. Черкизово) на контакте с уплотненными слоями весной в период таяния, а также осенью в период максимума осадков. Признаки оглеения локально присутствуют и в подповерхностных иллювиальных горизонтах в виде сизоватой окраски минеральной массы. Нижние горизонты дерново-подзолистых суглинисто-глинистых почв ФП могут быть стабильно глееватыми.

Неблагоприятные физические свойства ряда почв и ПТО, их переувлажнение стимулируют процесс образования конкреций («оксидогенез»). Конкреции встречаются в разных генетических горизонтах дерново-подзолистых почв, их максимум приурочен к элювиальной части профиля. Так, например, в дерново-палево-подзолистой глееватой почве на покровных суглинках заметное содержание конкреций наблюдается только в гор. А1Е1-Е1; здесь они мелкие, полутвердые, Fe-гумусовые. В ПТО максимум конкреций также наблюдается в верхнем органоминеральном горизонте, но здесь конкреции мелкие, Fe-Mn-ые. В то же время, как отмечалось выше, вследствие лессиважа и партлювации в профиле ПТО «Спартак» (п. Черкизово) наблюдается кольматаж подповерхностной толщи и усиление ее роли как водоупора (рис. 4). Режим переувлажнения-оглеения приобретает пульсирующий характер, усиливается локальная сегрегация и цементация в подповерхностной толще II профиля.

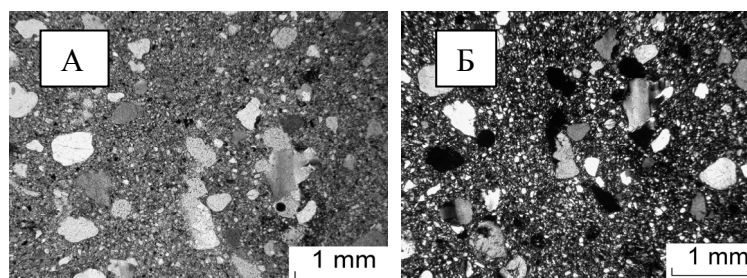


Рис. 4. Цементированный уплотненный песчано-тонкопылеватый материал, не имеющий пор и трещин в подповерхностном горизонте примитивного квазизема («Спартак» п. Черкизово, В - // N; Г - X N).

Миграция гумусовых соединений. В техно-дерново-подзолистых почвах и ПТО ФП все процессы совершаются более интенсивно, чем в естественных условиях, в том числе и трансформация органического вещества, ввиду технотурбаций, полива, внесения «готового» органического вещества (землевание) и особенностей педоклимата. Цикличность процесса обусловлена ежегодным поступлением остатков газонных трав. При этом органическое вещество расходуется не только на питание трав, но минерализуется актиномицетами, численность которых в ПТО на два порядка выше, чем в дерново-подзолистой почве [8]. Гумусовые соединения связываются глинистой частью почв, мигрируют в форме комплексных органоминеральных соединений и осаждаются в подповерхностных иллювиальных горизонтах. На это ясно указывает увеличение содержания гумуса в профилях техно-почв на глубинах 42-47см

(«Старт», г. Москва) и 55-60 см («Торпедо», г. Мытищи) (рис. 2). Морфологическое описание исследуемых техно-дерново-подзолистых почв также подтверждает аккумуляцию гумусового материала. Некоторая часть этого материала теряется с дренажным стоком [2; 8, 9].

Загрязнение тяжелыми металлами и мышьяком. В связи с исходной неоднородностью органоминеральных горизонтов НП и неравномерным поступлением ТМ из атмосферы, а также привносом с удобрениями их распределение характеризуется значительной пестротой, как по вертикальному профилю, так и в разных городах региона.

Самую низкую степень загрязнения ТМ и мышьяком имеет дерново-подзол физкультурного ФП. Суммарный показатель загрязнения ассоциацией микроэлементов (Z_c) равен 5.5. Более высокая степень загрязнения характерна для техно-дерново-подзолистых почв спортивно-массовых ФП. Максимальное накопление токсичных микроэлементов ($Z_c=57.9$) наблюдалось в техно-дерново-подзолистой почве стадиона "Наука" в г. Москве (Северно-Западный административный округ), что, главным образом, связано с выбросами автотранспорта и промышленных предприятий. Отмечается тренд зависимости уровней загрязнения НП и состава токсикантов от почвенно-геохимических факторов: содержания гумуса, pH , гранулометрического состава, в частности, содержания физической глины.

Заключение

Набор, сочетания и специфика почвообразовательных процессов в разных группах почв и ПТО ФП, как показывают проведенные исследования, неодинаковы. Даже внутри одной общности техно-дерново-подзолистых почв они приобретают черты, соответствующие какому-либо из трендов почвообразования: «проградационному» или «деградационному» или в почвенном профиле присутствуют признаки обоих направлений.

Неустойчивость свойств в профилях НП и ПТО заключается в том, что, с одной стороны, физическая и химическая деградация приводит к выщелачиванию питательных элементов, оглеению, лессиважу и партлювации, миграции гумусовых соединений, окарбоначиванию, сегрегации и цементации, уплотнению, подщелачиванию и загрязнению ТМ. Эти процессы способны вывести из функционального состояния любое искусственное созданное спортивное сооружение, включая ФП. С другой стороны отмечается восстановление и улучшение свойств ряда техно-почв и ПТО агротехногенным воздействием (гумусонакопление, комковато-зернистое оструктурирование, разуплотнение).

Почвы физкультурных ФП, испытывающие влияние деятельности человека только в пределах верхнего горизонта, развиваются по «идеальной» природной модели почвообразования и мало чем отличаются по процессам, строению и свойствам от фоновых почв окружающих территорий. На спортивно-массовых ФП реализуется «техногенно-осложненная» модель почвообразования; вертикально-профильная дифференциация сочетается с техногенным привносом на поверхность твердофазного и хемогенного материала в малых количествах (аккумулятивно-седиментационная и аккумулятивно-хемогенная модель). ЭПП, формирующие профили техно-дерново-подзолистых почв, существенно отличаются от фоновых как интенсивностью некоторых процессов, так и появлением качественно новых, например, окарбоначивания и подщелачивания.

Для ПТО профессиональных ФП характерно развитие одновременно в нескольких моделях педогенеза («комбинированная техногенно-преобразованная» модель). «Идеальный» педогенез сочетается с комбинациями явлений технотурбации (*турбационная модель*), с аномальными поверхностными хемогенными (аккумулятивно-хемогенная модель) и твердофазными поступлениями материала на поверхность (аккумулятивно-седиментационная модель).

Список литературы

1. Абрамшвили Г.Г. Спортивные газоны. Методическое пособие для работников стадионов и спортивных баз, занимающихся эксплуатацией футбольных полей. – М.: Советский спорт, 1988. – 157 с.
2. Белобров В.П., Замотаев И.В. Почвообразование на футбольных полях // Южно-Российский вестник геологии, географии и глобальной энергии. – 2006. – № 1 (14). – С. 73–91.
3. Белобров В.П., Замотаев И.В. Почвогрунты и зеленые газоны спортивных и технических сооружений. – М.: ГЕОС, 2007. – 168 с.
4. Булгаков А.М. Строительство плоскостных спортивных сооружений. – М.: Стройиздат, 1987. – 209 с.
5. Антропогенные почвы (генезис, география, рекультивация) / Герасимова М.И., Строганова М.Н., Можарова Н.В., Прокофьева Т.В. – М.: Изд-во МГУ, 2003. – 267 с.
6. Гольдин М.И., Ляльченко К.Я. Футбольное поле. Строительство и эксплуатация. – М.: Физкультура и спорт, 1971. – 136 с.
7. Замотаев И.В. Факторы почвообразования на футбольных полях // Вестник МГПУ. – 2008. – № 3. – С. 15-32.



8. Замотаев И.В. Почвоподобные техногенные образования: свойства, процессы, функционирование. Автореф. дисс. ... доктора географ. наук. – М., 2009. – 50 с.
9. Замотаев И.В., Белобров В.П. Технопедогенез на искусственных субстратах футбольных полей // Экологическое планирование и управление. – 2007. – № 3 (4). – С. 48-63.
10. Замотаев И.В., Белобров В.П., Куленкамп А.Ю. Создание и функционирование почвоподобных техногенных образований (на примере футбольных полей) // Тр. Международной научно-практической конференции «Научные основы экологии, мелиорации и эстетики ландшафтов», Москва, 17-21 мая 2010 г. – М.: МГУ, 2010. – С. 304-309.
11. Замотаев И.В., Шевелев Д.Л. Спортивный технопедогенез как фактор почвообразования // Проблемы региональной экологии. – 2009. – № 6. – С. 268-274.
12. Классификация и диагностика почв России. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.
13. Строганова М.Н. Городские почвы: генезис, систематика и экологическое значение (на примере г. Москвы). Автореф. дисс.... доктора биол. наук. – М.: МГУ, 1998. – 71 с.
14. Строганова М.Н., Раппопорт А.В. Антропогенные почвы ботанических садов крупных городов южной тайги // Почвоведение. 2005. – № 9. – С. 1094-1101.

MODELS OF TECHNOPEDOGENEZ ON FOOTBALL FIELDS OF MOSCOW REGION

I.V. Zamotaev¹, D.L. Shevelev²

¹*Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Staromonetny pereulok, 29, Moscow, 119017, Russia*
E-mail: zivigran@rambler.ru

²*Academician Pilyugin Center, Vvedenskogo, 1, Moscow, 1117342, Russia*

Techno-soils and anthropogenic soil-like surface formations of athletic fields, playgrounds, and professional football fields of Moscow region are studied and typified on the basis of soil-genetic investigations. Research shows mechanism of their structure and properties development depending on natural-anthropogenic processes and the intensity of sport-anthropogenic influence. Genetic models of technopedogenez on football fields of different functional groups and main “degradation” and “progradation” elementary soil processes are defined.

Key words: football fields, techno- sod-podzolic soils, anthropogenic soil-like surface formations, elementary soil processes, models of technopedogenez.

УДК 556.123:556.512:556.047(470.325)

ВКЛАД АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ ТЁПЛОГО ПЕРИОДА ГОДА В РАСХОДЫ ВОДЫ В РЕКАХ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ¹

**А.Г. Корнилов, М.Г. Лебедева,
Л.Ю. Гордеев**

*Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет, Россия, 308015,
г. Белгород, ул. Победы, 85*

E-mail: Kornilov@bsu.edu.ru

Проведён сопоставительный анализ показателей суточного количества жидких атмосферных осадков и расходов воды для участков бассейнов рек Северский Донец, Осколец, Болхолец. Сформулированы выводы о величине связи атмосферных осадков и источников грунтового (подземного) питания рек Белгородской области.

Ключевые слова: атмосферные осадки, питание рек, расход воды в реках.

Введение

Малые реки такого староосвоенного региона как Белгородская область, являются важным структурным элементом экологического каркаса [1]. Вместе с тем, высокая насыщенность водосборных бассейнов урбанизированными территориями, горнопромышленными объектами, сельскохозяйственными угодьями, неуклонно приводит к последовательной трансформации качественных и количественных характеристик малых рек [2].

Одновременно климатические тенденции последних десятилетий, формируют достаточно длительные периоды антициклональных атмосферных процессов, приводящих к возрастанию роли подземного питания поверхностных водотоков и, поскольку вклад атмосферных осадков в подземное питание рек существенен, представляется важным оценить его значение в долгосрочной динамике расходов речной воды [3, 4].

В ходе предварительной работы были получены и проанализированы данные Росгидромета о количестве осадков и расходах воды у гидрологических постов Росгидромета в бассейнах рек Северский Донец, Болхолец и Осколец в 2009-2011 гг. на следующих участках:

1. Участок р. Северский Донец в пределах верхнего течения (выше поста Росгидромета в с. Киселёво Белгородского района).
2. Участок реки Осколец, включая верхнее, среднее и нижнее течения (выше поста Росгидромета в г. Старый Оскол).
3. Участок реки Болхолец в среднем и верхнем течении (выше поста Росгидромета в г. Белгород) (рис. 1).

Проведение функционального зонирования позволило оценить долю урбанизированных территорий и иных функциональных зон на участках этих речных бассейнов и предположить степень их влияния на поверхностный и подземный сток (табл. 1). Участок бассейна реки Северский Донец занят преимущественно сельскохозяйственными угодьями (доля пашни превышает 60%). Значительные площади водосборной территории реки Осколец (в среднем и нижнем течении) заняты горнопромышленными районами. На водосборной территории участка реки Болхолец наибольшая среди бассейнов трёх рек доля урбанизированных территорий (около 30 % площади).

На следующем этапе был проведён попарный корреляционный анализ показателей суточного количества атмосферных осадков и расходов воды. Каждое последующее значение корреляционного ряда было получено после смещения ряда значений расходов воды относительно ряда значений выпавших атмосферных осадков на 1 позицию (1 сутки соответственно) (рис.2).

Последующий расчёт корреляций производился на основе выборки значений из предыдущих рядов данных, куда не были включены данные холодного периода года (декабрь-март), периода паводка (апрель) и суткам, в которые было зарегистрировано нулевое количество атмосферных осадков (рис. 3). Выделение такой выборки обусловлено отсутствием жидких атмосферных осадков в холодный период года, значительным уменьшением доли подземного питания в общем расходе воды в реках в период паводка.

¹ Работа выполнена в рамках реализации государственного задания Министерства образования и науки РФ Белгородским государственным национальным исследовательским университетом на 2012 год (№ приказа 5.1739.2011)

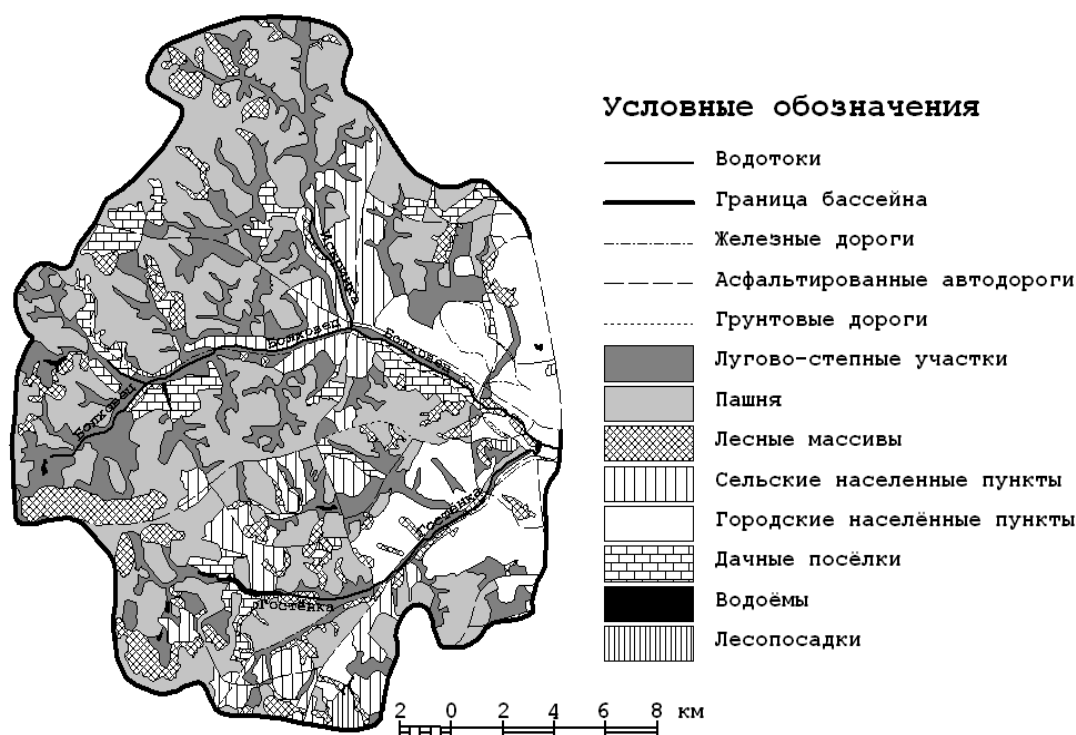


Рис. 1. Функциональное зонирование части водосборного бассейна реки Болховец

Таблица 1

Соотношение площадей функциональных зон на участках речных бассейнов

| Функциональные зоны | Северский донец | | Осколец | | Болховец | |
|--------------------------------|-----------------|-------------------------|-------------|-------------------------|-------------|-------------------------|
| | Площадь, га | Доля в общей площади, % | Площадь, га | Доля в общей площади, % | Площадь, га | Доля в общей площади, % |
| Лесные массивы | 4826.27 | 6.47 | 3089.14 | 6.26 | 3427.26 | 8.95 |
| Лесопосадки | - | - | - | - | 319.22 | 0.83 |
| Водоёмы | 304.64 | 0.41 | 236.85 | 0.48 | 144.02 | 0.38 |
| Пашня | 45510.98 | 60.98 | 21745.36 | 44.07 | 14868.39 | 38.83 |
| Лугово-степные участки | 15535.70 | 20.82 | 9001.59 | 18.24 | 7798.46 | 20.37 |
| Дачные посёлки | 479.52 | 0.64 | - | - | 2345.12 | 6.12 |
| Городские населённые пункты | - | - | 5725.92 | 11.61 | 5192.92 | 13.56 |
| Сельские населённые пункты | 7972.93 | 10.68 | 4187.13 | 8.49 | 4197.32 | 10.96 |
| Сады | - | - | 455.32 | 0.92 | - | - |
| Горно-промышленные территории | - | - | 4896.35 | 9.93 | - | - |
| Общая площадь участка бассейна | 74630.05 | 100.00 | 49337.67 | 100.00 | 38292.71 | 100.00 |

На последнем этапе корреляционного анализа расчёт был выполнен по выборке, из которой были исключены данные холодного периода года (декабрь-март), периода паводка (апрель) и суткам, когда количество выпавших атмосферных осадков не превышало 5 мм (рис. 4). Исключение из данной выборки суток с количеством выпавших осадков менее 5 мм, определяется необходимостью учёта затрат влаги на испарение с поверхности почвы.

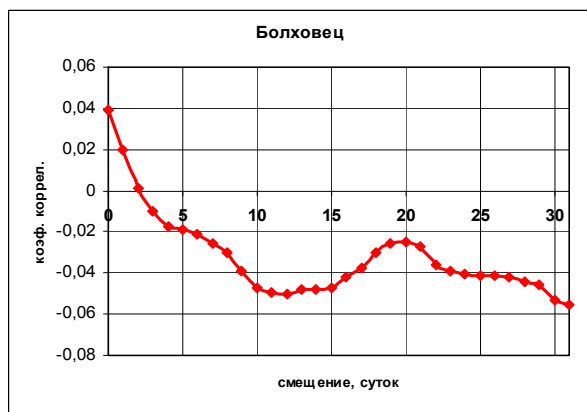
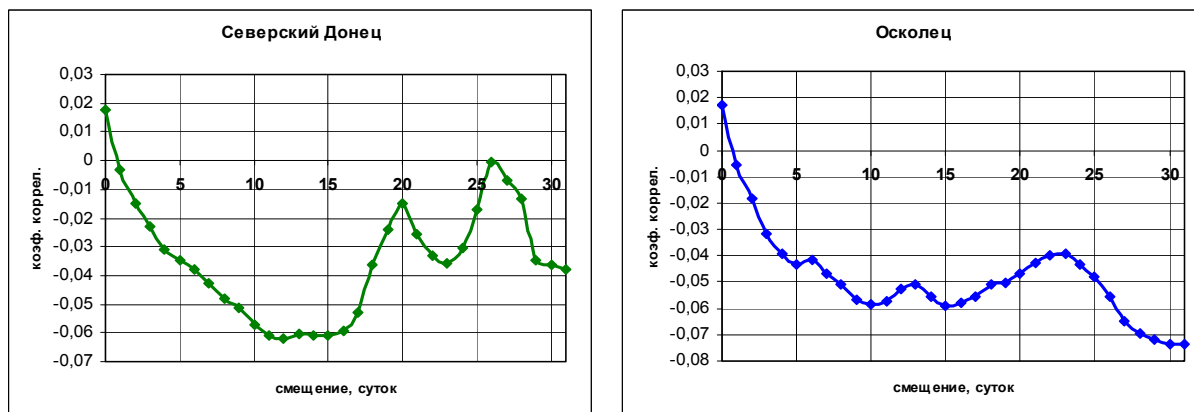


Рис. 2. Влияние количества выпавших осадков на межсуточное изменение расходов воды

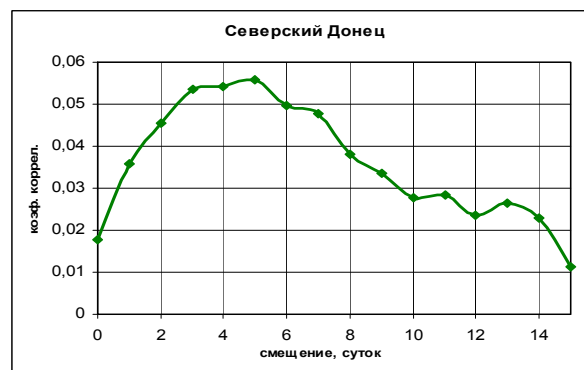
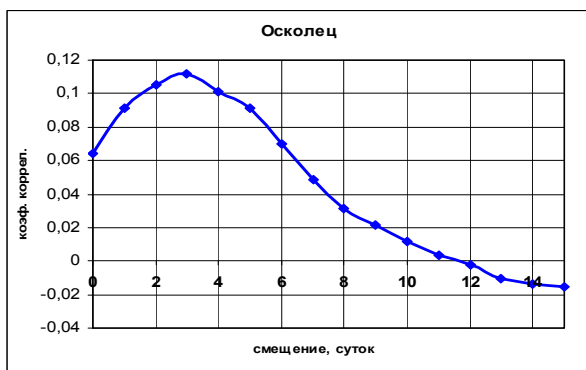
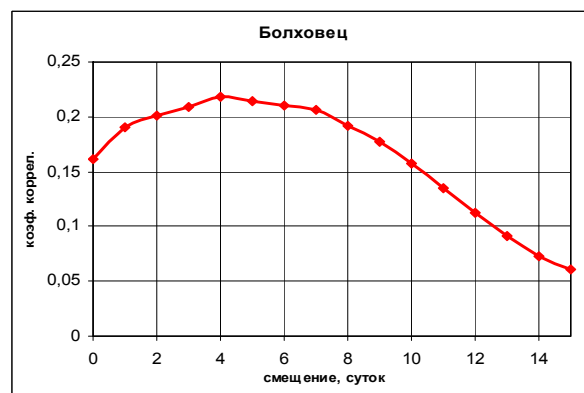


Рис. 3. Влияние количества выпавших жидких осадков на межсуточное изменение расходов воды (удалены дни холодного периода года (декабрь-март), периода паводка (апрель) и дни без атмосферных осадков)



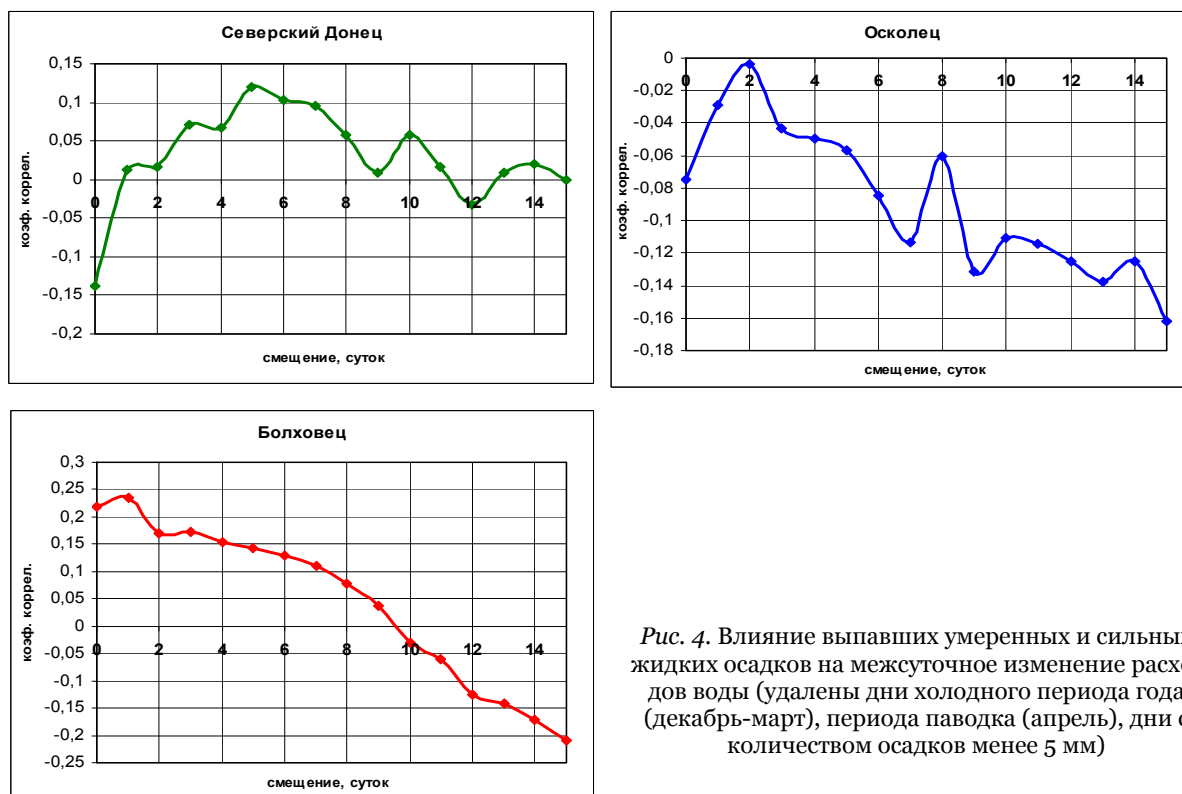


Рис. 4. Влияние выпавших умеренных и сильных жидких осадков на межсуточное изменение расходов воды (удалены дни холодного периода года (декабрь-март), периода паводка (апрель), дни с количеством осадков менее 5 мм)

Для Северского Донца связь между количеством выпавших летне-осенних атмосферных осадков и расходами воды – слабая и очень слабая. Наиболее высокие значения коэффициента корреляции отмечаются на 3-7 сутки после выпадения атмосферных осадков, что может свидетельствовать о достаточно быстрой инфильтрации влаги до горизонта грунтовых вод, который расположен на небольшой глубине.

В случае с рекой Осколец получен парадоксальный результат – на двух этапах анализа связь между количеством выпавших атмосферных осадков и расходами воды – отрицательная (вследствие особого положения речного бассейна, который не имеет источников подземного питания на большей части территории в результате деятельности горнорудной промышленности). Очень слабая положительная связь имеется лишь в одном случае, потому результаты, полученные нами, требуют дальнейшего осмысления.

В бассейне реки Болховец связь между количеством выпавших осенне-летних атмосферных осадков и расходами воды слабая и очень слабая. Наибольшие показатели корреляции отмечаются на 2-6 сутки после выпадения атмосферных осадков, что характерно как для слабых, так умеренных и сильных дождей [5]. Как и в случае с рекой Северский Донец это может быть обусловлено достаточно высокой скоростью инфильтрации влаги в почве и неглубоким расположением горизонта грунтовых вод, причём скорость достижения почвенной влагой верхнего горизонта подземных вод здесь несколько выше в силу меньших размеров речной долины и более высокого уровня грунтовых вод.

