

№9 (128) 2012

Выпуск 19

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. ректор НИУ «БелГУ»,
доктор политических наук, профессор

Зам. главного редактора

И.С. Константинов,
и.о. проректор по научной работе
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

Внутривидовая дифференциация дуба черешчатого на внутривидовые группы, географические и экологические ценопопуляции в разных частях ареала. **Гнеушева Т.М., Кожевников А.П., Крутов М.В. 5**

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. 9**

Возрастной спектр фрагментов ценопопуляции *Juniperus communis* L. в переходной зоне Башкирского заповедника. **Кожевников А.П., Тишкина Е.А. 14**

О возможных причинах невысокого семенного возобновления арники горной (*Arnica montana* L.) в природных условиях. **Левандовский Г.С., Горбунов Ю.Н., Швецов А.Н., Ермаков М.А. 17**

Экологические варианты неморальнотравных ельников на юге подтаежной подзоны (Смоленская область). **Семеновичев Ю.А. 22**

Видовой состав семейства Бобовые во флоре Белгородской области и его экологический анализ. **Нго Тхи Зиен Киеу, Колчанов Р.А., Колчанов А.Ф. 31**

Интродукционное районирование Европейского Северо-востока России. **Демидова Н.А., Нилов В.Н. 36**

Адаптация регенерантов *Rhododendron hybridum* к условиям *ex vitro*. **Эртст А.А., Новикова Т.И., Каракулов А.В., Зайцева Ю.Г. 44**

Влияние сроков черенкования на укореняемость зеленых черенков древесных растений. **Хайлова О.В., Денисов Н.И. 49**

Особенности хозяйственно-биологических признаков сортов рода *Heterocallis* L. в коллекции ботанического сада НИУ «БелГУ». **Нецветаева О.В., Афанасенкова О.В., Тохтарь В.К. 55**

Оценка сортов смородины красной по основным морфоструктурным компонентам продуктивности в условиях белгородской области. **Тохтарь Л.А., Сорокопудов В.Н., Языкова В.В., Трегубов А.В. 60**

Изучение потенциальных возможностей выращивания семян фасоли овощной в условиях юго-запада Центрально-Черноземного региона. **Коцарева Н.В. 64**

Особенности минерального питания клевера красного (*Trifolium pratense* L.). **Ступаков А.Г., Чернышова А.П., Куликова М.А., Болдин А.А. 69**

Печеночница обыкновенная *Fistulina hepatica* Fr. в Белгородских дубравах. **Дунаев А.В., Дунаева Е.Н., Калугина С.В. 72**

Возбудители пятнистостей листьев овощных бобов. **Куркина Ю.Н. 77**

Естественные условия протекания и таксономический состав донных беспозвоночных реки Вороны. **Буковский М.Е., Коломейцева Н.Н. 82**

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

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

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

Ф.Н. 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»)

Редактор

Т.Г. Лагутина,

Оригинал-макет *А.В. Присный,*

Ю.А. Лазебная

E-mail: prisniy@bsu.edu.ru

Подписано в печать 18.06.2012

Формат 60×84/8

Гарнитура Georgia, Impact

Усл. п. л. 22,32

Тираж 1000 экз.

Заказ 183

Подписные индексы в каталоге агентства :

«Роспечать» – 81466,

в объединенном каталоге

«Пресса России» – 39723

Оригинал-макет тиражирован

в Издательско-полиграфическом комплексе

НИУ «БелГУ»

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

Морфофункциональные особенности гемоцитов брюхоногого моллюска *Stenomphalia ravergieri* (Ferguson). **Присный А.А., Кулько С.В. 90**

Динамические изменения рельефа поверхности лимфоцитов при снижении осмолярности среды. **Скоркина М.Ю., Федорова М.З., Сладкова Е.А., Косьмина Л.А. 95**

К гнездовой биологии и экологии желтоголовой трясогузки *Motacilla citreola* Pallas, 1776) (Passeriformes: Motacillidae: Motacillinae).

Артемьева Е.А., Муравьев И.В. 104

К гнездовой биологии и экологии черноголовой трясогузки *Motacilla feldegg* Michahelles, 1830 (Passeriformes: Motacillidae: Motacillinae) в Ростовской области. **Муравьев И.В., Артемьева Е.А. 113**

Гидратированный фуллерен как инструмент для понимания роли особых структурных свойств водной среды живого организма для его нормального функционирования. **Ширинкин С.В., Шапошников А.А., Волкова Т.О., Андриевский Г.В., Давыдовский А.Г. 122**

Вековая динамика регионального климата, микроклимат и изменение ареалов насекомых. 1. Температура итермопреферендум. **Присный А.В., Негин Е.В. 130**

Применение метода математического моделирования и электронной базы данных в экотоксикологической оценке потенциальной опасности углеродного наноструктурного материала. **Гусев А.А., Копытова Н.Е., Дудов А.С., Захарова О.В., Полякова И.А., Зайцева О.Н., Емельянов А.В. 140**

ХИМИЯ

Фитохимический анализ листьев и плодов *Amorpha fruticosa* L. во вторичном ареале. **Куклина А.Г., Шелепова О.В. 147**

Содержание фотосинтетических пигментов и аскорбиновой кислоты в проростках вики в присутствии хлорида никеля. **Абрамова Э.А., Иванищев В.В. 152**

Белковый спектр крови цыплят-бройлеров при добавлении в рацион лизина сульфата. **Чернявских С.Д., Мусиенко Н.А., Яковлева И.Н., Бородаева Ж.А. 156**

Определение интегральной антиоксидантной активности различных экстрактов имбиря с помощью электрохимического детектирования. **Габрук Н.Г., Ле Ван Тхуан, Олейникова И.И. 159**

Синтез и спектральные характеристики 1-(2-аминоэтил)-3Н-пирроло[2,3-с]акридина. **Алябьева Т.М. 163**

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Землеустройство агроландшафтов Приволжской возвышенности с применением современных программных средств и данных космического мониторинга. **Ковалева Т.Н., Лисецкий Ф.Н. 166**

Геоэкологический анализ антропогенной эволюции геосистем (на примере города Гомеля). **Гусев А.П., Андрушко С.В. 173**

Устойчивое природопользование в условиях интенсивного развития пищевой промышленности Белгородской области. **Худякова Т.М., Жидких Д.В., Поросенков Ю.В. 180**

Сведения об авторах **185**

Информация для авторов **188**

№9 (128) 2012
Issue 19

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 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. Prismani,

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

Intraspecific Differentiation of *Quercus robur* L. into Intrapopulation Groups, Geographical and Ecological Populations in Different Parts of Area. **Gneusheva T.M., Kozhevnikov A.P., Krutov M.V. 5**

Ecology and Phytocoenotic Area of *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Woloszcz.) Klaskova in the South Ural. **Zhigunova S.N., Fedorov N.I., Gurkova Ya.O., Mihaylenko O.I. 9**

Age Spectrum of Population Fragments of *Juniperus communis* L. in the Transitive Zone of the Bashkir Reserve. **Kozhevnikov A.P., Tishkina E.A. 14**

On the Possible Reasons of Low Seed Reproduction of the *Arnica montana* L. in Nature. **Levandovsky G.S., Gorbunov Yu.N., Shvetsov A.N., Ermakov M.A. 17**

The Ecological Variants of Nemoral Picea-Forests in the South of the Subboreal Subzone (Smolensk Region). **Semenishchenkov Yu.A. 22**

The Species of the Family Fabaceae in the Flora of Belgorod Area and Its Ecological Analysis. **Ngo Thi Diem Kieu, Kolchanov R.A., Kolchanov A.F. 31**

Introduction Zoning of the European North-East of Russia.

Demidova N.A., Nilov V.N. 36

Adaptation of Regenerants of a *Rhododendron hybridum* to ex-vitro Conditions. **Erst A.A., Novikova T.I., Karakulov A.V., Zaytseva Y.G. 44**

Effect of Terms of Grafting on the Rooting of Green Cuttings of Woody Plants. **Khailova O.V., Denisov N.I. 49**

Features of Economic and Biological Signs of the Varieties of Genera *Hemerocallis* L. in the Collection of NRU «BelSU» Botanical Garden. **Netsvetaeva O.V., Afanasenkova O.V., Tokhtar V.K. 55**

Red Currant Varieties Assessment Based on the Main MorphoStructural Components of Productivity in Conditions of Belgorod Region. **Tokhtar L.A., Sorokopudov V.N., Jazykova V.V., Tregubov A.V. 60**

Study of the Potential Growing of Vegetable Bean Seeds in Conditions of the South-West of the Central Chernozem Region. **Kotsareva N.V. 64**

Features of Mineral Nutrition of Red Clover (*Trifolium pratense* L.). **Stupakov A.G., Chernyshova A.P., Kulikova M.A., Boldin A.A. 69**

The Beefsteak Fungus *Fistulina hepatica* Fr. in Belgorod Oak Forests. **Dunaev A.V., Dunaeva E.N., Kalugina S.V. 72**

Leaf Spot Pathogens of Vegetable Beans. **Kurkina Yu.N. 77**

Natural Conditions of Course and Taxonomic Composition of Bottom-Dwelling Invertebrates of the Vorona River. **Bukovskiy M.E., Kolomeytseva N.N. 82**

Morpho-Functional Features of Haemolymph Elements of the Gastropod *Stenomphalia ravergieri* (Ferussac). **Prismani A.A., Kulko S.V. 90**

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)

Prepared for publication copy-editor
T.G. Lagutina
Page layout by A.V. Prisniy
Y.A. Lazebnaya
E-mail: prisniy@bsu.edu.ru

Passed for printing 18.06.2012
Format 60×84/8
Typeface Georgia, Impact
Printer's sheets 22,32
Circulation 1000 copies
Order 183

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

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

Dynamic Changes in Lymphocyte Surface Relief with a Decrease in Medium Osmolarity. **Skorkina M.Y., Fedorova M.Z., Sladkova E.A., Kosminova L.A. 95**

On Nesting Biology and Ecology of Yellow-Headed Wagtail *Motacilla citreola* Pallas, 1776 (Passeriformes, Motacillidae, Motacillinae). **Artemyeva E.A., Muravjev I.V. 104**

On Nesting Biology and Ecology of Black-Headed Wagtail *Motacilla feldegg* Michahelles, 1830 (Passeriformes, Motacillidae, Motacillinae) in Rostov Region. **Muravjev I.V., Artemyeva E.A. 113**

Hydrated Fullerene as an Instrument to Understand the Role of Special Structural Characteristics of Aqueous Medium of a Living Organism for Its Normal Functioning. **Shirinkin S.V., Volkova T.O., Shaposhnikov A.A., Andrievskiy G.V., Davidovskiy A.G. 122**

Dynamics of a Regional Climate within a Century, Microclimate and Change of Areas of Insects. 1. Temperature and Thermopreference. **Prisnyj A.V., Negin E.V. 130**

Application of the Method of Mathematical Simulation and an Electronic Database in Ecotoxicological Assessment of the Potential Dangers of Carbon Nanostructured Materials. **Gusev A.A., Kopytova N.E., Dudov A.S., Zakharova O.V., Polyakova I.A., Zaitseva O.N., Emelyanov A.V. 140**

CHEMISTRY

Phytochemical Analysis of Leaves and Fruits of *Amorpha fruticosa* L. in the Secondary Habitat. **Kuklina A.G., Shelepova O.V. 147**

The Content of Photosynthetic Pigments and Ascorbic Acid in Vetch Seedlings in the Presence of Nickel Chloride. **Abramova E.A., Ivanishchev V.V. 152**

Broiler Chickens Blood Protein Spectrum as a Result of Lysine Sulphate Addition to the Diet. **Chernyavskikh S.D., Musienko N.A., Yakovleva I.N., Borodaeva Zh.A. 156**

Determination of Integral Antioxidant Activity of Various Extracts of Ginger Using Electrochemical Detecting. **Gabruk N.G., Le Van Thuan, Olejnikova I.I. 159**

Synthesis and Spectral Characteristics of 1-(2-Aminoethyl)-3H-Pirrolo(2,3-c) Acridine. **Alyabieva T.M. 163**

EARTH SCIENCES

Land Management of Agrolandscapes of Volga Upland Using Modern Software Tools and Data of Space Monitoring. **Kovaleva T.N., Lisetskii F.N. 166**

Geoecological Analysis of Anthropogenic Evolution of Geosystems (on the Example of Gomel). **Gusev A.P., Andrushko S.V. 173**

Sustainable Nature Management in Conditions of Intensive Development of the Food Industry in the Belgorod Region. **Khudyakova T.M., Zhidkih D.V., Porosyonkov Y.V. 180**

Information about Authors **185**

Information for Authors **188**

БИОЛОГИЯ

УДК 630*165.61+582.632:581.15

ВНУТРИВИДОВАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО НА ВНУТРИПОПУЛЯЦИОННЫЕ ГРУППЫ, ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ЦЕНОПОПУЛЯЦИИ В РАЗНЫХ ЧАСТЯХ АРЕАЛА

Т.М. Гнеушева¹**А.П. Кожевников**^{1,2}**М.В. Крутов**¹

¹ Уральский государственный
лесотехнический университет,
Россия, 620032, г. Екатеринбург,
ул. Сибирский тракт, 37
E-mail: gneysheva.tany@mail.ru

² Ботанический сад УрО РАН,
Россия, 620144, г. Екатеринбург,
ул. 8 Марта, 202
E-mail: kozhevnikova_gal@mail.ru

Рассмотрена внутривидовая дифференциация *Quercus robur* L. на внутривидовые группы в Ашинском лесничестве Челябинской области и на географические ценопопуляции Кавказа, Поволжья и Предуралья. Относительные показатели параметров листьев использованы при таксономическом разделении локальных ценопопуляций различного географического происхождения и экологической приуроченности.

Ключевые слова: внутривидовая дифференциация, *Quercus robur* L., внутривидовые группы, географические ценопопуляции.

Введение

Дуб черешчатый (*Quercus robur* L.) относится к видам, требующим для своего развития стабильных условий среды, богатой ресурсами. Он отличается низкой семенной продуктивностью и высокой конкурентной способностью, плохо переносит стрессы и любые нарушения местообитаний. При возникновении неблагоприятных условий дуб черешчатый уступает свои экологические ниши другим широколиственным видам [1]. В.И. Ерусалимский [2], В.А. Бугаев и др. [3] утверждают, что к 70–80 годам XXI в. дубравы окажутся на грани исчезновения.

В своей северной части восточная граница дуба проходит по западному склону Уральского хребта, под 52°31' с. ш., переваливает через водораздел и далее идет по восточному склону. От с. Верхние Киги восточная граница дуба идет к ст. Кукшик и пос. Сулея, затем к ст. Тюбеляс, г. Усть-Катаву, пос. Серпиевка, г. Бердяуш и, огибая с востока гору Веселую (Ашинское лесничество), достигает пос. Средний Тюльмень. Восточнее этой линии есть несколько оторванных местонахождений дуба. В 25 км южнее г. Нязепетровска дуб встречается в верховьях речки Ураима. На отрогах хр. Юрматау дуб произрастает на всхолмленной, но не очень гористой местности, занимает верхние части увалов, избирая сухие, хорошо прогреваемые места. Самые крайние местонахождения – на речке Киргашле (правый приток р. Белой) в 12 км от устья, по р. Авзяну в 10 км вверх от пос. Нижнего Авзяна, по притоку р. Белой речке Кардыку в 8 км от устья и близ тракта в 4 км к западу от пос. Верхнего Авзяна. Близ пос. Верхнего Авзяна дубы произрастают группами среди соснового леса, высота деревьев не превышает 12 м. Кроме того, в сосняках местами встречается подрост дуба [4].

Внутривидовая дифференциация (изменчивость) дуба черешчатого, представленного внутривидовыми группами, географическими и экологическими ценопопуляциями является основой для поиска и сохранения и рационального использования его генетического потенциала. Особый интерес представляют краеарейные ценопопуляции на восточном пределе естественного распространения в Ашинском лесничестве Челябинской области (западные макросклоны Южного Урала). В краевых частях ареала дуб испытывает не только антропогенный пресс, но и негативное влияние абиотических факторов, так как условия обитания здесь резко отличаются от условий центральной части его ареала и в большинстве случаев являются субоптимальными. На дуб большое влияние оказывает и нарушение водного режима. Обследование центральных и краеарейных местообитаний дуба дает информацию о формовом разнообразии данного вида, о существовании особых, менее требовательных к теплу форм и позволяет провести их отбор для введения в культуру вне основного ареала. Ценопопуляции и внутривидовые



пуляционные группы различаются особенностями морфогенеза листьев. Листья простого строения свойственны предуральским популяциям. В западном направлении происходит уменьшение размеров листьев и усложнение их строения [5].

Объекты и методы исследования

Цель исследований – установление внутривидовой дифференциации дуба черешчатого на внутривидовые группы (Ашинское лесничество – восточная граница естественного ареала) географические и экологические ценопопуляции (Кавказ, Поволжье, Предуралье) с помощью морфологических маркеров – относительных показателей параметров листьев.

В ходе полевых исследований был собран гербарный материал из разрозненных внутривидовых группировок дуба черешчатого после сплошных рубок в Ашинском лесничестве, представляющих самый восточный форпост его естественного ареала в Евразии. Материал собирали с учетом произрастания внутривидовых групп в контрастных эколого-фитоценологических условиях. В пределах каждого участкового лесничества исследованы выборки из нескольких территориально разобщенных и различающихся по лесорастительным условиям насаждений с участием дуба черешчатого. Предположительно внутривидовые группы дуба составляют одну целостную антропогенно трансформированную ашинскую ценопопуляцию. На каждом дереве с южной стороны нижней части кроны брали по 10 листьев с замером длины (см), ширины (см), количества пар лопастей. Всего было измерено 450 листьев по трем признакам с 45 деревьев из 9 внутривидовых групп. Оценка уровня изменчивости признаков проведена по шкале С.А. Мамаева [6]. Параметры листьев дуба черешчатого из провинций Кавказа и Поволжья приведены из работ Л.Ф. Семерикова, В.С. Казанцева [5], Н.В. Глотова и др. [7]. Данные авторы указывали на необходимость совершенствования внутривидовой систематики дуба черешчатого. Информационные признаки (длина и ширина листьев) использованы нами одновременно при таксономическом разделении локальных ценопопуляций различного географического происхождения и экологической приуроченности. По оси абсцисс – показатель (индекс) формы (вытянутости) листовых пластин (отношение длины листа к его ширине). По оси ординат – величина листовых пластин (произведение длины листа на его ширину). Точки, расположенные в большем отдалении от нуля по вертикали, соответствуют более крупным листьям, а по горизонтали – изменению формы листьев от коротких к более удлиненным. После того как точки, соответствующие всем измеренным листьям, были внесены в систему координат, пограничные для каждого таксона точки соединялись замкнутой кривой. При этом применяли стандартные программы Microsoft Word и Microsoft Excel.

Результаты и их обсуждение

В ашинской краеареальной ценопопуляции дуба, представленной несколькими фрагментами, стабильным признаком является длина листьев (13.2-15.9 см) с низким уровнем изменчивости (12%) (табл. 1). Исключение составляют насаждения дуба на пониженных, не защищенных горами, участках рельефа на севере, северо-западе г. Аши и в дубовой роще (пойма р. Ук). Здесь изменчивость длины листьев имеет повышенный (21.2%) и средний (15.5%) уровни изменчивости.

Таблица 1

Параметры и изменчивость листьев фрагментов ценопопуляции дуба черешчатого в Ашинском лесничестве

№ ВПП	Фрагменты ценопопуляции	Длина листьев, см		Ширина листьев, см	
		$X \pm m_x$	CV, %	$X \pm m_x$	CV, %
1	Пос. Цементовый	15.9±0.64	9.0	10.3±0.29	6.2
2	Экотон между ВПП № 1 и ВПП № 2	15.1±0.48	7.1	10.1±0.55	12.2
3	Дубовая роща	14.1±0.99	15.5	8.9±0.73	18.0
4	Широкий дол	14.1±0.79	11.2	9.2±0.71	15.3
5	Северо-запад г. Аша	15.4±1.09	15.8	9.9±0.57	12.8
6	Север г. Аша	15.9±1.51	21.2	9.9±0.95	21.4
7	Восток г. Сим	13.2±0.71	12.0	8.6±0.67	17.4
8	Запад г. Сим	15.3±0.31	4.5	10.1±0.35	7.8
	Среднее	14.9±0.82	12.0	9.6±0.60	14.0

Даже в несвойственных для дуба местообитаниях в окрестностях г. Сим (бореальный комплекс) длина листьев имеет очень низкий (4.5%) и низкий (12%) уровни изменчивости. Повышенным уровнем изменчивости ширины листьев отличается северный фрагмент ашинской ценопопуляции дуба. Всем остальным фрагментам по данному признаку соответствуют очень низкий (6.2%), низкий (7.8%) и средний (12.2-18.0%) уровни изменчивости (см. табл. 1).

Сравнивая географическую изменчивость параметров листьев дуба можно отметить очень низкий и низкий уровни изменчивости в центральных ценопопуляциях (Приволжская возвышенность, Низменное Заволжье, Высокое Заволжье, Новороссийск, Кубань, Эльбрус, Дагестан). Краеарейным уральским и предуральским ценопопуляциям дуба черешчатого – Аскино (Башкортостан), Бузулук (Оренбургская обл.) – соответствует средний (17.1 и 15.1% соответственно) уровень изменчивости по длине листьев и повышенный (21.1 и 21.4% соответственно) уровень изменчивости по ширине листьев (табл. 2).