Максимальные коэффициенты корреляции среди всех бассейнов наблюдаются для реки Болховец, как наиболее урбанизированной территории, на которой поверхностный сток регулирован и определяется уплотнёнными грунтами и/или заасфальтированностью территории и в меньшей степени опосредован грунтовыми и подземными водами.

Список литературы

1. Сравнительная характеристика воздействия горнодобывающих предприятий КМА на экологическую ситуацию рек Белгородской области // Корнилов А.Г., Колмыков С.Н., Кичигин Е.В., Гордеев Л.Ю. // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2010. – №6. – С.134-139.
2. Сток малых рек юга Центрально-Чернозёмного региона в условиях меняющегося климата и интенсивной антропогенной нагрузки // Решетникова Л.К., Лебедева М.Г., Петина М.А., Шевченко В.Н // Проблемы региональной экологии. – 2011. – №2. – С. 20-25.

3. Лебедева М.Г., Клубкова Г.В., Колмыков С.Н. Водный режим рек Белгородской области в условиях аномальной жары 2010 года // Научные ведомости БелГУ. Серия Естественные науки. – 2011. – № 15 (110). – Вып. 16. – С. 186-192.

4. Решетникова Л.К., Лебедева М.Г., Петина М.А. Характеристики водного режима рек юга Центрально-Чернозёмного региона на рубеже XX-XXI веков // Известия Смоленского гос. ун-та. – 2011. – №4 (16). – С. 30-38.

5. Решетникова Л.К., Лебедева М.Г., Петина М.А. Многолетняя динамика стока рек юга Центрально-Чернозёмного региона // Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и сопредельных странах: материалы IV междунар. науч. конф. – М.; Белгород, 2010. – С. 316-321.

CONTRIBUTION OF WARM PERIOD PRECIPITATION INTO WATER DISCHARGE IN THE RIVERS OF BELGOROD REGION

**A.G. Kornilov, M.G. Lebedeva,
L.J. Gordeev**

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

E-mail: Kornilov@bsu.edu.ru

A comparative analysis of the daily parameters of liquid precipitation and water discharge for the river basin areas of the Seversky Donets, the Oskolets, the Bolhovets rivers has been carried out. The conclusion is drawn upon the relationship value of precipitation and sources of underground flow of the rivers in Belgorod region.

Key words: precipitation, power of the rivers, water discharge in the rivers.



УДК 551.510.42:551.58(470.325)

СОДЕРЖАНИЕ ВЗВЕШЕННЫХ ЧАСТИЦ МАЛОГО РАЗМЕРА В ВОЗДУШНЫХ МАССАХ РАЗНОГО ГЕНЕЗИСА В АТМОСФЕРЕ Г. БЕЛГОРОДА¹

**С.А. Кунгурцев, М.Г. Лебедева,
И.Р. Ляхов**

*Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет, Россия, 308015,
г. Белгород, ул. Победы, 85*

*E-mail: kungurtsev@bsu.edu.ru;
lebedeva_m@bsu.edu.ru;
axrons15@yandex.ru*

В статье представлены результаты инструментальных наблюдений концентраций взвешенных частиц сверхмалого размера в атмосфере г. Белгорода. Определено различие в содержании сверхмалых взвешенных частиц в воздушных массах различного происхождения.

Ключевые слова: взвешенные частицы сверхмалого диаметра, климат, воздушные массы.

Введение

Интерес к взвешенным частицам сверхмалого диаметра проявляют многие области науки. Это связано с повышенной активностью сверхмалых частиц в различных природных и антропогенных процессах, что отличает их от пылевых частиц большего размера. Именно сверхмалые частицы принимают активное участие в фотохимических реакциях в атмосфере, способствуя образованию смога. Сверхмалые частицы – наиболее биологически активная часть аэрозоля, за счет высокой проникающей способности, большой суммарной площади поверхности и специфического химического состава. По результатам некоторых исследований было выявлено еще одно свойство взвешенных частиц сверхмалых размеров – участие в парниковом эффекте наряду с парниковыми газами. Это открытие сделало изучение сверхмалых частиц одним из приоритетов в климатологии и физики атмосферы.

В связи с этим была поставлена следующая цель исследования – выявить особенности содержания и динамики взвешенных частиц малого размера в атмосфере Белгорода в различных типах воздушных масс.

Задачи исследования:

- 1) Провести анализ воздушных масс поступавших на территорию Белгородской области в теплый период 2009-2011 годов.
- 2) Проанализировать содержание взвешенных частиц сверхмалого диаметра в различных типах воздушных масс.
- 3) Охарактеризовать ход концентрации взвешенных частиц сверхмалого диаметра.

Как известно, воздушные массы разных типов имеют не только различные условия для рассеивания или накопления взвешенных веществ, но и характерные для каждого типа воздушной массы значения концентраций взвешенных веществ. Это обусловлено многими факторами, например, характером подстилающей поверхности в районе формирования воздушной массы, условиями для накопления взвешенных частиц в районе формирования и на пути следования воздушной массы, интенсивностью поступления взвешенных частиц в приземный слой [3].

Неблагоприятные метеорологические условия зависят от термодинамических характеристик воздушной массы, которая наблюдается в данный момент времени над регионом. На территорию Центрально-Черноземного района может происходить вынос воздушных масс из разных очагов формирования.

Континентальный арктический воздух формируется над льдами Арктики и поступает к нам через Карское море. Зимой континентальный арктический воздух устойчив. Летом и в переходные периоды, вторгаясь на континент, арктический воздух неустойчив, но подвергается быстрой трансформации.

Морской арктический воздух формируется в районе Шпицбергена. Перемещаясь над незамерзающим Норвежским морем, воздушная масса прогревается и на континент приходит неустойчивой. Летом, когда суша гораздо теплее моря, выход этого воздуха на континент приводит к увеличению неустойчивости.

¹ Работа выполнена в рамках Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 гг. Госконтракт № 02.740.11.0675

Морской умеренный воздух на Европейскую территорию России распространяется из районов Северной Атлантики. В районе формирования воздушная масса неустойчива. При продвижении на континент в теплое время года, особенно летом, воздух прогревается, его неустойчивость увеличивается. В холодное время года при продвижении на континент приземный слой его значительно охлаждается от подстилающей поверхности и масса приобретает свойство устойчивой.

Континентальный умеренный воздух формируется над континентальными районами умеренных широт Европы. Летом неустойчив, зимой континентальный умеренный воздух устойчив.

Морской тропический воздух формируется в восточной части Центральной Атлантики (Азорский максимум), над Средиземным морем (в летнее время). Смещаясь на континент, морской тропический воздух становится неустойчивым, особенно летом.

Континентальный тропический воздух формируется над Сахарой и в Прикаспии. Над Европейской частью России встречается только летом и характеризуется достаточной устойчивостью.

В данной работе исследованы концентрации взвешенных частиц сверхмалого размера в воздушных массах разного генезиса в атмосфере Белгорода. Исходные материалы получены с помощью пылеанализатора DustTrak MODEL 8520, в котором используется принцип лазерной нефелометрии. Данный прибор позволяет отдельно определять содержание фракций 10 мкм, 4 мкм, 2.5 мкм и 1 мкм (стандарты PM10, PM2.5). Прибор установлен в «Федерально-региональном центре аэрокосмического и наземного мониторинга объектов и природных ресурсов (БелГУ)» [4, 6].

Анализ данных велся таким образом, чтобы максимально исключить влияние антропогенных источников взвешенных веществ в самом Белгороде, и сделать акцент на содержании аэрозоля в поступающей на территорию города воздушной массе.

Для проведения анализа содержания взвешенных веществ в атмосфере были уточнены типы воздушных масс, приходивших в район города Белгорода за тот или иной период. Достаточно достоверно тип воздушной массы можно определить по температуре на изобарической поверхности 850 гПа, являющейся основным признаком воздушной массы [1, 2]. Методика определения типа воздушной массы заключается в изучении карт Т850 и данных радиозондирования за интересующий период и сопоставление их с данными таблицы (Табл.1.)

Таблица 1.
Соответствие температуры на изобарической поверхности 850 гПа, основным атмосферным фронтам

| Период | Температура на арктическом фронте | Температура на полярном фронте |
|--------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| 15.12-20.02 | -16 | 0 |
| 21.02-15.03, 11.12-14.12 | -15 | +1 |
| 16.03-24.03, 05.12-10.12 | -14 | +2 |
| 25.03-05.04, 28.11-04.12 | -13 | +3 |
| 06.04-10.04, 23.11-27.11 | -12 | +4 |
| 11.04-13.04, 17.11-22.11 | -11 | +5 |
| 14.04-17.04, 11.11-16.11 | -10 | +6 |
| 18.04-20.04, 01.11-10.11 | -9 | +7 |
| 21.04-27.04, 24.10-31.10 | -8 | +8 |
| 28.04-30.04, 20.10-23.10 | -7 | +9 |
| 01.05-03.05, 11.10-19.10 | -6 | +10 |
| 04.05-06.05, 05.10-10.10 | -5 | +11 |
| 07.05-11.05, 27.09-04.10 | -4 | +12 |
| 12.05-17.05, 22.09-26.09 | -3 | +13 |
| 18.05-31.05, 16.09-21.09 | -2 | +14 |
| 01.06-08.06, 01.09-15.09 | -1 | +15 |
| 09.06-31.08 | 0 | +16 |

Первой задачей исследования было выявление содержания взвешенных частиц сверхмалого диаметра в воздушных массах разных типов. Статистическая обработка выявила, что существует тесная связь между температурой на изобарической поверхности 850 гПа и содержанием взвешенных частиц в приземном слое (коэффициент корреляции до 0.73).

Осреднение показателей содержания взвешенных веществ в атмосфере Белгорода дало следующие результаты для различных типов воздушных масс. Концентрация взвешенных частиц размером 10-2.6 мкм в воздушных массах различного происхождения закономерно падает от 0.015 мг/м³ в континентальной тропической воздушной массе до 0,003 мг/м³ в арктических массах (табл.

2.). Взвешенные частицы меньших размеров (менее 2.5 мкм) имеют меньшую амплитуду значений в различных воздушных массах. Особенно это характерно для частиц сверхмалых размеров (менее 1 мкм), содержание которых в тропических и умеренных массах практически одинаково (0.010-0.008 мг/м³) но резко падает в арктических воздушных массах (0.002 мг/м³).

Таблица 2
**Содержание взвешенных частиц
 сверхмалого размера (менее 10 мкм)
 в воздушных массах разного генезиса
 в атмосфере города Белгорода**

| ? | Концентрации взвешенных частиц сверхмалого диаметра (менее 10 мкм) мг/м ³ | | |
|------|--|-------------|-------------|
| | 10-2.6 мкм | 2.5-1.1 мкм | менее 1 мкм |
| кТВМ | 0.015 | 0.012 | 0.010 |
| мТВМ | 0.014 | 0.011 | 0.010 |
| кУВМ | 0.013 | 0.011 | 0.010 |
| мУВМ | 0.010 | 0.008 | 0.008 |
| кАВМ | 0.003 | 0.003 | 0.002 |
| мАВМ | 0.003 | 0.002 | 0.002 |

На рисунке 1 представлен дневной ход концентрации взвешенных частиц малого размера в тропической воздушной массе. Из графика видно, что концентрации частиц диаметром 10-2.6 и 2.5 мкм имеют четкий максимум в утренние часы, но быстро снижается с увеличением высоты солнца, что свидетельствует о разрушении приземных инверсий или изотермий [5]. Концентрация взвешенных частиц размером менее 1 мкм имеет два максимума около 11 и 14-15 ч. В целом во второй половине дня наблюдается повышение концентрации взвешенных частиц всех размеров.

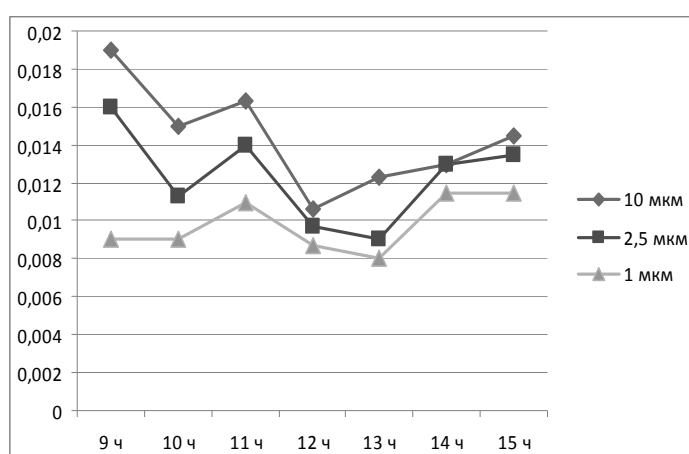


Рис. 1. Изменение концентрации взвешенных частиц малого размера (10-2.6; 2.5-1.1 и менее 1 мкм) в атмосфере г. Белгорода в тропической воздушной массе, мг/м³

Дневной ход концентрации взвешенных веществ в умеренной воздушной массе несколько отличается от такового в тропической массе. В целом умеренный воздух менее запылен. Как видно из графика (рис. 2) в умеренном воздухе создаются лучшие условия для рассеивания взвешенных веществ в часы прогрева и разрушения инверсии 11-13 ч.

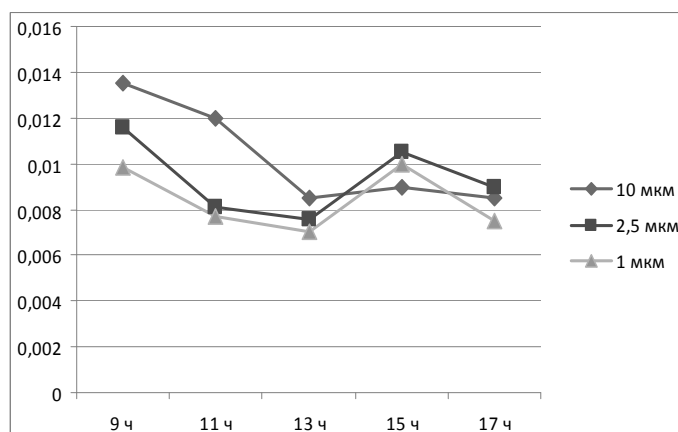


Рис. 2. Изменение концентрации взвешенных частиц малого размера (10-2.6; 2.5-1.1 и менее 1 мкм) в атмосфере г. Белгорода в умеренной воздушной массе, мг/м³

В это время различия в содержании аэрозоля в умеренной и тропической воздушной массе становятся максимальными. В дальнейшем, происходит рост концентрации взвешенных частиц сверхмалого диаметра (менее 2.5 мкм), их содержание в умеренной и тропической воз-

душных массах практически выравнивается. Это может говорить о поступлении аэрозоля из местных источников [5]. Роста содержания частиц диаметром 10–2.6 мкм после разрушения инверсии не наблюдается.

В арктической воздушной массе, в связи с высокой турбулентностью и неустойчивой стратификацией в теплое полугодие, утреннего максимума концентрации взвешенных частиц не наблюдается. Пик содержания взвешенных частиц приходится на 11 ч утра (до 0.009 мг/м³) и, видимо, связан с источниками загрязнения в черте города, активизирующиеся в эти часы.

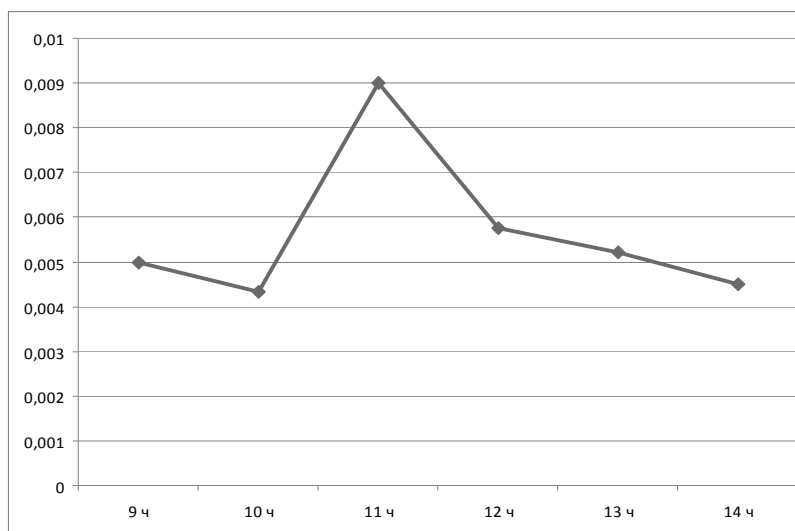


Рис. 3. Изменение концентрации взвешенных частиц малого размера (менее 10 мкм) в атмосфере г. Белгорода в арктической воздушной массе, мг/м³

По результатам проведенного исследования были сделаны следующие выводы:

1. Наблюдается запаздывание изменения концентраций взвешенных частиц малого диаметра по отношению ко времени адвекции теплой тропической воздушной массы. Запаздывание обычно не превышает одних суток.

2. Среднее фоновое содержание взвешенных веществ малого диаметра в г. Белгороде в тропической воздушной массе составило 0.014 мг/м³, в умеренной воздушной массе 0.012 мг/м³, в арктической воздушной массе 0.003 мг/м³.

3. Континентальные воздушные массы в целом имеют большую запыленность, чем морские. Но различия между морскими и континентальными массами одного типа незначительны. Это связано с положением Белгорода на большом удалении от морей, в результате чего морские воздушные массы успевают в значительной степени трансформироваться и приобрести свойства континентальности. Исключение составляет умеренная воздушная масса, где концентрация частиц диаметром 10–2.6 мкм сильно различаются в воздухе морского и континентального происхождения.

4. Концентрации взвешенных частиц сверхмалого диаметра в умеренных и тропических воздушных массах имеют схожий суточный ход – максимумы концентрации взвешенных частиц утром и в послеобеденное время – но тропический воздух в целом более запылен (фоновые концентрации сверхмалых частиц до 0.019 мг/м³).

5. В умеренной воздушной массе во второй половине дня содержание сверхмалых частиц превышает содержание частиц диаметром 10–2.6 мкм. Причина такого аномального хода концентраций в активизации источников взвешенных частиц сверхмалого диаметра, так как в естественных условиях концентрации более крупных частиц 10–2.6 мкм всегда больше концентраций более мелких – менее 2.5 мкм. В тропической массе также происходит сближение уровней содержания данных частиц, но превышения не происходит, что видимо связано с большей фоновой запыленностью тропической массы взвешенными частицами диаметром 10–2.6 мкм.

5. И в тропической, и в умеренной воздушных массах, во второй половине дня наблюдается повышение концентрации взвешенных частиц сверхмалого диаметра и выравнивание концентраций в обоих типах воздушных масс. Это свидетельствует об интенсивном поступлении аэрозоля из местных источников. В арктической воздушной массе, в связи с сильными и неустойчивой стратификацией в теплое полугодие, утреннего максимума концентрации взвешенных частиц не наблюдается.



Список литературы

1. Архив погоды в Белгороде. // Расписание погоды [электронный ресурс]. – URL: <http://gp5.ru> (дата обращения 23.03.2012)
2. Бровкин В.В. Воздушные массы и атмосферные фронты // Метеоцентр. – 2006 [Электронный ресурс]. – URL: <http://meteocenter.net/meteolib/vm.htm> (дата обращения 06.11.2011)
3. Лебедева М.Г., Крымская О.В. Качество атмосферного воздуха в городах Центрально-Чернозёмного региона : учеб. пособие для вузов. – Белгород: Политерра, 2003. – 74 с.
4. Материалы наблюдений за содержанием взвешенных веществ в атмосфере города Белгорода Федерально-регионального центра аэрокосмического и наземного мониторинга объектов и природных ресурсов (БелГУ).
5. Стулов Е.А., Плауде Н.О., Монахова Н.А. Влияние условий погоды на характеристики аэрозоля в приземном слое атмосферы // Метеорология и Гидрология. – 2010. – № 2. – С. 26-34.
6. Аносов Л.В., Боровлев А.Э., Кунгурцев С.А. Оперативный контроль состояния атмосферы с помощью измерительного комплекса Центра коллективного пользования Белгородского государственного университета // Интеграл. – 2008. – № 3. – С. 26-28.

CONTENT OF THE SUSPENDED PARTICLES OF THE SMALL DIMENSION IN AIR MASSES OF VARIOUS GENESIS IN ATMOSPHERE OF BELGOROD

**S.A. Kungurtsev, M.G. Lebedeva,
I.R. Lyakchov**

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

*E-mail: kungurtsev@bsu.edu.ru;
lebedeva_m@bsu.edu.ru;
axrons15@yandex.ru*

The paper presents the results of tool observation of concentration of the suspended minute particles in the atmosphere of Belgorod. Distinction in the content of the suspended minute particles in air masses of the various origin is defined.

Key words: the suspended minute particles, climate, air masses.

УДК 621.644:502.521:502.12(470.46)

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ ПРИ ВЛИЯНИИ СОВРЕМЕННОГО ТЕХНОГЕНЕЗА

М.М. Иолин, А.Н. Бармин

Астраханский государственный
университет, Россия, 414056,
г. Астрахань, ул. Татищева, 20а

E-mail: miolin76@mail.ru

В работе рассмотрены пути формирования нового природно-антропогенного комплекса Астраханской области и всего Прикаспия, связанные с техногенным влиянием нефтегазовой промышленности.

Ключевые слова: природно-сырьевые ресурсы, нефтепроводная система, Каспийский трубопроводный консорциум, мониторинг, фоновое состояние почв, загрязнение почв.

Введение

Астраханская область располагает разнообразными природно-сырьевыми ресурсами (рис. 1). Несмотря на недостаточную изученность геологических структур области на наличие запасов различных групп полезных ископаемых, она может быть отнесена к одним из богатейших и экономически перспективных регионов России. К наиболее важным ресурсам Астраханской области следует отнести углеводородное и горнохимическое сырье, водные и биологические ресурсы, а также она является территорией, через которую проходит нефтепроводная система Каспийского трубопроводного консорциума [1, 2, 3].

В связи с этим оценка состояния и изменения природной среды является крайне необходимой для устойчивого и экологически безопасного развития региона. Она включает организацию и ведение почвенного мониторинга.

С 1999 г. по настоящее время проводились работы по изучению почвенного покрова в зоне влияния нефтепроводной системы Каспийского трубопроводного консорциума на территории Астраханской области [4, 5].

В статье отражены результаты исследований, проведенных на ключевом участке полигона мониторинга «Речное», расположенного на землях Харабалинского района, в Волго-Ахтубинской пойме.

Мониторинг фоновое состояние почвенного покрова, подпадающего в сферу воздействия объектов трубопроводной системы, необходим для: оценки фоновое состояние почв, экосистем, попадающих в зону воздействия объектов КТК; прогноза изменения почвенного покрова и экосистем в процессе строительства и эксплуатации; выбора репрезентативных площадок для организации мониторинговых наблюдений в санитарно-защитных зонах промышленных объектов и на особо охраняемых территориях.

При мониторинге почв и экосистем на полигоне мониторинга «Речное» проводилась: топографическая и почвенная съемка по материалам которых была составлена карта в масштабе 1:10000, с указанием положения почвенных шурфов, мест, где отбирались образцы; характеристика наиболее важных физических, физико-химических и агрохимических свойств почв (проводилась при лабораторных анализах по следующим контролируемым показателям: гранулометрический состав; содержание гумуса; емкость поглощения; поглощенный натрий; плотность почвы; реакция среды (рН воды.); подвижный P_2O_5 ; обменный K_2O ; водная вытяжка);

оценка уровня загрязнения верхнего плодородного слоя (0-20 см) почв обследуемых объектов мониторинга (были взяты смешанные почвенные пробы на тяжелые металлы и органические загрязнители, на естественные радионуклиды, и пробы - на содержание нефтепродуктов [6, 7, 8]).

Основным типом почв на полигоне мониторинга является: аллювиально дерновый тип [9], в котором выделены аллювиальные дерновые насыщенные остепняющиеся почвы (охарактеризованы разрезами № 6 и № 7) (табл. 1) они занимают 2.04 га, что составляет 22.7 % от площади ключевого участка [10].

Сформировались они в условиях недостаточного и нерегулярного затопления паводковыми водами на выровненных повышенных участках пойменной равнины. Почвы сформиро-

Таблица 1

Сводная таблица средних морфологических признаков почв ключевого участка мониторинга «Речное»

| №№ Почвенного разреза | Количество разрезов | Мощность горизонтов, см | | Глубина, см | | | | | | | Почвенно-грунтовые воды |
|-----------------------|---|-------------------------|-----------|-------------|----------------------|--------|------------|-------|------------------------|----------------|-------------------------|
| | | А | А+В (А+1) | Разрезов | Вскипание от 10% HCl | | Карбонатов | Гипса | Легкорастворимых солей | Пятен оглеения | |
| | | | | | слабое | бурное | | | | | |
| 6 | Аллювиальные дерновые насыщенные остепняющиеся маломощные слабосолонцеватые солончаковатые слабозасоленные супесчаные | | | | | | | | | | |
| | 1 | 21 | 31 | 86 | 26 | 35 | 42 | - | 45 | - | >5 |
| 7 | Аллювиальные дерновые насыщенные остепняющиеся укороченные солончаковатые слабозасоленные легкосуглинистые | | | | | | | | | | |
| | 1 | 13 | 26 | 85 | 29 | 38 | 40 | - | 30 | - | 3-5 |
| 5 | Аллювиальные дерновые насыщенные слоистые маломощные солончаковатые слабозасоленные супесчаные | | | | | | | | | | |
| | 1 | 20 | 32 | 102 | 33 | 38 | 40 | - | - | - | 3-5 |
| 107 | Собственно аллювиальные дерновые насыщенные маломощные тяжелосуглинистые | | | | | | | | | | |
| | 1 | 20 | 37 | 106 | 37 | - | - | - | - | - | 3-5 |
| 104 | Собственно аллювиальные дерновые насыщенные маломощные среднесуглинистые | | | | | | | | | | |
| | 1 | 20 | 39 | 105 | 39 | - | - | - | - | - | 3-5 |
| 8 | Собственно аллювиальные дерновые насыщенные укороченные солончаковатые слабозасоленные среднесуглинистые | | | | | | | | | | |
| | 1 | 13 | 27 | 68 | - | - | - | - | 28 | - | 3-5 |

Почвы характеризуются слабо выраженной или невыраженной слоистостью почвообразующего аллювия, особенно в верхней части почвенного профиля. Главные морфологические признаки этих почв: профиль ясно дифференцирован на генетические горизонты. Механический состав описываемых почв – тяжелоглинистый и среднесуглинистый. Верхняя часть профиля оглиненна.

Оценка химического загрязнения почвенного покрова ключевого участка мониторинга «Речное» выявила следующее (рис. 2).

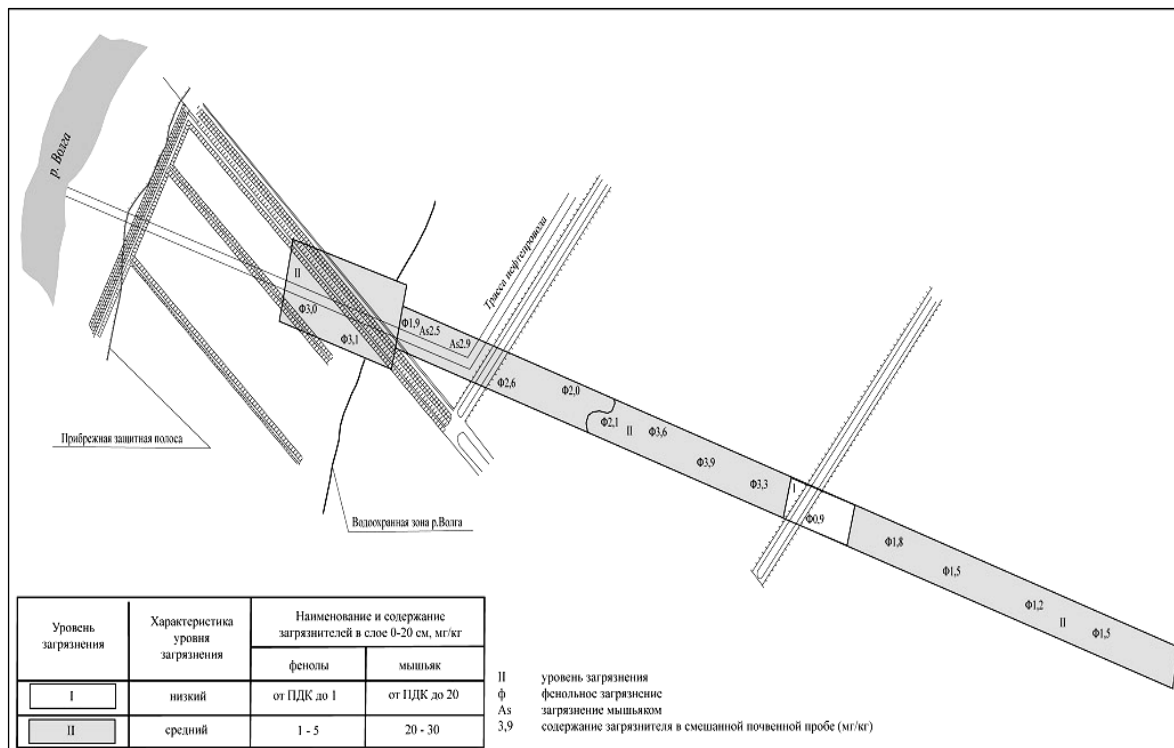


Рис. 2. Карта-схема загрязнения почвенного покрова ключевого участка №1 полигона мониторинга «Речное»

Таблица 2

**Сводная таблица результатов агрохимического и физико-химического анализа образцов почв
по генетическим горизонтам ключевого участка №1 (числитель данные за 1999 г., знаменатель данные за 2010 г.)**

| Номер почвенного разреза | Код горизонта | Верхняя глубина отбора, см | Нижняя глубина отбора, см | рН водной суспензии | Емкость поглощения, мг-экв/100г воздушно-сух. почвы | Поглощенный натрий, мг-экв/100г воздушно-сух. почвы | Процент Na от емкости погл., % воздушно-сух. почвы | Подвижный фосфор P ₂ O ₅ , мг/кг воздушно-сух. почвы | Обменный К ₂ O, мг/кг воздушно-сух. почвы | Гумус, % воздушно-сух. почвы | Запасы гумуса, т/га |
|--------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------|---------------------|---|---|--|--|--|------------------------------|---------------------|
| 6 | A1 | 0 | 21 | 8.2/8.1 | 22.32/12.00 | 0.74/0.35 | 3.32/2.90 | 38/50 | 224/132 | 1.49/0.93 | 34/24 |
| | B | 21 | 31 | 8.2/8.0 | 17.68/11.40 | 0.24/0.36 | 1.36/2.89 | 26/39 | 71/93 | 0.63/0.61 | 7/8 |
| | CD | 35 | 45 | 7.8/7.9 | - | - | - | - | - | - | - |
| | D1 | 76 | 86 | 7.7/7.5 | - | - | - | - | - | - | - |
| 7 | A1 | 0 | 13 | 7.8/7.6 | 21.39/19.80 | 0.31/0.32 | 1.45/1.62 | 31/53 | 144/95 | 1.03/0.65 | 15/10 |
| | B | 15 | 25 | 7.5/7.5 | 20.46/23.00 | 0.42/0.40 | 2.05/1.74 | 6/40 | 83/110 | 0.63/0.49 | 10/7 |
| | CD | 50 | 60 | 7.6/7.6 | - | - | - | - | - | - | - |
| | D1 | 75 | 85 | 7.8/7.7 | - | - | - | - | - | - | - |
| 42 | A1 | 0 | 20 | 7.6 | 23.80 | 0.50 | 2.10 | 57 | 123 | 0.97 | 23 |
| | B | 24 | 34 | 7.3 | 27.40 | 0.52 | 1.90 | 92 | 151 | 0.84 | 19 |
| | CD | 45 | 55 | 7.1 | - | - | - | - | - | - | - |
| | D1 | 75 | 85 | 7.5 | - | - | - | - | - | - | - |
| 5 | ABп | 0 | 20 | 8.0/7.8 | 14.88/16.80 | 0.34/0.25 | 2.28/1.49 | 56/53 | 181/131 | 1.06/0.98 | 27/24 |
| | CD | 20 | 30 | 7.7/7.6 | 13.02/15.00 | 0.14/0.34 | 1.08/2.27 | 31/40 | 50/116 | 0.63/0.63 | 10/9 |
| | D1 | 50 | 60 | 7.9/7.9 | - | - | - | - | - | - | - |
| | D2 | 92 | 102 | 7.6/7.5 | - | - | - | - | - | - | - |
| 107 | A1 | 0 | 20 | 7.4/7.6 | 21.80 | 0.60 | 2.75 | 70 | 190 | 1.68/1.60 | 37/37 |
| | B | 22 | 32 | 7.5 | 26.00 | 0.62 | 2.38 | 61 | 154 | 0.90 | 17 |
| 104 | A1 | 0 | 20 | 7.4/7.8 | 20.80 | 0.50 | 2.40 | 68 | 179 | 1.60/1.58 | 34/35 |
| | B | 20 | 30 | 7.5 | 18.20 | 0.41 | 2.25 | 102 | 162 | 1.60 | 38 |
| 8 | A1 | 0 | 13 | 7.9/7.8 | 36.27/35.80 | 0.66/0.62 | 1.82/1.73 | 46/51 | 196/184 | 2.23/0.63 | 29/10 |
| | B | 15 | 25 | 7.9/7.9 | 37.20/36.20 | 0.12/0.43 | 0.32/1.19 | 18/43 | 125/170 | 2.36/1.12 | 34/19 |
| | CD | 28 | 38 | 8.0/7.9 | - | - | - | - | - | - | - |
| | D1 | 58 | 68 | 8.1/8.1 | - | - | - | - | - | - | - |



Анализы по нефти и нефтепродуктам, проведённые в период исследований не выявили загрязнений нефтью и нефтепродуктами верхнего слоя (0-20 см) почв. Выборочный анализ почвенных проб элементарных участков полигона «Речное» за период исследования показал наличие следовых количеств нефти и нефтепродуктов (менее 20 мг/кг воздушно-сухой почвы), характерное для незагрязнённых территорий [11, 12].

В результате выборочного анализа смешанных проб верхнего слоя (0–20 см) загрязнение бенз(а)пиреном не выявлено. По данным выборочного обследования элементарных участков на содержание фенолов в верхнем слое (0-20 см) почв установлен средний уровень загрязнения почвенного покрова на ключевом участке мониторинга (табл. 3). Содержание фенолов в поверхностном слое почв в 2010 г. колеблется в пределах 1.8-3.2 мг/кг абсолютно сухой почвы.

Таблица 3

Содержание органических загрязнителей и радионуклидов в верхнем (0-20) слое почв ключевого участка №1 (числитель анализы за 1999 г., знаменатель анализы за 2010 г.)

| № № | Местоположение участка отбора пробы описание | Номер участка (скважины) | Содержание | | Естественные радионуклиды (БК/кг) | | |
|--------|---|--------------------------|----------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------|-------------------|
| | | | Фенолы (мг/кг) | Нефтяные углеводороды (мг/кг) | ⁴⁰ K | ²³² Th | ²²⁶ Ra |
| 1 | 350м к Ю-Ю-3 от оси т/провода. 25м к Ю-В от берега | 1 | 3.4/2.6 | 20/20 | 403.4/413.3 | 18.5/23.9 | 19.3/20.4 |
| 2 | 440м от берега по оси т/провода | 5 | 4.3/3.2 | 20/20 | 400.0/476.3 | 15.6/19.4 | 17.8/12.3 |
| 3 | 640м от берега по оси т/провода | 8 | 1.6/1.8 | 20/20 | 329.0/229.1 | 11.4/8.0 | 14.0/13.6 |
| 4 | Примыкание к переходу. 8м на СЗ от сбр. канала. 300м на СВ от поворота трубопровода | 42 | 1.8/2.0 | 20/20 | - | - | - |
| 5 | 1460м от берега по оси площадки размещения плетей труб | 104 | 2.0/2.1 | 20/20 | 346.2/340.5 | 18.0/13.1 | 10.5/8.0 |

Химический анализ почвенных проб на содержание тяжелых металлов (меди, никеля, цинка, свинца, марганца) не обнаружил превышения предельно допустимых концентраций (ПДК) в почве [13].

Для кобальта и железа ПДК в почве не разработаны. Величины содержания этих элементов в верхнем (0-20 см) слое почв находятся в пределах областных фоновых значений.

Содержание мышьяка в верхнем (0-20 см) слое почв обследованных элементарных участков составляет 1.9-4.5 мг/кг воздушно-сухой почвы. Это допустимый уровень для суглинистых почв согласно принятой ОДК (ориентировочно допустимая концентрация – 10 мг/кг). В единичном случае (проба № 08) при супесчаном механическом составе смешанной почвенной пробы отмечен низкий уровень загрязнения мышьяком (2.9 мг/кг). Существенных изменений в загрязнении почвенного покрова на современном этапе обследования по сравнению с периодом 1999 г. и обследованием 2010 г. не произошло. Аналитические данные приведены в таблице 4.

Таблица 4

Содержание мышьяка в почвах полигонов мониторинга по трассе НС КТК-Р, Астраханская область (осень, 2010 г.)

| Номер смешанной пробы | Объект | Содержание мышьяка в почве (0-20 см), мг/кг |
|--|--|---|
| Ориентировочно допустимая концентрация (ОДК) для песчаных и супесчаных почв 2 мг/кг; для суглинистых -10 мг/кг | | |
| 42 | Левобережный участок примыкания нового перехода к существующему трубопроводу | 1.9 |
| 1 | Левобережная часть нового перехода НС через р. Волга | 4.5 |
| 05 | Левобережная часть нового перехода НС через р. Волга | 2.8 |
| 08 | Левобережная часть нового перехода НС через р. Волга | 2.9 |
| 104 | Левобережная часть нового перехода НС через р. Волга | 4.2 |

По загрязнению естественными радионуклидами почвы участка относятся к незагрязненным.

В ходе исследований получена база данных для оценки изменений состояния почвенного покрова за период исследования. Полученные характеристики состояния почв полигона мониторинга позволяет сделать следующие выводы.

По сравнению с результатами почвенного обследования 1998-1999 гг. с 2010 г. на полигоне мониторинга «Речное» зафиксированы изменения почв на видовом и родовом таксономическом уровнях. Так, снизились степень засоления и солонцеватости почв. В связи с этим ранее слабозасоленные и слабосолонцеватые почвы ключевого участка № 1 (левобережный участок нового перехода) перешли в категорию незасоленных и не солонцеватых почв. Почвы на большую толщину не засолены.

Материалы исследования почвенных ресурсов в зоне влияния объектов и сооружений НС КТК-Р свидетельствуют об отсутствии существенных деградационных изменений качественного состояния и структуры почвенного покрова. Выявленные отдельные поверхностные нарушения земель носят узлокальный характер и серьезной экологической опасности не представляют. Отмеченные поверхностные нарушения на участках проведения строительных работ являются устранимыми и будут ликвидированы [14, 15].

Список литературы

1. Астраханский регион: современные тенденции природопользования при техногенном влиянии / Иолин М.М., Бармин А.Н., Шуваев Н.С., Асанова Г.З. // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2011. – № 3. – С. 41-47.
2. Экологическое состояние и особенности воздействия техногенных нагрузок в Астраханской области / Бармин А.Н., Иолин М.М., Кондрашин Р.В., Шуваев Н.С. // Безопасность жизнедеятельности. – 2008. – № 8. – С. 44-49.
3. Бармин А.Н., Иолин М.М. Современные проблемы природопользования на территории Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги // География в школе. – 2007. – № 4. – С. 20-23.
4. Бармин А.Н., Иолин М.М. Мониторинг почвенного покрова на полигоне «Речное» нефтепроводной системы Каспийского трубопроводного консорциума на территории Астраханской области // Эколого-географические проблемы природопользования нефтегазовых регионов Теория, методы, практика. Доклады Международной научно-практической конференции (Нижевартовск, 25-27 октября 2009). – Нижневартовск: Нижневартовск. гос. гуманитар. ун-т, 2009. – С. 128-132.
5. Современная характеристика почвенного покрова Астраханской области / Бармин А.Н., Иолин М.М., Шарганова И.А., Кульвинская Е.А. // Геология, география и глобальная энергия. – 2006. – № 1. – С. 64-73.
6. Инструктивное письмо «О выполнении работ по определению загрязнения почв» № 02-10/51-2333 от 10.12.1990 г. – М.: Госкомприрода СССР, 1990. – 11 с.
7. Порядок определения ущерба от загрязнения земель химическими веществами. – М., 1993.
8. Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель (кроме радиоактивных земель). – М., 1995.
9. Егоров В.В., Фридланд В.М., Иванова Е.И. Классификация и диагностика почв СССР. – М., 1977.
10. Структура и динамика землепользования в Астраханской области / Бармин А.Н., Иолин М.М., Шарова И.С., Голуб В.Б. // Геология, география и глобальная энергия. – 2011. – № 3. – С. 143-149.
11. Богданов П.А., Бармин А.Н., Иолин М.М. Анализ микроэлементного состава почвогрунта при диагностике изменчивости состояния урбанизированных территорий // Проблемы региональной экологии. – 2011. – № 4. – С. 76-82.
12. Диагностика состояния освоенных территорий по микроэлементному составу почвогрунта / Богданов Н.А., Бармин А.Н., Иолин М.М., Некрасова Л.А. // Материалы IV Международной научн. конф. «Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и сопредельных странах» Белгород, 11-14 октября 2010. – М.-Белгород, 2010. – С. 434-439.
13. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) тяжелых металлов и мышьяка в почвах. – М., 1995.
14. Тажетдинова Н.С., Иолин М.М. Геоэкологическая оценка и контроль антропогенного воздействия при добыче минерального сырья // Геология, география и глобальная энергия. – 2011. – № 2. – С. 235-242.
15. Тажетдинова Н.С., Иолин М.М. Экологические особенности и характеристика природных условий при разработке месторождений минерального сырья Астраханской области // Журнал фундаментальных и прикладных исследований. Естественные науки. – Астрахань: Изд. дом «Астраханский университет», 2011. – № 2.



ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF THE SOIL COVER STATE OF THE ASTRAKHAN REGION UNDER MODERN ANTHROPOGENIC IMPACT

M.M. Iolin, A.N. Barmin

Astrakhan State University, Tatischeva St., 20a, Astrakhan, 414056, Russia

E-mail: miolin76@mail.ru

The paper presents the ways of formation of the new natural and anthropogenic complex of the Astrakhan region and all Prikaspij connected with anthropogenic influence of the oil and gas industry.

Key words: natural sources of raw materials, oil-pipeline system, Caspian Pipeline Consortium, monitoring, background condition of soils, pollution of soils.

ПРОГНОЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КМА МЕТОДАМИ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Т.Н. Кравчук¹, С.В. Сергеев²

¹ Научно-технический и экспертный центр новых экотехнологий в гидрогеологии и гидротехнике «НОВОТЭК», Россия, 308002, г. Белгород, пр. Б. Хмельницкого, 131

² Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85
E-mail: sergeev@bsu.edu.ru

Разработана численная модель миграции для прогноза загрязнения подземных вод в зонах влияния хвостохранилищ Лебединского и Стойленского горно-обогатительных комбинатов. Отмечается, что разработанная модель может иметь практическое применение на горнодобывающих предприятиях Старооскольского железорудного района Курской Магнитной Аномалии для решения проблем защиты и рационального использования водных ресурсов.

Ключевые слова: горно-обогатительный комбинат, хвостохранилище, загрязнение подземных вод, моделирование миграции.

Введение

В Старооскольском железорудном районе КМА остро стоит проблема охраны и рационального использования водных ресурсов, где основными источниками загрязнения подземных вод являются хранилища отходов обогащения железных руд Лебединского и Стойленского горно-обогатительных комбинатов (ЛГОКа и СГОКа). Хвостохранилища Лебединского и Стойленского ГОКов введены в эксплуатацию соответственно в 1972 и в 1984 году.

Гидрогеологические условия района исследований характеризуются наличием двух водоносных комплексов: нижнего, приуроченного к верхней трещиноватой зоне кристаллических пород и верхнего, приуроченного к пескам и мело-мергельным отложениям мелового возраста. Водоносные комплексы разделены водоупорным слоем юрских глин.

Нижний водоносный комплекс, в силу слабой обводненности, глубокого залегания и изолированности от верхнего водоносного комплекса, не оказывает заметного влияния на уровень режим и качественный состав вод верхнего водоносного комплекса.

Основные запасы подземных вод сосредоточены в верхнем водоносном комплексе, который включает гидравлически взаимосвязанные и регионально выдержанные водоносные горизонты альб-сеноманских песков и коньяк-туронских мергельно-меловых отложений, которые представляют собой единую безнапорную систему общей мощностью 50-60 м с высокими фильтрационными свойствами водовмещающих пород.

В естественных условиях по химическому составу подземные воды района пресные, преимущественно гидрокарбонатные кальциевые, реже гидрокарбонатные магниевые-кальциевые с минерализацией 0.2-0.6 г/л и соответствуют требованиям для вод хозяйственно-питьевого назначения.

Строительство и эксплуатация горнодобывающих предприятий привели к нарушению гидродинамического режима подземных вод в связи с образованием обширных депрессионных воронок вокруг карьеров и куполов растекания техногенных вод под хвостохранилищами. В этих условиях происходит постепенное замещение природных подземных вод техногенными стоками и ухудшение их качества.

Подземные воды преимущественно альб-сеноманского водоносного горизонта широко используются для хозяйственно-питьевого водоснабжения и извлекаются подземными дренажными комплексами Лебединского и Стойленского карьеров, а также водозаборами подземных вод. Основной объем хозяйственно-питьевой воды приходится на воду, извлеченную при осушении карьеров подземными дренажными комплексами, и составляет порядка 283300 м³/сут. Водозаборами извлекается порядка 117000 м³/сут подземных вод хозяйственно-питьевого назначения.

В связи с использованием подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения требуется их охрана от техногенного загрязнения, основными источниками которого являются хвостохранилища Лебединского и Стойленского ГОКов.

Содержание загрязняющих веществ в поверхностных водах хвостохранилищ в основном ниже значений предельно-допустимых концентраций (ПДК) для вод хозяйственно-

питьевого назначения. Содержание ряда веществ постоянно или эпизодически превосходит значение ПДК. Для хвостохранилища ЛГОКа это соединения азота, железа общего и нефтепродукты, а для хвостохранилища СГОКа это железо общее и нефтепродукты.

Следует отметить, что в подземных водах, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения, содержание указанных компонентов не превышает значения ПДК.

Учитывая, что соединения группы азота весьма неустойчивы и подвержены процессам окисления и денитрификации для прогноза миграции представляют интерес такие загрязняющие вещества, как железо общее и нефтепродукты.

Методы исследования

Решение миграционной задачи осуществлялось методами численного моделирования с использованием лицензионной программы MT3DMS системы GMS. Эта программа использует результаты решения задачи фильтрации, выполненной с использованием программы MODFLOW. Программа MT3DMS позволяет моделировать конвективный перенос, дисперсию и химические реакции веществ в потоке подземных вод в трех измерениях. Миграционная модель полностью соответствует фильтрационной модели с добавлением миграционных параметров и граничных условий.

Миграционная модель составлена на основе модели фильтрации подземных вод, построенной в рамках работы, выполненной ООО НТЦ «НОВОТЭК» по переоценке эксплуатационных запасов дренажных вод карьера Стойленского ГОКа [1].

Водоносная толща пород реализована в фильтрационной модели как многослойная, состоящая из четырех слоев, отличающихся различными фильтрационными свойствами:

- первый слой представлен аллювиальными песками и меловыми отложениями турон-коньякского возраста;
- ко второму слою отнесены альб-сеноманские пески;
- третий слой включает глинистые слабопроницаемые образования юры;
- за четвертый слой принят нижний водоносный комплекс, включающий юрский, каменноугольный, средне-верхнедевонский и руднокристаллический водоносные горизонты.

Режим фильтрации подземных вод в верхнем (первом) слое принят безнапорным, в слоях 2 и 3 – напорно-безнапорным, в слое 4 – напорным.

Для прогноза миграции загрязняющих веществ представляет интерес меловой водоносный комплекс, объединяющий два верхних слоя: меловые отложения турон-коньякского возраста и альб-сеноманские пески.

Модель миграции построена на основе гидродинамической модели, поэтому все граничные условия (карьеры, хвостохранилища, водозаборы, реки), геометрия водовмещающих слоев и коэффициенты фильтрации на модели миграции приняты аналогичными фильтрационной модели.

Средний коэффициент фильтрации мело-мергельных отложений составляет 2,5 м/сут, а их обводненная мощность изменяется от 0 (полностью осушенные породы вблизи подземных дренажных комплексов карьеров) до 30-40 м вблизи областей фильтрации. На модели коэффициент фильтрации мело-мергельных отложений закономерно уменьшается от долин рек в сторону водоразделов от 15-20 до 0.1 м/сут. Гравитационная водоотдача мела 0.05. Аллювиальные пески характеризуются, как правило, мощностью до 10 м и средним коэффициентом фильтрации до 1 м/сут. Отражен аллювиальный водоносный горизонт на модели в поймах рек, в местах отсутствия меловых отложений.

Для альб-сеноманских песков коэффициент фильтрации в среднем составляет 15 м/сут при их мощности от 30 до 35 м. Гравитационная водоотдача песков 0.2.

Для хвостов коэффициент фильтрации принимался равным 0.01 м/сут, при средней мощности хвостов хвостохранилища ЛГОКа от 40 до 50 м, а хвостохранилища СГОКа – от 15 до 25 м. Коэффициент фильтрации 0.05 м/сут задавался на вновь возводимых участках хвостохранилищ.

В условиях Лебединского и Стойленского месторождений мело-мергельные отложения рассматриваются как гетерогенно-блоковая система с двойной пористостью. Трещиноватость мелов составляет 0.005, а пористость меловых блоков 0.45. Поэтому при расчетах на модели учитывался отвод мигрантов из трещин в поры меловых блоков. На модели миграции это учитывалось по схеме сосредоточенной емкости [2].

Активная пористость песков и хвостов принята равной 0.3.

Параметры гидродинамической дисперсии приняты постоянными по литературным данным [2]: для песков $\lambda = 0.1$ м и для мелов $\lambda = 1$ м.

В рамках данной статьи остановимся на прогнозе миграции нефтепродуктов, ПДК которых для вод хозяйственно-питьевого назначения составляет 0.1 мг/л.

Примем в качестве исходных значения концентраций нефтепродуктов в воде хвостохранилища ЛГОКа $C_0=0.45$ мг/л, а в воде хвостохранилища СГОКа $C_0=0.12$ мг/л (максимальные значения из средних за 1980-2005 года по данным ОАО «ЛГОК» и ОАО «СГОК» [1]).

Параметры массообмена для нефтепродуктов в мело-мергельных отложениях примем в соответствии с работой [3]: $\alpha=0.002$ 1/сут, $\beta=0.4$.

Значение параметра распределения при фильтрации нефтепродуктов в песках и хвостах примем по литературным данным [4]: $\beta=0.5$.

Результаты и их обсуждение

Процесс миграции загрязняющих веществ из хранилищ отходов обогащения железных руд состоит из их вертикальной фильтрации через толщу хвостов до попадания на зеркало подземных вод мело-мергельного водоносного горизонта и горизонтальной фильтрации в меловом водоносном комплексе.

Процесс фильтрации нефтепродуктов через хвосты сопровождается сорбцией. Скорость вертикального переноса загрязнений через толщу хвостов V^* с учетом сорбции описывается зависимостью [1]:

$$V^* = v \cdot n_{\text{э}}, \quad (1)$$

где $n_{\text{э}}=n_{\text{хв}}+1;\beta$ – эффективная пористость хвостов; $n_{\text{хв}}$ – пористость хвостов; β – коэффициент распределения вещества при сорбции; v – вертикальная скорость фильтрации, равная коэффициенту фильтрации хвостов, м/сут.

Время переноса сорбируемых нефтепродуктов через толщу хвостов составит:

$$T = m_{\text{ср}}:V^*, \quad (2)$$

где T – время переноса, сут; $m_{\text{ср}}$ – средняя по площади хвостохранилища мощность хвостов, м; V^* – скорость вертикального переноса, м/сут.

Выполним расчет для условий Лебединского ГОКа: $n_{\text{э}}=0.3+1:0.5=2.3$; $v^*=v:n_{\text{э}}=0.01:2.3=0.0043$ м/сут.; $T=40:0.0043=9303$ сут=25 лет.

Для условий Стойленского ГОКа: $n_{\text{э}}=0.3+1:0.5=2.3$; $v^*=v:n_{\text{э}}=0.01:2.3=0.0043$ м/сут.; $T=20:0.0043=4651$ сут=13 лет.

Таким образом, миграция нефтепродуктов в меловом водоносном комплексе начнется через 25 лет после начала складирования в хвостохранилище ЛГОКа отходов обогащения железных руд и через 13 лет после начала функционирования хвостохранилища СГОКа.

При расчете миграции нефтепродуктов в мело-мергельном водоносном горизонте необходимо учитывать процессы отвода загрязняющего компонента из трещин в меловые блоки и сорбцию, которые существенно снижают скорость распространения загрязнений.

При длительном переносе в условиях асимптотического режима скорость продвижения нефтепродуктов в мело-мергельном водоносном горизонте V^* составит:

$$V^* = v_{\text{м}}:n_{\text{э}}, \quad (3)$$

где $n_{\text{э}}=n_{\text{м}}+1;\beta$ – эффективная пористость мело-мергельных пород; $n_{\text{м}}$ – пористость мело-мергельных пород, которая в условиях асимптотического режима переноса складывается из трещиноватости мелов и пористости меловых блоков ($n_{\text{м}}=0.005+0.45=0.455$); β – коэффициент распределения вещества при сорбции; $v_{\text{м}}=k_{\text{м}}\cdot I$ – горизонтальная скорость переноса загрязнений по мело-мергельному пласту, м/сут; $k_{\text{м}}$ – коэффициент фильтрации мело-мергельных пород, м/сут.; I – гидравлический градиент.