Таблица 2

Параметры и географическая изменчивость листьев ценопопуляций дуба черешчатого

№ п/п	Географические ценопопуляции	Длина листьев, см			Ширина листьев, см		
		X±mx	CV, %	P, %	X±mx	CV, %	P, %
1	Ашинская (Челябинская обл.)	14.9±0.82	12.0	2.3	9.6±0.60	14.0	2.3
2	Аскинская (Башкортостан)	12.9±0.31	17.1	2.4	7.5±0.23	21.1	2.9
3	Бузулукская (Оренбургская обл.)	14.1±0.30	15.1	2.1	7.9±0.24	21.4	3.0
4	Приволжская	8.9±1.04	3.5	1.2	0.6±0.01	3.2	1.1
5	Низменного Заволжья	9.1±0.74	1.6	0.8	0.6±0.01	2.1	1.1
6	Высокого Заволжья	9.6±0.24	7.9	2.3	0.6±0.02	9.6	2.8
7	Новороссийская	9.6±0.28	6.5	2.9	5.3±0.17	7.3	3.3
8	Кубаньская	9.8±0.27	6.2	2.8	5.4±0.20	8.5	3.8
9	Эльбрусская	8.1±0.23	5.6	2.8	4.4±0.18	8.3	4.2
10	Дагестанская	8.7±0.26	5.2	3.0	5.3±0.15	5.0	2.9

Сравнение формы листовых пластинок и их величины позволяет представить существование дуба черешчатого как вида, состоящего из географических ценопопуляций, в частности, ашинской, бузулукской, аскинской, поволжской и кавказской (рис.). Относительные значения параметров листьев ашинской, бузулукской и аскинской ценопопуляций образуют зоны распределения, имеющие конфигурации с общим центром, что указывает на общность их южноуральского происхождения.

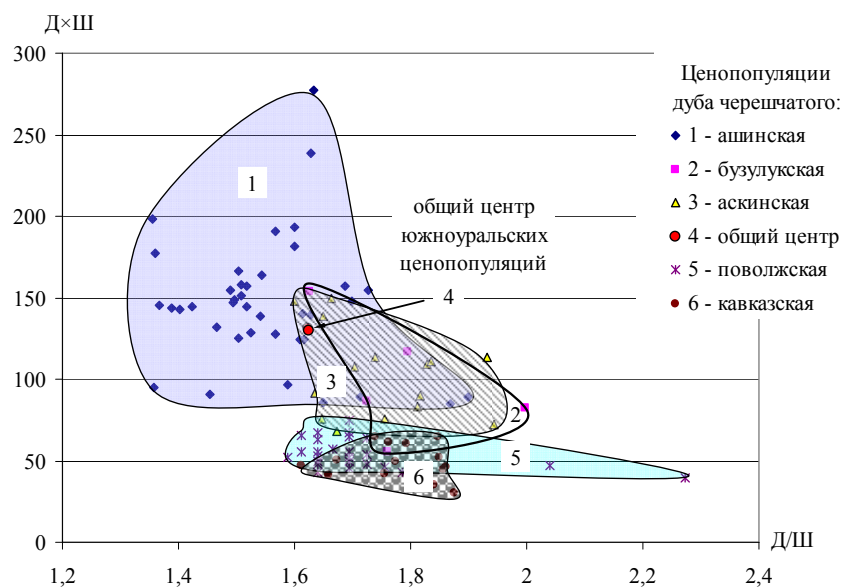


Рис. Форма и величина листовых пластинок ценопопуляций дуба черешчатого в разных частях ареала

Выводы

Изолированность зон распределения уральских ценопопуляций от поволжской и кавказской подтверждает их центральноарейное и краеарейное естественное распространение.

Самая большая зона распределения (ашинская) относительных значений формы и величины пластинок дуба по размерам свидетельствует о формовом разнообразии дуба на восточной границе его ареала. Таким образом, относительные значения формы и величины листовых пластинок дуба черешчатого могут служить информативными признаками для установления внутривидового таксономического ранга его ценопопуляций и их географических и экологических фрагментов.



Список литературы

1. Глазко В.И., Иванов Д.И. Словарь – справочник по с/х экологии. – СПб., 2006. – 368 с.
2. Ерусалимский В.И. Как сохранить дубравы? // Лесн. хоз-во. – 2000. – № 5. – С. 13–15.
3. Бугаев В.А., Мусиевский А.Л., Царалунга В.В. Дубравы европейской части России // Лесной вестник. – Изд-во МГУЛ, 2004. – № 2. – С. 7–13.
4. Горчаковский П.Л. Растения европейских широколиственных лесов на восточном пределе их ареала. / Тр. АН СССР. Урал. фил. Ин-т экологии растений и животных. – Свердловск, 1968. – Вып. 59. – 207 с.
5. Семериков Л.Ф., Казанцев В.С. Популяционная структура дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) в Поволжье и Предуралье // Экология. – 1979. – № 2. – С. 12–21.
6. Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений на примере семейства Pinaceae на Урале. – М.: Наука, 1973. – 284 с.
7. Глотов Н.В., Семериков Л.Ф., Казанцев В.С., Шутилов В.А. Популяционная структура *Quercus robur* (Fagaceae) на Кавказе // Ботан. журн. – 1981. – Т. 66. – № 10. – С. 1407–1418.

INTRASPECIFIC DIFFERENTIATION OF ENGLISH OAK (*QUERCUS ROBUR* L.) INTO INTRAPOPULATION GROUPS, GEOGRAPHICAL AND ECOLOGICAL POPULATIONS IN DIFFERENT PARTS OF THE AREA

T.M. Gneusheva
A.P. Kozhevnikov
M.V. Krutov

¹ Ural State Timber University, Siberian path St., 37, Ekaterinburg, 620032, Russia
E-mail: gneusheva.tany@mail.ru

² Botanical Garden, Urals Department of Russian Academy of Sciences, 8 March St., 202, Ekaterinburg, 620144, Russia
E-mail: kozhevnikova_gal@mail.ru

Intraspecific differentiation of *Quercus robur* L. into intrapopulation groups in the Ashinsky forest area of the Chelyabinsk region and into geographical populations of the Caucasus, the Volga region and the Urals is considered. Relative indicators of parameters of leaves are used for the classification of local cenopopulations of various geographical origin and ecological confinement.

Key words: intraspecific differentiation, *Quercus robur* L., intrapopulation groups, geographical populations.

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
университет,
Россия, 450062, Уфа,
ул. Космонавтов, 1, корп. 1

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.

Материалы и методы

Для изучения экологии и распространения вида *Ch. ruthenicus* на Южном Урале в 2010–2011 гг. была проведена серия маршрутных экспедиций. Во время экспедиций 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.).

Таблица

Фитоценотический ареал вида *Chamaecytisus ruthenicus* на Южном Урале

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

Окончание таблицы

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>Quercio-Fagetea</i> , порядок <i>Quercetalia pubescentis</i>)		
Термофильные дубовые леса <i>Lathugo-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 широколиственные леса (класс <i>Quercio-Fagetea</i> , порядок <i>Fagetalia</i>)		
Мезофильные широколиственные 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>Galieta verii</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: *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 simplicissimaе* - Названия синтаксонов приводятся по «Продромусу растительных сообществ Республики Башкортостан» [9]), 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 porovii-Festucetum rupicolaе*, 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 valesiacaе* и *Fragario viridis-Stipetum pennataе*). 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-Amygdalietum*), 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 altissimaе-Stipetum zaleskii*) и единично встречается в сообществах луговых степей ассоциации *Lathugo 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, 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 *Viola 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*, *Caragano 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 *Vupleuro longifoliae*-*Pinetum sylvestris* (субасс. *V.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 неконкурентоспособен в условиях высокой сомкнутости древесного яруса и густого подроста и подлеска. Он встречается только в разреженных термофильных дубовых лесах союза *Lathuro-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 связаны 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. Покрытосеменные (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; Опубл. 20.09.2000.
5. Patent 6,194,397 USA. Phosphorus containing cytosine 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., Хисамутдинова 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; Опубл. 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. Прогномис 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. Том II. Последствия изменения климата. – Москва: Росгидромет, 2008. – 289 с.

ECOLOGY AND PHYTOCOENOTIC AREA OF THE SPECIES *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 of Ufa Research Centre RAS, Oktyabrya Av., 69, Ufa, 450054, Russia
E-mail: Zigusvet@yandex.ru

² Ufa State Petroleum Technological University, Kosmonavtov St., 1, building 1, Ufa, 450062, Russia

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 petrophilous steppe communities and communities of oak and pine thinning grass forests, growing both on dry soils and on soils with adequate moisture.

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



УДК 582.477+630*181.1+581.9(470.5)

ВОЗРАСТНОЙ СПЕКТР ФРАГМЕНТОВ ЦЕНОПОПУЛЯЦИИ *JUNIPERUS COMMUNIS* L. В ПЕРЕХОДНОЙ ЗОНЕ БАШКИРСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

А.П. Кожевников^{1,2}
Е.А. Тишкина^{1,2}

¹ Уральский государственный
лесотехнический университет,
Россия, 620032, г. Екатеринбург,
ул. Сибирский тракт, 37
E-mail: kozhevnikova_gal@mail.ru

² Ботанический сад УрО РАН,
Россия, 620144, г. Екатеринбург,
ул. 8 Марта, 202
E-mail: elena.mlob1@yandex.ru

Установлен возрастной спектр, тип и индекс возрастности фрагментов ценопопуляции *Juniperus communis* L. в переходной зоне Башкирского заповедника.

Ключевые слова: можжевельник обыкновенный, *Juniperus communis* L., возрастной спектр, фрагмент ценопопуляции, тип ценопопуляции, индекс возрастности.

Введение

Для результативной деятельности заповедников необходимы буферные и переходные зоны. Они служат сдерживанию процессов и явлений, негативно влияющих на растительность и животных охраняемой территории. Только незначительная часть видов способна в настоящее время к спонтанному развитию и устойчивому самоподдерживанию популяций [1]. Можжевельник обыкновенный на Южном Урале представлен локальными ценопопуляциями. Исследование их возрастного спектра позволяет оценить возможность адаптации изолированных группировок в различных экотопах без изменений в генофонде.

Можжевельник обыкновенный в районе исследования является соэдификатором сосновых фитоценозов. В настоящее время отсутствуют данные по онтогенетической структуре его ценопопуляций. Установление возрастного спектра ценопопуляции позволит оценить возможность устойчивого существования локальной ценопопуляции данного вида.

Объекты и методы исследования

Целью работы является изучение особенностей фрагментов ценопопуляции можжевельника обыкновенного и их возрастной структуры в различных местообитаниях. Нами исследованы три фрагмента ценопопуляции можжевельника обыкновенного в переходной зоне Башкирского заповедника в сосновых и вторичных березовых фитоценозах (окрестности поселка Верхний Авзян Белорецкого района Республики Башкортостан). Согласно ботанико-географическому районированию данная территория отнесена к подзоне сосново-березовых лесов бореально-лесной зоны [2]. Для учета количества можжевельника заложены три временные пробные площади (ВПП) 50×60 м с переводом учетных единиц данного вида на 1 га. При характеристике местообитаний можжевельника определяли высоту над уровнем моря (м), тип леса (растительное сообщество), класс бонитета и полноту древостоя, сомкнутость древесного полога, тип и плотность фрагментов ценопопуляции (шт./га).

Онтогенетический состав фрагментов ценопопуляции вида охарактеризован нами на основе детального описания индивидуального развития особей можжевельника. При этом использованы классификация онтогенетических групп с выделением инвазионных и нормальных ценопопуляций по методике Т.А. Работнова [3] и классификация нормальных ценопопуляций по абсолютному максимуму ювенильных, имматурных, виргинильных, молодых генеративных, зрелых генеративных, старых генеративных, субсенильных групп. Для каждого фрагмента ценопопуляции были определены индексы возрастности [4].

Результаты и их обсуждение

Наибольшая плотность фрагмента ценопопуляции можжевельника обыкновенного установлена нами в сосняке ягодниковом (1083 шт./га), где биотипы данного вида находятся на начальной стадии внедрения в подлесок сосны обыкновенной (инвазионный тип фрагмента ценопопуляции) (табл.). В данном типе леса можжевельник обыкновенный находится под фитоценотической защитой соснового древостоя (полнота 0.5), обеспечивающего ему оптималь-

ный световой режим. Пастбище суходольное не является полночленным типом фрагмента ценопопуляции из-за многократной антропогенной нагрузки.

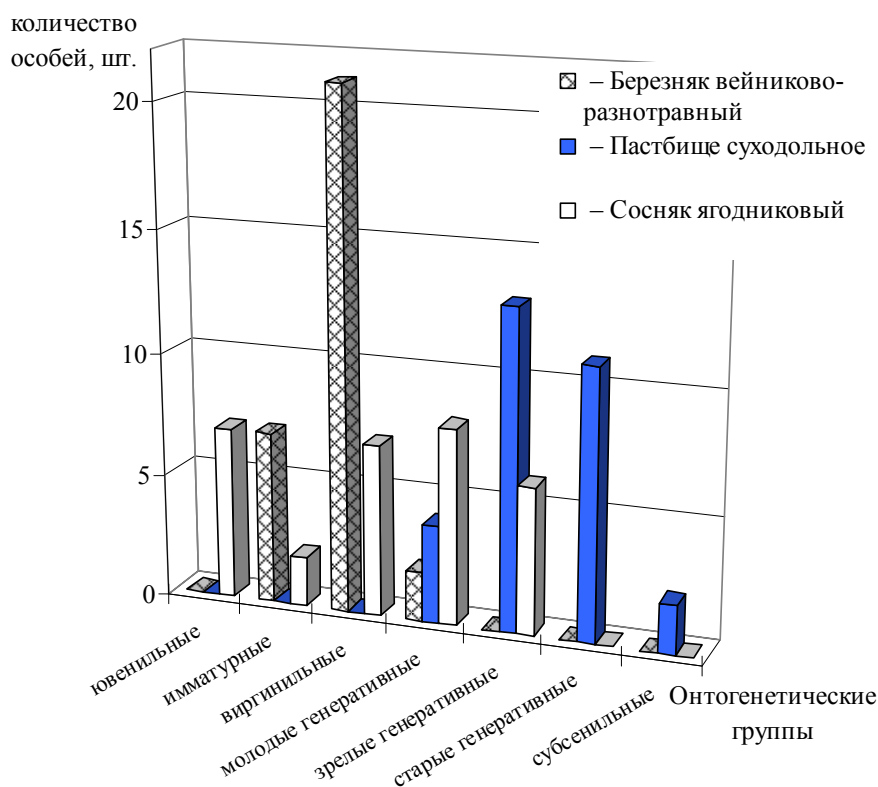
Таблица

Характеристика фрагментов ценопопуляции можжевельника обыкновенного в лесных экосистемах переходной зоны Башкирского заповедника

№ ВПП	Тип леса, растительное сообщество	Высота над у.м., м	Древостой				Плотность фрагментов ценопопуляции, шт./га	Тип фрагментов ценопопуляции	Индекс возрастности фрагментов ценопопуляции
			состав	класс бонитета	полнота	сомкнутость древесного полога			
1	Пастбище суходольное	504	-	-	-	-	200	нормальная, неполночленная	0.57
2	Березняк вейниково-разнотравный	470	9Б1С	IV	0,6	0,7	250	инвазионная	0.11
3	Сосняк ягодниковый	540	5С5Б	III	0,4	0,5	1083	инвазионная	0.21

Рассчитанный индекс возрастности указывает, что фрагменты ценопопуляции можжевельника обыкновенного в сосняке ягодниковом и в березняке вейниково-разнотравном соответствуют инвазионному типу фрагмента ценопопуляции.

Построенный спектр возрастных состояний фрагментов ценопопуляций можжевельника обыкновенного по количественному соотношению особей разных возрастных онтогенетических групп и жизненности свидетельствует об устойчивом потоке поколений данного вида на пастбище суходольном (рис.). В подлеске березняка вейниково-разнотравного и на пастбище суходольном выделены особи двух периодов четырех и трех онтогенетических состояний, соответственно. В сосняке ягодниковом установлено два периода и пять возрастных онтогенетических состояний фрагмента ценопопуляции. Распределение количества особей различного возрастного состояния позволило рассчитать индекс возрастности ценопопуляции. Чем выше его значение, тем старше ценопопуляция [5]. Индекс возрастности составил на пастбище суходольном – 0.57 и тип фрагмента ценопопуляции – нормальный неполночленный.



Неполночленность фрагмента ценопопуляции связана с антропогенной нагрузкой (проселочная дорога к роднику). В березняке вейниково-разнотравном индекс возрастности составил 0.11, а в сосняке ягодниковом – 0.21. В этих двух типах леса установлены инвазионные фрагменты ценопопуляции.

Рис. Возрастной спектр фрагментов ценопопуляции можжевельника обыкновенного в переходной зоне Башкирского заповедника



Выводы

Временные изменения в ценопопуляциях приводят либо к завершению их развития и прекращению существования на данной территории, либо к их восстановлению после нарушения или освоения свободных субстратов. Такие сукцессионные ценопопуляции являются регрессивными и инвазионными. Инвазионные фрагменты ценопопуляции связаны в первую очередь с микроэволюцией, т. е. с изменением их генофонда и возможным образованием новых внутривидовых форм. Они находятся в стадии становления и, в зависимости от онтогенетического состава и численности особей, с одной стороны, и эколого-ценотических условий, с другой, имеют более или менее вероятные перспективы превращения в нормальные ценопопуляции, т. е. способные к длительному спонтанному самоподдержанию семенным и вегетативным путем.

Таким образом, установление возрастного спектра фрагментов ценопопуляции можжевельника обыкновенного в переходной зоне Башкирского заповедника в трех экотопах указывает на оптимальные условия существования данного вида на пастбище суходольном за счет наличия четырех онтогенетических состояний. В березняке вейниково-разнотравном и сосняке ягодниковом фрагменты ценопопуляции можжевельника обыкновенного находятся на начальной стадии поселения без зрелых генеративных онтогенетических групп. В данных типах леса можжевельнику потребуется длительное время для образования нормальных и полноценных фрагментов ценопопуляции.

Список литературы

1. Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность: в 2 кн. / Центр по проб. экологии и продуктивность лесов. Кн. 1; отв. ред. О.В. Смирнова. – М.: Наука, 2004. – 479 с.
2. Горчаковский П.Л., Шурова Е.А. Редкие и исчезающие растения Урала и Приуралья. – М.: Наука, 1982. – 208 с.
3. Работнов Т.А. Вопросы изучения состава популяций для целей фитоценологии // Проблемы ботаники. – 1950. – Вып.1. – С. 465–483.
4. Уранов А.А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Биол. науки. – 1975. – С.7–33.
5. Популяционная экология растений / Л.А. Жукова, О.П. Ведерникова, О.В. Смирнова и др. – Йошкар-Ола, 1994. – 88 с.

AGE SPECTRUM OF POPULATION FRAGMENTS OF *JUNIPERUS COMMUNIS* L. IN THE TRANSITIVE ZONE OF THE BASHKIR RESERVE

A.P. Kozhevnikov^{1,2}

E.A. Tishkina^{1,2}

¹ Ural State Forestry Engineering University, *Sibirsky Trakt St, 37, 620032, Ekaterinburg, Russia*
E-mail: *kozhevnikova_gal@mail.ru*

² Botanical garden of Urals Department of the Russian Academy of Sciences, *8 Marta St., 202, 620144, Ekaterinburg, Russia*
E-mail: *Elena.mlob1@yandex.ru*

The age spectrum, type and index of age of fragments of cenopopulation of *Juniperus communis* L. in the transitive zone of the Bashkir reserve is established.

Key words: common juniper (*Juniperus communis* L.), age spectrum, coenopopulation fragment, coenopopulation type, age index.

О ВОЗМОЖНЫХ ПРИЧИНАХ НЕВЫСОКОГО СЕМЕННОГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ АРНИКИ ГОРНОЙ (*ARNICA MONTANA*L.) В ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЯХ¹

Г.С. Левандовский
Ю.Н. Горбунов
А.Н. Швецов
М.А. Ермаков

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

Проведен ряд полевых и лабораторных опытов по выявлению биологических особенностей вида *Arnica montana* L. На основе опытных данных определены возможные причины, препятствующие оптимальному размножению, а также росту и развитию в природных условиях. Показана необходимость семенного размножения в условиях культуры.

Ключевые слова: *Arnica montana* L., биологические особенности, вегетативное размножение, семенное размножение, первая перезимовка, старение растений.

Введение

Арника горная (*Arnica montana* L.) – многолетнее травянистое растение семейства сложноцветных. Имеет ползучее корневище, чаще расположенное на глубине 0.5–3 см, а иногда и на поверхности почвы. Верхушки корневищ и их разветвления заканчиваются розетками листьев и генеративными побегами. Соцветия – верхушечные одиночные корзинки, темно-желтые или оранжевые [1].

Плод арники горной представляет собой цилиндрическую, с обоих концов заостренную короткоопушенную семянку, 5–7 мм длиной с 5–10 продольными бороздками; окраска ее от желтовато-зеленой до темно-серой или почти черной. В верхней части семянки развит хохолок длиной около 0.8 см, представляющий собой видоизмененную чашечку и состоящий из одного ряда жестких, желто-бледных волосков [2].