Таким образом, эффективная пористость мело-мергельных пород, которая задается на модели миграции, составит:

$$n_{\text{э}}=n_{\text{м}}+1;\beta=(0.005+0.45)+1:0.4=2.96$$

При расчете миграции нефтепродуктов в песках альб-сеноманского водоносного горизонта необходимо учитывать сорбцию.

В условиях асимптотического режима переноса скорость продвижения нефтепродуктов в альб-сеноманских песках V^* составит:

$$V^* = v_{\text{п}}:n_{\text{э}}, \quad (4)$$

где $n_{\text{э}}=n_{\text{п}}+1;\beta$ – эффективная пористость песков; $n_{\text{п}}$ – пористость песков; β – коэффициент распределения вещества при сорбции; $v_{\text{п}}=k_{\text{п}}\cdot I$ – горизонтальная скорость переноса загрязнений по альб-сеноманским пескам, м/сут.; $k_{\text{п}}$ – коэффициент фильтрации песков, м/сут.; I – гидравлический градиент.

Таким образом, эффективная пористость альб-сеноманских песков, которая задается на модели миграции, составит:

$$n_{\text{э}}=n_{\text{п}}+1;\beta=0.3+1:0.5=2.3$$

Рассчитать расстояние переноса загрязнений на различные периоды времени можно по формуле:

$$S = T \cdot V^*, \quad (5)$$

где S – расстояние переноса загрязняющего вещества, м; T – прогнозный период времени, сут.; V^* – скорость переноса, м/сут.

Численный прогноз миграции нефтепродуктов по турон-коньякскому и альб-сеноманскому водоносным горизонтам выполнен до 2022 года на период 50 лет с момента ввода в эксплуатацию хвостохранилища ЛГОКа и 36 лет с момента начала эксплуатации хвостохранилища СГОКа.

На рисунках 1 и 2 приведены карты изолиний прогнозной концентрации нефтепродуктов на период до 2022 года соответственно для турон-коньякского и альб-сеноманского водоносных горизонтов.

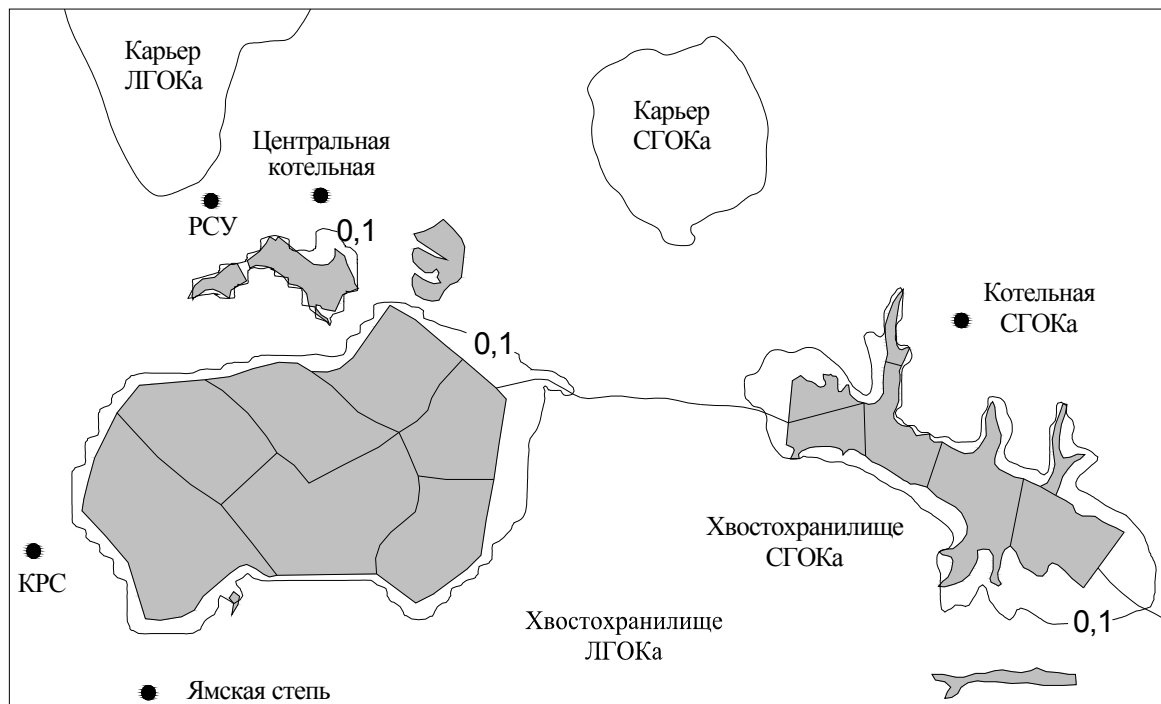


Рис. 1. Прогнозная концентрация нефтепродуктов в турон-коньякском водоносном горизонте до 2022 года через 50 лет после начала сброса хвостов обогащения в хвостохранилище ЛГОКа и через 36 лет – в хвостохранилище СГОКа

По результатам моделирования можно проследить продвижение нефтепродуктов по меловому водоносному комплексу от источников его загрязнения – хвостохранилищ Лебединского и Стойленского ГОКов. Скорость продвижения нефтепродуктов по пескам выше, чем по мелям.

Из полученных данных следует, что загрязненные нефтепродуктами подземные воды за прогнозируемый период времени до 2022 года не достигнут водозаборов, эксплуатирующих альб-сеноманский водоносный горизонт, и дренажных систем Лебединского и Стойленского карьеров.

Разработанная численная модель миграции может быть использована для прогноза загрязнения подземных вод на любые периоды времени для условий Лебединского и Стойленского железорудных месторождений КМА в гетерогенно-блоковых средах с двойной пористостью и с учетом сорбции.

Выводы

Хранилища отходов обогащения железных руд Лебединского и Стойленского горно-обогатительных комбинатов являются одним из основных источников загрязнения (влияния) на химический и качественный состав подземных вод.

Основными загрязняющими компонентами в водах хвостохранилища Лебединского ГОКа являются соединения азота, железа общего и нефтепродукты, а в водах хвостохранилища Стойленского ГОКа - железо общее и нефтепродукты.

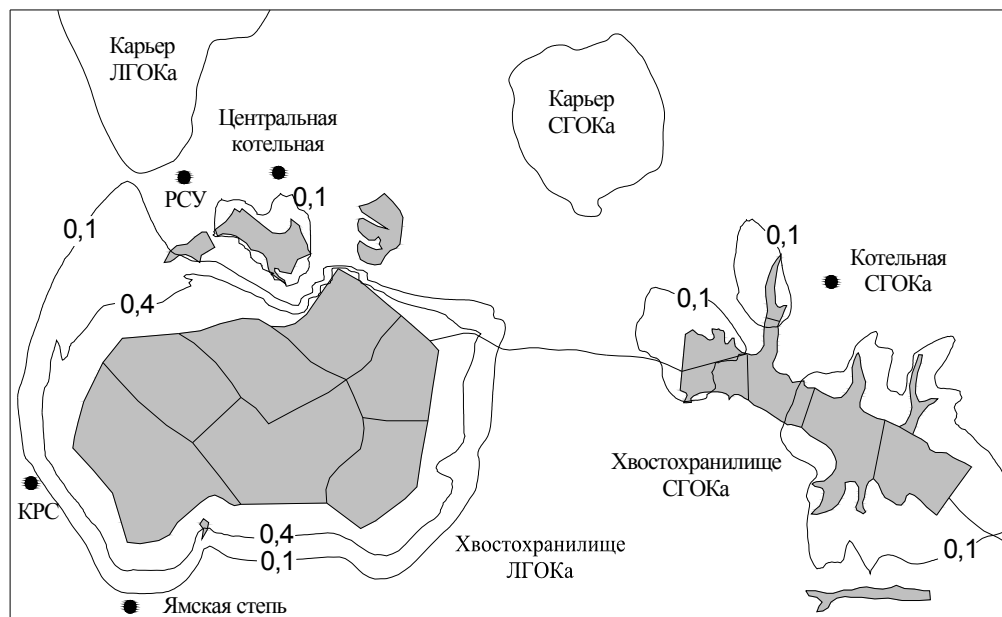


Рис. 2. Прогнозная концентрация нефтепродуктов в альб-сеноманском водоносном горизонте до 2022 года через 50 лет после начала сброса хвостов обогащения в хвостохранилище ЛГОКа и через 36 лет – в хвостохранилище СГОКа

Обозначения к рисункам:

- 0,1 изолиния концентрации нефтепродуктов, мг/л;
- КРС водозабор подземных вод, эксплуатирующий альб-сеноманский водоносный горизонт.

По результатам моделирования миграции нефтепродуктов в меловом водоносном комплексе установлено, что ореол загрязнения не достигнет действующих водозаборов на альб-сеноманский водоносный горизонт в перспективе до 2022 года.

Результаты моделирования могут быть использованы в производственной деятельности Лебединского и Стойленского ГОКов при решении вопросов, связанных с охраной и рациональным использованием водных ресурсов.

Список литературы

1. Мироненко В.А., Румынин В.Г., Учаев В.К. Охрана подземных вод в горнодобывающих районах (опыт гидрогеологических исследований). - Л.: Недра, 1980. - 320 с.
2. Переоценка эксплуатационных запасов дренажных вод карьера Стойленского ГОКа. Отчет ООО НТЦ «НОВОТЭК». - Белгород, 2005. - 208 с.
3. Экспертная оценка влияния хвостохранилища Лебединского ГОКа с учетом его развития на подземные воды, рекомендации по защите прилегающих территорий от подтопления и водных ресурсов от загрязнения. ООО НТЦ «НОВОТЭК». - Белгород, 2000. - С. 45.
4. Бочевер Ф.М., Лапшин Н.Н., Орадovская А.Е. Защита подземных вод от загрязнения. - М.: Недра, 1979. - С. 36.

UNDERGROUND WATERS CONTAMINATION FORECAST FOR IRON ORE DEVELOPMENT OF KMA BY METHODS OF NUMERICAL SIMULATION

T.N. Kravchuk¹, S.V. Sergeev²

¹Science-technical and expert center of the new ecotechnologies in hydrogeology and hydrotechnique «NOVOTEK», B. Hmelnytsky St., 131, Belgorod, 308002, Russia

²Belgorod State National Research University, Pobedy St., 85, Belgorod, 308015, Russia

E-mail: sergeev@bsu.edu.ru

Numerical model of migration has been worked out for the underground waters contamination forecast in the zones of technical reservoirs influence of Lebedinsky and Stoylensky ore-dressing and processing enterprises. It is stated that the model will have practical application in the mining enterprises of Stary Oskol iron ore region of Kursk Magnetic Anomaly for solving the problems of protecting and rational usage of water resources.

Key words: ore-dressing and processing enterprise, technical reservoir, underground waters contamination, transport simulation.

УДК 543.632.45:556.18:622.631(470.325)

АЗОТНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ И ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ РАЙОНАХ¹

**С.Н. Сыромятникова,
С.Н. Колмыков, А.Г. Корнилов**

*Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет, Россия, 308015,
г. Белгород, ул. Победы, 85*

*E-mail: kolmykov@bsu.edu.ru;
kornilov@bsu.edu.ru*

Содержание соединений азота в водоемах Белгородской области связано с организованными сбросами сточных вод коммунального хозяйства и неорганизованными стоками с селитебно-промышленных территорий. В прудах наибольшее содержание нитратов наблюдается в феврале, нитритов – в декабре, аммония – в ноябре. Наиболее сильному азотному загрязнению подвержены пруды, расположенные в черте крупных населенных пунктов. Содержание нитратов и аммония в прудах значительно выше, чем в реках, а содержание нитритов примерно сопоставимо.

Ключевые слова: азотное загрязнение водных объектов, организованный и неорганизованный сброс сточных вод.

Введение

Источниками загрязнений водных объектов соединениями азота традиционно выступают сельское хозяйство, коммунально-бытовая сфера как со стороны крупных промышленных городов, так и со стороны неканализованных сельских поселений и, отчасти, процессы естественной фиксации азота в почве из атмосферного воздуха [1].

Проблема загрязнения поверхностных вод, в частности рек и прудов, соединениями азота является актуальной именно для Белгородской области в связи с большой долей пашни в структуре земельного фонда области (доля пашни составляет около 60%), а также бурным развитием в последние годы птицеводства, молочно-мясного скотоводства и свиноводства. Неорганизованные стоки с территории сельхозугодий (пашня), где активно применяются различные виды удобрений, а также стоки с территорий, занятых животноводческими комплексами, свинокомплексами, птицефермами, способствуют росту содержания в водных объектах соединений азота (аммоний, нитраты, нитриты).

Существенным источником азотного загрязнения водоемов и водотоков являются также хозяйственно-бытовые сточные воды таких крупных горнопромышленных центров, как Губкин и Старый Оскол.

В свою очередь соединения азота способствуют эвтрофикации водоемов, что особенно заметно может проявляться в летнее время. Проблема эвтрофикации является одной из существенных проблем поверхностных водных объектов на территории Белгородской области.

С учетом изложенного, были проведены наблюдения на водных объектах с различным сочетанием функциональных зон на водосборных территориях. В качестве объектов наблюдения рассматривались: а) реки, на которых имеются посты Росгидромета, которые имеют обширную водосборную площадь с более или менее равномерной представленностью функциональных зон; б) локальные объекты, в частности пруды, с относительно унифицированным набором функциональных зон, как на территории сельскохозяйственных угодий, так и в промышленных и горнопромышленных районах.

В качестве исследуемых рек, на которых имеются посты Росгидромета, были выбраны такие реки, испытывающие воздействие крупных промышленных центров (г. Белгород, Губкин, Старый Оскол), как Северский Донец, Осколец, Оскол. Кроме того, исследовалась р. Ворскла, которая испытывает воздействие неорганизованного стока с селитебно-промышленной территории (п. Яковлево, п. Томаровка, п. Борисовка, г. Грайворон), с территории сельскохозяйственных угодий, населенных пунктов сельского типа, а также организованного сброса сточных вод Яковлевского рудника [2].

Расположение объектов исследования на территории Белгородской области показано на рис. 1. Показатели загрязнения водных объектов соединениями азота по данным Росгидромета представлены в табл. 1.

¹ Исследования выполнены в рамках реализации государственного задания Министерства образования и науки РФ Белгородским государственным национальным исследовательским университетом на 2012 год (№ приказа 5.1739.2011).

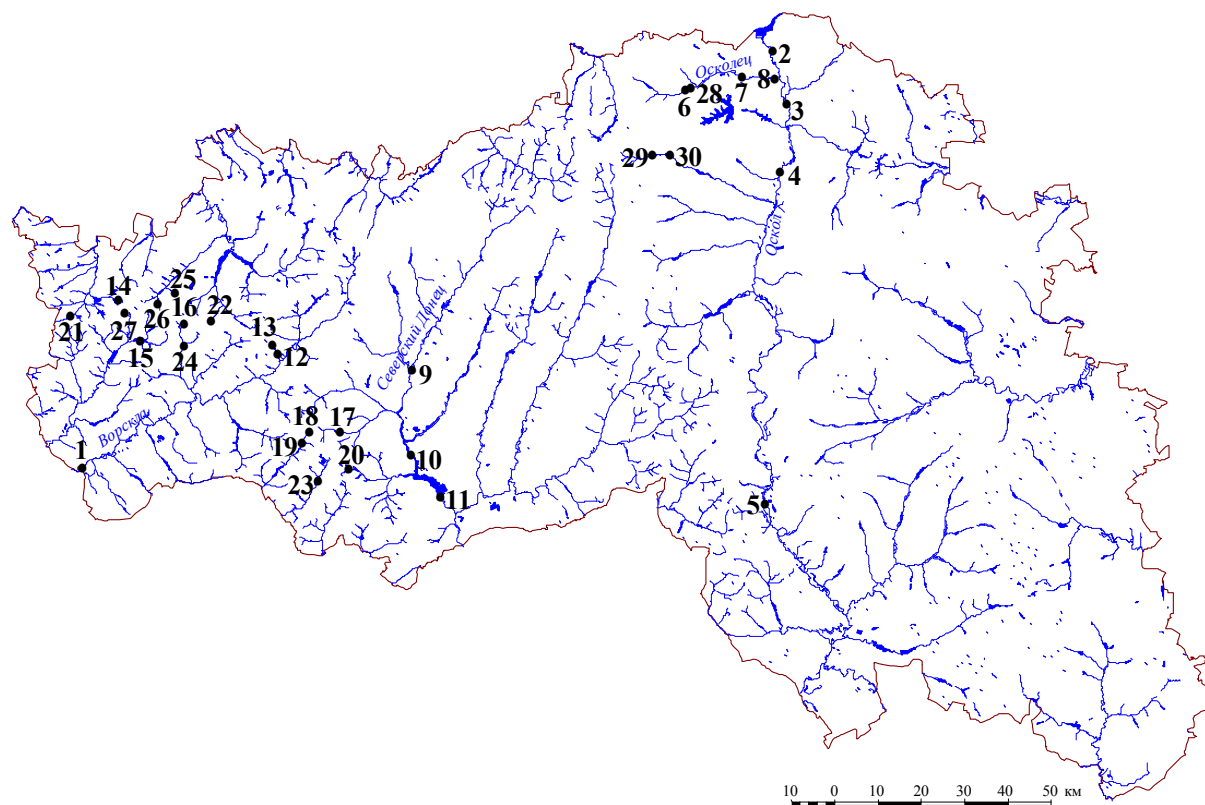


Рис. 1. Расположение объектов исследования на территории Белгородской области

Таблица 1

**Содержание соединений азота
в реках Белгородской области по данным Росгидромета**

| № на рис. 1 | Водный объект | Содержание соединений азота и значение ПДК, мг/л | | | | | |
|-------------|---|--|-----|--------------|------|---------|------|
| | | аммоний | ПДК | нитриты | ПДК | нитраты | ПДК |
| 1 | р. Ворскла с. Козинка | 0.395 | 0.5 | 0.029 | 0.08 | 0.753 | 40.0 |
| 2 | р. Оскол, 3,5 км выше г. Старый Оскол | 0.171 | 0.5 | 0.023 | 0.08 | 0.741 | 40.0 |
| 3 | р. Оскол, 7 км ниже г. Старый Оскол | 0.802 | 0.5 | 0.084 | 0.08 | 2.53 | 40.0 |
| 4 | р. Оскол, 25 км ниже г. Старый Оскол | 1.41 | 0.5 | 0.168 | 0.08 | 3.44 | 40.0 |
| 5 | р. Оскол, 8 км ниже п. Волоконовка | 0.36 | 0.5 | 0.058 | 0.08 | 1.63 | 40.0 |
| 6 | р. Осколец, 0,7 км выше г. Губкин | 0.119 | 0.5 | 0.029 | 0.08 | 2.55 | 40.0 |
| 7 | р. Осколец, 9 км ниже г. Губкин | 0.236 | 0.5 | 0.089 | 0.08 | 5.39 | 40.0 |
| 8 | р. Осколец, г. Старый Оскол | 0.542 | 0.5 | 0.124 | 0.08 | 5.39 | 40.0 |
| 9 | р. Северский Донец, с. Беломестное | 0.191 | 0.5 | 0.023 | 0.08 | 0.493 | 40.0 |
| 10 | р. Северский Донец (Белгородское вдхр.), 6 км ниже г. Белгород | 0.558 | 0.5 | 0.184 | 0.08 | 2.74 | 40.0 |
| 11 | р. Северский Донец (Белгородское вдхр.), 21 км ниже г. Белгород | 0.529 | 0.5 | 0.094 | 0.08 | 3.05 | 40.0 |

Примечание: жирным шрифтом выделены концентрации, превышающие ПДК

Как видно из приведенной таблицы, прослеживается определенная закономерность в изменении содержания соединений азота в исследуемых реках. Вниз по течению реки Оскол от пункта 2 до пункта 4 их содержание постепенно увеличивается. Это связано в первую очередь с организованным сбросом сточных вод коммунальным хозяйством г. Старый Оскол, неоргани-

зованным стоком с селитебно-промышленной территории г. Старый Оскол, неорганизованным сельскохозяйственным стоком (сельхозугодья, сельские населенные пункты) [3]. Ниже п. Волоконовка концентрация соединений азота понижается, так как на этом участке отсутствуют крупные организованные сбросы сточных вод.

Содержание аммония увеличивается с 0.342 ПДК до 2.82 ПДК, нитритов – с 0.288 ПДК до 2.1 ПДК, нитратов – с 0.0185 ПДК до 0.086 ПДК. Ниже п. Волоконовка содержание соединений азота не превышает ПДК.

Такая же картина наблюдается и в р. Осколец, где концентрация соединений азота вниз по течению от пункта 6 до пункта 8 постепенно повышается. Это связано с организованным сбросом сточных вод коммунальным хозяйством г. Губкин, неорганизованным стоком с селитебно-промышленной территории гг. Губкин и Старый Оскол, находящихся в долине р. Осколец, сбросом сточных вод спиртового завода и завода кормовых дрожжей [4].

Содержание аммония увеличивается с 0.238 ПДК до 1.084 ПДК, нитритов – с 0.3625 ПДК до 1.55 ПДК, нитратов – с 0.0638 ПДК до 0.1348 ПДК.

Сходная ситуация и на р. Северский Донец. Концентрация соединений азота после г. Белгорода выше, чем до города. Это объясняется неорганизованным стоком с селитебно-промышленной территории г. Белгород, а также с организованным сбросом сточных вод коммунальным хозяйством г. Белгород. Содержание аммония увеличивается с 0.238 ПДК до 1.116 ПДК, нитритов – с 0.2875 ПДК до 2.3 ПДК, нитратов – с 0.0123 ПДК до 0.0685 ПДК. Ниже по течению у головной плотины Белгородского вдхр. содержание аммония и нитритов, хотя и превышает значения ПДК (1.058 и 1.175 соответственно), но все же ниже, чем в предыдущей точке, а содержание нитратов увеличивается незначительно до 0.076 ПДК.

Концентрации соединений азота в р. Ворскла не превышают значений ПДК. Однако стоит отметить, что содержание исследуемых веществ здесь выше, чем на участках рек Оскол, Осколец, Северский Донец, не подверженных воздействию промышленных центров и сбросу сточных вод коммунальными службами. Это объясняется тем, что створ на р. Ворскла расположен в 114 км от ее истока и на всем протяжении река испытывала на себе воздействие неорганизованных и организованных стоков с различных территорий.

Представленные данные наглядно показывают, что на содержание соединений азота в первую очередь влияют организованные сбросы сточных вод коммунального хозяйства городов и неорганизованные стоки с селитебно-промышленной территории крупных промышленных центров с развитой хозяйственной деятельностью.

Помимо рек, как говорилось выше, объектами исследования выступали также пруды с относительно унифицированным набором функциональных зон, как на территории сельскохозяйственных угодий, так и в промышленных и горнопромышленных районах. Показатели азотного загрязнения прудов по нашим данным представлены в таблице 2.

Из таблицы 2 видно, что нитриты содержатся в исследуемых прудах в небольших количествах. В среднем их содержание колеблется в пределах 0.012–0.054 мг/л в период с января по март. Превышения ПДК и очень близкие к ним значения наблюдались только в декабре. Наибольшее превышение ПДК (0.08 мг/л) наблюдается в районах п. Араповка (2.01 ПДК) и с. Головино (1.475 ПДК). В остальные месяцы наблюдений содержание нитритов в прудах не превышает значений ПДК (максимальное значение 0.675 ПДК в с. Киселевка).

По нитратам превышение ПДК (40.0 мг/л) не наблюдается. В среднем их содержание варьирует в пределах от 0.468 до 10 мг/л. Наибольшие значения содержания нитратов (более 10 мг/л) за исследуемый период наблюдаются в районах п. Красная Яруга, п. Араповка, с. Дмитриевка, с. Мелавое-1. Наименьшие величины содержания нитратов отмечены в районах п. Комсомольский, с. Бессоновка, с. Старая Глинка, п. Ракитное.

Содержание аммония варьирует в широком диапазоне 0.011–2.815 мг/л. В большинстве отобранных проб в период с ноября по март наблюдается превышение ПДК, которое составляет 0.5 мг/л. Наибольшие превышения ПДК наблюдаются в районах п. Араповка (5.63 ПДК), с. Головино (5.31 ПДК), с. Киселевка (5.12 ПДК), п. Октябрьский (5.106 ПДК), с. Илек-Пеньковка (4.56 ПДК).

Таким образом за исследуемый период наибольшее содержание нитратов по всем исследуемым прудам наблюдается в феврале, нитритов – в декабре, аммония – в ноябре. Наиболее сильному азотному загрязнению подвержены пруды в районе п. Араповка, с. Головино. Это может быть связано с неорганизованным стоком с территории сельских населенных пунктов, расположенных вблизи прудов. Возможно также воздействие свиноплекса, расположенного вблизи пруда в п. Араповка, путем попадания сточных вод из лагун в грунтовые воды с последующей их разгрузкой в пруд, а также поверхностным стоком с территории площадки свиноплекса.

В целом содержание соединений азота в прудах значительно выше, чем в реках, которые лучше справляются с азотной нагрузкой.

Таблица 2

Содержание соединений азота в исследуемых прудах

| № на рис. 1 | Место отбора | Содержание соединений азота, мг/л | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|--------------------|-----------------------------------|---------|--------|---------|-------|---------|--------|---------|-------|---------|---------|--------|---------|--------|
| | | аммоний | | | | | нитриты | | | | нитраты | | | | |
| | | ноябрь | декабрь | январь | февраль | март | декабрь | январь | февраль | март | ноябрь | декабрь | январь | февраль | март |
| 12 | с.Старая Глинка-1 | 1.40 | 0.725 | 0.213 | 0.187 | 0.042 | 0.077 | 0.019 | 0.014 | 0.020 | 0.836 | 1.623 | 0.556 | 1.191 | 1.095 |
| 13 | с.Старая Глинка-2 | - | 1.137 | 1.188 | 0.396 | 0.179 | 0.087 | 0.021 | 0.016 | 0.028 | - | 0.752 | 0.831 | 1.362 | 1.385 |
| 14 | п.Красная Яруга | 1.212 | 0.819 | 0.513 | 0.074 | 0.061 | 0.089 | 0.018 | 0.015 | 0.025 | 14.134 | 4.725 | 5.946 | 10.088 | 8.217 |
| 15 | с.Солдатское | 0.790 | 0.997 | 0.099 | 0.049 | 0.302 | 0.099 | 0.022 | 0.015 | 0.030 | 1.523 | 1.159 | 1.252 | 2.671 | 2.398 |
| 16 | с.Введенская Готня | 2.165 | 1.451 | 0.151 | 0.742 | 1.232 | 0.108 | 0.026 | 0.018 | 0.031 | 4.045 | 2.623 | 5.471 | 6.243 | 5.809 |
| 17 | п.Комсомольский | 1.190 | 0.415 | 0.109 | 0.082 | 0.017 | 0.079 | 0.021 | 0.016 | 0.020 | 2.741 | 1.237 | 0.529 | 1.421 | 0.680 |
| 18 | с.Бессоновка | 1.20 | 0.779 | 0.710 | 0.156 | 0.316 | 0.100 | 0.021 | 0.016 | 0.024 | 0.773 | 0.599 | 0.468 | 1.134 | 0.847 |
| 19 | п.Араповка | 2.815 | 1.07 | 2.557 | 1.282 | 2.198 | 0.161 | 0.038 | 0.026 | 0.048 | 4.243 | 5.167 | 11.464 | 19.414 | 16.592 |
| 20 | с.Головино | 1.046 | 1.224 | 2.361 | 2.655 | 1.968 | 0.118 | 0.028 | 0.019 | 0.029 | 3.091 | 1.657 | 1.938 | 3.122 | 2.468 |
| 21 | с.Илек-Пеньковка | 2.280 | 0.685 | 1.069 | 0.582 | 0.946 | 0.110 | 0.035 | 0.014 | 0.024 | 4.784 | 2.689 | 7.201 | 7.023 | 7.362 |
| 22 | с.Дмитриевка | 0.905 | 0.777 | 0.407 | 0.524 | 0.657 | 0.082 | 0.019 | 0.023 | 0.031 | 6.894 | 4.093 | 8.203 | 13.711 | 11.768 |
| 23 | п.Октябрьский | 2.553 | 0.974 | 0.626 | 0.248 | 0.129 | 0.109 | 0.025 | 0.019 | 0.031 | 3.209 | 4.268 | 4.625 | 8.671 | 7.968 |
| 24 | с.Трефиловка | 1.750 | 0.833 | 0.217 | 0.898 | 0.656 | 0.092 | 0.020 | 0.017 | 0.040 | 0.549 | 1.052 | 3.016 | 3.591 | 12.193 |
| 25 | п.Ракитное | 1.160 | 0.523 | 1.757 | 0.323 | 0.011 | 0.081 | 0.018 | 0.012 | 0.020 | 0.792 | 1.173 | 0.994 | 1.936 | 1.249 |
| 26 | с.Киселевка | 1.010 | 0.794 | 0.106 | 1.582 | 2.561 | 0.084 | 0.020 | 0.024 | 0.054 | 0.931 | 1.072 | 3.728 | 7.763 | 4.323 |
| 27 | с.Отрадовка | - | 0.664 | 0.402 | 0.218 | 0.135 | 0.078 | 0.021 | 0.013 | 0.022 | - | 1.151 | 1.261 | 2.348 | 1.865 |
| 28 | г.Губкин | 0.341 | - | - | - | - | - | - | - | - | 6.850 | - | - | - | - |
| 29 | с.Мелавое-1 | - | - | - | 0.117 | - | - | - | 0.038 | - | 10.156 | - | - | 10.668 | - |
| 30 | с.Мелавое-2 | - | - | - | 0.053 | - | - | - | 0.041 | - | 0.879 | - | - | 4.519 | - |

Список литературы

1. Никаноров А.М. Гидрохимия: учеб. для вузов по спец. «Гидрология суши». – СПб.: Гидрометеоиздат, 2001. – 444 с.
2. Корнилов А.Г. Оценка экологического ущерба водным объектам (на примере деятельности предприятий горнодобывающего комплекса КМА) / А.Г. Корнилов, А.Н. Петин, С.Н. Колмыков // Изменения состояния окружающей среды в странах содружества в условиях текущего изменения климата / Отв. ред. академик В.М. Котляков. – М.: Медиа-Пресс, 2008. – С. 213-219.
3. Геоэкологическая ситуация малых рек в зоне влияния Старооскольско-Губкинского горнопромышленного узла / Корнилов А.Г., Петин А.Н., Лебедева М.Г., Колмыков С.Н. // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Естественные науки. - №11. Вып. 9/2. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2009. – С. 101-108.
4. Сравнительная характеристика воздействия горнодобывающих предприятий КМА на экологическую ситуацию рек Белгородской области / Корнилов А.Г., Колмыков С.Н., Кичигин Е.В., Гордеев Л.Ю. // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). - №6, 2010 г. - С. 134-139.

NITROGEN POLLUTION OF WATER BODIES IN AGRICULTURAL AND MINING AREAS OF BELGOROD REGION

**S.N. Syromyatnikova,
S.N. Kolmykov, A.G. Kornilov**

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

*E-mail: kolmykov@bsu.edu.ru,
kornilov@bsu.edu.ru*

Nitrogen compounds content in water bodies of Belgorod region is associated with organized discharges of communal services wastewater and unorganized runoff from residential and industrial areas. In ponds the highest content of nitrates is observed in February, nitrites - in December, ammonia - in November. The ponds located within the major centers of population are subject to the most severe contamination of nitrogen. Nitrate and ammonium content in ponds is significantly higher than in the rivers, and nitrites content is roughly comparable.

Key words: nitrogen pollution of water bodies, organized and unorganized wastewater discharges.

ТЕХНИЧЕСКИ И ЭКОНОМИЧЕСКИ ЦЕЛЕСООБРАЗНО ПРИМЕНЕНИЕ СТЕКЛОПЛАСТИКОВЫХ ТРУБ В ВОДОСБОРНЫХ СЕТЯХ ВОДОЗАБОРОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ

**В.П. Петриченко¹,
А.И. Позняков²**

¹ Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет, Россия, 308000,
г. Белгород, ул. Победы, 85

E-mail: petrichenko.vitalij@yandex.ru

² Юго-западный государственный
университет, Россия, г. Курск,
ул. 50 лет Октября, 94

E-mail: munke@mail.ru

Изложено современное состояние водосборных сетей скважинных водозаборов подземных вод в Белгородской и Курской областях, построенных в 70-80-е г. XX века из стальных труб и новое направление использования стеклопластиковых труб в нефтяной, химической промышленности, водоснабжении, оказавшее многостороннее преимущество. Обоснована возможность и целесообразность полностью заменить в водосборных сетях стальные трубопроводы на стеклопластиковые, дающие технические, экономические преимущества и повышающие охрану водных ресурсов.

Ключевые слова: водозаборы, подземные воды, трубы стальные, стеклопластиковые трубы.

Водозаборы в промышленных городах Белгородской области состоят из 10-20 скважин, принадлежащих горводоканалам для снабжения питьевой водой населения.

В основном небольшие водозаборы от нескольких до десятка скважин принадлежат промышленным предприятиям, одновременно снабжают население питьевой водой.

Водосборные сети, даже небольшого города Короча, имеют протяженность более 10 км.

Планом на 2011-2013 гг. по Белгородской области для водоснабжения населения питьевой водой предусмотрено построить более 500 км магистральных водопроводов, не считая уличных разводок в населенных пунктах.

Население города Белгорода обеспечивается питьевой водой из шести водозаборов, находящихся за чертой города и включающих около 200 водозаборных скважин.

Основным водоносным горизонтом является мело-мергельный. Глубины скважин в зависимости от мест расположения составляют от 50-60 до 150 м.

Дебит водозаборных скважин составляет от 20 до 50 м³/час.

Водосборные сети на водозаборах городов и сел Белгородской области выполнены в 70-80-е годы XX века из стальных труб. Водоприемные пункты находятся от водозаборов на расстоянии от 3 до 25 км. Сроки эксплуатации водосборных сетей превышают нормы кратно. Контроль мест и потерь воды по трубопроводам затруднен. Требуется замена многих трубопроводов.

По Курской области для водоснабжения населения питьевой водой крупных городов действуют крупные береговые водозаборы. Водозаборные скважины расположены вдоль рек на расстояниях от них от десятков метров до 100-150 м.

Береговые водозаборы города Курска: «Киевский» включает 86 водозаборных скважин, «Шумаковский» - 32 скважины. Водозаборы расположены вдоль реки Сейм последовательно. «Шумаковский» водозабор удален от «Киевского» на расстояние более 20 км.

Береговой водозабор города Железногорска «Березовский», состоящий из 55 водозаборных скважин, расположен вдоль реки Свапа. Скважины подключены к трем ветвям общей длиной 16 км. Водозабор отдален от города на расстояние 56 км. Общая трубопроводная сеть составляет более 70 км от места забора воды до водоприемного пункта потребителя.

Все эти водосборные трубопроводы выполнены из стальных труб. Срок службы трубопроводов из стальных труб при соблюдении всех требований: внешней изоляции предохраняющей от ржавления, нормативов по содержанию взвесей в воде, перекачиваемой по трубопроводу, соблюдения пределов шероховатости внутренней поверхности труб и др., не превышает 20 лет. Водосборные сети выполняются преимущественно из труб диаметром от 150 до 400 мм. Только на «Березовском» водозаборе для перекачки воды двух водосборных ветвей использованы трубопроводы диаметром 500 и 600 мм длиной 2,8 км.

В соответствии с СНиП 2.04.02-84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» предусматривает для самотечных и низконапорных сетей, применение железобетонных, асбестоцементных, пластиковых труб.

Только для высоконапорных (1.5 МПа и более) допустимо применение стальных труб и в других оговоренных случаях.

Однако практически все водопроводы на водозаборах выполнены из стальных труб.

В зарубежной практике США, Канады, стран западной Европы – Нидерландах, Франции в 60-е годы начали использовать для нефтепроводов трубы из эпоксидных стеклопластиков, рассчитанные на давление 1.5–2.0 МПа. Такие трубы были использованы для трубопроводов с высокими температурами в пустынях и районах арктического холода. Срок службы их составлял более 20 лет.

В настоящее время, во многих странах мира, используют стеклопластиковые трубы в различных областях химической, нефтяной, газовой промышленности, водоснабжении. Имеется опыт срока службы 50 и более лет трубопроводов без ремонта с небольшой потерей механических свойств.

На основе достижений в области науки, технологий и производства в 2001-2008 гг. в России издан ряд нормативных документов [3, 4, 5] по производству и применению стеклопластиковых труб в нефтяной, химической промышленности, водоснабжении. Созданы предприятия по изготовлению стеклопластиковых труб.

В Казани ООО НПП «Завод стеклопластиковых труб» изготавливает насосно-компрессорные трубы диаметром 50-100 мм. на внутреннее давление до 17.2 МПа, обсадные трубы диаметром 150-200 мм. на давление 10 МПа, применяемые при глубинах скважин до 3000 м.

В Белгороде ЗАО «ПолиЭк» [4] изготавливает стеклопластиковые трубы диаметром 70, 100, 150, 200 и 300 мм. длиной до 12 м на рабочее давление до 1.6 МПа.

Авторами настоящей публикации выполнены исследования [1] на вышеупомянутых водозаборах Курской области по техническим требованиям к водосборным сетям крупных береговых скважинных водозаборов и рациональным режимам их работы, техническим характеристикам комплектующего оборудования водозаборных скважин и водосборных сетей [1, 2]. Установлено, что имеется возможность полностью заменить стальные трубы на стеклопластиковые, выпускаемые в настоящее время ЗАО «ПолиЭк», а при необходимости можно выпускать трубы диаметром до 500 мм, соответствующие требованиям водосборных сетей водозаборов подземных вод.

Практикой установлено [1, 2], что при эксплуатации водозаборных скважин, пробуренных на песчаные водоносные горизонты, в период пуска в работу погружных насосов после простоя и повышения динамического уровня в скважине происходит вынос из пласта мелких фракций песка. (Для погружных насосов допустимо 0.01% массы воды)

Они не должны осаждаться в водосборных сетях. Для этого в трубопроводах должны быть скорости потока выше критических. Коэффициенты запаса скорости течения должны обосновываться технически и экономически, а так же учитывать снижение подачи погружных насосов при их износе или отключении по техническим причинам и профилактических работах. Практически эти колебания допустимо принимать 15-20%.

Критическая скорость течения потока в трубах определяется по формуле

$$V_{кр} = W \sqrt[6]{C_p \left(\frac{D}{d}\right)^{3.5}} \quad \text{м/с,}$$

где C_p – концентрация твердой фазы; D – диаметр трубопровода, м; d – диаметр частиц песка в потоке, м; W – гидравлическая крупность частиц двухфазного потока, м/с.

Исходя из этого расчетный диаметр трубопровода определяется по формуле

$$D = 1,1Q^{0,38} \cdot d^{0,23} / W^{0,23} C_p^{0,7}, \text{ м,}$$

где Q – критический расход, м³/с.

Наиболее сложные условия работы водосборных сетей в том случае, когда водозаборы расположены на пониженных абсолютных отметках, как (к примеру) береговой водозабор «Березовский», где разность отметки реки и водоприемного пункта составляет 23 м.

Наши исследования и расчеты для условий этого водозабора показали, что максимальное давление в водосборных сетях при расчетном количестве (оптимальном) работающих скважин, с учетом разности абсолютных отметок водосборной сети и пункта приема воды, и гидравлических потерь при прокачке воды по трубопроводам не превышает 0.6 МПа.

Расчет гидравлических потерь в трубопроводах определяется по формуле Дарси-Вейстаха

$$h = \lambda l V^2 / D 2q, \text{ м. водного столба,}$$



где λ – коэффициент сопротивления трения по длине трубопровода, м; V – скорость движения потока в трубопроводе, м/с; D – внутренний диаметр трубопровода, м; q – ускорение силы тяжести, м/с²; l – длина трубопровода, м.

Одним из важных условий использования стеклопластиковых труб в водосборных сетях и трубопроводах является внезапное изменение скорости движения потока в трубах.

В соответствии с теорией Н.Е. Жуковского [8] при этом возникает гидравлический удар, определяемый по формуле

$$\Delta p = \rho(V_0 - V_1)C_1 \text{ н/м}^2,$$

где Δp – увеличение давления первой волны; ρ – плотность жидкости кг/м³; $V_0 - V_1$ – средние скорости в трубопроводе до и после изменения скорости потока воды, м/с.

В соответствии с выполненными расчетами [7] скорость распространения ударной волны в стеклопластиковых трубах в 4 раза ниже.

С целью снижения величины гидравлического удара при использовании стеклопластиковых труб, а так же недопущения падения скорости потока воды в трубах ниже критической рекомендован комплекс энергоснабжения [7] с подключением количества водозаборных скважин к трансформаторной подстанции суммарной производительностью не более трех средних производительностей скважин на данной ветви при общем количестве на отдельных ветвях от 13 до 20 шт. В исследованном водозаборе «Березовский» подключение к трансформаторной подстанции по 5-7 шт. водозаборных скважин.

Рассматривая в целом замену водосборных сетей на стеклопластиковые, следует указать на основные преимущества стеклопластиковых:

- 1) срок службы стеклопластиковых труб в 2,5 раза больше стальных;
- 2) стоимость 1 погонного метра труб стальных, используемых на водозаборах подземных вод и стеклопластиковых тех же диаметров примерно равная;
- 3) масса одного погонного метра стеклопластиковых труб в 4-5 раз меньше, что не требует большегрузных средств для монтажа в траншее;
- 4) не требуется изоляция внешней поверхности трубопровода;
- 5) коэффициент сопротивления трения ниже на 30-40%, что снижает внутреннее давление прокачки того же объема воды в единицу времени и не изменяется со временем имея гладкую, глянцевую поверхность;
- 6) соединения труб на клею, фланцевые, раструбные, муфтовые, бандажные – высокопрочные, герметичные;
- 7) не изменяют технологической характеристики при замерзании и оттаивании;
- 8) при сравнении сроков службы снижаются капитальные, эксплуатационные и суммарные затраты при высокой надежности сооружения.

В таблице приводится сравнение капитальных, эксплуатационных и суммарных затрат возведенной стальной водосборной сети и рекомендуемой стеклопластиковой для водозабора «Березовский».

Таблица

Затраты на возведение стальной и рекомендуемой стеклопластиковой водосборных сетей для водозабора «Березовский»

| Материал трубопровода | Диаметр, мм | Длина, м | Стоимость 1 п.м., руб. | Цена трубопровода с изоляцией, руб. | Стоимость прокладки трубопровода, руб. | Капитальные затраты, руб. | Эксплуатационные затраты, руб. | Затраты на равный период 50 лет. Млн. руб. |
|-----------------------|-------------|----------|------------------------|-------------------------------------|--|---------------------------|--------------------------------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Сталь | 200 | 162 | 1388 | 292397 | 34559 | 326956 | 405426 | 309 |
| | 300 | 167 | 2950 | 640445 | 45063 | 685508 | 850030 | |
| | 400 | 351 | 3894 | 1414530 | 122053 | 1536583 | 1905363 | |
| | 500 | 4334 | 4100 | 18029440 | 1949953 | 19979393 | 24774448 | |
| | 600 | 828 | 4200 | 3444480 | 460343 | 3904823 | 4841981 | |
| | 700 | 4245 | 4200 | 17659200 | 2739596 | 20398796 | 25294507 | |
| | 900 | 1500 | 4200 | 6825000 | 1555350 | 8380350 | 10391634 | |

Окончание табл.

| | | | | | | | | |
|---------------|-----|------|------|----------|--------|----------|----------|-----|
| Стеклопластик | 150 | 300 | 873 | 261900 | 7857 | 340470 | 851175 | 167 |
| | 200 | 300 | 1233 | 369900 | 11097 | 480870 | 1202175 | |
| | 250 | 600 | 1570 | 942000 | 28260 | 1224600 | 3061500 | |
| | 300 | 1200 | 1906 | 2287200 | 68616 | 2973360 | 7433400 | |
| | 350 | 9300 | 2300 | 21390000 | 641700 | 27807000 | 69517500 | |
| | 500 | 2300 | 5000 | 11500000 | 345000 | 14950000 | 37375000 | |

Общ.длина стальных труб 11587 м, стеклопластиковых труб – 14000 м.

Экономический эффект за счет увеличения срока службы стеклопластиковой водосборной сети в 2,5 раза, снижения пиковых нагрузок [7] составляет 142 млн. рублей.

Выводы

Мировой практикой ряда Европейских стран, США, Канады десятилетиями подтверждена возможность и целесообразность, высокая эффективность использования в ряде отраслей промышленности, водоснабжении питьевой водой стеклопластиковых труб.

В последние десятилетия в России начали использовать эти достижения в некоторых областях промышленности нефтяной, газовой, химической.

Создан ряд предприятий выпускающих стеклопластиковые трубы, однако промышленное применение их в водоснабжении крайне малое, причина – недоверие новому направлению, недостаточное технико-экономическое и экологическое обоснование.

Авторами выполнены изучение мирового опыта и исследования по технико-экономическому обоснованию использования стеклопластиковых труб в сетях водозаборов подземных вод, достаточно для широкого применения и полной замены водосборных и водораздаточных сетей водоснабжения населения крупных городов и поселений Центрального Черноземья.

Для ускорения развития этого направления следует внести соответствующие дополнения в законодательные и нормативные документы.

Список литературы

1. Гидрогеологические исследования на водозаборах Курской области с целью выработки рекомендаций по их оптимальной эксплуатации. – Белгород. Фонды НПФ «Экотон», 2006. – С. 157.
2. Позняков А.И., Петриченко В.П. О скоростях движения воды в сборных водоводах крупных береговых скважинных водозаборах // Известия юго-западного госуниверситета. – 2001. - №4.
3. СП 2296-002-26757545-2005 Трубы стеклопластиковые, насосно-компрессорные и обсадные. ООО НПФ «Завод стеклопластиковых труб». – Казань, 2005.
4. Стеклопластиковые трубопроводы водоснабжения СП 40-104-2001 и канализации СП 40-105-2001 ЗАО «ПолиЭк». – Белгород, 2007.
5. Проектирование и монтаж подземных трубопроводов водоснабжения из стеклопластиковых труб. – М.: Госстрой России, 2001.
6. Абрамов Н.Н, Поспелова М.Н. и др. Расчет водопроводных сетей. – М.: Стройиздат, 1983.
7. Поздняков А.И. Петриченко В.П. О гидравлическом ударе в стальных сборных водоводах скважинных береговых водозаборов и замене их на стеклопластиковые трубы // Журнал ПГС. – 2011. - №8.
8. Жуковский Н.Е. О гидравлическом ударе в водопроводных трубах. - М., 1949.
9. <http://www.flowtite.ru/faq/>

TECHNICALLY AND ECONOMICALLY RATIONAL APPLICATION OF FIBERGLASS PIPE IN DRAINAGE NETWORKS OF GROUNDWATER INTAKES OF CENTRAL CHERNOZEMYE

V.P. Petrichenko¹,
A.I. Poznyakov²

¹ Belgorod State National Research University, Pobedy St., 85, Belgorod, 308000, Russia

E-mail: petrichenko.vitalij@yandex.ru

² Southwest State University, 50 Let Otyabrya St., 94, Kursk, 305040, Russia

E-mail: munke@mail.ru

The paper presents the current state of water intakes and catchment networks of groundwater in Belgorod and Kursk regions, built in the 70-80-s of the twentieth century using the steel pipes, and the new direction of using fiberglass pipes in the petroleum, chemical industry, water supply, which has multiple advantages. The article states the possibility and expediency of the total replacement of steel piping networks in water intakes to fiberglass that can give technical, economic benefits and increase the protection of water resources.

Key words: water intakes, groundwater, steel pipes, fiberglass pipes.



УДК 55:504:574

ЭКОЛОГИЗАЦИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ ОТРАБОТКОЙ ЗАПАСОВ НЕКОНДИЦИОННЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ РУД¹

**В.И. Голик¹, А.Н. Петин²,
В.И. Комащенко³**

¹ Южно-Российский
государственный технический
университет,
Россия, 346428, г. Новочеркасск,
ул. Просвещения, 132
E-mail: v.i.golik@mail.ru

² Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет,
Россия, 308015, г. Белгород,
ул. Победы, 85
E-mail: Petin@dsu.edu.ru

³ Российский государственный
университет нефти и газа
им. И.М. Губкина,
Россия, 119991, Москва,
Ленинский пр-т., д. 65
E-mail: komashenko@msgpa.ru

Приведены результаты анализа производства и потребления минеральных ресурсов в мире. Описана система взаимозависимости стран – обладателей минеральных ресурсов. Определено место России в мировом производстве основных стратегических ресурсов. Уточнена роль геологического изучения недр для обеспечения сырьевой базы страны. Описаны недостатки системы финансирования геологоразведочных работ. Сделана оценка государственной политики в отношении разработки месторождений полезных ископаемых Северного Кавказа. Предложен альтернативный курс конверсии действующих месторождений на новые технологии с большим увеличением количества запасов при сохранении геологической среды. Обосновано, что совершенствование государственного управления в сфере геологического изучения недр, воспроизводства и использования минерально-сырьевой базы должно происходить путем оптимизации организационной структуры геологической отрасли и развития программно-целевого планирования геолого-разведочных работ, уточнения функций и разграничения роли государства и бизнеса в воспроизводстве минерально-сырьевой базы.

Ключевые слова: производство, потребление, минералы, ресурсы, геологическое изучение, недр, сырьевая база, финансирование, геологоразведочные работы, месторождения, полезные ископаемые, Северный Кавказ, конверсия, технологии, планирование, геолого-разведочных работ, уточнения функций и разграничения роли государства и бизнеса в воспроизводстве минерально-сырьевой базы.

Развитие цивилизации, независимость государств, обеспечение благосостояния населения истории человечества определяются доступным богатством недр. С ростом научно-технического прогресса и численности населения Земли, потребление минерального сырья увеличивается. Только за последние 40 лет использовано 80-85 % общего объема нефти, около половины угля и железных руд, добытых человечеством за всю историю, в 3-5 раз увеличилось потребление металлов, минеральных удобрений и других полезных ископаемых [1].

Промышленно развитые страны, в которых проживает 16% населения земного шара, добывают в стоимостном выражении около 35%, и потребляют более 55% объема минерально-сырья, извлекаемого из недр.

Скачок спроса на минеральное сырье произошел в первом десятилетии XXI века. Так, с 2001 г. по 2007 г. в мире было использовано в полтора раза больше хромовых руд и алюминия, на 60% больше железных и марганцевых руд; на 25% свинца, цинка и никеля, на 20% меди.

Из большинства видов минерального сырья в товарную продукцию превращаются не более 2 %, а 98 % возвращается геологической среде в виде отходов. При ежегодной добыче около 25 млрд т всех видов сырья и материалов используется не более 1,5 млрд т, а остальное накапливается в хранилищах отходов.

Прогнозная численность населения Земли к 2050 году достигнет 10 млрд человек. При сохранении современного уровня потребления минерального сырья на душу населения, объемы используемых минеральных ресурсов к 2050 г. возрастут на 25 – 50%.

Россия является обладателем уникальных залежей нефти и природного газа. Главный российский газодобывающий Надым-Пур-Тазовский регион Западно-Сибирского нефтегазового бассейна, по качеству и запасам природного газа не имеет равного в мире. В недрах округа заключено две трети разведанных запасов свободного газа России. Это количество сравнимо лишь с запасами Ирана, занимающего в мире второе место.

¹ Работа выполнена в рамках государственного задания № 5.3407.2011 «Рациональное недропользование в железорудной провинции КМА: геоэкологические проблемы и пути их решения».

По запасам нефти Россия входит в группу восьми стран, запасы нефти которых превышают 10 млрд т. Российские запасы нефти приближаются к 16 млрд т, или 8,3% мировых запасов, вдвое меньше, чем в Саудовской Аравии и несколько меньше, чем в Иране.

С распадом СССР его республики превратились в суверенные государства, попавшие в экономическую зависимость и друг от друга, и от стран зарубежья. Некоторые государства СНГ имеют значительные запасы одного или нескольких полезных ископаемых (Азербайджан – нефти; Туркмения – газа; Узбекистан – золота, меди, нефти и газа; Киргизия – олова, золота; Белоруссия – калийных солей), но лишены многих других.

Украина, располагая крупными ресурсами угля, титана, железных и марганцевых руд, недостаточно обеспечена ресурсами нефти и газа. Донецкий уголь невозможно добывать без поставок крепежного леса из России. Развитая черная металлургия зависит от ввоза легирующих металлов из России и Казахстана. Являясь крупнейшей сельскохозяйственной державой, Украина не располагает сырьем для производства фосфатных минеральных удобрений.

В экономике России лидирует минерально-сырьевой комплекс. Экспорт сырой нефти, нефтепродуктов, природного газа, угля, руд и концентратов обеспечивает более двух третей валютных поступлений в страну, а если учесть металлы, экспортируемые в необработанном виде, минеральные удобрения и продукцию неорганической химии, а также драгоценные металлы и камни, доля продукции минерально-сырьевого комплекса в экспорте достигает 80%. Годовой объем производства товарной продукции по таким видам минерального сырья, как нефть, природный газ, угли, железные руды, алюминий, медь, никель, золото, алмазы, металлы платиновой группы, фосфорные руды и калийные соли, в стоимостном выражении составляет более 30 процентов валового внутреннего продукта России.

Крупнейшими в мире потребителями минерально-сырьевых ресурсов являются США, Страны Западной Европы, Япония, Китай. Каждая из этих стран оказывает существенное влияние на мировую политику в плане использования минеральных ресурсов.

По 22 из примерно 100 используемых основных видов полезных ископаемых США обеспечивают свои потребности за счет собственной добычи, а по некоторым являются экспортерами. В США практически нет бокситов, марганцевых руд, никеля, кобальта, олова, тантала, ниобия, стронция и др. США являются не только производителем, но и импортером минерального сырья. Недостаточная обеспеченность США собственным стратегическим минеральным сырьем влияет на внешнеэкономическую деятельность, на повышение экономической, политической и военной активности, усиление конкурентной борьбы за их источники и рынки с потребителями минерального сырья.