В странах Западной Европы заготовка сырья с дикорастущих растений в основном запрещена. Арника возделывается на ограниченных площадях отдельными фармацевтическими фирмами. Ведутся работы по широкому введению в культуру этого вида, несмотря на то, что из-за его биологических особенностей рентабельное возделывание не удастся. Еще в 1975 году арника горная была занесена в Красную книгу СССР и заготовки ее сырья были прекращены [3]. Использование в медицинских целях взамен сырья арники горной соцветий североамериканских видов этого рода – арники облиственной и арники Шамиссо не находит одобрения ведущих фармацевтических фирм мира (особенно гомеопатических). Препараты из этих видов арники имеют значительно более узкое применение и не служат полноценной заменой лекарственных препаратов, получаемых из арники горной.

Арника горная распространена в Средней и Южной Европе [4]. На территории бывшего СССР растет в Украинских Карпатах, изредка встречается в Белоруссии, Литве и очень редко в Украинском Полесье. В горно-лесном поясе селится на послелесных лугах, лесных опушках и полянах, иногда на заболоченных лугах, а выше границы леса – в разреженных зарослях кустарников и на каменистых слабозадерненных склонах. Требовательна к почве и воздушной влаге. Растет, в основном, на кислых луговых и лесных почвах; светолюбива и поэтому предпочитает открытые места. В равнинной части ареала встречается небольшими группами или рассеяно в разреженных сосновых и сосново-березовых лесах, на лесных опушках и полянах, чаще на песках и супесях [5].

В украинских Карпатах арника горная растет на высоте от 400–500 до 1900–2000 м над уровнем моря. Наибольшей мощности достигает от нижней границы распространения до верхней границы леса (1100–1300 м). На этих высотах ее розетки имеют диаметр 20–30 см и насчитывают 8–10 листьев длиной 15–17 см и шириной 4–5 см. Растение обладает здесь 1–2(3) цветоносными стеблями с 3–5(7) корзинками на каждом. С увеличением высоты над уровнем моря размеры всех частей растения уменьшаются [6]. Комендар В.И. и Гамор Ф.Д. [7] сообщали, что на основании данных о величине и степени изменчивости разных признаков арники

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке программы фундаментальных исследований Отделения биологических наук РАН «Биологические ресурсы России: оценка состояния и фундаментальные основы мониторинга».



горной, а также данных научной литературы считается, что экологическим оптимумом произрастания вида в Украинских Карпатах являются природные фитоценозы от 800 до 1400 м над уровнем моря.

Материал и методы исследований

Опыты культивирования арники горной проводились в условиях Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН (г. Москва) на окультуренной почве с содержанием гумуса 2.5–2.8%. Работа проводилась с популяцией, возделываемой в отделе культурных растений на протяжении 15 лет. Посев производили вручную свежесобранными семенами, как правило, в августе. Высев производился в специальные рассадные грядки. Норма высева обычно составляла 0.2 г/м². Опыты по поверхностному высеву семян, практикующиеся для некоторых лекарственных растений (например, ромашки аптечной) показали, что такой метод не подходит для арники горной из-за морфологических особенностей семян и их физических показателей. К началу осенних морозов, как правило, получали полноценно развитые растения с 2–3 настоящими листьями. Всхожесть семян определяли путем проращивания в чашках Петри при постоянной температуре 20–22°. Ложом для проращивания служила фильтровальная бумага, условия освещения – свет, темнота.

Результаты и их обсуждение

Размножение в природных условиях. В естественных условиях наблюдается семенное и вегетативное размножение растений. Вегетативное размножение происходит путем ветвления корневищ и превращения каждого побега в самостоятельное растение после отмирания старых частей корневищ. Такое размножение наблюдается во всех местах обитания арники. Наиболее интенсивно происходит оно на мелких каменистых почвах, особенно при выпасе животных. При этом вызывается повреждение верхушечных почек и интенсивное образование боковых ответвлений. На глубоких почвах и при интенсивном выпасе оно значительно слабее, так как корневища растут в длину, только изредка давая боковые разветвления. На слабо задернованных почвах вегетативное размножение более интенсивное, чем на сильно задернованных. В дернинах наблюдается общее угнетение растений, цветение отсутствует, корневища тонкие со слабым приростом. В связи со слабым цветением вегетативное размножение в затененных местах более интенсивно, чем на открытых. Сенокосение, проведенное до плодоношения арники, также способствует вегетативному размножению, так как предотвращает истощение растений. Вегетативное размножение усиливается при умеренном выпасе животных, которые поедают цветки и стебли. Объедание листьев в результате чрезмерного выпаса не способствует вегетативному размножению в связи с общим угнетением растений. Таким образом, вегетативное размножение может обеспечить лишь медленное возобновление арники горной [6].

В условиях Украинских Карпат цветение и плодоношение арники горной наблюдается во всех местах ее произрастания, вплоть до верхней границы распространения. Однако на больших высотах плоды созревают только в годы с продолжительной теплой осенью. Основная масса кустов арники не цветет. Количество кустов с цветочными стеблями составляет обычно 7–10% от их общего количества. С увеличением высоты число цветущих растений уменьшается и на высоте 1800–1900 м оно составляет только сотую и даже тысячную долю процента [8].

Семена, собранные с диких зарослей арники горной, имеют довольно высокую всхожесть (более 50%), однако семенное возобновление в природе практически не наблюдается. Условия, благоприятные для прорастания семян и дальнейшего роста и развития молодых растений арники возникают очень редко и только в отдельные годы даже в местах ее массового произрастания. Семенное размножение затруднено еще и тем, что легкие плоды (семянки с хохолком-парашютом) в своей массе попадают на дернины и там повисают, не опускаясь до поверхности почвы. Когда весной мертвые остатки дернины бывают влажными, и семена успевают прорасти, то молодые всходы позднее, при подсыхании дернины, все же погибают, так как корешки медленно растущих всходов не успевают за период достаточного увлажнения дойти до поверхности почвы, не занятой дерниной. Всходы встречаются только на свободных междернинных пространствах. На основании этих исследований Ивашин Д.С. [6] приходит к выводу о том, что семенное размножение не играет существенной роли в жизни и распространении вида в Украинских Карпатах.

Размножение арники горной в условиях культуры. В ГБС РАН нами применялись различные способы размножения арники горной, ее размножали семенным и вегетативным способом, используя, в том числе, и метод микроклонального размножения. Микроклональное размножение достаточно трудоемко, но, по нашему мнению, может быть с успехом применено при селекции данного растения. Однако такое размножение на достаточно больших площадях экономически не выгодно еще и потому, что при пересадке полученных таким образом растений в открытый грунт требуется длительный, тщательный и кропотливый уход за молодыми растениями.

Арнику горную размножали также вегетативно путем деления взрослых растений на отдельные укоренившиеся розетки. В данном случае приходится использовать довольно большое количество взрослых растений, находящихся в генеративной фазе развития и пригодных для уборки урожая. Кроме того выявлено, что при таком способе размножения отдельные, взятые от взрослых растений укоренившиеся розетки прикорневых листьев развиваются слабо, они не имеют тенденции к интенсивному нарастанию как растительной массы, так и количества новых розеток, переходящих в дальнейшем к цветению и плодоношению. При семенном размножении этот существенный недостаток устраняется.

В условиях культуры растения арники горной довольно быстро стареют. К седьмому-восьмому году жизни, а иногда и раньше, значительно уменьшается число генеративных побегов, растения разрастаются, занимая свободное пространство вегетативным путем. Вегетативное потомство одного растения может занимать площадь около 0.5 м². Эта площадь занята массой слабо развитых розеток прикорневых листьев с 1–3 генеративными побегами.

При семенном способе размножения, как в природе, так и в условиях культуры большое значение имеет фактор всхожести семян. По данным лабораторных опытов, проведенных нами во ВНИИ лекарственных и ароматических растений, свежесобранные семена арники горной имели всхожесть от 79 до 87%, а далее (при условии хранения в неотапливаемом складе) весной следующего года – 79 %, осенью – 69%, весной на втором году хранения – 46%, осенью – 17%, весной на третьем году хранения – 9%. Семена, хранящиеся в лаборатории,

весной третьего года хранения имели всхожесть 45% [9] (рис. 1).

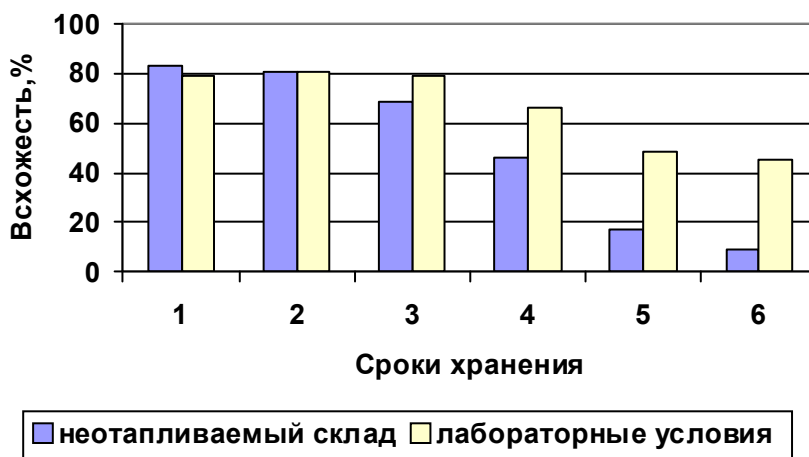


Рис. 1. Всхожесть семян арники горной в зависимости от сроков и условий хранения (1 – свежесобранные семена, 2 – весна первого года, 3 – осень первого года, 4 – весна второго года, 5 – осень второго года, 6 – весна третьего года)

Семена, полученные в интродукционном питомнике Главного ботанического сада РАН, весной на первом году хранения имели всхожесть 63–68%, весной на втором году хранения – 46%, весной на третьем году хранения она не достигала 8%.

Можно предположить, что в условиях дикой природы при периодически меняющейся воздушной и почвенной влажности, при резкой смене температур, инсоляции и других факторах всхожесть семян арники будет более низкой по сравнению с искусственными условиями.

Существует еще несколько причин, обуславливающих низкую интенсивность возобновляемости вида. Семена арники горной относятся к легко прорастающим. Оптимальная температура прорастания – 20–30°. При этом для прорастания семян еще требуется повышенная влажность. Подобное сочетание температуры и влажности встречается в зоне произрастания арники нечасто. Кроме того, семена арники горной отличаются практическим отсутствием периода покоя, этим весьма ценным изобретением природы. Органический покой, свойственный зрелым семенам многих дикорастущих видов, предохраняет их от прорастания в неблагоприятных для развития растений условиях (например, с осени).

Как видно из приведенных выше данных, семена арники горной отличаются относительно высокой лабораторной всхожестью (особенно в первые периоды хранения). В отличие от лабораторной, полевая всхожесть семян невысока. По нашему опыту работы с другими лекарственными растениями, невысокая полевая всхожесть наблюдается нередко у многих других лекарственных культур, однако, по сравнению с арникой горной, она все же достаточно значима и колеблется обычно в пределах 10–20%. Для проверки полевой всхожести в августе были высеяны семена, собранные с 11 маточных растений (табл. 1). К концу вегетационного периода были получены полноценные растения с 2–3 настоящими листьями.

Таблица 1

Полевая всхожесть семян арники горной

Номера растений	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Полевая всхожесть (%)	0.5	5.2	1.8	3.3	3.5	1.1	1.3	2.8	3.4	1.2	2.4

Как видно из данных таблицы 1, даже при оптимальных условиях посева и ухода за растениями полевая всхожесть была невысокой у потомств всех 11 растений. Она колебалась незначительно – от 0.5 до 5.2% (в среднем – 2.4%). Таким образом, одной из причин низкой семенной возобновляемости в природных условиях может быть низкая полевая всхожесть семян.

Кроме того, у арники горной имеется еще одна отрицательная биологическая особенность. Молодые хорошо развитые растения данного вида плохо переносят свою первую перезимовку (рис. 2).

Вторая и последующие перезимовки практически не приводят к гибели растений арники горной. Потомства маточных растений по-разному реагируют на осеннее-зимне-весенние условия. Процент перезимовавших растений варьировал от 2.9 до 56.8, в среднем их перезимовало 31%.



Рис. 2. Результаты первой перезимовки растений арники горной.

Выводы

1. Оптимальному распространению вида *Arnica montana* L., помимо почвенных и климатических условий, препятствует антропогенное воздействие (неконтролируемый сбор сырья, сенокосение, выпас скота и т.д.), а также биологические особенности растений.

2. Семенное размножение имеет важное значение в воспроизводстве вида в естественных условиях. Однако опыты по искусственному размножению растений показали, что уже 7-8 летние растения практически не плодоносят, а вегетативное размножение приводит к очень медленному распространению стареющих растений.

3. Несмотря на относительно высокую лабораторную всхожесть семян, условия, благоприятные для их прорастания и дальнейшего развития в естественных условиях возникают очень редко.

4. Опыты по хранению семян арники горной показали, что в условиях изменчивых параметров окружающей среды всхожесть значительно падает. В естественных условиях обитания изменчивость факторов внешней среды (температура, влажность и т. д.) значительно усиливается, здесь они играют более существенную роль. В связи с этим в естественных условиях всхожесть будет закономерно снижаться.

5. Отсутствие периода покоя семян не способствует семенному возобновлению вида.

6. Нормальному семенному возобновлению арники горной в естественных условиях могут препятствовать такие факторы, как чрезвычайно низкая полевая всхожесть семян (около 2%) и плохо переносимая первая перезимовка нормально развитых молодых растений (около 2/3 таких погибает)

Список литературы

1. Задорожный А.М., Кошкин А.Г., Соколов С.Я. и др. – М.: Лесная промышленность, 1988. – С. 38.
2. Атлас лекарственных растений России. – М.: ВИЛР, 2006. – С. 24-25.
3. Красная книга. Дикорастущие виды флоры СССР, нуждающиеся в охране // Под ред. Тахтаджяна А.Л. – Л.: Наука, 1975. – С. 30.
4. Вульф Е.В., Малеева О.Ф. Мировые ресурсы полезных растений. Справочник. – Л.: Наука, 1969. – С. 425.
5. Чиков П.С. Лекарственные растения. – М.: Лесная промышленность, 1982. – С. 41-42.
6. Ивашин Д.С. Семенное и вегетативное возобновление арники горной в Украинских Карпатах // Бот. журн. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1960. – Т. 45. – №7. – С. 1040-1043.
7. Комендар В.И, Гамор Ф.Д. Распространение и эколого-биологические особенности арники горной (*Arnica montana* L.) в Украинских Карпатах // Украинский бот. журн. – Киев: Наукова думка. – 1977. – Т. 34. – №3. – С. 281-285.
8. Ивашин Д.С. О распространении арники горной и горечавки желтой в Украинских Карпатах // Бот. журн. – 1956. – Т. 41. – №2. – С. 257-261.
9. Основы сортоводно-семенного дела по лекарственным культурам // Труды ВИЛАР // Под ред. Матвеева Н.Д. – М.: Сельхозгиз, 1959 – Вып. 12. – С. 208- 261.

ON THE POSSIBLE REASONS OF LOW SEED REPRODUCTION OF THE *ARNICA MONTANA* L. IN NATURE

G.S. Levandovsky

Yu.N. Gorbunov

M.A. Ermakov

A.N. Shvetsov

*N.V. Tsitsin Main Botanical Garden
RAS, Botanicheskaya str., 4, Moscow,
127276, Russia*

E-mail: gbsran@mail.ru

A number of field and laboratory experiments on revealing of biological features of *Arnica montana* L are carried out. On the basis of the experimental data the possible reasons preventing the optimum reproduction, and also growth and development in the conditions of the wild nature are defined. Necessity of seed reproduction in the conditions of culture is specified.

Key words: *Arnica montana* L., biological features, vegetative reproduction, seed reproduction, first hibernation, ageing of plants.



УДК 581.526.425

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ВАРИАНТЫ НЕМОРАЛЬНОТРАВНЫХ ЕЛЬНИКОВ НА ЮГЕ ПОДТАЕЖНОЙ ПОДЗОНЫ (СМОЛЕНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Ю.А. Семенищенков

Брянский государственный
университет им. акад.

И.Г. Петровского,
Россия, 241036, г. Брянск,
ул. Бежицкая, 14

E-mail: yuricek@yandex.ru

В статье дается характеристика сообществ неморальнотравных еловых лесов, описанных авторами в Смоленской области. На основе флористического анализа установлено два варианта асс. *Rhodobryo rosei* – *Piceetum abietis* Korotkov 1986. Обсуждаются дискуссионные вопросы синтаксономии и проблемы флористической и экологической дифференциации сообществ данного типа в Юго-Западном Нечерноземье России.

Ключевые слова: еловые леса, флористическая классификация, Смоленская область, Юго-Западное Нечерноземье России.

Введение

Лесная типология в Смоленской области разрабатывалась со второй четверти XX в., однако сведений по флористической классификации лесов области в настоящее время практически нет. Отдельные ассоциации указаны в литературе [1, 2].

На основе 120 геоботанических описаний лесов различных типов, выполненных автором в 2010–2011 гг., разработана синтаксономия с использованием метода флористической классификации [3]. Ниже дается характеристика установленных вариантов неморальнотравных ельников, широко распространенных на юге подтаежной подзоны в Смоленской области. По ботанико-географическому районированию, этот регион относится к Валдайско-Онежской подпровинции Североевропейской таежной провинции. Зональной растительностью исследуемого региона являются широколиственно-еловые леса [4].

Методика работы

Описание сообществ произведено на квадратных площадях в 400 м² (20 м × 20 м). Обилие видов дано по комбинированной шкале обилия-покрытия Ж. Браун-Бланке [3]. Создание и преобразование геоботанических таблиц проведено в программе JUICE; NMDS-ординация выполнена с использованием пакета R. Названия сосудистых растений даны по С.К. Черепанову [5], мохообразных – по М.С. Игнатову и др. [6].

Результаты и их обсуждение

Неморальнотравные ельники имеют широкое распространение в зоне южной тайги и подтаежных лесов от Прибалтики и Северо-Запада России до Среднего Поволжья [7, 8, 9]. Общими чертами лесов данного типа из разных регионов являются смешанные древостои с участием *Picea abies*, *Tilia cordata*, *Quercus robur*, *Acer platanoides* в разном соотношении и полное доминирование видов неморального широколиственного травостое. Согласно флористической классификации, их объединяют в асс. *Rhodobryo rosei* – *Piceetum abietis* Korotkov 1986 с диагностическими видами (д. в.) *Picea abies*, *Carex digitata*, *Gymnocarpium dryopteris*, *Luzula pilosa*, *Ranunculus cassubicus*, *Plagiomnium affine*. Эта ассоциация представляет еловые и широколиственно-еловые леса с хорошо развитым травяным покровом с преобладанием неморальных видов [7, 10, 11]. Иногда к ней относят неморальнотравные вторичные елово-березово-осиновые леса, сохранившиеся небольшими фрагментами на фоне агроландшафтов в Средней России [12]. При этом леса ассоциации, представленные в центральной и южной частях ее ареала, выделяют в субасс. Rh. г. – P. а. *caricetosum pilosae* с д. в.: *Quercus robur*, *Corylus avellana*, *Carex pilosa* [7].

В Смоленской области такие леса широко распространены в местообитаниях с дерново-подзолистыми легко-суглинистыми и супесчаными почвами в условиях достаточного, но не избыточного увлажнения в пределах ландшафтов моренных и водно-ледниковых выровненных полого-холмистых равнин. На основании флористических сравнений леса описываемой ассоциации можно разделить на два варианта. Ниже дается их характеристика.