Конкурентами США в потреблении минерального сырья являются страны Западной Европы, на долю которых приходится около 40 % промышленного производства развитых государств. Во многих из них потребность в минеральном сырье удовлетворяется в основном за счет импорта: почти полностью – в редких металлах, марганце, молибдене, кобальте, платиноидах, на 90-80 % - в хrome, олове, никеле, вольфраме, золоте; импорт нефти и нефтепродуктов в развитых капиталистических странах составляет 40 % от общего объема.

Япония, крайне бедная собственными минеральными ресурсами, вкладывает инвестиции в горнодобывающую промышленность стран Ближнего и Среднего Востока, Австралии, Африки, Латинской Америки и Юго-Восточной Азии и получает за вложенные капиталы значительную часть добытых в этих странах полезных ископаемых.

Горнодобывающая промышленность Китая является одной из главных отраслей экономики страны. Геологоразведочными работами выявлены крупные и уникальные месторождения. По добыче угля, вольфрама, сурьмы Китай вышел на первое место в мире; марганцевых руд, ванадия, свинца – на второе. По экспорту вольфрама, сурьмы, плавикового шпата, олова, ртути Китай прочно занимает первое место в мире. В последние годы Китай определяет мировой спрос на железную руду и является самым крупным в мире потребителем железной руды и коксующегося угля.

В странах Центральной и Восточной Европы спад экономики в начале 90-х г. сопровождался уменьшением добычи, импорта и потребления полезных ископаемых. Снижение производства цветных металлов в 90-е г. колебалось в зависимости от страны и металла в пределах 30-60 % и более. Потребление нефти и нефтепродуктов в этих странах превышает собственную добычу в 5,5-6,5 раза. Более благополучно положение с обеспечением потребностей в энергетическом угле за счет разработки собственных месторождений. Причины сокращения производства минерального сырья в этих странах – истощение запасов месторождений, снижение качества руд, недостаток электроэнергии, малый объем капитальных вложений для модернизации устаревших и строительства новых производств; ужесточение требований по охране геологической среды.



Австралия и ЮАР обладают крупнейшими месторождениями полезных ископаемых. На них приходится 14 % мировой добычи и 49,5 % экспорта угля, соответственно 16 и 34 % железных руд, 21 и 44 % марганцевых руд, 31 и 27 % хромовых руд, 23 и 25,5 % свинца, 16 и 6,5 % цинка, 49 и 60 % титана, 33 % производства и значительное количество экспорта урана. ЮАР является крупнейшим производителем и поставщиком платиноидов и ванадия. Австралия производит почти 40 % мирового объема бокситов.

Все большую роль в обеспечении промышленно развитых стран нефтью играют страны – члены ОПЕК: Алжир, Венесуэла, Габон, Индонезия, Ирак, Иран, Катар, Кувейт, Ливия, Нигерия, Объединенные Арабские Эмираты, Саудовская Аравия, Эквадор.

Страны ОПЕК обладают также колоссальными ресурсами природного газа – 60,5 трлн. м³ (42 % от мировых), хотя его производство составляет лишь 12 %, а потребление – 9 % от мировых.

Современный уровень добычи полезных ископаемых в мире обеспечен подтвержденными запасами на 20-40 лет, а по некоторым видам больше. Несмотря на интенсивную разработку, учтенные запасы полезных ископаемых ежегодно увеличиваются в среднем на 1,5 %, что сравнимо с темпами ежегодного роста населения земного шара.

Ресурсы минерального сырья оцениваются до реально освоенных промышленностью глубин: для твердых полезных ископаемых – порядка 1000 м, для углеводородов – 5000 м. Результаты исследований геологического разреза сверхглубоких скважин показывают, что промышленные концентрации минералов распространяются на глубины до 10000 м, поэтому человечеству не грозит скорое исчерпание технологически доступных и экономически эффективных минеральных ресурсов, но их добыча потребует новой техники и технологии.

Суммарная стоимость сырья, ежегодно извлекаемого из недр России, превышает 500 млрд дол. и составляет не менее 5% суммарной стоимости минерального сырья, добываемого в мире.

Наращивание горнопромышленного производства по многим видам минерального сырья смещается в сторону развивающихся стран. Это относится к нефти, меди, молибдену (Чили), бокситам (Гвинея, Ямайка, Бразилия), никелю (Новая Каледония), кобальту (Заир, Замбия), олову (Индонезия, Боливия, Малайзия), алмазам (Заир, Ботсвана), танталу и ниобию (Бразилия), серебру (Мексика), фосфоритам (Марокко, Тунис).

Увеличение темпов добычи и переработки минерального сырья сопровождается наращиванием темпов деградации геологической среды, создавая угрозу существованию земной цивилизации.

Одним из направлений оптимизации процессов выемки минерального сырья из недр и возвращения их геологической среде является активизация геологического изучения недр с целью обеспечения сырьевой базы страны, достаточной для сохранения национальной безопасности.

Наибольшую угрозу национальной безопасности представляет снижение темпов прироста запасов полезных ископаемых вследствие уменьшения объемов геологоразведочных работ при их недостаточном финансировании.

В первые годы перестройки экономической системы прекращение государственного финансирования геологоразведочных работ лишь в малой мере компенсировалось отчислениями на воспроизводство минерально-сырьевой базы, вследствие чего объемы геологоразведочных работ по видам снизились до 7 раз и программы развития России по приросту запасов перестали выполняться.

Последствия выбранной концепции заставили возобновить в 2005 г. систему государственного финансирования геологоразведочных работ, которое достигло максимума в 2005-2006г., но в 2009 г. оно уменьшилось на 20 % при уменьшении и частных инвестиций до 40 %.

В настоящее время поиски и оценка месторождений полезных ископаемых осуществляются как за счет средств федерального бюджета в рамках государственного заказа, так и за счет средств недропользователей на лицензионной основе. Соотношение вкладов государства и бизнеса в геологоразведочные работы составляет соответственно 1 к 20 - для углеводородного сырья и 1 к 5 - для твердых полезных ископаемых [2].

Кроме естественных факторов: уменьшение содержания полезных компонентов, глубина локализации рудных тел, неосвоенность территорий и т.д. снижение темпов прироста запасов объясняется уменьшением объемов финансирования геологоразведочных работ в связи с

реформированием отрасли, изменением структуры государственного управления в сфере недропользования и несовершенством законов о недрах.

Считается признанным отставание в развитии российских технических средств и технологий для выполнения геологоразведочных работ от их зарубежных аналогов, а также замещение отечественного оборудования и технологий импортными.

Ухудшение природных условий разработки новых месторождений, осваиваемых взамен выбывающих месторождений вызывает удорожание геологоразведочных работ, что при уменьшении их финансирования еще более ухудшает результаты геологоразведки.

Главную угрозу таит снижение поискового задела. Нарушается соотношение поисковых проектов и оценочных проектов, в основе которого лежит приоритет первых над вторыми, так как лишь один из многих поисковых объектов становится промышленным месторождением. Перевод запасов категории С2 в запасы категории С1 осуществляется на основе сбалансированности запасов категорий А+В+С1, С2 и прогнозных ресурсов путем планирования геологоразведочных работ.

В результате недостаточности геологоразведочных работ завышение запасов достигает 50 %, а приращиваемые запасы по качеству уступают погашенным запасам. Нарушение соотношения между разведанными, оцененными запасами и ресурсной базой обусловлено также их переоценкой в первой половине 90-х г., которая уменьшила величину балансовых запасов и увеличила величину забалансовых.

Уменьшение объема разведанных и оцененных запасов увеличивает дефицит отдельных видов полезных ископаемых, в т.ч. стратегических: марганцевые и хромовые руды, титан, цирконий, уран, бокситы и др. и ставит перед необходимостью поиска их на стороне.

Официальную политику в отношении разработки месторождений полезных ископаемых можно иллюстрировать примером подхода к развитию регионов Северного Кавказа, располагающих уникальными месторождениями с разведанными запасами и еще более прогнозными запасами, изложенную в «Стратегии социально-экономического развития Северо-Кавказского федерального округа до 2025 г.» [3].

В соответствии с этим документом основными объектами развития регионов СКФО становятся агропромышленный и рекреационный комплекс. Промышленности определены направления развития: модернизация производства (электронной промышленности), упрочнение сырьевой базы легкой промышленности, развитие гидро-электроэнергетики. В целом геологически уникальному Северному Кавказу отведена роль центра лечебно-оздоровительного и горнолыжного туризма в России и СНГ, поставщика экологически чистых продуктов питания, транспортного узла, связывающего Россию со странами Средиземноморья и Закавказья, а также "привлекательной территории для постоянного проживания".

Так, в РСО-Алания, располагающей уникальными минеральными природными ресурсами даже среди других регионов Кавказа вместо разведки месторождений и технологического перевооружения добычи и переработки полезных ископаемых государственные средства будут расходованы на освоение технологий производства сельскохозяйственной продукции в зоне рискованного земледелия и на развитие туризма.

Металлы Северного Кавказа представлены уникальными месторождениями: вольфрам-молибденовых руд – Тырнаузское (Кабардино-Балкария), свинцово-цинковых руд – Садонское (Северная Осетия), медных руд – Урупское (Карачаево-Черкесия) и др. [4].

Крупными запасами ртути располагают Краснодарский край и Северная Осетия-Алания. Перспективны на ртуть недра Дагестана. В Кабардино-Балкарии возможна разработка золота и висмута. В верховьях Малки эксплуатируются железные руды высокого качества.

Перспективна Керчигская золотая жила в районе г. Шахты, там же обнаружены месторождения никеля, меди и кобальта. Ростовскую область пересекает южное продолжение железорудной полосы Курской магнитной аномалии, пока недоступной для промышленной разработки в силу глубокого залегания.

Урупский меднорудный район объединяет ряд медно-колчеданных месторождений, к числу которых относятся Первомайское, Скалистое, Власинчихинское. Вольфрам-молибденовое оруденение характерно для Тырнаузского месторождения. Золото-кварцевое оруденение развито в пределах Муштинского, Хасаутского, Шиджатмазского и других рудопоявлений. Обогащенные железом рудные проявления известны в Лабинском, Мыстыбашском, Кинжалском и Тырнаузском тектоноблоках: месторождения Тышлы-Сырт, Ха-



цавитая, Подорванное, Пщицар и Малкинское. Наиболее крупным является Малкинское железорудное месторождение.

Находящиеся в состоянии депрессии эксплуатируемые месторождения Северного Кавказа пригодны для повторной разработки новыми технологиями, например, с выщелачиванием. Металлов в блоках. Например, на Садонском месторождении за 180 лет эксплуатации накоплено 30 млн тонн потерянных при первичной разработке руд с содержанием, сравнимым с сегодняшним содержанием в недрах [5].

Концепция освоения уже разведанных и обладающих развитой инфраструктурой месторождений реализуется решением технологических задач [6]:

- освоение новых технологии разработки месторождений, например, подземного и кучного выщелачивания металлов как альтернативы традиционным технологиям с потерями металлов в выработанном пространстве и при пирометаллургическом переделе;

- освоение технологий глубокой переработки отходов производства текущих и лежалых для восстановления деградированной геологической среды.

В XXI веке важнейшими направлениями в области добычи сырья будут [7]:

- создание новейших технологий геологической разведки и оценки минерально-сырьевого потенциала, позволяющих сократить продолжительность геологоразведочного процесса;

- конверсия от разрушающих геологическую среду технологий открытой и подземной добычи к природоохраным технологиям;

- освоение безотходных технологий переработки минерального сырья с сохранением геологической среды;

- освоение глубинных месторождений полезных ископаемых и дна Мирового океана;

- вовлечение в промышленное использование нетрадиционных видов топливно-энергетических ресурсов.

Устойчивое увеличение базы минерального сырья может быть обеспечено только на основе повышения инвестиционной привлекательности геолого-разведочных проектов, расширения объемов геолого-разведочных работ и повышения их эффективности, совершенствования административных и экономических механизмов регулирования недропользования, усиления научно-технического, инновационного и кадрового обеспечения геологического изучения недр и воспроизводства минерально-сырьевой базы.

Совершенствование государственного управления в сфере геологического изучения недр, воспроизводства и использования минерально-сырьевой базы требует оптимизации организационной структуры геологической отрасли и развития программно-целевого планирования геолого-разведочных работ, уточнения функций и разграничения роли государства и бизнеса в воспроизводство минерально-сырьевой базы.

Официальному курсу прекращения эксплуатации нерентабельных для традиционной технологии разработки месторождений альтернативой должен быть противопоставлен курс конверсии действующих месторождений на новые технологии с увеличением количества запасов в разы без больших затрат. Среди комплекса положительных эффектов конверсии одним из основных является возможность охраны геологической среды от полной деградации при техногенной агрессии.

Список литературы

1. Российский статистический ежегодник. М. Федеральная служба государственной статистики. 2011 г.
2. Стратегия развития геологической отрасли до 2030 года. М.№ 1039-р 2010 г.
3. Стратегия социально-экономического развития Северо-Кавказского федерального округа до 2025 г. Распоряжение Правительства Российской Федерации г. № 1485-р.М. 2010.
4. Голик В.И., Ермоленко А.А., Лазовский В.Ф. Организационно-экономические проблемы использования природных ресурсов Южного Федерального округа. УМО. ВУЗов. Краснодар. ЮИМ. 2008.
5. Воробьев А.Е., Голик В.И., Лобанов Д.П. Приоритетные пути развития горнодобывающего и перерабатывающего комплекса Северо-Кавказского региона. Владикавказ. Рухс. 1998.
6. Голик В.И., Вагин В.С. Проблемы использования природных ресурсов Южного федерального округа. УМО ВУЗов. Владикавказ. Проект-пресс.2005.

7. Голик В.И. Научные основы инновационных технологий извлечения металлов из хвостов обогащения. Цветная металлургия. М.2010.№5.

ECOLOGICAL ADVANCEMENT OF THE GEOLOGICAL ENVIRONMENT BY THE IMPROVEMENT OF SUBSTANDARD METAL ORES

**V.I. Golik¹, A.N. Petin¹,
V.I. Komashenko³**

¹ South-Russian State Technical
University, Prosveshcheniya St., 132,
Novocherkassk, 346428, Russia
E-mail: vigolik@mail.ru.

² Belgorod State National Research
University, Pobedy St., 85, Belgorod,
308015, Russia
E-mail: Petin@dsu.edu.ru

³ Russian State University of Oil
and Gas, Leninsky Ave., 65, Moscow,
119991, Russia
E-mail: komashenko@msgpa.ru

The article gives the results of the analysis of production and consumption of mineral resources in the world. The system of the interdependence of countries-holders of mineral resources is described. We have defined the place of Russia in the world production of major strategic resources.

The role of mineral prospecting for the raw materials base security of the country is clarified. We have described the shortcomings of the financial system of exploration works. Also we have estimated the state policy regarding the development of mineral deposits of the North Caucasus.

We have proposed an alternative course of conversion of existing fields to the new technologies with a large increase in the amount of resources, while preserving the geological environment. It is proved that the perfection of state administration in the field of geological study, reproduction and use of mineral resources should be done by means of optimizing the organizational structure of the geology and development of program-oriented planning of exploration, function clarification and by the separation of the roles of the government and business in the reproduction of the raw materials base.

Key words: production, consumption, minerals, resources, exploration, mineral prospecting, raw materials base, financing, exploration, deposits, Northern Caucasus, conversion, technology, planning, exploration, clarification of functions and separation of the roles of the state and business in the reproduction of the raw materials base.



УДК 528.88

СПЕКТРАЛЬНЫЕ ОТРАЖАТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ (ПО МАТЕРИАЛАМ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ)¹

Э.А. Терехин

Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет, Россия, 308015,
г. Белгород, ул. Победы, 85

E-mail: terekhin@bsu.edu.ru

Представлены результаты анализа спектральных свойств различных видов сельскохозяйственных культур, произрастающих на территории Белгородской области, полученные по данным многозональной космической съемки Landsat TM. Исследована возможность и предложены подходы дешифрирования сельскохозяйственных культур основе их спектральных признаков.

Ключевые слова: дистанционное зондирование, спектральные свойства, сельскохозяйственная растительность, классификация спектральных яркостей.

Введение

Одними из ключевых задач сельского хозяйства являются оценка состояния культур, их урожайности, площадей, находящихся под ними. Материалы многозональной спутниковой съемки представляют сведения о спектральном отклике растительности, который в свою очередь связан с состоянием посевов и особенностями их вегетации. Применение спутниковых материалов для оценки состояния растительности требует исследования ее спектрального отклика. В связи с многообразием сельскохозяйственных культур, своеобразием их спектральных отражательных свойств, значительно изменяющимися в течение одного вегетационного сезона, возникает необходимость решения ряда задач по применению спутниковых данных в целях оценки и картографирования сельскохозяйственной растительности. К таким задачам относятся анализ кривых спектрального образа отдельных видов растительности, анализ делимости культур на снимке по спектру отражения, оценка возможности дешифрирования конкретной культуры среди других в условиях сложного спектрального отклика.

Актуальность оценки состояния посевов по данным спутниковой съемки обуславливает активное исследование этой проблемы [1, 2, 3]. Наиболее широко используются для этой цели материалы многозональной съемки, сделанные системой MODIS, характеризующейся значительным количеством каналов (36) и высокой оперативностью – до 2-х раз в сутки. На основе данных, сделанных этой системой, успешно исследованы разноплановые вопросы спутникового мониторинга сельскохозяйственных культур [4, 5, 6]. Однако низкое пространственное разрешение этих снимков, составляющее 250 м для красного и ближнего инфракрасного каналов, и 500-1000 м для остальных спектральных диапазонов существенно снижает информативность данных, когда возникает необходимость картографирования культур на уровне административных районов субъектов Российской Федерации. Применение данных MODIS ограничено в районах с преобладанием небольших полей, размером менее нескольких сотен гектар. По этой причине спутниковые данные, полученные этой аппаратурой, применяются совместно с материалами съемки с других сенсоров, обладающих, как правило, меньшей частотой съемки, но более высоким пространственным разрешением. К таким сенсорам в первую очередь относится Landsat TM5 с пространственным разрешением 30 м/пиксель. Данный сенсор позволяет исследовать спектральный отклик полей практически любых размеров, а наличие 6 каналов с разрешением 30 м/пиксель позволяют более детально анализировать спектр растений по сравнению с данными MODIS, в ущерб оперативности. Снимки Landsat успешно зарекомендовали себя в различных направлениях мониторинга и оценки природных сред и могут быть успешно использованы для анализа растительного покрова на региональном и субрегиональном уровнях [7, 8, 9, 10]. Они могут применяться как совместно с данными других сенсоров, так и самостоятельно для оценки состояния растительности. Данные Landsat TM целесообразно исполь-

¹ Работа выполнена по проекту «Проведение поисковых НИР по направлению «География и гидрология суши» мероприятия 1.2.1 ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 гг.» (№ П743).

зовать в задачах детальной оценки площадей и состояния сельскохозяйственных культур на уровне административных районов областей.

Цель настоящего исследования заключалась в оценки спектрального отклика сельскохозяйственных культур, типичных для Белгородской области, а также возможности их картографирования на период съемки.

Материал и методы исследования

Спектральные свойства растительности существенно изменяются с длиной волны оптического диапазона. Одновременно, растительные культуры по-разному отражают солнечное излучение. Неоднородность отражения в разных участках спектра обусловлена структурой и составом растительных тканей, особенно пигментацией и влагосодержанием. В связи с этим встает необходимость анализа спектрального отклика растительных культур. В настоящей работе спектральный отклик сельскохозяйственной растительности был исследован по материалам съемки Landsat TM на территории полей Ивнянского района Белгородской области (рис. 1).

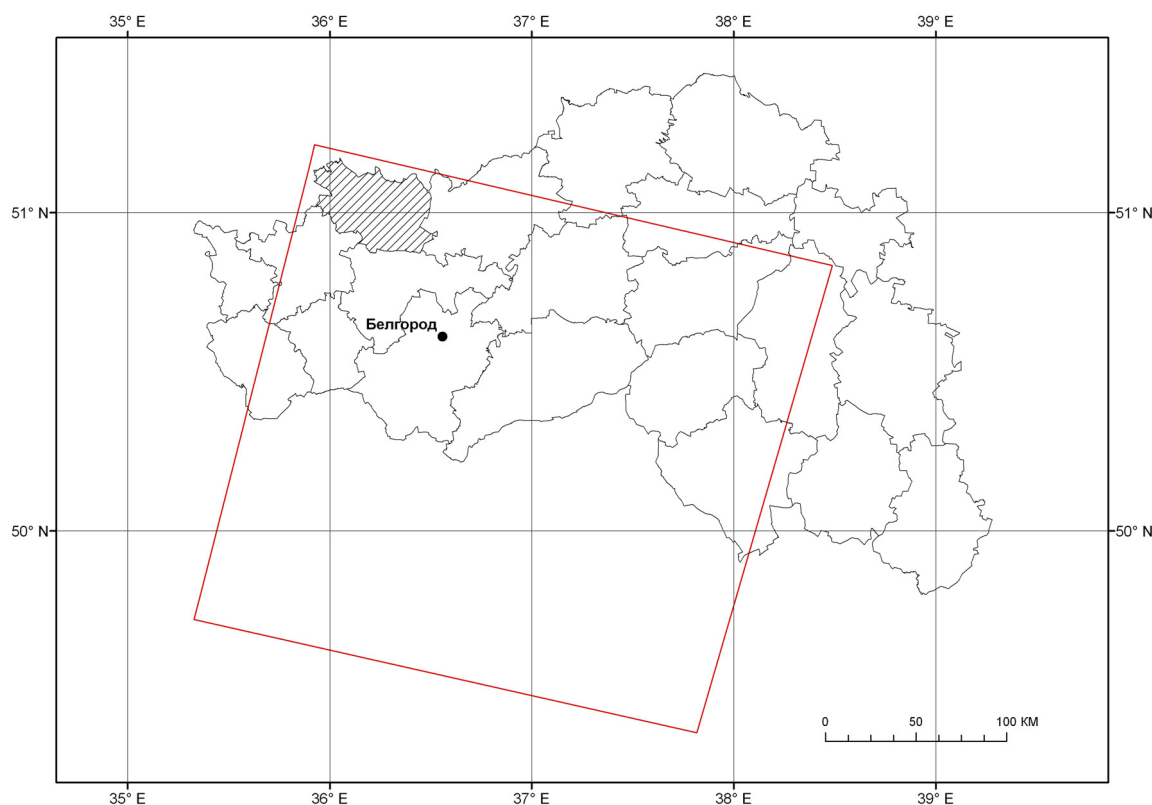


Рис. 1. Расположение территории исследования и спутниковой сцены Landsat TM в пределах Белгородской области

Были проанализированы спектральные отражательные способности следующих культур: ячмень яровой, озимая пшеница, многолетние травы, кукуруза, подсолнечник.

Для анализа спектра отражения сельскохозяйственных культур был использован снимок Landsat TM 5, полученный 2 июня 2011 г. Координаты сцены в мировой системе координат WRS-2: Path 177, Row 25 (177 колонка, 25 ряд).

Дата съемки была выбрана исходя из следующих критериев:

- 1) отражательные характеристики растительных культур должны максимально различаться, что характерно для периода конца мая – первой половины июня;
- 2) на снимке должна отсутствовать облачность;
- 3) проективное покрытие большинства растительных культур на полях должно быть выше 50-60%, чтобы отражательные свойства почвы не вносили свои особенности в отражательный спектр. Стоит отметить, что это требование было осуществлено проблематично, т.к. остальные снимки Landsat, сделанные в ближайшее время, имели очень высокий процент облачности.

Экспериментальная часть исследования проводилась в три этапа.

Первый этап был направлен на сопоставление космического снимка с наложенным на него векторным слоем сельскохозяйственных полей, общие характеристики которых приведены в таблице 1.

Таблица 1
Количество и площади полей под сельскохозяйственными культурами

| Культура | Количество полей | Площадь, га |
|-------------------|------------------|-------------|
| Ячмень яровой | 18 | 1556.5 |
| Пшеница озимая | 60 | 4781.2 |
| Подсолнечник | 27 | 2570.3 |
| Многолетние травы | 34 | 2970.0 |
| Кукуруза | 45 | 4092.2 |
| Итого | 184 | 15970.2 |

ний сельскохозяйственных культур в рабочих комбинациях каналов снимка вместе с их фотографиями, полученными в ходе наземных обследований.

Второй этап – исследование делимости сельскохозяйственных культур в различных спектральных диапазонах снимка. Делимость оценивали на основе кривых спектральной яркости (КСЯ). Рисунок 2 характеризует КСЯ некоторых типов растительности, а также вспаханной почвы на начало июня.

Рисунок позволяет сделать предварительный вывод, что такие культуры, как озимая пшеница, многолетние травы и подсолнечник будут достоверно различаться между собой при их дешифрировании в 4, 5 и 7-м каналах снимка (6-й канал не используется по причине низкого пространственного разрешения, несмотря на высокую делимость КСЯ культур).

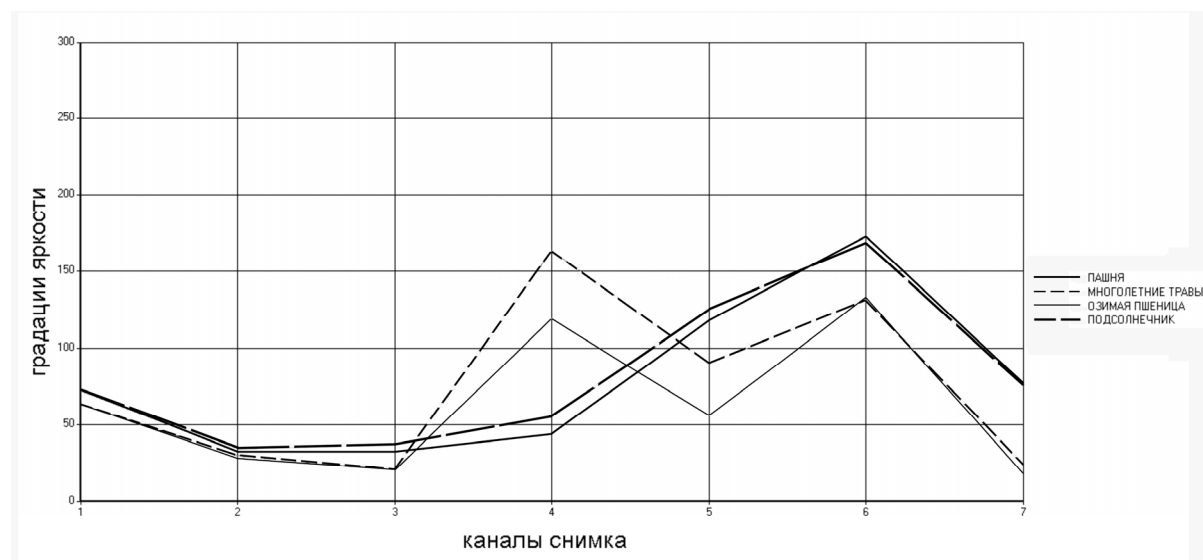


Рис. 2. Кривые спектральной яркости сельскохозяйственных культур

Спектральный отклик подсолнечника и кукурузы на анализируемый период времени близок к спектру вспаханной почвы, что указывает на относительно невысокое проективное покрытие этих культур, не исключая при этом возможности их дешифрирования на фоне остальных типов растительности.

Третий этап – заключался в создании спектральных эталонов, проведении классификации с обучением и оценке достоверности выделения культур.

С целью повышения эффективности дешифрирования нами предложено проводить контролируемую классификацию не по всему пространству снимка, а в границах предварительно привязанной к нему векторной маски сельскохозяйственных полей. Проведение классификации таким способом позволило значительно повысить эффективность дешифрирования, т.к. из анализа исключаются спектральные характеристики естественной растительности, а также других объектов, спектр отражения которых аналогичен спектру сельскохозяйственных культур.

Результаты и их обсуждение

Результаты визуального анализа сельскохозяйственной растительности на космическом снимке показали, что для большинства культур целесообразно создавать не один, а несколько спектральных эталонов, соответствующих различным категориям культур. Выделение категорий внутри культур обусловлено тем, что конкретный тип растительности, например, озимая пшеница, в зависимости от фазы ее вегетационного развития, проективного покрытия может давать различный спектральный отклик. По этой причине для озимой пшеницы нами выделено 3 категории, для подсолнечника и многолетних трав – по 2 категории (Таблица 2). Выделение категорий внутри многолетних трав обусловлено тем, что при их скашивании спектральные отражательные признаки поля существенно изменяются.

Таким образом, для 5 культур было подготовлено 9 спектральных эталонов, обусловленных внутренним разнообразием отражательных особенностей каждой из них.

Таблица 2

Характеристики отображения анализируемых культур на космическом снимке Landsat TM5. Комбинация каналов 7-5-3

| Культура | Категория/ номер эталона | | Особенности отображения на космическом снимке |
|-------------------|-----------------------------|---|--|
| Ячмень яровой | 1 | 1 | Характерные признаки, но в определенной степени схожие с яркостями озимой пшеницы, имеющей высокое проективное покрытие |
| Пшеница озимая | 1 | 2 | Первая категория – с очень высоким (около 100%) проективным покрытием |
| | 2 | 3 | Вторая категория – с высоким проективным покрытием имеет характерные отличительные признаки |
| | 3 | 4 | Третья категория – с невысоким проективным покрытием. Смешиваются спектральные признаки пшеницы и обнаженной почвы |
| Подсолнечник | 1 | 5 | С невысоким проективным покрытием – яркостные признаки незначительно отличаются от вспаханных почв |
| | 2 | 6 | С очень низким проективным покрытием – признаки, аналогичные признакам вспаханных почв |
| Многолетние травы | 1 | 7 | Первая категория – с высоким проективным покрытием имеет характерные отличительные признаки |
| | 2 | 8 | Вторая категория – территории, где недавно проводилось скашивание – значительно отличные от предыдущей категории, характерные признаки |
| Кукуруза | 1 | 9 | По причине невысокого проективного покрытия спектральные признаки близки к спектру обнаженных почв |

Успешность дешифрирования сельскохозяйственных культур, как и любых других типов объектов, зависит от решения следующих задач:

1. Достоверного знания расположения культур на снимке и представления об их реальном состоянии.
2. Создания надежных эталонов спектральных признаков.
3. Предварительного преобразования снимка с целью достижения более высокой степени различия спектрального отклика культур и выборе наилучшего способа классификации спектральных яркостей.

Использование для классификации не исходного, а преобразованного снимка, например картограммы спектрального индекса, может существенно повысить качество дешифрирования. Для сравнения нами проводилось дешифрирование как исходного снимка, так и снимка, преобразованного по методу главных компонент. Следует отметить, что выбор спектрального преобразования снимка, позволяющего повысить точность дешифрирования конкретных культур – серьезная задача, которой следует посвятить отдельную статью.

Другой существенный момент – выбор правила классификации. В нашем случае проведение классификации по различным правилам (максимального правдоподобия, дистанции Махаланобиса, минимального расстояния) не показало значительных отличий. Использование для классификации изображения главных компонент, напротив, позволило существенно повысить точность дешифрирования (Таблица 3).



Таблица 3

Точность дешифрирования отдельных культур и их категорий

| Культура | Категория / спектральный эталон | | Число полей | Точность дешифрирования | | | |
|-------------------|---------------------------------|---|-------------|-------------------------|-------|--------------------|-------|
| | | | | Исходный снимок | % | Главные компоненты | % |
| Ячмень яровой | 1 | 1 | 18 | 18 | 100.0 | 18 | 100.0 |
| Пшеница озимая | 1 | 2 | 25 | 7 | 28.0 | 1 | 4.0 |
| | 2 | 3 | 26 | 0 | 0.0 | 20 | 76.9 |
| | 3 | 4 | 9 | 0 | 0.0 | 8 | 88.9 |
| Подсолнечник | 1 | 5 | 9 | 7 | 77.8 | 8 | 88.9 |
| | 2 | 6 | 18 | 7 | 38.9 | 7 | 38.9 |
| Многолетние травы | 1 | 7 | 24 | 8 | 33.3 | 8 | 33.3 |
| | 2 | 8 | 10 | 7 | 70.0 | 7 | 70.0 |
| Кукуруза | 1 | 9 | 45 | 28 | 62.2 | 27 | 60.0 |
| Итого | 9 | 9 | 184 | 82 | 44.6 | 104 | 56.5 |

Представленные в таблице 3 результаты распознавания культур на снимке дают представление не только о точности дешифрирования отдельных культур и их категорий, но и об эффективности использования снимка, преобразованного по методу главных компонент. Графы «исходный снимок» и «главные компоненты» указывают число полей отнесенных к конкретной культуре.

На основе данных в таблице культуры можно разделить на группы по их точности дешифрирования (по точности классификации изображения главных компонент). Яровой ячмень дешифрируется максимально четко. Высокая точность дешифрирования характерна для озимой пшеницы с низким проективным покрытием и подсолнечника с высоким. Средней точностью характеризуется озимая пшеница с относительно высоким проективным покрытием, кукуруза с низким и территории, где недавно были скошены многолетние травы. Спектральный отклик густой озимой пшеницы и густых многолетних трав сильно перекрывается, что не позволяет достоверно проводить их распознавание.

Следует отметить, что все полученные результаты характерны для сроков начала июня. Как уже отмечалось, спектр отражения сельскохозяйственных культур очень изменчив на протяжении всего периода их вегетационного развития.

Говоря об эффективности применения метода главных компонент, из полученных результатов видно, что его использование особенно повышает точность выделения пшеницы со средним и относительно невысоким проективным покрытием на фоне остальных типов культур.

Выводы

Проведенное исследование позволило сформулировать следующие выводы.

1. При выполнении автоматизированного дешифрирования сельскохозяйственных культур в сроки конца мая – начала июня целесообразно создавать спектральные эталоны не просто для культуры, а для ее категорий в зависимости от стадии развития и состояния. Это обусловлено существенными различиями в их спектральном отклике. Например, для озимой пшеницы целесообразно выделять три категории в зависимости от ее проективного покрытия (на анализируемый период времени).

2. Преобразование космического снимка по методу главных компонент значительно повышает эффективность дешифрирования озимой пшеницы среди других анализированных культур, в стадии ее развития, когда она еще не создает полного проективного покрытия. Общая точность дешифрирования исходного снимка – 44.6%, преобразованного в главные компоненты – 56.5%.

3. Автоматизированное дешифрирование космического снимка Landsat TM, полученного в начале июня и преобразованного по методу первых трех главных компонент, выявило следующую точность дешифрирования сельскохозяйственных культур: ячмень яровой – 100%, пшеница озимая с низким, средним и высоким проективным покрытием – 88.9, 76.9 и 4%. Подсолнечник с высоким и низким проективным покрытием – 88.9% и 33.8%. Многолетние травы в стадии активного развития – 33.3%, территории, где недавно проводилось сенокошение многолетних трав – 70%, кукуруза с низким проективным покрытием – 60%, соответственно.

Список литературы

1. Абросимов А.В., Дворкин Б.А. Перспективы применения данных ДЗЗ из космоса для повышения эффективности сельского хозяйства в России // Геоматика, 2009. – №4. – С.46-49.
2. Клещенко, А.Д. Технология ежедекадной оценки урожайности зерновых культур по спутниковой и наземной агрометеорологической информации/ А.Д. Клещенко, О.В. Савицкая // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2011. – Т.8, №1 – С. 178-182.
3. Плотников, Д.Е. Экспериментальная оценка распознаваемости агрокультур по данным сезонных спутниковых измерений спектральной яркости/ Д.Е. Плотников, С.А. Барталев, В.О. Жарко, В.В. Михайлов, О.И. Просянникова // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2011. – Т.8, №1 – С. 199-208.
4. Повх, В.И. Оценка условий зимовки зерновых культур по спутниковым данным для территории Ростовской области / В.И. Повх, Л.А. Шляхова, Е.А. Воробейчик // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2010. – Т.7, №3 – С. 264-268.
5. Савин, И.Ю. Оперативный спутниковый мониторинг состояния посевов сельскохозяйственных культур в России / И.Ю. Савин, С.А. Барталев, Е.А. Лупян // Геоматика, 2011. – №2. – С.69-76.
6. Терехов, А.Г. Оценка точности спутниковой технологии определения площади сельскохозяйственных масок в схеме с использованием снимков различного разрешения/ А.Г. Терехов // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2009. – Т.6, №2 – С. 459-465.
7. Терехин, Э.А. Анализ каналов спутниковых данных LANDSAT TM для оценки характеристик лесных насаждений Лесостепной провинции Среднерусской возвышенности / Э.А. Терехин // Исследования Земли из космоса. – 2012. – №.2 – С. 1-10.
8. Терехин, Э.А. Исследование связи между спектральными отражательными свойствами лесных насаждений Белгородской области и их лесотаксационными параметрами / Э.А. Терехин. // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: естественные науки. – 2010.– №. 21(92). Вып. 13. С.156-167.
9. Eklundh, L. Investigating relationships between Landsat ETM+ sensor data and leaf area index in a boreal conifer forest / L. Eklundh, L. Harrie, A. Kuusk // Remote Sensing of Environment. – 2001. – V. 78, №3. – P. 239-251.
10. Freitas, S. Relationships between forest structure and Vegetation indices in Atlantic Rainforest / S. Freitas, M. Mello, C. Cruz // Forest Ecology and Management. – 2005. – V, №1-3. – 218 – P. 353-362.

SPECTRAL REFLECTANCE PROPERTIES OF AGRICULTURAL VEGETATION OF BELGOROD REGION BASED ON REMOTE SENSING DATA

E.A. Terekhin

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

E-mail: terekhin@bsu.edu.ru

The article presents the results of analysis of the spectral properties of different types of crops grown on the territory of Belgorod region obtained from the data of multispectral satellite imagery Landsat TM. The possibility is studied and the approaches are proposed for the interpretation of crops based on their spectral characteristics.

Key words: remote sensing, spectral properties, agricultural vegetation, spectral radiance classification.



УДК 551.582(471.32)

ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

**О. В. Крымская¹,
Д. В. Степанова¹,
С.Ю. Куралесина²**

¹ Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет, Россия, 308015,
г. Белгород, ул. Победы, 85

E-mail: krymskaya@bsu.edu.ru;
645195@bsu.edu.ru

² Белгородский центр по
гидрометеорологии и мониторингу
окружающей среды,
Россия, 308014 г. Белгород,
ул. Чумичева, 126

E-mail: klimat.blg@yandex.ru

Проведена оценка изменений температурного режима на территории Белгородской области в связи с изменениями атмосферной циркуляции, наблюдаемыми в последние десятилетия.

Ключевые слова: климат, циркуляция атмосферы, температурный режим.

Введение

Климатические изменения наблюдаются в последние десятилетия как в глобальном масштабе, так и на региональном уровне. На территории России по данным [1] наблюдается рост среднегодовой температуры воздуха (линейный тренд указанной характеристики, осредненной по территории всей страны составляет $+0,44^{\circ}\text{C}/10$ лет за период 1976-2011 гг.). Значительное влияние на климат оказывает характер атмосферной циркуляции. В связи с этим были проанализированы изменения температурного режима Белгородской области и характера атмосферной циркуляции в последнем десятилетии.

Климатические показатели рассчитаны по данным наблюдений на метеорологической станции Богородицкое-Фенино, которая имеет статус «реперной климатической» и наиболее длинный непрерывный ряд наблюдений на территории области (более 130 лет).

Целью работы является анализ динамики температурного режима Белгородской области за последние 40 лет.

Материал и методика

Исходным материалом послужили метеорологические данные среднемесячной размерности за период 1971-2010 гг. [5], которые после осреднения сопоставлялись с многолетней климатической «нормой-80».

Результаты

По данным Белгородского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды за последние 30 лет по сравнению с климатической нормой [4] произошло повышение средних температур всех месяцев. Наибольший рост отмечен в холодном полугодии: в январе – на $3,1^{\circ}\text{C}$, в феврале – на $2,2^{\circ}\text{C}$, в марте – на $2,3^{\circ}\text{C}$. В летние месяцы он составил от $0,1^{\circ}\text{C}$ в июле до $0,4^{\circ}\text{C}$ в июне (табл.1).

Таблица 1

**Средние многолетние температуры воздуха ($^{\circ}\text{C}$)
по месяцам за разные периоды осреднения**

| Период | Месяцы года | | | | | | | | | | | | год |
|-----------|-------------|------|------|-----|------|------|------|------|------|-----|------|------|-----|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | |
| Норма-80 | -9.2 | -8.7 | -3.5 | 6.0 | 13.8 | 17.6 | 19.4 | 18.3 | 12.6 | 5.5 | -0.8 | -6.2 | 5.4 |
| 1981-2010 | -6.1 | -6.5 | -1.2 | 7.6 | 14.3 | 18.0 | 19.5 | 18.6 | 12.8 | 6.5 | -0.6 | -5.2 | 6.5 |
| 2001-2010 | -6.3 | -5.9 | -0.3 | 8.3 | 14.2 | 17.6 | 20.4 | 19.7 | 13.4 | 6.8 | 1.3 | -4.4 | 7.1 |

В последнем десятилетии на фоне сохранившихся и даже усилившихся положительных аномалий температур в холодном полугодии отмечен рост среднемесячных температур с июля по сентябрь (от 0,8 °С в сентябре до 1,4 °С в августе) [3].

Для количественной оценки тенденций в изменении регионального климата проанализируем динамику аномалий среднегодовой температуры воздуха Богородицкого –Фенино за период 1971-2010 гг. (рис.1). Наиболее теплыми за этот период оказались 1989, 2007 и 2010 годы. Из семи самых теплых лет, аномалии среднегодовых температур которых были не меньше 2°С, четыре пришлось на последнее десятилетие (2007 – 2010 гг.).

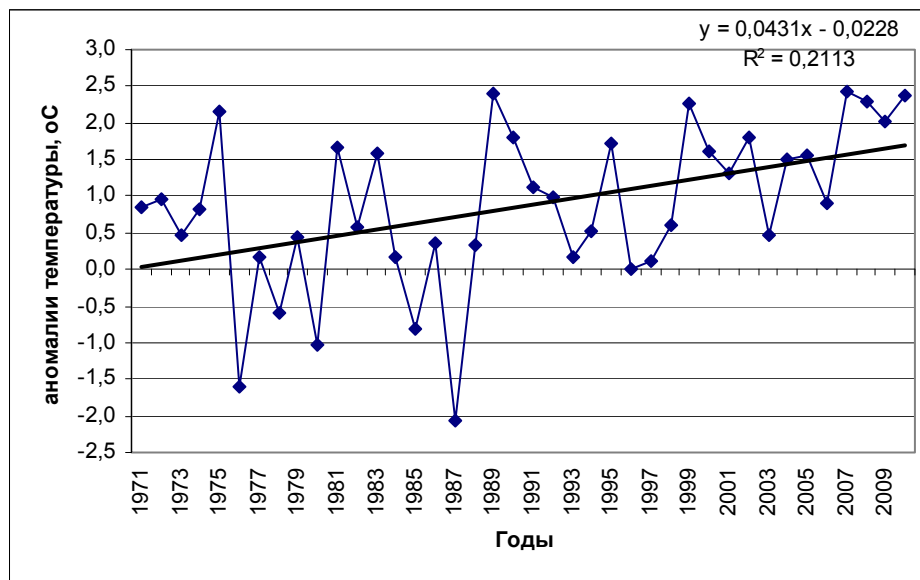


Рис. 1. Аномалии среднегодовой температуры воздуха Богородицкого–Фенино за период 1971-2010 гг.

Немаловажной причиной наблюдаемых изменений температурного режима являются изменения характера атмосферной циркуляции. Согласно классификации Б.Л. Дзердзеевского с 1899 года на Северном полушарии были отмечены три циркуляционные эпохи: две меридиональные (с 1899 по 1915 г. и с 1957 по настоящее время) и одна зональная – с 1916 по 1956 г. [2].

Согласно исследованиям, проведенным в институте географии РАН в 1981-1997 гг. отмечался быстрый рост продолжительности выходов южных циклонов, который сменился с 1998 года её уменьшением. В это же время начинается рост продолжительности блокирующих процессов, чья суммарная продолжительность превышает 250 дней в году (в основном зимой и летом).

Быстрый рост суммарной продолжительности меридиональной южной циркуляции (выход южных циклонов в высокие широты) привел к тому, что в 1989 году она достигла максимума (201 день) и до 1997 года держалась на высоком уровне, затем, стремительно падая, достигла в 2010 году 77 дней [2].

Смена характера циркуляции сказалась на температуре воздуха. С 1977 года началось быстрое потепление. Впервые наиболее высокая аномалия среднегодовой температуры воздуха была отмечена в 1989 году. Период 1999 – 2010 гг. можно охарактеризовать как период стабилизации среднегодовой температуры воздуха на самом высоком за исследуемый период уровне. За последнее десятилетие самыми теплыми были 2007 и 2010 годы.

В конце XX века в связи с ростом суммарной продолжительности блокирующих процессов июльские положительные аномалии начинают увеличиваться и в 2010 году достигают 4,9°С. В то же время максимальная январская аномалия отмечалась в 2007 году (8,5°С), в дальнейшем она резко уменьшилась. Разнонаправленный ход январской и июльской температур увеличивает годовую амплитуду колебаний температуры воздуха.

По исходным временным рядам были рассчитаны характеристики описательной статистики, выполнен трендовый анализ. Статистические характеристики временных рядов приведены в таблице 2.

Проведенный в ходе работы анализ данных свидетельствует о росте как среднегодовых, так и среднемесячных значений температуры воздуха за исследуемый период. Оценка вклада тренда в дисперсию позволяет сделать вывод о статистической значимости трендов в июле, августе и за год в целом. Линейный тренд указанной характеристики составляет +0,9°С/10 лет в июле, +0,87°С/10 лет в августе, +0,56°С/10 лет в целом за год за период 1981-2010 гг.).

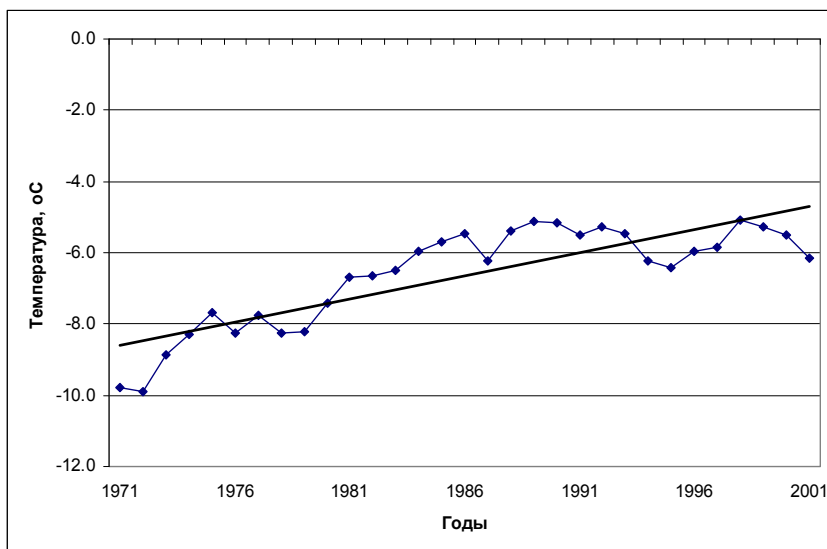


Статистические характеристики временных рядов температуры воздуха Богородицкого-Фенино за различные периоды осреднения

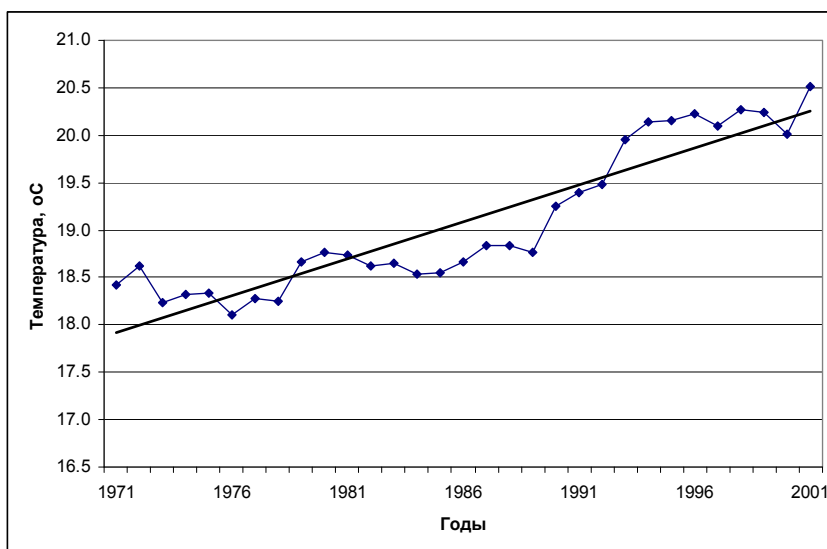
Таблица 2

| Временной период | Стандартное отклонение (°С) | | Коэффициент тренда (°С/10 лет) | | Вклад тренда в дисперсию (%) | |
|------------------|-----------------------------|---------------|--------------------------------|---------------|------------------------------|---------------|
| | 1971-2010 гг. | 1981-2010 гг. | 1971-2010 гг. | 1981-2010 гг. | 1971-2010 гг. | 1981-2010 гг. |
| Январь | 4.1 | 3.9 | 0.90 | -0.24 | 6.5 | 0.3 |
| Февраль | 3.9 | 3.9 | 0.70 | 0.94 | 4.5 | 4.4 |
| Март | 3.1 | 3.2 | 0.72 | 1.0 | 7.5 | 7.8 |
| Апрель | 2.4 | 2.3 | 0.30 | 5.9 | 2.1 | 4.9 |
| Май | 2.0 | 1.8 | 0 | -0.11 | | 0.3 |
| Июнь | 2.0 | 1.9 | 0.17 | 0.23 | 0.95 | 1.1 |
| Июль | 1.7 | 1.7 | 0.65 | 0.90 | 19.4 | 21.1 |
| Август | 1.8 | 1.7 | 0.56 | 0.87 | 12.5 | 20.8 |
| Сентябрь | 1.7 | 1.6 | 0.32 | 0.47 | 4.7 | 6.3 |
| Октябрь | 1.7 | 1.3 | 0.55 | 0.34 | 14.5 | 5.4 |
| Ноябрь | 2.8 | 3.0 | 0.34 | 1.34 | 2.0 | 15.6 |
| Декабрь | 3.0 | 3.0 | -0.03 | 0.36 | | 1.1 |
| Год | 1.1 | 1.0 | 0.43 | 0.56 | 21.1 | 22.4 |

В последние годы наметилась тенденция увеличения годовой амплитуды температуры воздуха – в основном за счет повышения температур июля. Наглядным подтверждением проявления тенденции увеличения годовой амплитуды температуры воздуха служит рис.2, на котором представлены средние температуры воздуха января и июля по скользящим десятилетиям за период 1971-2010 гг. Методом цифровой фильтрации выделены низкочастотные колебания с периодом более 10 лет.



Январь



Июль

Рис.2. Средняя температура воздуха января и июля по скользящим 10-летиям в Богородицком-Фенино за период 1971-2010 гг.

Выявленные тенденции являются следствием изменения характера циркуляции атмосферы, поскольку рост суммарной продолжительности стационарных антициклонов зимой повышает вероятность сохранения устойчивой морозной погоды без оттепелей. Такой характер погоды в Белгородской области отмечался в зимы 2005/2006, 2009/2010, 2010/2011 гг.

Увеличение продолжительности блокирующих антициклонов летом не только способствует росту температуры воздуха, но и повышает вероятность возникновения засух и пожаров. Так, летом 2010 года стационарирование антициклона над Европейской территорией России и поступление тропического воздуха вызвало продолжительный период жаркой и сухой погоды на территории Белгородской области, когда даже средняя суточная температура превышала 30°C.

Изменения атмосферной циркуляции, отмечаемые в последнем десятилетии должны быть сказаны на повторяемости направления и скорости приземного ветра, поскольку направление ветра определяется характером общей циркуляции атмосферы, а скорость является показателем термобарического поля.

Для Белгородской области преобладающей циркуляцией является западный перенос воздушных масс – результат взаимодействия Исландской депрессии и Азорского максимума. Широтный перенос часто нарушается потоками с меридиональной составляющей, что приводит к резким колебаниям в ходе метеорологических элементов.

Представление о характере атмосферной циркуляции дает табл. 3, в которой приведены повторяемости направления ветра для центральных месяцев сезонов за различные периоды осреднения. Очевидно, что преобладающими являются ветры с западной составляющей и лишь весной они уступают первое место восточным ветрам, что связано с неравномерным таянием снега на европейской территории России. Анализ данных за последнее десятилетие показал, что повторяемость восточных ветров превышает повторяемость западных не только весной, но и летом. В январе ветры с западной составляющей по-прежнему преобладают, но следует отметить рост повторяемости восточных ветров за счет снижения повторяемости западных ветров, отмеченный за период 2001-2010 гг.

Таблица 3

Повторяемость направления ветра в Богородицком-Фенино за разные периоды

| Период | С | СВ | В | ЮВ | Ю | ЮЗ | З | СЗ |
|----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Январь | | | | | | | | |
| Норма-80 | 9 | 10 | 19 | 13 | 13 | 12 | 14 | 10 |
| 1981-2010 | 9 | 5 | 9 | 8 | 13 | 21 | 25 | 10 |
| 2001-2010 | 8 | 7 | 15 | 9 | 13 | 17 | 22 | 9 |
| Апрель | | | | | | | | |
| Норма-80 | 8 | 11 | 18 | 15 | 15 | 12 | 13 | 8 |
| 1981-2010 | 7 | 12 | 21 | 12 | 11 | 13 | 16 | 8 |
| 2001-2010 | 13 | 12 | 18 | 9 | 11 | 13 | 16 | 8 |
| Июль | | | | | | | | |
| Норма-80 | 15 | 14 | 9 | 7 | 6 | 11 | 20 | 18 |
| 1981-2010 | 15 | 12 | 10 | 5 | 6 | 12 | 24 | 16 |
| 2001-2010 | 17 | 14 | 19 | 7 | 8 | 6 | 17 | 12 |
| Октябрь | | | | | | | | |
| Норма-80 | 8 | 7 | 8 | 10 | 11 | 19 | 24 | 13 |
| 1981-2010 | 9 | 9 | 11 | 10 | 11 | 17 | 23 | 10 |
| 2001-2010 | 9 | 8 | 15 | 8 | 14 | 15 | 22 | 9 |

Наряду с повторяемостью преобладающего переноса, важной характеристикой ветрового режима является скорость ветра. В течение года в Белгородской области преобладают слабые ветры со скоростью до 3 м/с, ветры, превышающие 8 м/с во всех пунктах наблюдаются редко. По данным Белгородского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды в последнем десятилетии отмечается снижение скорости ветра (табл.4), что так же, по видимому, связано с преобладанием антициклональной погоды.