Продолжение таблицы

Номер описания, табличный	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	a	b			
<i>Euonymus verrucosa</i>	C	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	III	I
<i>Athyrium filix-femina</i>	D	.	.	+	.	+	.	.	.	Г	Г	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.	.	+	+	+	Г	II	IV				
<i>Anemonoides ranunculoides</i>	D	.	Г	.	.	Г	.	.	.	Г	Г	.	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	.	.	.	+	Г	.	II	III				
<i>Equisetum sylvaticum</i>	D	.	+	Г	.	Г	.	+	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	II	II	
<i>Hepatica nobilis</i>	D	3	1	1	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	II	I	
<i>Acer platanoides</i>	B	Г	Г	1	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	II	I	
<i>Ulmus glabra</i>	C	+	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Г	.	.	.	II	I	
<i>Mercurialis perennis</i>	D	+	Г	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.	
<i>Glechoma hederacea</i>	D	.	.	1	.	.	Г	+	Г	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	I	
<i>Viburnum opulus</i>	C	Г	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	Г	.	.	.	.	Г	Г	Г	Г	.	.	+	.	.	.	Г	II	II	
<i>Melica nutans</i>	D	.	.	.	.	.	.	.	.	Г	Г	1	.	.	.	.	.	Г	Г	Г	Г	.	.	.	.	.	Г	.	Г	II	II
<i>Adoxa moschatellina</i>	D	.	.	.	.	.	Г	Г	.	.	.	.	.	.	.	.	Г	.	.	Г	Г	.	.	.	.	.	.	.	Г	I	I
<i>Carex sylvatica</i>	D	Г	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Г	.	.	.	Г	I	I
<i>Festuca gigantea</i>	D	Г	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Г	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Г	I	I
<i>Galium intermedium</i>	D	.	.	.	.	.	Г	.	Г	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	Г	I	I
<i>Geum urbanum</i>	D	Г	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Г	.	.	.	.	Г	I	I
<i>Mycelis muralis</i>	D	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	Г	I	I
<i>Pulmonaria obscura</i>	D	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	Г	I	I
<i>Viola mirabilis</i>	D	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Г	I	I
<i>Sanicula europaea</i>	D	Г	Г	I	I	
<i>Fraxinus excelsior</i>	C	+	Г	I	I	
<i>Moehringia trinervia</i>	D	Г	Г	I	I	
<i>Daphne mezereum</i>	C	Г	Г	Г	.	Г	Г	II	II	
<i>Actaea spicata</i>	D	+	Г	+	.	.	Г	I	I	
Д. в. класса Vaccinio-Piceetea																																	
<i>Maianthemum bifolium</i>	D	.	Г	Г	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	Г	.	.	Г	III	II	
<i>Luzula pilosa</i>	D	.	Г	.	.	.	.	.	+	.	+	Г	+	Г	+	Г	.	.	+	Г	+	.	.	.	.	Г	.	Г	I	IV	
<i>Vaccinium myrtillus</i>	D	.	.	.	.	.	.	.	Г	.	Г	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+	.	.	Г	I	II
<i>Pinus sylvestris</i>	A	1	+	Г	I	I	
<i>Pyrola rotundifolia</i>	D	Г	Г	Г	I	I	
<i>Trientalis europaea</i>	D	+	Г	I	I
<i>Dicranum polysetum</i>	E	Г	Г	Г	I	I
Прочие виды																																	
<i>Betula pendula</i>	A	4	3	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	3	.	1	1	1	2	.	2	.	.	.	.	.	2	Г	III
<i>Betula pendula</i>	B	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	3	.	.	.	.	2	.	.	.	1	.	.	.	.	.	+	.	2	Г	II
<i>Populus tremula</i>	A	.	.	.	.	5	.	3	.	.	2	.	.	.	1	.	3	3	3	2	3	2	2	.	1	.	4	.	II	III	
<i>Populus tremula</i>	B	+	1	.	2	Г	I	I	
<i>Populus tremula</i>	C	.	+	+	.	.	+	.	.	.	Г	.	+	+	+	+	+	+	1	Г	+	+	+	.	+	+	.	Г	II	V			
<i>Dryopteris carthusiana</i>	D	+	+	+	+	.	+	.	Г	+	Г	+	1	+	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.	+	Г	+	+	Г	V	V		
<i>Sorbus aucuparia</i>	C	+	+	+	.	.	.	+	.	1	.	1	+	1	+	+	+	+	+	+	1	+	+	.	.	Г	+	.	III	V			
<i>Plagiommium cuspidatum</i>	E	.	+	+	.	.	Г	.	.	.	Г	.	.	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	II

Окончание таблицы

Номер описания, табличный	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	a	b
<i>Solidago virgaurea</i>	D	Г	+	Г	+	Г	+	Г	+	Г	Г	+	.	.	+	+	II	IV
<i>Phegopteris connectilis</i>	D	+	Г	Г	.	.	.	.	.	.	.	+	+	Г	.	.	.	.	Г	.	.	.	.	+	.	.	.	II	III
<i>Rubus saxatilis</i>	D	.	.	.	.	Г	.	.	+	.	+	.	.	+	Г	.	.	.	.	2	+	1	Г	+	Г	.	Г	II	III
<i>Geum rivale</i>	D	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Г	1	Г	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	II
<i>Plagiotecium elipticum</i>	E	.	Г	.	.	.	.	+	Г	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.
<i>Fragula alnus</i>	C	.	Г	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	+	.	.	.	.	+	+	1	+	Г	+	Г	+	.	I	III
<i>Cirriphyllum piliferum</i>	E	.	.	.	.	.	.	.	+	2	.	Г	+	.	.	.	.	.	+	Г	+	.	Г	3	.	+	.	I	III
<i>Fragaria vesca</i>	D	Г	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	+	1	+	Г	.	.	.	.	.	I	II
<i>Viola riviniana</i>	D	.	.	.	Г	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	Г	.	I	II
<i>Pteridium aquilinum</i>	D	Г	.	.	.	+	1	+	I	I
<i>Athrichum undulatum</i>	E	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	Г	.	.	.	.	I	I
<i>Rubus idaeus</i>	C	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	Г	Г	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	I	I
<i>Sambucus racemosa</i>	C	.	.	.	.	.	.	.	.	Г	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Г	.	.	.	.	I	I
<i>Geranium robertianum</i>	D	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	Г	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	I
<i>Chaerophyllum aromaticum</i>	D	.	.	.	.	.	.	Г	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Г	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	I
<i>Convallaria majalis</i>	D	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	I	I
<i>Urtica dioica</i>	D	.	Г	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	Г	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	I
<i>Solanum dulcamara</i>	D	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Г	.	.	.	.	I	I
<i>Padus avium</i>	C	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	I	I
<i>Amblistegium serpens</i>	E	Г	.	.	.	Г	I	I
<i>Serpolestea subtritis</i>	E	Г	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Г	Г	.	.	.	.	Г	.	I	I
<i>Chelidonium majus</i>	D	.	.	.	.	.	.	.	+	Г	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.
<i>Equisetum pratense</i>	D	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Г	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.
<i>Angelica sylvestris</i>	D	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	Г	+	+	+	.	.	.	+	.	.	+	+	.	.	III
<i>Galeopsis bifida</i>	D	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	Г	.	.	Г	Г	.	.	.	.	+	Г	III
<i>Melampyrum nemorosum</i>	D	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Г	Г	Г	+	.	.	.	.	I
<i>Alnus incana</i>	C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	I
<i>Crepis paludosa</i>	D	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	+	.	I	
<i>Deschampsia cespitosa</i>	D	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	
<i>Lysimachia vulgaris</i>	D	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	Г	.	.	.	.	.	.	.	.	I	
<i>Sorbus aucuparia</i>	B	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	D	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	Г	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	
<i>Dryopteris expansa</i>	D	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	Г	.	.	.	.	.	.	.	.	I	
<i>Pleurozium schreberi</i>	E	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Г	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	
<i>Ranunculus lanuginosus</i>	D	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	Г	.	I	
<i>Ranunculus repens</i>	D	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	I	
<i>Thalictrum aquilegifolium</i>	D	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Г	.	.	.	.	.	.	.	I	
<i>Viola selkirkii</i>	D	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	I	
<i>Trollius europaeus</i>	D	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Г	.	.	.	.	.	Г	.	I	

Обозначения синтаксонов: а – вариант *Tilia cordata* (оп. 1-11), б – вариант *typica* (оп. 12-27).

В таблице римскими цифрами обозначены классы постоянства видов по пятибалльной шкале: I – вид присутствует в 1-20% описаний, II – 21-40%, III – 41-60%, IV – 61-80%, V – более 80%. Обозначения ярусов: А – первый подъярус древостоя, В – второй подъярус, С – кустарниковый ярус (подлесок, подрост), D – травяно-кустарниковый, Е – моховой.

Отмечены в одном описании: *Aconitum septentrionale* D (26, 1), *Alnus glutinosa* B (5, 2), *A. incana* B (18, 1), *Amelanchier spicata* C (23, +), *Betula pendula* C (17, r), *B. pubescens* C (24, +), *Brachypodium sylvaticum* D (6, r), *Brachyteciastrum velutinum* E (11, r), *Brachytecium campestre* E (25, +), *B. rutabulum* E (11, r), *Campanula persicifolia* D (22, r), *Circaea alpina* D (13, 1), *Climacium dendroides* E (18, r), *Dicranum montanum* E (11, r), *Eurhynchiastrum pulchellum* E (11, r), *Eurhynchium angustirete* E (11, r), *Filipendula ulmaria* D (19, r), *Fraxinus excelsior* A (8, +), *Galium palustre* D (5, +), *Geranium sylvaticum* D (20, +), *Hieracium umbellatum* D (22, +), *Hypericum maculatum* D (20, r), *Impatiens parviflora* D (23, +), *Malus sylvestris* C (8, +), *Mnium stellare* E (11, r), *Orthilia secunda* D (14, +), *Pinus sylvestris* B (22, 1), *Plagiothecium laetum* E (11, r), *Ranunculus cassubicus* D (19, r), *Rhitiadelphus squarrosus* E (19, r), *Rhizomnium punctatum* E (11, r), *Ribes nigrum* C (18, +), *Rubus caesius* C (23, r), *R. idaeus* C (10, +), *Sonchus oleraceus* D (5, +), *Stachys sylvaticus* D (18, +), *Succisa pratensis* D (25, r), *Vaccinium vitis-idaea* D (14, +), *Valeriana officinalis* D (23, r), *Veronica chamaedrys* D (19, +), *V. officinalis* D (20, r), *Viola riviniana* D (23, +).

Локализация описаний: Смоленская обл. Оп. 1, 2 – в 1,7 км северо-восточнее н. п. Игоревское (Холм-Жирковский р-н), 13.08.2011; 3 – в 3 км северо-восточнее н. п. Закуп (Духовщинский р-н), 12.08.2011; 4 – у н. п. Хохлово (Смоленский р-н), 2.08.2011; 5 – в 3,5 км юго-западнее н. п. Мушковичи (Ярцевский р-н), 12.08.2011; 6 – ур. Каменный в 2 км северо-западнее н. п. Гневново (Шумячский р-н), 9.07.2011; 7 – в 1 км юго-восточнее н. п. Ст. Мутище (Ельнинский р-н), 7.08.2011; 8 – в 1,2 км юго-восточнее н. п. Рогово-2 (Шумячский р-н), 9.07.2011; 9 – в 1 км юго-восточнее н. п. Самолюбово (Шумячский р-н), 9.07.2011; 10 – у н. п. Высокое (Смоленский р-н), 12.08.2011; 11 – Национальный парк «Смоленское Поозерье», южнее оз. Сапшо, 24.06.2011; 12 – в 2 км севернее н. п. Пономари (Духовщинский р-н), 12.08.2011; 13 – в 1,4 км северо-западнее н. п. Чудиново (Ярцевский р-н), 13.08.2011; 14 – в 2,6 км восточнее н. п. Дубки (Дорогобужский р-н), 13.08.2011; 15 – в 2,5 км восточнее н. п. Дубки (Дорогобужский р-н), 13.08.2011; 16 – у н. п. Струково (Дорогобужский р-н), 13.08.2011; 17 – у н. п. Вороновка (Рославльский р-н), 9.07.2011; 18 – Национальный парк «Смоленское Поозерье», в 600 м западнее оз. Баклановское, 23.06.2011; 19, 25, 26 – в 3 км северо-восточнее н. п. Канютино (Холм-Жирковский р-н), 13.08.2011; 20 – в 1,5 км северо-западнее н. п. Хорошово (Рославльский р-н), 9.07.2011; 21 – у н. п. Буда (Монастырщицкий р-н), 25.08.2011; 22 – у н. п. Челновая (Ярцевский р-н), 13.08.2011; 23 – у н. п. Вороновка (Шумячский р-н), 9.07.2011; 24 – в 1,5 км южнее н. п. Дубровка (Рославльский р-н), 9.07.2011; 27 – в 1 км западнее н. п. Бабичевка (Шумячский р-н), 9.07.2011; 28 – у н. п. Ст. Мутище (Ельнинский р-н), 7.08.2011. Автор Ю.А. Семенищенков.

Вариант *Tilia cordata* (табл., оп. 1–11) объединяет леса, распространенные в местообитаниях с наиболее богатыми дерново-подзолистыми легко-суглинистыми почвами в условиях достаточного, но не избыточного увлажнения. Диагностические виды варианта: *Tilia cordata*, *Impatiens noli-tangere*, *Galium odoratum*, *Lathyrus vernus*, *Polygonatum multiflorum*.

Древостой таких лесов формируют в разном соотношении *Picea abies*, *Betula pendula*, реже – *Populus tremula*. В первом подъярусе наиболее типичных сообществ абсолютным доминантом является ель. Однако описываемый вариант хорошо прослеживается и в фитоценозах на разных стадиях восстановительной сукцессии. В них ель формирует второй подъярус древостоя, нередко – обильна в подросте. Для второго подъяруса также весьма характерно участие и в отдельных случаях высокое обилие *Tilia cordata*, а также *Acer platanoides*. Сомкнутость яруса обычно высокая – 70(60)–80%.

Подлесок мозаичен. Его формирует *Corylus avellana* с участием *Sorbus aucuparia*, реже – *Frangula alnus*. Чаще всего имеется подрост ели, клена остролистного, липы, реже – осины, вяза голого. В отдельных сообществах подрост *Picea abies* весьма обилен, что говорит о высоких возможностях восстановления ельников.

Для этих сообществ характерна высокая константность в травяно-кустарниковом ярусе *Aegopodium podagraria*, *Galeobdolon luteum*, *Impatiens noli-tangere*, *Milium effusum*, *Paris quadrifolia*, *Stellaria nemorum*. В целом эти виды можно считать индикаторами богатых свежих почв, выносящих нередко сильное затенение. Доминантами яруса здесь обычно являются *Galeobdolon luteum* и *Oxalis acetosella*. Иногда обильны *Asarum europaeum*, *Hepatica nobilis*, *Impatiens noli-tangere*, *Stellaria nemorum*; редко – *Carex pilosa*.

В целом по своему облику нижние ярусы биогеоценозов сильно напоминают широколиственный лес. Весной для сообществ характерны яркие аспекты *Anemonoides ranunculoides*, иногда – *A. nemorosa*, *Adoxa moscatellina*, *Pulmonaria obscura*, *Hepatica nobilis*. Нехарактерно присутствие предпочитающего большее увлажнение *Ficaria verna*.

Моховой покров в этих лесах слабо развит. Изредка обилен *Cirriphyllum piliferum*; достаточно характерны *Plagiomnium affine*, *P. cuspidatum*.

Эти леса можно отнести к доминантным типам: ельник с липой копытнево-

зеленчуковый, снытево-зеленчуковый, кислично-зеленчуковый и т. п. Типы лесоустроительных условий – С₂₋₃, С_{2Д₂}.

Вариант *туріса* (табл., оп. 12–28) представляет сообщества ельников с участием березы и осины, как в первом, так и во втором подъярусах. Чаще встречаются осинники с елью, что соответствует распространению сообществ варианта в местообитаниях с более увлажненными почвами. Почвы здесь обычно менее богаты минеральным азотом, более кислые легкосуглинистые или супесчаные. Сомкнутость сообществ обычно высокая (60–80%), однако следует отметить неравномерность распределения древостоя. В отдельных сообществах, по сравнению с предыдущим вариантом, хорошо выражены «окна», сформировавшиеся после выпадения отдельных деревьев. Для этих микроместообитаний характерно присутствие некоторых светолюбивых видов растений.

В подлеске сообществ доминирует лещина с участием рябины обыкновенной. Весьма характерно присутствие *Frangula alnus*. Фитоценотическая роль подростка клена, липы и дуба сильно снижается. Иногда имеются угнетенные невысокие (до 1 м) растения дуба.

В травяно-кустарничковом ярусе фоновыми являются *Galeobdolon luteum* и *Oxalis acetosella*. В отдельных сообществах локально доминируют *Asarum europaeum*, *Stellaria holostea*, иногда – *Ajuga reptans*, *Carex pilosa*, *Dryopteris carthusiana*, *Geum rivale*, *Stellaria nemorum*. «Пятна» живучки ползучей характерны в большей степени для окон в древостое. Нарастанию увлажнения соответствует и возрастание константности *Angelica sylvestris*, *Athyrium filix-femina*.

Весьма своеобразными можно считать сообщества, в которых локально доминируют *Aconitum septentrionale* и *Ranunculus lanuginosus*, редко отмеченные только в северной части Смоленской области. Оба эти вида имеют широкие листовые пластинки и создают локальные скопления, видовое богатство в пределах которых значительно снижается из-за затенения. Сообщества с участием борца северного можно считать высокотравными, так как он, достигая иногда 1–1.5 м в высоту, может определять облик фитоценозов. Достаточно интересными можно считать также сообщества, в которых локально доминирует *Viola selkirkii*. Этот вид характерен в большей степени для северных регионов Юго-Западного Нечерноземья и в сообществах данного типа в соседних Брянской и на юге Калужской области встречается очень редко. Общее обилие фиалки на площадке не превышает 5%, хотя весной она может местами создавать лиловый аспект. Однако флористически такие сообщества мало отличаются от других сообществ варианта.

Моховой покров развит слабо. Изредка обилён *Cirriphyllum piliferum*; константны *Plagiomnium affine*, *P. cuspidatum*.

Леса этого варианта можно считать ельниками с березой и осиной кислично-зеленчуковыми, копытнево-зеленчуковыми, звездчатково-зеленчуковыми. Типы лесоустроительных условий – С_{2Д₂}, Д₂₋₃.

Синтаксономия и ботанико-географический анализ

Эколого-флористическая классификация этих лесов на юге подтаежной подзоны проводилась ранее. На материале с севера Брянской области установлена асс. *Aceri platanoidis* – *Piceetum Bulokhov et Solomeshch* 2003 [1]. Л.Б. Заугольнова и О.В. Морозова [7] эту ассоциацию включают в состав асс. *Rhodobryo* – *Piceetum* в качестве субасс. Rh. г. – P. а. *caricetosum pilosae* nom. invalid. (incl. *Aceri* – *Piceetum Bulokhov et Solomeshch* 2003) с диагностическими видами *Picea abies* ssp. *abies*, *Quercus robur*, *Corylus avellana*, *Carex pilosa*. По мнению авторов, субассоциация объединяет леса, распространенные в центральной и южной частях ареала ассоциации [7]. К этой субассоциации предварительно были отнесены и леса северо-запада Брянской области [12].

Таким образом, типичными сообществами ассоциации Rh. г. – P. а. признаются валдайские леса [10, 11], хотя центральная часть ее ареала лежит значительно южнее [7]. Их отличает от лесов, распространенных к центру и к югу ареала неморальнотравных ельников (Московская, Костромская, Брянская, Смоленская области), комплекс дифференцирующих видов, среди которых следует отметить *Dryopteris expansa*, *Hepatica nobilis*, *Anemonoides nemorosa*, *Alnus incana*, *Aconitum lasiostomum*, *Cinna latifolia*, *Ribes spicatum*, *Galium triflorum*, *Melampyrum sylvaticum*, *Viola selkirkii*. Близки к валдайским лесам ельники из Тверской области [13].

У южной границы подзоны хвойно-широколиственных лесов (Брянская, Калужская, Смоленская области) указанная выше комбинация диагностических видов ассоциации Rh. г. – P. а. не в полной мере дифференцирует неморальнотравные ельники от еловых и елово-широколиственных лесов других типов. Если перечисленные диагностические виды в бореальной зоне хорошо отличают неморальнотравные ельники от еловых лесов «таежных» ассоциаций [14], то в полосе контакта с широколиственными лесами на границе ботанико-



географических подзон хвойно-широколиственных и широколиственных лесов указанные виды широко встречаются в сообществах различного состава [1, 2, 12]. Помимо этого собственно «имяобразующий» таксон – *Rhodobryum roseum* – не является характерным видом для ельников данного типа. В описанных нами сообществах в Смоленской области он отмечается единично с минимальным обилием. На севере Брянской области [1], этот вид с невысоким обилием (класс постоянства – V) отмечен в сообществах субасс. А – *P. rhodobryetosum rosei* Bulokhov et Solomeshch 2003. Однако, как показало флористическое сравнение, такие леса в большей степени тяготеют к асс. *Melico nutantis* – *Piceetum* (Саж. 1921) К.-Lund 1962 и в полной мере «неморальноотравными» считаться не могут. Их отличают обилие зеленых мхов, в частности, *Pleurozium schreberi*, а также *Vaccinium myrtillis*, *V. vitis-idaea* и сочетание значительного количества бореальных видов с неморальными.

На наш взгляд, в связи с тем, что доступных геоботанических материалов по неморальноотравным ельникам в настоящее время стало значительно больше, чем 20 лет назад, синтаксономический статус асс. *Rhodobryum* – *Piceetum* может быть пересмотрен. Следуя установке о признании наиболее типичными сообществами ассоциации леса, представленные в центральной части ее ареала, вполне логично считать типичными сообщества не из Новгородской области, а из более южных – Московской, Смоленской, Костромской, и, частично, Брянской. Флористическое сходство брянских сообществ с Московскими и Костромскими отмечалось в литературе [7].

Для того, чтобы выявить флористическое своеобразие и роль ведущих экологических факторов в дифференциации ценофлор неморальноотравных ельников различных регионов европейской части России, мы использовали метод неметрического многомерного шкалирования (NMDS) (рис. 1).

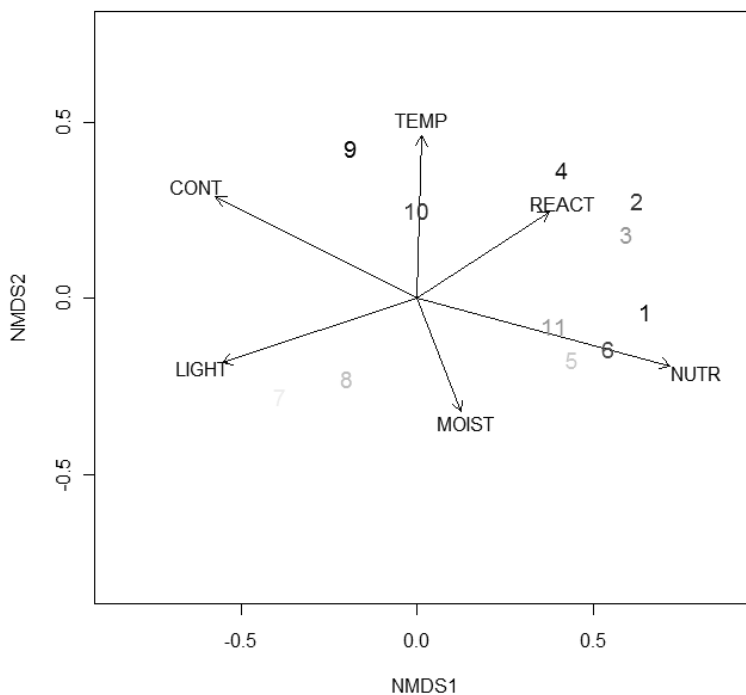


Рис. 1. Диаграмма NMDS-ординации (оси 1 и 2) ценофлор неморальноотравных еловых лесов в европейской части России

Обозначения векторов экологических факторов: CONT – континентальность, LIGHT – освещенность, MOIST – влажность, NUTR – богатство минеральным азотом почвы, REACT – кислотность почвы, TEMP – температурное число (определены по шкалам Н. Ellenberg et al. [19]). Цифрами обозначены ценофлоры синтаксонов.

Обозначения синтаксонов: 1 – субасс. Rh. г. – *P. a. typicum typica* var., Новгородская обл. [10]; 2 – субасс. Rh. г. – *P. a. asperuletosum*, Тверская обл. [13]; 3 – субасс. Rh. г. – *P. a. caricetosum pilosae*, Московская обл. [15]; 4 – субасс. Rh. г. – *P. a. caricetosum pilosae*, Московская обл. [7]; 5, 6 – субасс. Rh. г. – *P.*

a. caricetosum pilosae, Костромская обл. [7]; 7, 8 – субасс. Rh. г. – *P. a. caricetosum pilosae*, северо-запад Брянской обл. [12]; 9 – асс. А. р. – *P. a. Anemonoides nemorosa* var., север Брянской обл. [1]; 10 – субасс. Rh. г. – *P. a. caricetosum pilosae typica* var., Смоленская обл.; 10 – субасс. Rh. г. – *P. a. caricetosum pilosae Tilia cordata* var., Смоленская обл.

Наиболее, на наш взгляд, существенным результатом проведенной ординации можно считать значительно обособление ценофлор «южных» ельников из Брянской (7, 8, 9) и Смоленской (10) областей от лесов более северных регионов: Новгородской (1), Тверской (2), Московской (3, 4), Костромской (5, 6) областей. К блоку «северных» ценофлор примыкают и леса варианта *Tilia cordata* из Смоленской области. Такое расположение ценофлор в пространстве осей ординации в значительной мере соответствует вектору нарастания континентальности климата, определяющего брянские и, частично, смоленские сообщества как наиболее континентальные. Это вполне соответствует географическому распространению изучаемых лесов.

Подтверждает проведенная ординация и правомерность установления экологического

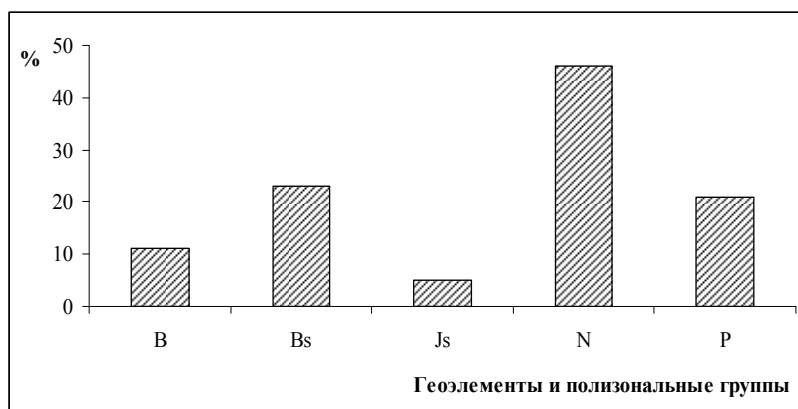
варианта *Tilia cordata* (11), диагностируемого местообитаниями с наиболее богатыми почвами.

В Смоленской области неморальнотравные ельники вероятно формируют своеобразную переходную полосу от ельников «северного» типа к «южным», ареал которых охватывает помимо юго-востока Смоленщины еще и север Брянской и юг Калужской областей. На данном градиенте фитоценотическая роль основных лесобразующих пород существенно меняется [4, 8]. Для распространенных южнее лесов с севера Брянской области характерно значительное участие *Quercus robur* и *Acer platanoides* [1]. В фрагментированных лесах, описанных на моренных и водно-ледниковых равнинах северо-запада Брянщины, роль дуба существенно снижается [12]. В описанных нами лесах в Смоленской области дуб имеет очень незначительную фитоценотическую роль. Следует отметить также возрастание участия *Corylus avellana* в составе подлеска на градиенте север-юг [7].

На фоне достаточно однотипного состава травяно-кустарничкового яруса обращает на себя внимание участие в сообществах северных областей некоторых видов. Вполне возможно, «маркируют» ареал неморальнотравных ельников «северного» типа виды, характерные в большей степени для северной части Смоленской области и более северных регионов: *Aconitum septentrionale*, *Alnus incana*, *Cinna latifolia*, *Dryopteris expansa*, *Galium triflorum*, *Melampyrum sylvaticum*, *Ribes spicatum*, *Viola selkirkii*. В регионах Юго-Западного Нечерноземья перечисленные виды в целом являются редкими, хотя сведений об их распространении недостаточно [12]. В сообществах, описанных нами в Смоленской области, редко отмечаются, как уже говорилось ранее, *Aconitum septentrionale*, *Alnus incana*, *Dryopteris expansa*, *Viola selkirkii*, однако общая фитоценотическая роль этих видов, распространенных здесь у границ своих ареалов, очень мала. Южные границы ареалов этих видов не совпадают, но их ценоареалы лежат к северу Смоленской и Калужской областей.

Показанные флористические различия позволяют относить сообщества, описанные в подзоне южной подтайги (Брянская, Смоленская области) к асс. Rh. г. – Р. а. только предварительно. Синтаксономическое положение этих сообществ будет обсуждаться в дальнейшем. Несмотря на показанные отличия, флористическая дифференциация «северных» и «южных» неморальнотравных лесов пока еще не очевидна. Причина этого, с одной стороны, в мозаичном распространении таких сообществ в пределах лесных ландшафтов в европейской России на фоне лесов других типологических групп; с другой – в несовпадении ареала ельников данного типа и некоторых значимых с ботанико-географических позиций компонентов флоры. Необходимо принимать во внимание и распространение вторичных, возникающих после рубок в характерных лесорастительных условиях, или нарушенных еловых лесов, ценофлора которых может иметь не вполне типичный состав. Так, например, леса, отнесенные к данной ассоциации, с северо-запада Брянщины, представляют собой в большей степени не чистые еловые, а березовые и осиновые с елью леса [12]. По экологическим параметрам местообитаний они дифференцируются от чистых ельников обычно как более светлые с тенденцией к ксеромезофитности (см. рис. 1). Аналогичная ситуация в разной степени проявляется и в других регионах центральной России [16] и, в частности, в Смоленской области.

Отнесение описанных ельников к классу *Quercus – Fagetea* и порядку *Fagetalia sylvaticae* можно считать вполне оправданным. Важным аргументом к этому является решающая роль в ценофлоре неморальных видов. Этому соответствует спектр геоэлементов и полизональных групп ценофлоры изучаемых лесов, в котором наиболее представительной группой являются неморальные виды (рис. 2). Зональное распространение сообществ на юге подтаежной подзоны отражается в значительном участии в составе ценофлоры суббореальных видов, характерных для подтаежных лесов. Бореальные таежные виды здесь представлены слабо. Подобный



характер спектра с небольшим количеством типологических элементов отмечался и ранее для лесов данного типа в более северных регионах [11].

Рис. 2. Спектр географических элементов (по Н. Уолтеру [17], Ю.Д. Клеопову [18]) и полизональных групп ценофлоры неморальнотравных ельников Смоленской области.

Обозначения: B – бореальный, Bs – суббореальный, Js – южносибирский, N – неморальный, P – виды полизонального флористического комплекса.

Первоначально ассоциация была установлена в составе союза *Carpinion betuli* Issler

1931 em Mayer 1937 [10], однако в последние годы в литературе обсуждалась его дифференциация от союза Quercus – Tilia [1] с акцентом на отличия Восточноевропейских широколиственных лесов Юго-Западного Нечерноземья России и Центральноевропейских лесов на уровне союза. На этом основании ассоциация рассматривается нами в составе последнего союза.

Заключение

Изучение фитоценотического разнообразия и эколого-флористической дифференциации лесов подзоны южной подтайги будет продолжено. Неморальнотравные еловые леса изучаемого региона, как показал представленный в настоящей работе анализ, представляют собой своеобразный переход от ельников «северного» к лесам более «южного» типов. Для отражения данного положения в синтаксономии необходимы дальнейшие флористико-геоботанические исследования в Юго-Западном Нечерноземье России.

Список литературы

1. Булохов А.Д., Соломещ А.И. Эколого-флористическая классификация лесов Южного Нечерноземья России. – Брянск: Изд-во БГУ, 2003. – 359 с.
2. Семенищенков Ю.А. Лесная растительность бассейна реки Остер (Смоленская область): синтаксономия и экология // Вестник Брянского государственного университета. – 2011. – № 4. – С. 260–263.
3. Braun-Blanquet J. Pflanzensozologie. 3. Aufl. – Wien; N.-Y., 1964. – 865 s.
4. Растительность Европейской части СССР / Под ред. С.А. Грибовой, Т.И. Исаченко, Е.М. Лавренко. – Л.: Наука, 1980. – 429 с.
5. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. – СПб.: Мир и семья, 1995. – 992 с.
6. Ignatov M. S. et al. Check-list of mosses of East Europe and North Asia // Arctoa. 2006. – Vol. 15. – P. 1–130.
7. Восточно-европейские леса: история в голоцене и современность. Т. 2. – М.: Наука, 2004. – С. 18–35.
8. Курнаев С.Ф. Основные типы леса средней части Русской равнины. – М.: Наука. – 356 с.
9. Коротков К.О., Морозова О.В. Класс Quercus–Fagetea. Леса Валдайского лесничества // Классификация растительности СССР с использованием флористических критериев. – М.: Наука, 1986. – С. 121–133.
10. Коротков К.О. Леса Валдая. – М.: Наука, 1991. – 160 с.
11. Семенищенков Ю.А., Кузьменко А.А. Лесная растительность моренных и водно-ледниковых равнин северо-запада Брянской области / Под ред. д. б. н. А. Д. Булохова. – Брянск, 2011. – 112 с.
12. Шапошников Е. С., Коротков К. О., Минаева Т. Ю. К синтаксономии еловых лесов Центрального лесного заповедника. Ч. 1. Неморальные и травяно-болотные ельники. – М., 1988. Деп. в ВИНТИ № 4083-B88. – 71 с.
13. Морозова О.В. Дифференциация бореальных еловых лесов Европейской России // Отечественная геоботаника: основные вехи и перспективы: Мат. Всеросс. конф. (Санкт-Петербург, 20–24 сентября 2011 г.). Т. 1. – СПб.: БИН РАН. – С. 167–171.
14. Коротков К.О., Морозова О.В. Некоторые лесные сообщества союза Carpinion betuli в Подмосковье. – М., 1988. Деп. в ВИНТИ № 3395-B88. – 33 с.
15. Рысин Л.П., Савельева Л.И. Еловые леса России. – М.: Наука, 2002. – 335 с.
16. Walter H. Vegetationszonen und Klima: der ökologischer Gliederung der Biogeosphäre. – Stuttgart; Ulmar, 1977. – 309 s.
17. Клеопов Ю.Д. Анализ флоры широколиственных лесов Европейской части СССР. – Киев: Наукова думка, 1990. – 359 с.
18. Ellenberg H., Weber H. E., Dull R., Wirth V., Werner W., Paulssen D. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 2 Aufl. Göttingen: Verlag Erich Goltze GmbH & Co KG, 1992. – 258 s.

THE ECOLOGICAL VARIANTS OF NEMORAL PICEA-FORESTS IN THE SOUTH OF THE SUBBOREAL SUBZONE (SMOLENSK REGION)

Yu.A. Semenishchenkov

Bryansk State University, Bezhitskaya Str., 14, 241036, Bryansk, Russia

E-mail: yuricek@yandex.ru

In the paper the characteristic of the communities of the nemoral picea-forests, described by the authors in the Smolensk region, is given. On the basis of the floristic analysis two variants of the ass. *Rhodobrya rosei-Piceetum abietis* Korotkov 1986 are established. The questions of the syntaxonomy and the problems of the floristic and ecological differentiations of these communities in the Southwest Non-Black Earth Russia are discussed.

Key words: spruce-forests, floristic classification, Smolensk region, Southwest Non-Black Earth Russia, approach, Smolensk region, South-Western Nechernozemje of Russia.

УДК 582.736 (470.325)

ВИДОВОЙ СОСТАВ СЕМЕЙСТВА БОБОВЫЕ ВО ФЛОРЕ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ И ЕГО ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Нго Тхи Зиен Киеу

Р.А. Колчанов

А.Ф. Колчанов

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

В статье приводится 84 вида сем. Fabaceae Juss., произрастающие на территории Белгородской области. Каждый вид отнесен к определенной жизненной форме по системе К. Раункиера и И.Г. Серебрякова, а также дана классификация ЖФ бобовых по отношению к свету, воде и почве.

Ключевые слова: Fabaceae, жизненные формы, Белгородская область.

Введение

Экологический анализ состоял в том, что видовой состав семейства Бобовые был отнесен к определенной жизненной форме (ЖФ) по К. Раункиеру [1], И.Г. Серебрякову [2, 3, 4, 5], а также по отношению к свету, воде и почве. Для выявления видовой состав бобовых использовался гербарий кафедры, гербарий собирался в период экспедиций и полевой практики по ботанике. Для идентификации растений использовались Маевский П.М. [6], Губанов И.А. и др. [7]. Геоботанические описания проводились по традиционной методике [8, 9, 10, 11]. Для выявления отношения к воде, свету и почве использовались материалы Интернета [12, 13], а также учебные пособия по экологии растений [14, 15].

Таблица

Классификация сем. Бобовые по К. Раункиеру,
по И.Г. Серебрякову, по отношению к свету, воде и почве

№ п/п	Название таксона	ЖФ по Раункиеру	ЖР по Серебрякову	ЖФ по отношению к свету	ЖФ по отношению к воде	ЖФ по отношению к почве
1	2	3	4	5	6	7
1	<i>Amorpha fruticosa</i> L.	НРН	Куст.	Гелиофит	Ксерофит Мезофит	О., М., И.
2	<i>Anthyllis vulneraria</i> L.	НК	Многоглав. стержн. поликамп.	Гелиофит	Мезофит	М., И., Псам., Са+
3	<i>Arachis hypogaea</i> L.	Т	Однолетн. длинновет.	Гелиофит	Мезофит	Э., Н., Псам.
4	<i>Astragalus albicaulis</i> DC.	НК	Пкустч.	Гелиофит	Мезофит	М., Б., Са+
5	<i>A. austriacus</i> Jack.	НК	Корневищн. поликамп.	Гелиофит	Мезофит	М., Б., Са+
6	<i>A. cicer</i> L.	НК	Корневищн. поликамп.	Гелиофит	Мезофит	М., Э., Б., Са+
7	<i>A. cornutus</i> Pall.	НРН	Куст.	Гелиофит	Ксерофит	М., Э., Б., Са+
8	<i>A. danicus</i> Retz.	НК	Корневищн. поликамп.	Факультативный гелиофит	Мезофит	М., Б., Псам., Са+
9	<i>A. dasyanthus</i> Pall	НК	Одноглав. стержн. поликамп.	Гелиофит	Ксерофит, Мезофит	М., И., Хасм., Са+
10	<i>A. glycyphyllos</i> L.	НК	Корневищн. поликамп.	Гелиофит	Мезофит	М., А., Алеврит., Са+
11	<i>A. jelenevskyi</i> Sytin	НК	Корневищн. поликамп.	Гелиофит	Ксерофит	М., Э., Б., Са+

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7
12	<i>A. onobrychis</i> L.	НК	Одноглав. стержн. поликарп.	Гелиофит	Ксерофит	М., Э., И., Алеврит.
13	<i>A. pubiflorus</i> (Pall.) DC.	НК	Корневищн. поликарп.	Гелиофит	Мезофит	М., Н.
14	<i>A. sulcatus</i> L.	НК	Одноглав. стержн. поликарп.	Гелиофит	Мезофит	О., Б.
15	<i>A. ucrainicus</i> M. Pop. & Klok.	НК	Пкустгч.	Гелиофит	Ксерофит	М., Б., Са+
16	<i>A. varius</i> S. G. Gmel.	НК	Пкустгч.	Гелиофит	Ксерофит	О., М., А., Псам.,
17	<i>Caragana arborescens</i> Lam.	НPH	Куст.	Гелиофит	Ксерофит	О., И.
18	<i>C. frutex</i> (L.) C. Koch.	НPH	Куст.	Гелиофит	Ксерофит	О., Б., Са+
19	<i>Chamaecytisus austriacus</i> (L.) Link	НPH	Куст.	Гелиофит	Ксерофит	О., И., Псам., Са+
20	<i>Ch. ruthenicus</i> (Fisch. ex Woiosz) Klaskova	НPH	Куст.	Гелиофит	Ксерофит	О., И., Хасм., Псам., Са+
21	<i>Chrysaspis aurea</i> (Poll.) Greene	Дв	Двулетние монокарп.	Факультативный гелиофит	Мезофит	О., М., А., Псам.
22	<i>Ch. campestris</i> (Schreb.) Desv.	Т	Однолетн. длинновегет.	Гелиофит	Мезофит	О., М., А., Псам.
23	<i>Ch. dubia</i> (Sibth.)	Т	Однолетн. длинновегет.	Гелиофит	Мезофит	О., И., Псам., Са+
24	<i>Ch. spadicea</i> (L.) Greene	Дв	Двулетние монокарп.	Факультативный гелиофит	Мезофит, Гигрофит	М., Б.
25	<i>Coronilla varia</i> L.	НК	Корнеотпр. поликарп.	Гелиофит	Мезофит	М., Н.
26	<i>Galega orientalis</i> Lam.	НК	Корнеотпр. поликарп.	Гелиофит	Мезофит	М., Э., Н.
27	<i>Genista tinctoria</i> L.	НPH	Куст.	Факультативный гелиофит	Ксерофит, Мезофит	О., М., И., Псам., Са+
28	<i>Glycine max</i> (L.) Merr.	Т	Однолетн. длинновегет.	Гелиофит	Мезофит	Э., Н.
29	<i>Glycyrrhiza glabra</i>	НК	Корнеотпр. поликарп.	Гелиофит	Мезофит	М., Б., Пелит., Галофит
30	<i>Halimodendro halodendro</i>	НPH	Куст.	Гелиофит	Ксерофит	М., Б., Пелит.
31	<i>Hedysarum grandiflorum</i> Pall.	НК	Одноглав. стержн.	Гелиофит	Ксерофит	О., Б., Петр., Са+
32	<i>H. ucrainicum</i> Kaschm.	НК	Корневищн. поликарп.	Гелиофит	Ксерофит	О., Б., Петр., Са+
33	<i>Lathyrus lacteus</i> (Bieb.) O.D. Wissjulina	НК	Корневищн. поликарп.	Гелиофит	Мезофит	М., Н.
34	<i>L. niger</i> (L.) Bernh.	НК	Корневищн. поликарп.	Факультативный гелиофит	Мезофит	М., И., Са+
35	<i>L. odoratus</i> L.	Т	Вьющиеся монокарп.	Гелиофит	Мезофит	Э., Н.
36	<i>L. pallescens</i> (Bieb.) C. Koch.	НК	Корневищн. поликарп.	Гелиофит	Мезофит	М., Б., Са+
37	<i>L. palustris</i> L.	НК	Корнеклубн. поликарп.	Гелиофит	Мезофит, Гигрофит	М., А.
38	<i>L. pisiformis</i> L.	НК	Корневищн. поликарп.	Факультативный гелиофит	Мезофит	М., А.
39	<i>L. pratensis</i> L.	НК	Корневищн. поликарп.	Факультативный гелиофит	Мезофит	М., Н.