Таблица 4

Среднемесячная скорость ветра в Богородицком-Фенино за разные периоды, м/с

| Период | Месяцы года | | | | Год |
|-----------|-------------|--------|------|---------|-----|
| | январь | апрель | июль | октябрь | |
| Норма-80 | 4,6 | 3,8 | 2,9 | 3,7 | 3,8 |
| 2001-2010 | 3,5 | 2,9 | 2,3 | 2,9 | 2,9 |

Средние скорости ветра в центральные месяцы сезонов в последнем десятилетии снизились по сравнению с данными научно-прикладного справочника по климату [4], в среднем на 0,8 м/с. Наибольшее снижение отмечено в январе (на 1,1 м/с), наименьшее – в июле (на 0,6 м/с).

Выводы

Проведенный в ходе работы анализ данных свидетельствует о росте как среднегодовых, так и среднемесячных значений температуры воздуха за исследуемый период. Статистически значимыми оказались положительные тренды в изменении температуры воздуха за последние 30 лет в июле, августе и за год в целом.

Рост суммарной продолжительности блокирующих процессов способствует увеличению годовой амплитуды температуры воздуха – в основном за счет повышения температур июля.

За последнее десятилетие повторяемость восточных ветров превысила повторяемость западных не только весной, но и летом. В январе ветры с западной составляющей по-прежнему преобладают, но их повторяемость снижается за счет роста повторяемости восточных ветров.

Средние скорости ветра в центральные месяцы сезонов в последнем десятилетии снизились в среднем на 0,8 м/с. Обе тенденции в изменениях ветрового режима связаны с увеличением повторяемости антициклональной погоды на исследуемой территории.

Литература

1. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2011 год. – М.: Росгидромет, 2012. – 82 с.
2. Кононова Н.К. Классификация циркуляционных механизмов Северного полушария по Б.Л. Дзердзеевскому/отв. Ред. А.Б. Шмакин; Российская акад.наук. Ин-т географии. – М.: Воентехиниздат, 2009. – 372 с.
3. Лебедева М.Г., Крымская О.В. Проявление современных климатических изменений в Белгородской области // Научные ведомости БелГУ. – 2008, №3(43), вып.6. – С. 188-196.
4. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Сер. № 3. Многолетние данные. Части 1-6. Вып.28. - Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 365 с.
5. Фондовые материалы Белгородского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

TENDENCIES OF THE TEMPERATURE REGIME CHANGES ON THE TERRITORY OF BELGOROD REGION

**O.V. Krymskaya¹,
D.V. Stepanova¹,
S.Y. Kuralesina²**

¹ Belgorod State National Research University, Pobedy St., 85, Belgorod, 308015, Russia
E-mail: krymskaya@bsu.edu.ru;
645195@bsu.edu.ru

² Belgorod Center for Hydrometeorology and Monitoring of Environment, Chumicheva St., 126, Belgorod, 308014, Russia
E-mail: klimat.blg@yandex.ru

Assessment of changes in the temperature regime on the territory of Belgorod region is carried out in connection with the changes in the atmospheric circulation, observed in the recent decades.

Key words: climate, atmospheric circulation, temperature regime.

ВАРИАЦИИ ПРИЗЕМНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ АТМОСФЕРЫ КАК ГЛАВНЫЙ ФАКТОР МЕТЕОПАТИЗМА

А.А. Солнцева

*Западно-Кавказский научный
центр,
Россия, 352808, Краснодарский
край, г. Туапсе, Тушк Звездный, 9*

E-mail: adelgace@mail.ru

Рассматривается влияние изменений метеорологических факторов, в том числе приземного электрического поля атмосферы, на самочувствие людей. Имеются основания полагать, что только приземное электрическое поле непосредственно влияет на обменные процессы и функциональные регуляции в организме.

Ключевые слова: метеотропные реакции, атмосферное давление, температура воздуха, влажность воздуха, электрическое поле атмосферы.

Введение

Здоровье каждого человека зависит от присущих ему физиологических и психических качеств, а также от факторов внешней среды. Согласно данным Всемирной организации здравоохранения [1], в оценке риска заболеваний людей роль первых составляет в среднем 18-22%, вторых – 78-82%. Среди воздействий внешней среды велика роль социальных факторов, более всего влияющих на образ жизни людей (57-63%). Значение естественных и антропогенных экологических факторов в заболеваниях людей оценивается в пределах 17-20%. В современных исследованиях этих групп факторов каждой из них уделяется большое внимание. В данной работе рассматривается вопрос о влиянии на здоровье и самочувствие людей естественных изменений погодных условий.

Человек непрерывно испытывает различные виды метеорологических воздействий, которые обуславливаются изменениями атмосферного давления, температуры и влажности воздуха, скорости ветра, облачности, солнечного сияния. На организм человека может оказывать влияние и такой редко учитываемый метеорологический фактор, как вариации приземного электрического поля атмосферы [2]. Каждое из этих воздействий и их сочетания могут вызывать ответные реакции. Негативные физиологические реакции на изменения погодных условий классифицируются как метеотропные или метеопатические. Чаще всего они носят временный характер и сопровождаются рядом симптомов: головные боли, раздражительность, повышенная возбудимость, бессонница, депрессия, ревматоидные боли и др. Здоровые люди легко переносят изменения погоды. У ослабленных и больных людей порог чувствительности к метеорологическим воздействиям снижен. Метеотропные реакции этих людей, по-видимому, вносят вклад в высокую обращаемость населения за скорой медицинской помощью в случаях инфаркта миокарда, гипертонических кризов, инсультов, обострений других заболеваний [3, 4].

Влияние изменений метеорологических факторов на самочувствие человека исследуется уже не одно столетие. Тем не менее, ещё не полностью выявлены физиологические механизмы их воздействия, вследствие чего нет достаточной ясности в отношении непосредственных причин метеопатизма. Чтобы продвинуться в понимании этих причин, сопоставим изменения метеорологических факторов, возникающие при смене погодных условий, а также в ходе некоторых событий в жизни и деятельности человека.

Среди неблагоприятных погодных факторов наибольшее внимание уделяется изменению атмосферного давления. Считается, что главная опасность оно создаёт для лиц с сердечно-сосудистыми заболеваниями [5, 6]. А.Г. Гамбурцев и А.В. Сигачев [7] отмечают, что изменения давления более чем на 6 мбар могут вызывать у людей резко выраженные метеотропные реакции, а на дни с изменениями внешнего давления более 10 мбар, как правило, приходится максимумы вызовов скорой помощи с диагнозом «стенокардия и гипертония». По мнению многих специалистов, колебания атмосферного давления являются одной из непосредственных причин такого рода недомоганий, так как сердечно-сосудистая система человека, поддерживая кровяное давление, воспринимает перепады внешнего давления. В представлении людей, не связанных с медициной, наличие прямой причинной связи самочувствия человека с атмосферным давлением – непререкаемый факт.

Конечно, человеческий организм воспринимает колебания атмосферного давления, наряду с сопутствующими вариациями других метеорологических факторов. При всём том, в

научной литературе нет доказательств того, что возникновение негативных реакций – прямое следствие изменений именно атмосферного давления. Возникает вопрос о существенности собственного влияния этого фактора на самочувствие человека.

В средних широтах земного шара характерное значение атмосферного давления составляет приблизительно 1000 мбар. Наиболее существенные его колебания связаны с нерегулярным чередованием циклонических и антициклонических типов погоды и носят неперiodический характер (рис.1). При резких изменениях погоды эти колебания давления (с характерными временами от нескольких часов до нескольких суток) составляют 10-15 мбар [8]. По многолетним данным, в г. Туапсе экстремальные межсуточные перепады давления, повторяющиеся один или несколько раз в году, достигают 20 мбар. Тем самым в случаях сильных и экстремальных изменений атмосферное давление отклоняется от стандартного на 1-2%. Может ли столь малое относительное изменение атмосферного давления существенно повлиять на самочувствие человека?

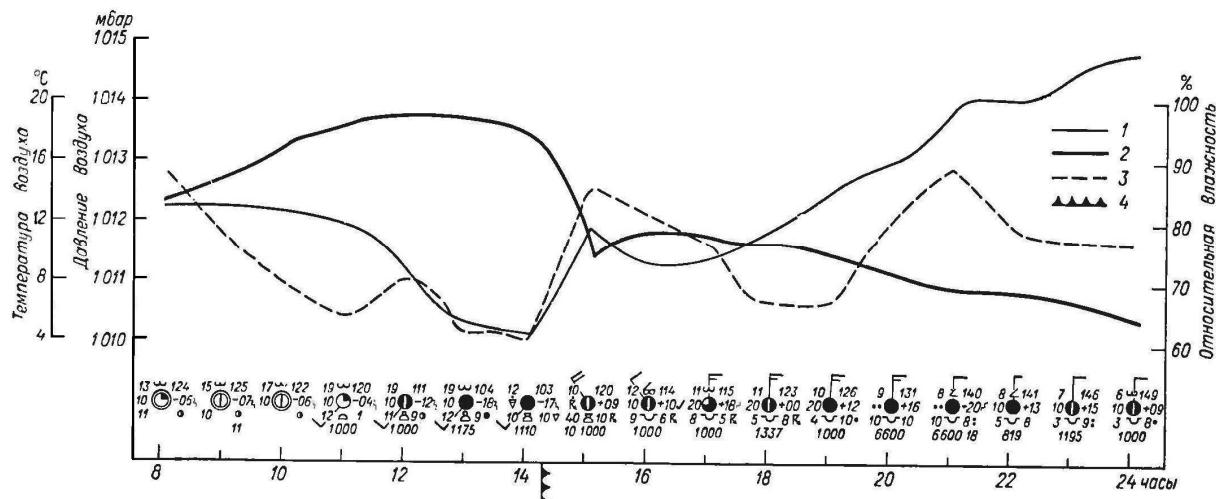


Рис. 1. Схема изменения метеорологических величин при прохождении холодного фронта через пункт наблюдения [9]
1 – давление воздуха, 2 – температура воздуха, 3 – относительная влажность, 4 – момент прохождения линии фронта

Рассмотрим несколько ситуаций, касающихся жизни и деятельности людей. Люди с различным состоянием здоровья допускаются на авиарейсы. Давление в кабине самолёта поддерживается пониженным по сравнению с атмосферным давлением на уровне моря. Наименьшее давление, допускаемое в герметичных кабинах пассажирских самолётов, составляет 0,75 атм. (756 мбар). Это соответствует давлению воздуха на высоте 2400 м [10]. После набора самолётом высоты пассажиры в течение нескольких часов находятся в условиях пониженного давления, которое может быть меньше нормы на 24%. При этом у большинства людей не наблюдается ухудшения самочувствия и только в редких случаях требуется медицинская помощь. То же самое касается экскурсий, когда различные люди поднимаются в горы, пешком или на транспорте, на 1000-2000 м. Эти люди в течение нескольких часов или дней находятся в условиях атмосферного давления, пониженного на 100-200 мбар (т.е. на 10-20% по сравнению с нормой) и безболезненно переносят его. Более того, изменения давления в таких пределах типичны для режима жизни многих людей. Например, жители Красной Поляны и других горных поселений Причерноморья часто перемещаются между горной и береговой зонами. С учётом этих фактов, колебания атмосферного давления на 1-2%, вызванные изменениями погоды, не могут быть самостоятельной (непосредственной) причиной нарушения самочувствия людей.

В биометеорологии установлено, что болезненная реакция метеочувствительных людей возникает в начале изменения (обычно падения) атмосферного давления, до основного его изменения в ходе атмосферного возмущения [7, 11]. Этот факт, в свою очередь, противоречит представлению о непосредственном влиянии на самочувствие людей перепадов атмосферного давления.

Колебания атмосферного давления связаны с крупномасштабными (синоптическими) циркуляционными процессами в атмосфере. В ходе этих процессов изменяется вся совокупность метеорологических элементов. Ввиду этого следует рассмотреть возможную метеопатическую роль других факторов погодного комплекса.

Неблагоприятное воздействие на человека оказывают отклонения температуры, связанные с изменениями погоды [11]. Влияние температуры воздуха на организм человека зави-

сит и от влажности воздуха. При повышенной влажности воздуха усиливается действие как отрицательных, так и положительных температур. Характерные межсуточные перепады температуры и относительной влажности воздуха в средних широтах составляют 5-10°C и 20-30%, что до некоторой степени иллюстрируется графиками (см. рис. 1). Эти перепады близки к размаху суточных колебаний рассматриваемых величин. Так, даже в приморских условиях (в г. Туапсе) температура и относительная влажность воздуха часто изменяются ото дня к ночи с размахом около 10°C и 30%. При этом, как и в межсуточных изменениях погоды, понижение относительной влажности воздуха совпадает с повышением его температуры. Ещё более сильные изменения обоих факторов люди переносят, чередуя пребывание на воздухе и в закрытых помещениях. На преобладающей части России в зимнее время температурный контраст весьма часто составляет 30-40°C (когда вне помещений имеет место 10-15°C ниже нуля, а внутри – более 20°C). Контраст значений относительной влажности воздуха при этом достигает 40-50% (70-90% вне и 30-50% внутри помещений). С учётом приведенных сопоставлений, межсуточные колебания температуры и влажности, как правило, не являются критическим фактором для самочувствия людей. Что касается экстремальных значений этих факторов, сильно влияющих на людей, то они связаны с сезонными изменениями погоды и в данной работе не рассматриваются.

Аналогичным образом можно показать, не вступая в противоречие с имеющимися представлениями, что межсуточные изменения скорости ветра, облачности, осадков и солнечного сияния также не могут вызывать обострённой метеопатической реакции.

Завершая перебор факторов погодного комплекса, остановимся на изменениях приземного электрического поля атмосферы. В антициклонических условиях погоды (повышенное давление, небольшая облачность) на земной поверхности и в приземном слое воздуха преобладает отрицательный заряд, а с увеличением высоты возрастает доля положительно заряженных атмосферных ионов [2]. Электрическому полю хорошей погоды свойственны положительные значения вертикального градиента потенциала: $\gamma = \Delta V / \Delta Z \geq 0$, где V - потенциал поля, Z - высота. Преобладают значения γ около 100 В/м. В циклонических условиях погоды появляется слоистая облачность верхнего и более низких ярусов, а также конвективная облачность. Приземное электрическое поле претерпевает переполюсовку (инверсию), в ходе которой земная поверхность и приземный воздух приобретают положительный заряд [12]. При этом градиент электрического поля изменяется не только по модулю, но и по знаку (направлению вектора): $\gamma \leq 0$.

Изменения приземного электрического поля распространяются на жилые и производственные помещения вследствие воздухообмена и наличия электрических токов. Ввиду этого они могут воздействовать на людей повсеместно, если имеется физический механизм их восприятия человеческим организмом.

Согласно данным физиологии человека, обменные процессы в клетках и органах человеческого организма, а также передача управляющих сигналов в его пределах функционально связаны с изменениями электрического заряда клеточных мембран [13]. Логично полагать, что в условиях относительно стабильного внешнего (приземного) электрического поля в организме на клеточном и более высоких уровнях устанавливается режим обменных процессов и функциональных регулировок, близкий к оптимальному. Возмущение приземного электрического поля, особенно его инверсия, влечёт за собой некоторое изменение электрических зарядов клеточных мембран. Прежний режим обменных процессов нарушается, в том числе в нервных клетках, передающих управляющие электрические сигналы. У человека появляется ощущение дискомфорта, которое через некоторое время проходит благодаря системному действию гомеостаза. Однако, в случае ослабленного организма может возникнуть функциональный криз.

Такое объяснение метеопатизма, по-видимому, поддаётся проверке путём непосредственного наблюдения за динамикой электрических потенциалов в человеческом организме при прохождении атмосферных фронтов. На данный момент можно представить только косвенные подтверждения этого объяснения. Сформулируем некоторые положения, вытекающие из него.

1. Изменение электрического поля и его инверсия возникают в циклоне (с появлением слоистой облачности) ещё до основного понижения атмосферного давления. Таким же должен быть временной ход ухудшения самочувствия людей.

2. Переход от циклонических к антициклоническим условиям погоды, в свою очередь, должен вызывать метеопатическую реакцию, связанную с обратным переходом к электрическому полю хорошей погоды.

3. Одиночные кучево-дождевые (грозовые) облака должны вызывать кратковременное ухудшение самочувствия находящихся под ними людей, поскольку приземное электрическое поле резко изменяется.



Оказывается, все эти положения согласуются с данными медицинских наблюдений [7, 11]. Первое из них фиксируется в наблюдениях чаще, чем второе, по вполне понятной причине: электрическое поле хорошей погоды является фоновым (повторяется чаще) и переход от него к циклонической погоде воспринимается заметней, чем обратный переход.

Таким образом, из всех метеорологических факторов только приземное электрическое поле атмосферы непосредственно влияет на базисные обменные процессы и функциональные регуляции в организме. Ввиду этого главным фактором метеопатизма логично считать межсуточные вариации характеристик электрического поля. Такое его объяснение можно назвать рабочей гипотезой, которая позволяет понять природу закономерной реакции людей на изменения погоды. Существенно, что в рамках данной гипотезы открывается принципиальная возможность улучшения самочувствия людей путем искусственного изменения электрического поля помещений или электрических зарядов в системе специальная одежда – человеческое тело.

Список литературы

1. Протасов В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России. – М.: Финансы и статистика, 2000. – 672 с.
2. Чалмерс Дж. А. Атмосферное электричество. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 421 с.
3. Андропова Т.И. Гелиометеотропные реакции здорового и больного человека / Т.И. Андропова, Н.Р. Деряпа, А.П.Соломатин – Л.: Медицина, 1982. – 247 с.
4. Ассман Д. Чувствительность человека к погоде. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 247 с.
5. Заславская Р.М., Щербань Э.А., Логвиненко С.И. Корреляционные отношения между параметрами погодных факторов и показателями гемодинамики у больных с артериальной гипертензией // Научные ведомости БелГУ. Серия Медицина. Фармация, 2010. – № 4 (75). – Вып. 9. – С. 41-46.
6. Бобина И.В., Кобзева О.О. Влияние метеорологических факторов на частоту обострений артериальной гипертензии // Известия АГУ. Биологические науки, 2010. – № 3-1(67). – С. 13-16.
7. Гамбурцев А.Г., Сигачев А.В. Внешние воздействия на человека и его реакция на них // Экология человека, 2011. – № 7. – С. 15-22.
8. Хромов С.П. Основы синоптической метеорологии. – Л.: Гидрометеиздат, 1948. – 696 с.
9. Зверев А.С. Синоптическая метеорология. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 711 с.
10. Енохович А.С. Справочник по физике и технике: Учебное пособие. – М.: Просвещение, 1989. – 224 с.
11. Бокша В.Г., Богуцкий Б.В. Медицинская климатология и климатотерапия. – Киев: Здоровье, 1980. – 264 с.
12. Френкель Я.И. Теория явлений атмосферного электричества. – М.: КомКнига, 2007. – 160 с.
13. Покровский В.М., Коротько Г.Ф. Физиология человека. – М.: Медицина, 2003. – 656 с.

VARIATIONS OF NEAR-GROUND ELECTRIC FIELD OF THE ATMOSPHERE AS THE MAIN CAUSE OF METEOPATIZM

A.A. Solntseva

*Western-Caucasus Research Center,
Bldg. 9, Tupik Zvezdnyy, Tuapse,
Krasnodar Territory, 352808, Russia
E-mail: adelgace@mail.ru*

The influence of changes of meteorological factors upon the health of people is considered in the paper, including ground electric field of the atmosphere. There are all reasons to believe that ground electric field exclusively influences the exchange processes and functional adjustments in the organism directly.

Key words: meteoatropic reactions, atmospheric pressure, air temperature, humidity of air, electric field of the atmosphere.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Овчаренко Н.Е. соискатель; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Демидова Н.А. кандидат биологических наук; Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, г. Архангельск, Россия

Дуркина Т.М. научный сотрудник; Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, г. Архангельск, Россия

Куркина Ю.Н. кандидат сельскохозяйственных наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Колесников Д.А. заведующий лабораторией; Центр коллективного пользования научным оборудованием НИУ «БелГУ» «Диагностика структуры и свойств наноматериалов», г. Белгород, Россия

Марадулина О.Н. инженер; Центр коллективного пользования научным оборудованием НИУ «БелГУ» «Диагностика структуры и свойств наноматериалов», г. Белгород, Россия

Жигунова С.Н. кандидат биологических наук, научный сотрудник; Институт биологии УНЦ РАН, г.Уфа, Башкортостан, Россия

Федоров Н.И. доктор биологических наук, заведующий лабораторией, Институт биологии УНЦ РАН, г. Уфа, Башкортостан, Россия

Гуркова Я.О. младший научный сотрудник Институт биологии УНЦ РАН, г.Уфа, Башкортостан, Россия

Михайленко О.И. кандидат химических наук, доцент; Уфимский государственный нефтяной технический университет Уфа, Башкортостан, Россия

Колесникова Е.О. Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы имени А.Л. Мазлумова, Рамонь, Воронежская область, Россия

Жужжалова Т.П. Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы имени А.Л. Мазлумова, Рамонь, Воронежская область

Рогозина Е.И. аспирант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Лазарев А.В. доктор биологических наук, доцент, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Деговцов В.Е. Шебекинский овощной комбинат», г. Шебекино, Белгородская обл., Россия

Коцарева Н.В. кандидат сельскохозяйственных наук, доцент; Белгородская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Я. Горина, Белгородская область, п. Майский, Россия

Сирота С.М. «ВНИИССОК», Россия, 143080, Московская область, Одинцовский район, пос. ВНИИССОК

Абрамова Э.А. аспирант; Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого, Тула, Россия

Иванищев В.В. доктор биологических наук, старший научный сотрудник, Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого, Тула, Россия

Рыжкова Т.А. аспирант Белгородский научно-исследовательский институт сельского хозяйства Россельхозакадемии, г. Белгород, Россия

Третьяков М.Ю. кандидат биологических наук, научный сотрудник, Белгородский НИИ сельского хозяйства РАСХН, г. Белгород, Россия

Нецветаев В.П. доктор биологических наук, профессор; Белгородский НИИ сельского хозяйства РАСХН, г. Белгород, Россия

Сорокопудова О.А. доктор биологических наук, профессор; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Акиншина О.В. аспирант; Белгородский НИИ сельского хозяйства РАСХН, г. Белгород, Россия

Бондаренко Л.С. аспирант; Белгородский НИИ сельского хозяйства РАСХН, г. Белгород, Россия

Аркадьева А.В. студент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Думачева Е.В. кандидат биологических наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Чернявских В.И. доктор сельскохозяйственных наук, зам. директора Ботанического сада НИУ «БелГУ» по мониторингу природной флоры и коллекционному фонду, г. Белгород, Россия

Бухало С.П. кандидат биологических наук, заведующий лабораторией; Тобольская комплексная научная станция УрО РАН, г. Тобольск Россия

Сергеева Е.В. научный сотрудник; Тобольская биологическая станция РАН, г. Тобольск, Россия

Полчанинова Н.Ю. кандидат биологических наук, доцент; Харьковский национальный исследовательский университет им. В.Н. Каразина, г. Харьков, Украина

Артемьева Е.А. доктор биологических наук, доцент; Ульяновский государственный педагогический университет им. И.Н. Ульянова, г. Ульяновск, Россия

Муравьев И.В. кандидат биологических наук, доцент; Ульяновский государственный педагогический университет им. И.Н. Ульянова, г. Ульяновск, Россия

Снегин Э.А. кандидат биологических наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Щекало М.В. магистрант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Горбачева А.А. кандидат биологических наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия



Юрченко О.Н. аспирант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Бусловская Л.К. доктор биологических наук, профессор; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Хаджинова Е.П. аспирант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

С.Д. Чернявских кандидат биологических наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Во Ван Тхань студент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

До Хью Куэт студент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

И.С. Буковцова студент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Присный А.А. кандидат биологических наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет», Белгород, Россия

Гребцова Е.А. магистрант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Шеламова С.А. кандидат технических наук, доцент; Воронежский государственный университет инженерных технологий, г. Воронеж, Россия

Тырсин Ю.А. доктор технических наук, профессор; Московский государственный университет пищевых производств, г. Москва, Россия

Голеусов П.В. кандидат географических наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Лапшова М.С. аспирант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Захаренко Е.В. студентка бакалавриата; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Дейнека В.И. доктор химических наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Дейнека Л.А. кандидат химических наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Саенко Р.Н. магистрант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Третьяков М.Ю. кандидат биологических наук; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Дунаев В.А. доктор геолого-минералогических наук, профессор; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Игнатенко И.М. аспирант, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Годовников Н.А. аспирант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Овсянников А.Н. аспирант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Замотаев И.В. Институт географии РАН, г. Москва, Россия

Шевелев Д.Л. ПНЦ АП им. Пилогина, г. Москва, Россия

Корнилов А.Г. доктор географических наук, профессор; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Лебедева М.Г. кандидат географических наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Гордеев Л.Ю. магистрант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Кунгурцев С.А. начальник отдела Федерально-Регионального центра аэрокосмического и наземного мониторинга объектов и природных ресурсов, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Лебедева М.Г. кандидат географических наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Ляхов И.Р. магистрант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Иолин М.М. кандидат географических наук, доцент; Астраханский государственный университет, г. Астрахань,

Бармин А.Н. доктор географических наук, профессор; Астраханский государственный университет, г. Астрахань

Кравчук Т.Н. заведующая лабораторией; Научно-технический и экспертный центр новых экотехнологий в гидрогеологии и гидротехнике «НОВОТЭК», Россия, г. Белгород,

Сергеев С.В. доктор технических наук, профессор; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Сыромятникова С.Н. аспирант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Колмыков С.Н. кандидат географических наук, доцент, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Корнилов А.Г. доктор географических наук, профессор, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Петриченко В.П. доктор технических наук, профессор Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород,

Позняков А.И. старший преподаватель Юго-западный государственный университет, г. Курск

Голик В.И. доктор технических наук, профессор; Южно-Российский государственный технический университет, ст. Васюринская, Динского р-на, Краснодарского края, Россия

Петин А.Н. доктор географических наук, профессор; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Комащенко В.И. доктор технических наук; Российский государственный университет нефти и газа, профессор, доктор технических наук, г. Москва, Россия

Терехин Э.А. кандидат географических наук, старший научный сотрудник, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Федерально-региональный центр аэрокосмического мониторинга объектов и природных ресурсов, г. Белгород

Крымская О.В. кандидат географических наук, доцент, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Степанова Д.В. студент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Куралесина С.Ю. магистрант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Солнцева А.А. аспирант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия



**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. Рекомендуется 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, ученая 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

УДК 51-72:530.145

Полуклассическое приближение к исследованию двумерных гамильтоновых систем на основе метода нормальных форм¹

Н.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.