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7
40	<i>L. sativus</i> L.	Т	Однолетн. длинноветет.	Гелиофит	Мезофит	М., Н.
41	<i>L. sylvestris</i> L.	НК	Лиановидн. поликарп.	Факультативный гелиофит	Мезофит	М., Э., А.
42	<i>L. tuberosus</i> L.	НК	Корнеклубн. поликарп.	Факультативный гелиофит	Мезофит	М., Э., Б., Хасм.
43	<i>L. venetus</i> (Mill.) Wohlf.	НК	Корневищн. поликарп.	Сциофит	Мезофит	М., А.
44	<i>L. vernus</i> (L.) Bernh.	НК	Корневищн. поликарп.	Сциофит	Мезофит	М., Э., А.
45	<i>Lens culinaris medik</i>	Т	Однолетн. длинноветет.	Гелиофит	Мезофит	Э., Н.
46	<i>Lotus corniculatus</i> L.	НК	Одноглав. стержн. поликарп.	Гелиофит	Мезофит	О., И., Петр., Псам., Са+
47	<i>L. corniculatus</i> (<i>Lotus ucrainicus</i> Klokov)	НК	Одноглав. стержн. поликарп.	Гелиофит	Мезофит	М., Б., Са+
48	<i>Lupinus polyphyllus</i> Lindl.	НК	Корневищн. поликарп.	Гелиофит	Мезофит	М., А., Псам.
49	<i>Medicago falcata</i> L.	НК	Одноглав. стержн. поликарп.	Факультативный гелиофит	Мезофит	М., Э., Н.
50	<i>M. lupulina</i> L.	Дв	Двулетние монокарп.	Гелиофит	Ксерофит	Э., Б., Са+
51	<i>M. sativa</i> L.	НК	Корневищн. поликарп.	Гелиофит	Мезофит	М., Н.
52	<i>Melilotus albus</i> (L.) Medik.	Дв	Двулетние монокарп.	Гелиофит	Мезофит	М., Б., Са+
53	<i>M. officinalis</i> (L.) Pall.	Дв	Двулетние монокарп.	Гелиофит	Мезофит	О., Б., Галофит
54	<i>M. wolgicus</i> Poir.	Дв	Двулетние монокарп.	Гелиофит	Мезофит	О., Б., Галофит
55	<i>Onobrychis arenaria</i> (Kit.) DC.	НК	Одноглав. стержн. поликарп.	Гелиофит	Ксерофит	О., А., Псам.
56	<i>O. viciifolia</i> Scop.	НК	Одноглав. стержн. поликарп.	Гелиофит	Ксерофит, Мезофит	М., Б.
57	<i>Ononis repens</i> L.	НК	Корневищн. поликарп.	Гелиофит	Мезофит	О., Б.
58	<i>Ornithopus sativus</i>	Т	Однолетн. длинноветет.	Гелиофит	Мезофит	О., А., Псам.
59	<i>Oxytropis pilosa</i> (L.) DC.	НК	Корневищн. поликарп.	Гелиофит	Ксерофит	М., Э., А., Хасм.
60	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Т	Вьющиеся монокарп.	Гелиофит	Мезофит	Э., Н.
61	<i>Pisum sativum</i> L.	Т	Лазающие монокарп.	Гелиофит	Мезофит	Э., Н.
62	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	МРН	Дерево	Гелиофит	Ксерофит	О., М., И.
63	<i>R. viscosa</i> Vent.	МРН	Дерево	Гелиофит	Ксерофит	О., И.
64	<i>Trifolium alpestre</i> L.	НК	Корневищн. поликарп.	Гелиофит	Ксерофит, Мезофит	М., А., Петр.
65	<i>T. arvense</i> L.	Т	Однолетн. длинноветет.	Гелиофит	Мезофит,	О., А., Псам.
66	<i>T. fragiferum</i> L.	НК	Одноглав. стержн. поликарп.	Гелиофит	Мезофит, Гигрофит	Э., Б., Галофит

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7
67	<i>T. hybridum</i> L.	НК	Одноглав. стержн. поликарп.	Факультативный гелиофит	Мезофит, Гигрофит	М., Э., И.
68	<i>T. medium</i> L.	НК	Корневищн. поликарп.	Гелиофит	Мезофит	М., А.
69	<i>T. montanum</i> L.	НК	Одноглав. стержн. поликарп.	Гелиофит	Мезофит, Ксерофит	М., Н.
70	<i>T. pratense</i> L.	НК	Одноглав. стержн. поликарп.	Гелиофит	Мезофит	М., Н.
71	<i>T. repens</i> L.	НК	Ползучие поликарп.	Гелиофит	Мезофит	О., М., Б.
72	<i>Trigonella caerulea</i> (L.) Ser.	Т	Однолетн длинновегет.	Гелиофит	Мезофит	О., Б.
73	<i>Vicia angustifolia</i> Reichard	Т	Лазающие монокарп.	Гелиофит	Мезофит	М., Н.
74	<i>V. cassubica</i> L.	НК	Лиановидн. поликарп.	Факультативный гелиофит	Мезофит, Ксерофит	М., А., Псам.
75	<i>V. cracca</i> L.	НК	Лиановидн. поликарп.	Гелиофит	Мезофит	М., Э., А.
76	<i>V. faba</i> L.	Т	Однолетн длинновегет.	Гелиофит	Мезофит	М., И., Пелит.
77	<i>V. hirsuta</i> (L.) S. F. Gray	Т	Однолетн длинновегет.	Гелиофит	Мезофит	О., И., Хасм.
78	<i>V. pisiformis</i> L.	НК	Лиановидн. поликарп.	Факультативный гелиофит	Мезофит	М., И., Са+
79	<i>V. sativa</i> L.	Дв	Двулетние монокарп.	Гелиофит	Мезофит	О., И., Пелит.
80	<i>V. sepium</i> L.	Т	Корневищн. поликарп.	Факультативный гелиофит	Мезофит	М., А.
81	<i>V. sylvatica</i> L.	НК	Лиановидн. поликарп.	Факультативный гелиофит	Мезофит	М., А.
82	<i>V. tenuifolia</i> Roth.	НК	Лиановидн. поликарп.	Гелиофит	Мезофит, Ксерофит	М., Н.
83	<i>V. tetrasperma</i> (L.) Schreb.		Лазающие монокарп.	Гелиофит	Мезофит	М., А., Псам.
84	<i>V. villosa</i> Roth.	Т	Лазающие монокарп.	Факультативный гелиофит	Мезофит	М., Э., Н.

Условные обозначения

Графа 1 – номер по порядку. **Графа 2** – название таксона. **Графа 3** – жизненная форма по К. Раункиеру: НК – гемикриптофиты, Т – терофиты, Дв. – двулетники, НРН – нанофанерофиты, МРН – макрофанерофиты. **Графа 4** – классификация по И.Г. Серебрякову. **Графа 5** – классификация по отношению к свету: гелиофит, факультативный гелиофит. **Графа 6** – классификация по отношению к воде: ксерофит, мезофит, гигрофит. **Графа 7** – классификация по отношению к почве: По отношению к гранулометрическому составу почвы подстилающих пород: Псам. – псаммофит, Пелит. – пелитофиты, Хасм. – хасмофиты, Петр. – петрофиты (или литофиты). По отношению к кислотности почвы: А. – ацидофилы, Н. – нейтрофилы, Б. – базифилы, И. – индифферентные виды. По отношению к содержанию солей кальция: Са+ – кальцефилы, кальцефобы. По отношению к общему богатству почвы: О. – олиготрофы, М. – мезотрофы, Э. – эвтрофы.

Согласно К. Раункиеру, сем. Бобовые во флоре Белгородской области подразделяются на следующие ЖФ: терофиты – 18, двулетники – 7, гемикриптофиты – 49, нанофанерофиты – 8, макрофанерофиты – 2.

По И.Г. Серебрякову, жизненные формы семейства Бобовые распределяются на следующие таксономические группы: отделы, классы, подклассы и группы. Из 4-х отделов 3 имеют место во флоре Белгородской области: Древесные растения, включающие деревья, кустарники, кустарнички; Полудревесные растения – полукустарники и полукустарнички; Наземные

травы: монокарпические и поликарпические. В численном отношении жизненные формы сем. Бобовые распределяются следующим образом: деревья – 2, кустарников – 8, полукустарников – 3, корневищных поликарпиков – 21, многоглавых стержнекорневых поликарпиков – 12, одноглавых стержнекорневых поликарпиков – 2, ползучих поликарпиков – 1, корнеотпрысковых поликарпиков – 3, корнеклубневых поликарпиков – 2, лиановидных поликарпиков – 6, однолетних длинновегетирующих – 11, лазающих лиановидных монокарпиков – 4, вьющихся лиановидных монокарпиков – 2, двулетних монокарпических – 7.

По отношению к воде Бобовые подразделяются на ксерофиты (25), мезофиты (67) и гигрофиты (4).

По отношению к свету Бобовые подразделяются на гелиофиты (16), факультативные гелиофиты (66) и сциофиты (2).

По отношению к почве Бобовые классифицируются в зависимости от субстрата, кислотности, содержания кальция и общего богатства почвы.

В зависимости от субстрата различают: псаммофиты (17), хасмофиты (5), пелитофиты (4), петрофиты (4), алевритофиты (2), на обычных черноземных почвах (все остальные).

По кислотности почв – ацидофилы (21), нейтрофилы (19), базифилы (26), индифферентные (18).

По содержанию кальция: кальцефилы (24) и кальцефобы (60).

По богатству почв: олиготрофы (26), мезотрофы (59) и эвтрофы (21).

Список литературы

1. Raunkjær Ch. Plant life forms. – Oxford: Clarendon Press, 1937. – 104 p.
2. Серебряков И.Г. Ботаника, морфология и анатомия растений. – М., 1988. – 480 с.
3. Серебряков И.Г. Жизненные формы высших растений и их изучение, в кн. Полевая геоботаника. – М.; Л., 1964. – С 146-205.
4. Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений. – М., 1962. – 378 с.
5. Серебряков И.Г. Основные направления эволюции жизненных форм у покрытосеменных растений // Бюлл. Моск. об-ва. испыт. природы, отд. Биолог. – 1995. – Т. 10, вып. 3. – С. 71-91
6. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. – М.: Т-во научн. изд. КМК, 2006. – 600 с.
7. Иллюстрированный определитель растений Средней России. Т. 2: Покрытосеменные (двудольные раздельнолепестные) / Губанов И.А., Киселёва К.В., Новиков В.С., Тихомиров В.Н. М.: Т-во научн. изд. КМК; Ин-т технол. иссл., 2003. – 665 с.
8. Алексин В.В. Основы ботанической географии. – М.-Л.: Биомедгиз, 1936. – 385 с.
9. Шенников А.П. Введение в геоботанику. – Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1964. – 447 с.
10. Ярошенко Д.В. Геоботаника. – М.: Просвещение, 1969. – 200 с.
11. Лазарев А.В., Колчанов А.Ф., Колчанов Р.А. Учебно-полевая практика по ботанике. – Белгород, 2008. – 80 с.
12. http://apk-soft.ru/agro_travki_bobovie.php
13. <http://www.nature-archive.ru/grasses/astragal.php>
14. Горышина Т. К. Экология растений: Учеб. пособие. – М.: Высш. Школа, 1979. – 368 с.
15. Лахер В. Экология растений. – М.: Мир, 1978. – 382 с.

THE SPECIES OF THE FAMILY FABACEAE JUSS IN THE FLORA OF BELGOROD REGION AND ITS ECOLOGICAL ANALYSIS

Ngo Thi Diem Kieu

R.A. Kolchanov

A.F. Kolchanov

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

E-mail: kolchanov@bsu.edu.ru

The article provides 84 species of fam. Fabaceae Juss., growing on the territory of the Belgorod region. Each species is assigned to a particular life form in the system Ch. Raunkjær's and I.G. Serebryakov's, and a classification of life forms of legumes in relation to light, water and soil is given.

Key words: Fabaceae, life forms, Belgorod Region.

ИНТРОДУКЦИОННОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ

Н.А. Демидова

В.Н. Нилов

*Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, Россия, 163062, Архангельск, ул. Никитова, 13
E-mail: forestry@ptl-arh.ru*

В статье представлен анализ интродукционной работы на Европейском Севере России. Рассмотрены вопросы интродукционного районирования территории на основе экологических факторов и имеющегося опыта интродукции древесных видов с учётом степени освоенности территории. На основе природно-экономических условий региона на Европейском Северо-востоке России выделены двенадцать интродукционных районов.

Ключевые слова: интродукционное районирование, Европейский Северо-восток России, ботанические сады и дендрарии, древесные интродуценты.

Введение

Северо-восток Европейской территории России, занимая площадь около 1.5 млн. км² с населением не менее 5 млн. человек, является ведущим лесопромышленным регионом страны. Здесь ежегодно заготавливается около 30–35 млн. м³ древесины, работают крупнейшие в стране целлюлозно-бумажные предприятия, лесопильно-деревообрабатывающие комбинаты, фанерные и гидролизные заводы.

Переоценка ведущими специалистами ранее существующего мнения о неисчерпаемости лесосырьевых ресурсов этого региона, их выводы о срочной необходимости интенсификации лесного хозяйства Севера [1], о целесообразности применения здесь в полном объеме всей системы мероприятий по повышению продуктивности лесов – все это заставляет по-новому оценивать роль и значение интродукции древесных растений в регионе, призванном и далее оставаться главной лесной нивой страны.

Интродукционное районирование является важной составной частью программы интродукционного освоения любой территории. Первые попытки проведения интродукционного районирования Европейского Севера России с учетом экологических факторов и опыта интродукции были сделаны в 1988–89 гг. [2]. Но цельной программы интродукционного освоения Европейского Северо-востока России не существовало. Не определены и особенности проведения интродукционной работы в различных по природным условиям и освоенности районах этой обширной территории.

Объекты и методы исследования

В данной работе рассмотрены существующие варианты дендрологического районирования территории. Теоретические положения подкреплены экспериментальными данными почти 50-летних результатов интродукционного испытания деревьев и кустарников в дендрологическом саду ФБУ «СевНИИЛХ», коллекция которого в настоящее время насчитывает 625 видов 74 родов 32 семейств. В разных частях региона нами созданы специализированные плантации сосны скрученной и тополей, а также витаминно-ягодных растений, в частности, шиповника и облепихи. При проведении интродукционного районирования Северо-востока Европейской территории России использованы результаты приспособленности древесных растений к новым природно-климатическим условиям выращивания и сохранности их полезных свойств и признаков для хозяйственного использования в условиях интродукции.

Результаты и обсуждение

В интродукционном отношении территория бывшего СССР была достаточно освоена [3] (табл. 1).

По числу интродуцентов на первое место выходит Европейская часть, затем следуют Средняя Азия, Кавказ, Западная Сибирь, Дальний Восток, Восточная Сибирь и Арктика (табл. 2).

Таблица 1

Таксономический состав дендрофлоры территории бывш. СССР в культуре

Таксоны	Интродуцировано, шт.	
	А.В. Гурский, 1975 [4]	Л.С. Плотникова, 1983 [3]
Семейства	48	56
Роды	125	178
Виды	522	1014

Таблица 2

Коэффициент общности регионов территории бывш. СССР по видам в природе (числитель) и в культуре (знаменатель) [3]

Регионы	Арктика	Европейская часть	Кавказ	Зап. Сибирь	Вост. Сибирь	Дальний Восток	Средняя Азия	Число видов
Арктика	□	<u>18.2</u> 2.5	<u>3.0</u> 3.7	<u>25.7</u> 5.2	<u>39.0</u> 9.0	<u>23.0</u> 7.5	<u>2.9</u> 2.7	<u>120</u> 21
Европейская часть	<u>18.2</u> 2.5	□	<u>23.4</u> 53.3	<u>28.2</u> 46.5	<u>17.8</u> 26.8	<u>7.5</u> 33.2	<u>9.8</u> 67.4	<u>327</u> 840
Кавказ	<u>3.0</u> 3.7	<u>23.4</u> 53.3	□	<u>8.6</u> 41.7	<u>4.5</u> 28.9	<u>1.7</u> 33.5	<u>10.0</u> 54.1	<u>463</u> 557
Зап. Сибирь	<u>25.7</u> 5.2	<u>28.2</u> 46.5	<u>8.6</u> 11.7	□	<u>41.8</u> 45.9	<u>12.6</u> 50.9	<u>16.3</u> 47.1	<u>232</u> 404
Вост. Сибирь	<u>39.0</u> 9.0	<u>17.8</u> 26.8	<u>4.5</u> 28.9	<u>41.8</u> 45.9	□	<u>30.7</u> 47.7	<u>7.0</u> 26.8	<u>236</u> 228
Дальний Восток	<u>23.0</u> 7.5	<u>7.5</u> 33.2	<u>1.7</u> 33.5	<u>12.6</u> 50.9	<u>30.7</u> 47.7	□	<u>1.5</u> 32.5	<u>339</u> 280
Средняя Азия	<u>2.9</u> 2.7	<u>9.8</u> 67.4	<u>10.0</u> 54.1	<u>16.3</u> 47.1	<u>7.0</u> 26.8	<u>1.6</u> 32.5	□	<u>651</u> 755

В четырех регионах территории бывшего СССР численность интродуцированных видов превышает численность природной дендрофлоры, что свидетельствует о больших потенциальных возможностях регионов по привлечению в культуру видов, несвойственных им в природе.

Сравнительно с природной флорой общность регионов по интродуцированным видам носит иной характер, она максимальна у Средней Азии с Кавказом и Европейской частью. И если в первом случае это объясняется наличием аналогичных природных условий на Кавказе и в Средней Азии, то во втором – высокий коэффициент общности и наибольшая численность интродуцированных видов в Европейской части и в Средней Азии по сравнению с остальными регионами свидетельствуют о высоких адаптационных показателях многих видов и об активной интродукции в этих регионах, имеющих 642 общих вида среди интродуцированных видов (67.4%), тогда как коэффициент общности аборигенных видов составляет всего 9.8% [3].

По мнению Л.С. Плотниковой «среди флористических районов, входящих в состав каждого из крупных географических регионов, отмечается большая дифференциация по числу интродуцированных видов и видов, имеющихся в природе. Для многих районов с бедной природной дендрофлорой характерно наличие большого числа интродуцированных видов, что свидетельствует о значительных потенциальных возможностях интродукции и дает основание предполагать, что у многих видов узкие природные ареалы обусловлены не столько современными факторами внешней среды, как историей развития, антропогенными воздействиями, а в ряде случаев и конкурентными взаимоотношениями» [3].

Анализ распространения древесных растений в условиях интродукции свидетельствует, что многие виды прочно вошли в культуру, дали начало множеству сортов и широко используются человеком, обеспечив тем самым свою сохранность.

Дальнейшая интродукция древесных растений должна быть направлена на разработку основ районирования, соответственно экологическим требованиям растений, апробацию в культуре видов, еще не прошедших интродукционного испытания, расширение культурных ареалов интродуцированных видов, увеличение численности экземпляров, которыми они представлены, разработку эффективных и рациональных методов их размножения и выращивания, обеспечивающих успех введения узкоспециализированных видов.

Однако, учитывая наличие огромного разнообразия природных условий Европейской России, констатация этого факта мало о чём может свидетельствовать, поскольку территориально это освоение проходило далеко не одинаково. Основные пункты интродукционных работ были сосредоточены преимущественно на Украине, в курортных зонах Крыма, Кавказа, в Прибалтике, в центральных и южных областях России. Здесь не только были собраны богатейшие коллекции экзотов, но имелись и многочисленные посадки интродуцированных лесопромыш-

ленных пород в возрасте, позволяющем провести сопоставление хозяйственной ценности интродуцентов с местными видами, использовать их в качестве маточников при внедрении новых видов в лесное хозяйство этих регионов [5].

Интродукционные работы на Европейском Севере России не соответствовали темпам освоения природных богатств этого обширного региона. Из немногих центров интродукции древесных растений здесь, в первую очередь, нужно назвать Полярно-альпийский ботанический сад-институт Кольского филиала РАН, расположенный в горном массиве Хибин, на северном пределе тайги (основан в 1931 г.). Древесно-кустарниковая коллекция сада насчитывала 309 видов, относящихся к 50 родам 19 семейств [6]. В настоящее время коллекция древесных интродуцентов насчитывает 913 образцов: 450 таксонов, 405 видов, 70 родов, 30 семейств [7].

В северной подзоне тайги находится дендрарий Северного (арктического) федерального университета (бывшего Архангельского государственного технического университета, основанный в 1934 г.), на небольшой площади которого (1.6 га) произрастает 212 видов деревьев и кустарников.

В средней подзоне тайги, на востоке региона, в ботаническом саду Института биологии Коми НЦ УрО РАН (основан в 1946 г.) коллекция насчитывала 362 вида древесных растений [8]. В настоящее время дендрологическая коллекция Ботанического сада насчитывает 550 таксонов, относящихся к 34 семействам и 78 родам [9].

Большую научную ценность представляют старые интродукционные посадки на Соловецких островах (Архангельская обл.), где в конце 70-х гг. XX в. было около 50 видов интродуцентов, в числе которых дугласия Мензиеса, пихта бальзамическая, кедр сибирский [10].

В основном начатая в 1969 г. работа по созданию коллекции древесных растений в дендрологическом саду Северного НИИ лесного хозяйства (б. институт леса и лесохимии, основанный в 1961 г.) завершена. Ещё недавно, в 1990 г. [11], коллекционный фонд дендрологического сада насчитывал около 780 видов древесных растений 92 родов 32 семейств из 1.9 тыс. образцов различного географического происхождения. На сегодняшний день коллекция древесных интродуцентов насчитывает 625 видов 74 родов 32 семейств.

Таким образом, немногочисленные и сравнительно недавно организованные центры интродукционных работ на Европейском Севере России располагают достаточно богатым, но довольно молодым фондом древесных интродуцентов.

Наличие интродуцентов лесопромышленного назначения в производственных посадках на территории Северо-восточного региона крайне незначительно и ограничено двумя видами: сосной кедровой сибирской, сосной скрученной и лиственницей, которая по документам лесхозов относится к лиственнице сибирской, но видовой эпитет здесь отражает происхождение семян (Сибирь), а не видовую принадлежность. По-видимому, производственные посадки лиственницы семенами из Сибири представляют, как минимум, два вида – лиственницу сибирскую и лиственницу даурскую. Разведение кедра сибирского на Севере имеет давнюю историю, которая основательно проанализирована как в научной [12], так и в научно-популярной литературе [13]. Сосна кедровая сибирская незначительно использовалась в лесных культурах региона, причем в Архангельской области площадь ее посадок последнего тридцатилетия составляет 1166 га. Площадь лесных культур лиственницы этого же периода почти вдвое больше (1995 га). В лесных культурах Вологодской области лиственница занимает площадь 1158 га. Сосна скрученная широколиственная считается одной из наиболее перспективных пород для ускоренного выращивания древесины в странах с умеренным климатом. Начиная с 1979 года экспериментальные плантации этой сосны созданы в различных регионах Европейского Севера (Архангельская, Вологодская области, Республика Коми) на площади 50 га.

Около 80–100 видов интродуцентов декоративного значения используется в озеленительных посадках северных городов: Вологды, Никольска, Череповца, Сыктывкара, Каргополя, Архангельска и др.

Однако в целом приходится констатировать, что интродукционные работы на Европейском Севере значительно отстают от темпов освоения природных богатств этого региона; имеющиеся здесь центры интродукции для такой обширной территории малочисленны, использование интродуцентов в производственных посадках в регионе крайне незначительное и ограничивается, в основном, городским озеленением. Такое ненормальное положение объясняется все еще бытующим мнением о неперспективности региона для целей интродукции древесных растений сложившимся в начале 20-го века, когда Север был малоосвоенной человеком территорией [14].

Нынешнее интенсивное использование природных богатств Севера с созданием мощной инфраструктуры в производственной и социальной сферах и решением сложной проблемы адаптации приезжего населения заставляет по-новому оценивать роль и значение интродукции древесных растений в этом регионе.

Деление территории на районы по основным экологическим факторам с разработкой рекомендаций по ассортименту хозяйственно ценных растений для установленных районов понимается как интродукционное районирование [5]. Считается, что интродукционное районирование любых географических областей относится к числу наиболее актуальных вопросов интродукции растений [15] и, по нашему мнению, является важной составной частью программы их интродукционного освоения.

До последнего времени не существовало цельной программы интродукционного освоения Европейского Северо-востока, огромная территория которого включает административно – республику Карелию, Архангельскую область с Ненецким автономным округом, Коми республику и Вологодскую область, программы, которая была бы направлена, прежде всего, на содействие решению важнейших проблем этого региона: увеличение продуктивности таежных лесов, повышение уровня хозяйственного освоения земельных ресурсов, улучшение комфорта северных городов и обеспеченности населения высоковитаминными продуктами питания. Не определены и особенности проведения интродукционной работы в различных по природным условиям и освоенности районах этой обширной территории.

Разработан ряд вариантов деления территории страны на районы применения древесных растений в озеленении [16, 17]. С.Я. Соколов и О.И. Связева [18] предложили проект дендрологического районирования СССР. Районирование А.В. Гурского [4] для целей интродукции древесных пород основано на поведении растений в новых условиях при использовании характеристики самих природных условий в качестве важного вспомогательного средства. Европейский Север отнесен А.В. Гурским к району хвойных лесов с разделением его на подрайоны: а) хвойных лесов европейского типа с елью европейской и сосной; б) тайги с участием сибирских пород – лиственницы сибирской и пихты. А.И. Колесников [19] разработал комплексное древокультурное районирование СССР на основании климатических условий, геоботанических и лесоводственно-дендрологических исследований, а также опыта культуры древесных пород. И.И. Лапин, К.К. Калущкий и О.Н. Калущкая [5] уточнили ассортимент интродуцентов по районам, выделенным А.И. Колесниковым. В соответствии с районированием А.И. Колесникова Европейский Север разделяется на 4 древокультурных района: тундры, лесотундры, зоны хвойных лесов с елью и пихтой, зоны хвойных лесов с елью. По сути, районирование и Колесникова и Гурского является попыткой объединения не лучших образцов (по крайней мере, для Севера) лесорастительного районирования с определенными вариантами ассортимента древесных растений для интродукции.

Н.А. Болотов [14] при дифференцированном районировании территории европейской части СССР для целей лесной интродукции подразделил ее на 5 зон по перспективности методов интродукции в общем повышении продуктивности лесов относительно среднего уровня по региону. Согласно этому районированию север европейской части СССР оказался поделен на две зоны: МП – зона малой перспективности и ОП – зона относительной перспективности; на всей территории рекомендуется лишь селекция местных лесообразующих пород с единичным использованием интродуцентов (сосны Муррея для создания плантационных культур по выращиванию балансовой древесины). С этой точкой зрения вряд ли можно согласиться, если при оценке перспективности различных регионов страны для интродукции учитывать не только расчетный эффект с единицы площади от выращивания новых лесопромышленных пород, но и возможные объемы их внедрения, определяемые прежде всего лесокulturным фондом в том или другом регионе.

По нашему мнению, при интродукционном районировании той или другой территории необходимо, положив в основу экологические факторы, имеющийся опыт интродукции, учитывать и степень освоенности территории, поскольку сама интродукция является, прежде всего, целенаправленной деятельностью для блага человека. Бесспорно и то, что ассортимент растений для интродукции в тот или иной район должен определяться не только возможностями их успешной адаптации в его экологических условиях, но и спросом хозяйства, населения данного региона на эти растения, на их полезности.

На территории Европейского Севера выделены двенадцать интродукционных районов (рис.), характеристика которых приводится ниже. При этом были использованы имеющиеся материалы по природно-экономическим условиям региона [20, 21, 22, 23, 24]. Районы объединяют наиболее близкие по климату, растительному покрову и рациональным вариантам лесовосстановления территории. В разных районах существенно отличаются тепло- и влагообеспеченность, режим вегетации и зимовки растений. Однако по естественноисторическим причинам растительность может быть однородной во всей подобласти.

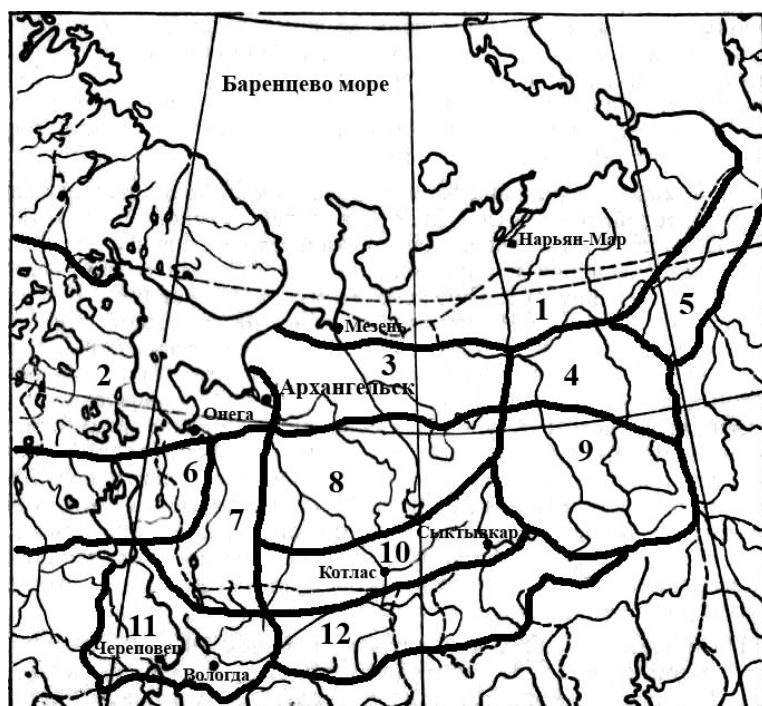


Рис. Интродукционные районы территории Европейского Северо-востока России

Северный район – 1 (нумерация районов соответствует схеме на рисунке).

Климат суровый. Средняя годовая температура от -3.5°C до -5.0°C . Средняя продолжительность вегетационного периода около 100 дней, безморозного периода – 50–90 дней. Лето прохладное и умеренно прохладное, избыточно влажное. Годовая сумма осадков 300–500 мм. Средняя высота устойчивого снежного покрова (по Г.Д. Рихтеру) 20–30 см. Почвы – тундрово- и торфяно-глеевые. Многолетняя мерзлота. Зона тундры и предтундрового редколесья Предсибирской провинции [25].

На базе освоения месторождений нефти, газа и угля формируется Тимано-Печорский территориально-производственный комплекс. Городское население – около 50 тыс. жителей (Нарьян-Мар, Мезень).

Использование интродуцированных растений ограниченное, только для целей озеленения.

Онежско-Архангельский район – 2.

Среднегодовая температура воздуха от $+0.8^{\circ}\text{C}$ до $+1.3^{\circ}\text{C}$. Зима умеренно холодная, лето умеренно теплое ($14-18^{\circ}\text{C}$), избыточно влажное. Средняя продолжительность вегетационного периода 136–144 дня, безморозного периода – 85–106 дней (Архангельск). Годовая сумма осадков 400–600 мм, причем около трети их выпадает в летние месяцы. Средняя высота устойчивого снежного покрова 20–30 см, средняя многолетняя высота снега из наибольших за зиму – 48 см. Почвы подзолистые, подзолисто-глеевые и торфяно-болотные. Северо-таежные леса Беломорско-Печорской провинции.

Крупный индустриальный район лесопиления и целлюлозно-бумажного производства. Городское население более 700 тыс. жителей (Архангельск, Северодвинск, Новодвинск, Онега).

В перспективе здесь плантационное выращивание интродукционных лесопромышленных пород, витаминно-лекарственных ягодных растений. Велика также потребность в саженцах декоративных пород для озеленения и лесопаркового строительства, в посадочном материале новых ягодных культур и сортов для коллективного садоводства и приусадебных участков.

Мезенско-Пинежский район – 3.

Среднегодовая температура воздуха от -0.2°C до -1.8°C . Зима умеренно холодная, лето умеренно теплое, на незначительной части территории – умеренно прохладное. Средняя продолжительность вегетационного периода 120–133 дня, безморозного периода 85–87 дней. Сумма осадков за год – 400–700 мм. Средняя высота устойчивого снежного покрова 30–50 см. Почвы глеево-подзолистые и торфяно-болотные. Северная тайга с преобладанием еловых лесов Беломорско-Печорской провинции.

Лесопользование нарастающей интенсивности. Городское население отсутствует.

В настоящее время и в перспективе использование древесных интродуцентов ограниченное – на приусадебных участках.

Верхне-Печорский район – 4.

Зима холодная, лето умеренно теплое. Годовая сумма осадков – 400–600 мм. Высота устойчивого снежного покрова 30–50 см. Почвы глеево-подзолистые и торфяно-болотные. Северо-таежные еловые (с пихтой) леса Беломорско-Печорской провинции.

Район интенсивной лесозаготовки. Городское население около 65 тыс. человек (Печора).

Использование древесных интродуцентов ограниченное: при озеленении населенных пунктов, в приусадебном садоводстве, в перспективе – опытно-производственные культуры интродуцированных лесопромышленных пород.

Инто-Воркутинский район – 5.

Район с наиболее суровыми климатическими условиями. Среднегодовая температура воздуха от -3.5°C до -6.3°C . Зима холодная, лето умеренно прохладное, избыточно влажное. Вегетационный период продолжается в среднем 90–111 дней, безморозный – 52–69 дней. Годовая сумма осадков составляет 400–600 мм. Средняя высота устойчивого снежного покрова 20–50 см. Почвы глеево-тундровые. Предтундровые и северотаежные леса Предсибирской провинции.

Воркутинский угольный бассейн. Городское население около 180 тыс. жителей (Воркута, Инта).

Большая потребность в посадочном материале для озеленения, а также для рекультивации терриконов, горных отвалов и бывших карьеров.

Прикарельский район – 6.

Средняя годовая температура воздуха $+0.2^{\circ}\text{C}$. Зима умеренно холодная, лето умеренно теплое. Годовая сумма осадков 500–600 мм. Вегетационный период 134 дня. Средняя высота устойчивого снежного покрова 30–50 см. Почвы подзолистые глееватые, торфяно-болотные, сильнозавалуненные. Средняя подзона тайги Карельской провинции.

Избыточно интенсивное лесопользование. Городов нет. В настоящее время и на ближайшую перспективу использование древесных интродуцентов ограниченное – на приусадебных участках.

Плесецко-Коношский район – 7.

Среднегодовая температура воздуха от $+0.8^{\circ}\text{C}$ до $+1.5^{\circ}\text{C}$. Зима умеренно холодная, лето умеренно теплое. Продолжительность вегетационного периода от 141 (Емца) до 151 (Каргополь) дней, безморозного периода – соответственно от 91 до 109 дней. Годовая сумма осадков 500–600 мм. Средняя высота снежного покрова 20–40 см. Почвы иллювиально-железистые подзолы, типично подзолистые на карбонатной морене. Средняя подзона тайги Онежско-Двинской провинции, преимущественно еловые леса, в подлеске которых в южной половине района появляется липа.

Давние интенсивные лесозаготовки, приведшие к истощению лесосырьевой базы. В городах и поселках городского типа около 70 тыс. жителей (Каргополь, Нядома, Коноша, Плесецк). На юго-западе района 8–10% общей площади земель под сельскохозяйственными угодьями.

В перспективе – промышленные культуры и плантационное выращивание интродуцированных лесопромышленных пород. Значительная потребность в саженцах декоративных пород для озеленения, в посадочном материале новых ягодных культур и сортов для коллективного садоводства и приусадебных участков.

Центральный район – 8.

Среднегодовая температура от -0.6°C до $+1.5^{\circ}\text{C}$ (Шенкурск). Зима умеренно холодная, лето умеренно теплое. Вегетационный период от 134 дней (на востоке) до 151 дня (Шенкурск), безморозный период – 65–108 дней. Годовая сумма осадков 400–600 мм. Средняя высота устойчивого снежного покрова 30–50 см. Почвы средне- и сильноподзолистые глеевые, суглинистые, на западе – супесчаные. Средняя тайга Онежско-Двинской провинции, ельники, на юго-западе значительно представлены сосняки.

Интенсивное лесопользование. Городское население малочисленное, около 10 тыс. человек (Шенкурск).

В настоящее время и в перспективе использование интродуцированных древесных растений незначительное – для озеленения и выращивания на приусадебных участках.

Юго-Восточный район – 9.

Среднегодовая температура воздуха -1.2°C . Зима умеренно холодная и холодная. Лето умеренно теплое. Продолжительность вегетационного периода 132 дня, безморозного – 87 дней (Ухта, Троицко-Печорск). Годовая сумма осадков 400–700 мм. Средняя высота устойчивого снежного покрова 30–50 см. Почвы – подзолы, глеево-подзолистые и торфяно-болотные. Среднетаежные леса Двинско-Печорской провинции, еловые с примесью в древостое пихты, реже кедра.

Недостаточно интенсивное лесопользование. Газо-нефтепереработка. Городского населения – около 130 тыс. человек.

Использование интродуцированных растений при озеленении, в коллективном и приусадебном садоводстве, в перспективе нарастающее.

Вычегодско-Нижнесухонский район – 10.

Среднегодовая температура воздуха от $+0.4^{\circ}\text{C}$ (Сыктывкар) до $+1.8^{\circ}\text{C}$ (Вельск). Зима умеренно холодная, лето умеренно теплое. Вегетационный период от 145 до 154 дней, безморозный период от 102 до 111 дней. В год выпадает 400–600 мм осадков. Средняя высота устойчивого снежного покрова 20–50 см. Почвы подзолистые, суглинистые, на западе района супесчаные. Средняя тайга Двинско-Печорской провинции.

Интенсивное лесопользование. Крупные деревообрабатывающие и целлюлозно-бумажные центры. Городское население около 400 тыс. человек (Сыктывкар, Котлас, Вельск и др.). Под сельскохозяйственными угодьями занято 8–10% общей площади земель.

Очень большая потребность в саженцах декоративных пород для озеленения и лесопаркового строительства, в посадочном материале новых плодово-ягодных культур и сортов для коллективного садоводства и выращивания на приусадебных участках. В перспективе – плантационное выращивание интродуцентов лесопромышленного значения, витаминно-лекарственных ягодных растений.

Юго-Западный район – 11.

Среднегодовые температуры воздуха от +2.4°C в Вологде до +2.9°C в Бабаево. Зима умеренно холодная, лето умеренно теплое. Продолжительность вегетационного периода 160–165 дней, безморозного – 116–128 дней. Годовая сумма осадков 500–700 мм. Средняя высота устойчивого снежного покрова 20–30 см. Почвы дерново-подзолистые и дерново-карбонатные. Средне- и южнотаежные, преимущественно еловые леса, сменившиеся в результате многолетних интенсивных рубок вторичными мелколиственными лесами. В подлеске и во втором ярусе еловых лесов широколиственные породы: клен, липа, ильм. На юго-западе района – сосняки.

Крупные промышленные центры: Вологда, Череповец, Сокол. Численность городского населения около 700 тыс. человек.

Постоянно растущая потребность в саженцах декоративных пород для озеленения и лесопаркового строительства, в посадочном материале новых перспективных плодово-ягодных культур и сортов для коллективного садоводства и приусадебных участков. В перспективе – плантационное выращивание интродуцентов лесопромышленного значения, витаминно-лекарственных ягодных растений.

Район Северных Увалов – 12.

Среднегодовая температура от +1.0°C до +1.9°C. Умеренно холодная зима и умеренно теплое лето. Длительность вегетационного периода 151–156 дней, безморозного – 57–107 дней. За год выпадает 500–700 мм осадков. Средняя высота устойчивого снежного покрова 30–40 см. Почвы – подзолистые и подзолы, суглинистые и супесчаные. Средне- и южнотаежные леса, ельники с пихтой в составе древостоя и сосняки.

Район интенсивного лесопользования. Около 25 тыс. человек городских жителей (п. г. т. Никольск).

Ограниченное использование интродуцированных древесных растений: для озеленения и в приусадебном садоводстве.

В итоге можно отметить, что Программа по интродукции древесных растений на Европейский Северо-восток России включает следующие основные направления:

- интродукция пород лесопромышленного значения;
- использование интродуцентов в озеленении северных населенных пунктов;
- введение в культуру на Севере новых плодово-ягодных культур и витаминно-лекарственных растений.

Выводы

Таким образом, впервые для Северо-востока Европейской части России предлагается цельная программа интродукционного освоения этой обширной территории, характеризующейся крайне неблагоприятными экологическими условиями. Важнейшей частью этой программы, по нашему мнению, следует считать создание опытных объектов (плантаций) из интродуцентов лесопромышленного назначения, что в дальнейшем позволит обосновать заключение о целесообразности их широкого внедрения в леса региона. Довольно актуальным представляется продолжение работ по выведению местных сортов ценных витаминно-ягодных растений (облепихи, шиповника, калины, аронии и др.) для использования в любительском садоводстве и в промышленных плантационных посадках, что не только позволит улучшить рацион северян за счет высоковитаминных продуктов питания, но и будет способствовать повышению уровня хозяйственного освоения земельных ресурсов региона.

Список литературы

1. Состояние и пути интенсификации лесного хозяйства и совершенствования лесопользования на европейском Севере / Н.П. Чупров, Д.И. Одинцов, Е.Д. Антупьева, Т.П. Ярунова // Вопросы экономики лесного хозяйства и лесостроительства на европейском Севере. – Архангельск, 1987. – С. 3–21.
2. Нилов В.Н. Программа по интродукции древесных пород на европейский Север // Вопросы интродукции хозяйственно ценных древесных пород на европейский Север. – Архангельск, 1989. – С. 14–34.

3. Плотникова Л.С. Научные основы интродукции и охраны древесных растений флоры СССР: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – М., 1983. – 52 с.
4. Гурский А. В. Основные итоги интродукции древесных растений в СССР. – М.–Л.: АН СССР, 1957. – 303 с.
5. Лалин П.И., Калуцкий К.К., Калуцкая О.Н. Интродукция лесных пород. – М.: Лесная пром., 1979. – С. 224.
6. Каталог дендрологической коллекции Полярно-альпийского ботанического сада. – Апатиты: КФ АН СССР, 1978. – С. 40.
7. Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Николая Александровича Аврорина КНЦ РАН. – Режим доступа: <http://www.pabgi.ru/collection.html>
8. Цицын Н.В. Ботанические сады СССР. – М.: Наука, 1974. – С. 192.
9. Каталог коллекций живых растений Ботанического сада Института биологии Коми НЦ УрО РАН. – Сыктывкар, 2006. – 32 с.
10. Нилов В.Н. О научной ценности интродукционных посадок на Соловках // Материалы годичной сессии по итогам НИР за 1984 год. – Архангельск, 1985. – С.68–69.
11. Древесные растения дендрологического сада АИЛиЛХ / В.Н. Нилов, Н.А. Демидова, Н.Д. Кондратьева и др. – Архангельск, 1990. – 84 с.
12. Орлов Ф.Б. Культуры кедра сибирского в Архангельской области // Кедр сибирский на европейском Севере СССР. – Л.: Наука, 1972. – С. 59.
13. Ипатов Л.Ф. Кедр на Севере. – Архангельск, 2011. – 412 с.
14. Болотов Н.А. Дифференцированное районирование территории европейской части СССР в целях лесной интродукции. – М.: ВДНХ СССР, 1985. – 20 с.
15. Головкин Б.Н. К вопросу об интродукционном районировании. – М.: АН СССР, 1986. – Вып. 139. – 3 с.
16. Панов И. В. и др. Временные технические условия на проектирование работ по озеленению. – М.: АКХ РСФСР, 1962. – 8 с.
17. Галактионов И.И., Осин В.А. Декоративная дендрология. – М.: Высшая школа, 1967. – 319 с.
18. Соколов С.Я., Связева О.А. География древесных растений СССР. – М.–Л.: Наука, 1965. – 265 с.
19. Колесников А.И. Декоративная дендрология. – М.: Лесн. пром., 1974. – Изд. 2-е. – 704 с.
20. Север европейской части СССР. – М.: Наука, 1966. – 452 с.
21. Атлас Коми АССР. – М.: ГУГК СССР, 1964. – 112 с.
22. Атлас Вологодской области. – М.: ГУГК СССР, 1965. – 38 с.
23. Атлас Архангельской области. – М.: ГУГК СССР, 1976. – 72 с.
24. Архангельская область. Экономико-географическая характеристика. – Архангельск: Сев.-зап. кн. изд., 1967. – 456 с.
25. Корчагин А.А., Нейштадт М.И. Растительность // Север Европейской части СССР – М., «Наука», 1966. – С. 212–256.

INTRODUCTION ZONING OF THE EUROPEAN NORTH-EAST OF RUSSIA

N.A. Demidova

V.N. Nilov

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

E-mail: forestry@ptl-arh.ru

An analysis of tree species introduction in the European North of Russia is presented in this article. The problems of introduction zoning based on environmental factors, the introduction experience, taking into account the degree of development of areas are discussed. In the European North of Russia, there were identified twelve areas of introduction on the basis of natural and economic conditions.

Key words: introduction zoning, European North of Russia, botanical gardens and arboreta, woody plant introductions.

АДАПТАЦИЯ РЕГЕНЕРАНТОВ *RHODODENDRON HYBRIDUM* К УСЛОВИЯМ *EX VITRO***А.А. Эрст****Т.И. Новикова****А.В. Каракулов****Ю.Г. Зайцева**

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

E-mail: annaerst@yandex.ru;
tin27@mail.ru; krk@inbox.ru;
ulianna@ngs.ru

Показан эффективный способ адаптации растений-регенерантов *Rhododendron hybridum* hort. сорта Cunningham's White к условиям *ex vitro* с использованием гидропонной установки. Применяемый двухстадийный способ адаптации обеспечивает хорошее развитие корневой системы регенерантов и их высокую приживаемость в почвенных субстратах.

Ключевые слова: *Rhododendron hybridum*, адаптация к условиям *ex vitro*, гидропоника.

Введение

Адаптация растений-регенерантов к условиям *ex vitro* является самой критической стадией микроразмножения для многих видов растений. Проблемы на этом этапе напрямую связаны с целым рядом анатомических и физиологических особенностей листьев растений-регенерантов: 1) низкое количество кутикулярного воска и слабо развитая хлоренхима; 2) невысокая фотосинтетическая способность; 3) слабая деятельность устьичного аппарата приводит к потере большого количества воды и необратимому обезвоживанию растений-регенерантов [1]. Кроме того, у большинства регенерантов в условиях *in vitro* не происходит образования корней второго порядка и корневых волосков. Таким образом, формируется специфический «культуральный фенотип» растения [2]. Поэтому основной целью этапа адаптации регенерантов к условиям *ex vitro* является устранение названных «дефектов».

Процесс адаптации заключается в создании высокой влажности для надземной части растений с последующим ее понижением и подборе оптимальных условий для роста корней. Существенное число растений, выращенных *in vitro*, не выживают после перенесения их в нестерильные условия – вегетационные камеры и полевые условия. Такие условия имеют более низкие показатели влажности и освещенности, которые являются стрессом для растений. Кроме того, растения-регенеранты во время адаптации вынуждены переходить от миксотрофного к фотоавтотрофному способу питания.

Значительные усилия были приложены для оптимизации основных стадий микроразмножения, но процесс акклиматизации растений к нестерильным условиям, на данный момент изучен недостаточно. Следовательно, перенос растений в условия *ex vitro* является «узким местом» в процессе микроразмножения [1, 3].

Для адаптации рододендронов чаще всего используют теплицы, оранжереи или мини-теплицы, где создается повышенная влажность. Создать условия для дальнейшего роста и развития не только надземной части, но и корневой системы удается за счет подбора субстратов. Используемые для рододендронов субстраты – перлит или торф – перлит в разных соотношениях [4, 5, 6], сфагновый мох [7], сфагновый мох : вермикулит [8], торф и песок : хвойная земля [9]. Схожие составы субстратов использованы и для адаптации других представителей семейства Ericaceae [10, 11, 12, 13]. Однако прямой перенос регенерантов в твердые субстраты может привести к потере материала, поскольку корни, сформировавшиеся в условиях *in vitro*, отличаются ломкостью и чувствительны к механическим повреждениям [14]. Использование гидропонных систем не только позволяет решить эту проблему, но и контролировать поступление необходимых питательных веществ и постепенное снижение относительной влажности [15].

Цель исследования – подобрать оптимальные условия для адаптации *Rhododendron hybridum* hort. сорта Cunningham's White к условиям *ex vitro* с использованием гидропонной системы.

Объекты и методы исследования

Объект исследования – *Rhododendron hybridum* Hort. сорта Cunningham's White. Культивирование *in vitro* проводили по описанной ранее методике [16]. Микропобеги укореняли на

безгормональной среде Андерсона [17], с уменьшенным вдвое содержанием минеральных элементов, предварительно обрабатывая базальные части микропобегов раствором β-индолилмасляной кислоты (ИМК) 30 мг/л в течение 4 часов [9].

Адаптацию растений-регенерантов проводили на гидропонной установке, аналогичной системе «Минивит». Для этого растения отмывали от агара в дистиллированной воде и закрепляли в вегетационную кювету гидропонной установки. Период адаптации составил 20 суток. Гидропонную установку заполняли питательным раствором (30 л) по прописи 1/2 Андерсона, модифицированную по содержанию NaH_2PO_4 и NH_4NO_3 .

Адаптированные на гидропонике растения высаживали в почвенный субстрат и выращивали в условиях теплицы.

Все эксперименты проводились в 2–3 повторностях. Статистическая обработка результатов осуществлялась путем расчетов с использованием пакета статистического анализа приложения Microsoft Excel. В таблицах показаны средние арифметические величины и доверительные интервалы. Доверительность оцениваемых показателей принимали на уровне значимости $P < 0.05$ [18].

Результаты и их обсуждение

Эффективность использования гидропонных установок типа «Минивит-0,35» показана для земляники садовой, примулы пругоницкой, смородины золотистой, голубики топяной и др. [19]. При этом установлено, что оптимальный рост растений достигается при использовании двухстадийной адаптации на гидропонике. Первые 10 суток использовали питательный раствор с увеличенной концентрацией фосфора, что обеспечивает рост корневой системы, следующие 10 суток – раствор с повышенным содержанием азота, что позволяет получить хорошо развитые побеги и листья. Для адаптации регенерантов *Rhododendron hybridum* мы использовали среду Андерсона, она богата фосфатами, поэтому на первом этапе адаптации применяли 1/2 Андерсона, оставив нередуцированной концентрацию $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \times \text{H}_2\text{O}$ (380 мг/л) (раствор I). На втором этапе использовали также 1/2 Андерсона, но с полным содержанием NH_4NO_3 (400 мг/л) (раствор II) (табл. 1).

Таблица 1

Состав питательных сред, используемых для адаптации регенерантов *Rhododendron hybridum* Hort. сорта Cunningham's White на гидропонной установке

Минеральные компоненты среды Андерсона	Содержание минеральных компонентов в I растворе (1–10 сутки адаптации), мг/л	Содержание минеральных компонентов во II растворе (11–20 сутки адаптации), мг/л
NH_4NO_3	200	400
KNO_3	240	240
$\text{CaCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$	185	185
$\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$	220	220
$\text{NaH}_2\text{PO}_4 \times \text{H}_2\text{O}$	380	190
$\text{MnSO}_4 \times 4\text{H}_2\text{O}$	8.45	8.45
$\text{ZnSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$	4.3	4.3
H_3BO_3	3.1	3.1
KI	0.15	0.15
$\text{CoCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$	0.013	0.013
$\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$	0.013	0.013
$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$	0.125	0.125
$\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$	27.85	27.85
$\text{Na}_2\text{ЭДТА} \times 2\text{H}_2\text{O}$	37.25	37.25

Первые 5–7 суток адаптации к условиям *ex vitro* создавали повышенную влажность, для этого растения накрывали прозрачной пленкой. Постепенное снижение влажности достигали за счет использования полиэтилена с перфорациями. Это позволило успешно пройти этап структурной перестройки листа (приобретение ксероморфной структуры, изменения в мезофилле листа) и избежать потерь растений-регенерантов на заключительном этапе микроразмножения.

Представленные в таблице 2 данные свидетельствуют о закономерном

увеличении всех параметров роста и развития регенерантов *Rh. hybridum* в период их адаптации (рис. 1а; 2). Интенсивно развивалась корневая система за счет роста уже имеющихся (в 1.5 раза), образования новых корней через 10 дней адаптации (в 1.3 раза) и развитию большого количества корней второго порядка. Побеги увеличились в длину в 1.4 раза.

Таблица 2

Характеристики развития регенерантов *Rhododendron hybridum* Hort. сорта Cunningham's White до и после адаптации на гидропонной установке, n=20

Показатели роста и развития	Перед адаптацией	После адаптации	Через 6 месяцев после адаптации
Высота растения, см	2.5±0.4	3.7±0.3	7.4±0.4
Количество корней, шт.	5.9±1.8	8.7±1.3	–
Средняя длина корней, мм	12.4±3.0	19.4±2.3	–
Количество листьев, шт.	7.3±0.7	9.1±0.8	11.2±1.1
Длина листа, мм	7.1±0.4	7.6±1.3	40.5±4.6
Ширина листа, мм	4.5±0.6	5.1±0.8	18.6±2.1

Примечание: «–» – нет данных



Рис. 1. Внешний вид растений-регенерантов *Rhododendron hybridum* Hort. сорта Cunningham's White на стадии адаптации к условиям *ex vitro*: а) до (слева) и после (справа) адаптации на гидропонной установке; б) через 6 месяцев после высадки в почвенный субстрат

Через 20 дней адаптации на гидропонной установке растения высаживали в почвенную смесь, состоящую из 1/3 верхового торфа, 1/3 дерновой земли и 1/3 органических материалов (хвойная земля, перепревшая сосновая кора). Растения содержали в условиях теплицы с октября по май. В целом хорошо развитая корневая система растений обеспечила их высокую приживаемость в почвенном субстрате. Замеры были сделаны через 6 месяцев. За этот период высота побега увеличилась более чем в 2 раза, заметно увеличился размер листовой пластинки. Лист приобрел вытянутую форму, длина его увеличилась в 5 раз, ширина в 3.5 раза (рис. 1б).

Таким образом, использование гидропонной установки для адаптации растений-регенерантов *Rh. hybridum* оказалось эффективным на данном сложном, критическом этапе микроразмножения.



Рис. 2. Растения-регенеранты *Rhododendron hybridum* Hort. сорта Cunningham's White во время адаптации на гидропонной установке

Способ адаптации с применением этой установки выгодно отличается от существующих способов по следующим показателям [20]:

- компактность установки в сочетании с возможностью одновременного выращивания до 1000 растений-регенерантов на площади 0.35 м²;
- универсальность установки, что позволяет адаптировать разные виды растений, причем одновременно;
- уменьшение трудоемкости процесса;
- 100% адаптация растений-регенерантов;
- высокая воспроизводимость полученных результатов.

Заключение

Таким образом, проведенные исследования показали, что двухстадийный прием адаптации растений-регенерантов *Rhododendron hybridum* hort. сорта Cunningham's White к условиям выращивания *ex vitro* с использованием гидропонной установки характеризуется эффективностью и позволяет получать растения с хорошо развитой корневой системой. При этом первые 10 суток гидропонную установку заполняли раствором 1/2 Андерсона с полным составом $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \times \text{H}_2\text{O}$ (380 мг/л), последующие 10 суток – 1/2 Андерсона с нередуцированным составом NH_4NO_3 (400 мг/л).

Список литературы

1. Acclimatization of micropropagated plants to *ex vitro* conditions / J. Pospisilova, I. Ticha, P. Kadlecck et al. // *Biologia Plantarum*. – 1999. – Vol. 42(2). – P. 481–497.
2. Гилолашвили Т.С., Родькин О.Н., Реуцкий В.Г. Условия микроклонирования формируют специфический культуральный фенотип // VII Междунар. Конф. «Биология клеток растений *in vitro*, биотехнология и сохранение генофонда»: Тез. докл. – М., 1997. – С. 413.
3. Hazarika B.N. Acclimatization of tissue-cultured plants // *Current Science*. – 2003. – Vol. 85, №12. – P. 1704–1712.
4. Doina C., Fira Al. Tissue culture and *ex-vitro* acclimation of *Rhododendron* sp. // *Buletin USAMV-CN*. – 2007. – Vol. 64, №1–2. – P. 39–43.

5. Almeida R., Goncalves S., Romano A. In vitro micropropagation of endangered *Rhododendron ponticum* L. subsp. *baeticum* (Boissier and Reuter) Handel-Mazzetti // *Biodiversity and Conservation*. – 2005. – №14. – P. 1059–1069.
6. Кутас Е.Н. Клональное микроразмножение рододендронов и их практическое использование. – Минск, 2009. – 188с.
7. Matysiak B. Effect of flight intensity on growth and chlorophyll fluorescence of *Rhododendron* microcuttings during acclimatization // *Folia Horticulturae*. – 2004. – Ann. 16/1. – P. 107–114.
8. Keith V.M., Brand M.H. Influence of culture age, cytokinin level and retying on growth and incidence of brooming in micropropagated *Rhododendrons* // *J. Environ. Hort.* – 1995. – Vol. 13(2). – P. 72–77.
9. Васильева О.Г. Биолого-морфологические основы клонального микроразмножения некоторых представителей рода *Rhododendron* L.: Автореф. диссер. ... к-та биол. наук. – 2009. – 20 с.
10. Protocol for micropropagation of *Vaccinium vitis-idaea* L. / A. Gajdosova, M.G. Ostrolucka, G. Libiakova, E. Ondruskova // *Protocol for micropropagation of woody trees and fruits*. – 2007. – P. 445–464.
11. Song G.-Q., Sink K.C. Blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) // *Agrobacterium protocols*. – 2006. – Vol. 2. – P. 264–272.
12. Evaluation of basal media for micropropagation of four highbush blueberry / T. Tetsumura, Y. Matsumoto, M. Sato et al. // *Sci. Hortic.* – 2008. – Vol. 119, №1. – P. 72–74.
13. Debnath S.C. In vitro culture of lowbush blueberry (*Vaccinium angustifolium* Ait.) // *Proceedings of the ninth North American blueberry research and extension workers conference*. – 2004. – Vol. 3, №1–2 and №3–4. – P. 393–407.
14. Supporting material influences the root growth and morphology of sweet potato plantlets cultured photoautotrophically / F.A. Zobayed, S.M. Zobayed, C. Kubota, T. Kozai // *In Vitro Cell Dev. Biol. Plant*. – 1999. – Vol. 35. – P. 470–476.
15. In vitro regeneration and acclimatization of plants of Turmeric (*Curcuma longa* L.) in hydroponic system / E.V. Zapata, G.S. Morales, A.H. Lauzardo et al. // *Biotechnologia Aplicada*. – 2003. – Vol. 20. – P. 25–31.
16. Эрст А.А., Каракулов А.В. Размножение *Rhododendron hybridum* в культуре *in vitro* // *Международная научно-практическая конференция, посвященная 100-летию со дня рождения З.И. Лучник «Декоративное садоводство Сибири. Проблемы и перспективы»*. – Барнаул, 2010. – С. 192–195.
17. Anderson W.S. Mass propagation by tissue culture: principles and techniques // *Proceedings of conference. On nursery production of fruit plants through tissue culture-applications and feasibility*. – Maryland, 1980. – P. 1–10.
18. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М., 1990. – 352 с.
19. Адаптация растений-регенерантов с использованием гидропоники / Н.А. Вечернина, О.К. Таварткиладзе, И.Д. Бородулина, А.А. Эрст // *Известия АлтГУ*. – 2008. – №3 (55). – С. 7–10.
20. Вечернина Н.А. Методы биотехнологии в селекции, размножении и сохранении генофонда растений: монография. – Барнаул, 2004. – 205 с.

ADAPTATION OF REGENERANTS RHODODENDRON HYBRIDUM TO EX VITRO CONDITION

A.A. Erst
T.I. Novikova
A.V. Karakulov
Y.G. Zaytseva

*Central Siberian Botanical Garden,
Siberian Branch of RAS,
Zolotodolinskaya St., 101, Novosibirsk,
630090, Russia*
E-mail: annaerst@yandex.ru;
tin27@mail.ru; krk@inbox.ru;
ulianna@ngs.ru

The effective way of adaptation of regenerants *Rhododendron hybridum* Hort. Cunningham's White varieties to *ex vitro* conditions using hydroponic system is described. Two-stage process of the adaptation provides a well-developed root system regenerants and their high survival rate in soil substrates.

Key words: *Rhododendron hybridum*, adaptation *ex vitro*, hydroponics.

УДК 630*232.328.1

ВЛИЯНИЕ СРОКОВ ЧЕРЕНКОВАНИЯ НА УКОРЕНЯЕМОСТЬ ЗЕЛЕННЫХ ЧЕРЕНКОВ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

О.В. Хайлова¹

Н.И. Денисов²

¹ *Институт лесного и
лесопаркового хозяйства
ФГОУ ВПО «Приморская
государственная
сельскохозяйственная
академия»;
Россия, 692510, Приморский
край, г. Уссурийск,
пр. Блюхера, 44
E-mail: ilh@primacad.ru*

² *Ботанический сад-институт
ДВО РАН; 690024,
г. Владивосток,
ул. Маковского, 142
E-mail: denisov56@list.ru*

На основании исследования сезонного развития древесных растений для 43 видов определены оптимальные сроки зеленого черенкования. Выделены 3 группы видов: с высокой, средней и низкой степенью укоренения.

Ключевые слова: растение, размножение, черенок, корнеобразование, корень

Введение

Согласно мнению ученых [1], эволюционное развитие растений происходило от крупных древовидных форм к кустарникам, а затем к травам. Способность к вегетативному размножению при этом возрастала. Причем, корнеобразование у травянистых растений выражено сильнее, чем у древесных (кустарников и др.).

Исследователями [2, 3, 4, 5, 6, 7], изучавшими вопросы размножения древесных растений методом черенкования, установлено, что в растительных тканях на раневых поверхностях возможно образование корней. Почка, эпидерма, первичная кора, перицикл, флоэма, камбий, ксилема и паренхима сердцевины содержат клетки, способные продуцировать зачатки корневой системы. Причем, камбий, флоэма и перицикл обладают наибольшей способностью к корнеобразованию, а первичная кора, сердцевина и ксилема – в меньшей степени. На месте среза у одних видов растений формируется каллус, у других – он отсутствует.

Различная способность к регенерации объясняется, по мнению Б. Хейссинга [7], Р.Х. Турецкой и А.В. Гуськова [8], рядом внутренних факторов, контролирующих инициацию адгетивных корней, различиями в балансе эндогенных ауксинов, кофакторов (изохлорогеновая и хлорогеновая кислоты) и питательных веществ. Согласно Б. Хейссингу [7], для формирования корневого зачатка необходим индольно-фенольный комплекс (ризикалин и др.), образующийся в растительных тканях. Считается, что ризикалин продуцируется в листьях и вместе с ауксином перемещается к месту корнеобразования. По мнению С.Е. Хесса [9], для инициации корневых зачатков необходимо определенное количество и соотношение в побегах между углеводами и азотистыми веществами.

Однако, даже при соблюдении оптимальных сроков черенкования и режимов укоренения, черенки (например, зеленые черенки) растений различных видов укореняются неодинаково. Исследователями выявлено, что укореняемость зеленых черенков в значительной степени обусловлена разностью климатических условий географических районов [10, 11, 12].

В южной части Дальнего Востока России (зона муссонного климата) зависимость процесса корнеобразования от степени регенерации изучена в недостаточной степени. Поэтому, выявление оптимальных сроков зеленого черенкования древесных растений (как перспективного метода размножения) в условиях юга Приморья весьма важно, что и послужило основанием для постановки этой задачи в нашей работе.

Объекты и методы исследования

Объектами исследований являлись наиболее перспективные в декоративном и хозяйственном отношении древесные растения, а также относящиеся к категориям редко встречающихся или исчезающих видов.



Метод зеленого черенкования предусматривает выращивание полноценных саженцев из побегов текущего года (длина 5-7-10 см), взятых с материнского растения. Для изучения зависимости степени укореняемости зеленых черенков от фаз вегетации маточных растений черенкование проводилось нами через каждые 5-7 дней, начиная с момента, когда с одного побега можно было взять по 1-2 черенка, до окончания роста побегов. В экспериментах использовались маточные растения различного возраста: деревья 6-10, кустарники 2-10, лианы 3-15 лет. Размер черенка определялся длиной междоузлий: у сильнорослых побегов они нарезались с одним междоузлием, у слаброслых – двумя-четырьмя. Нижние листья удалялись полностью, верхние – укорачивались или оставлялись целыми. Срезы осуществлялись лезвием острой бритвы, т.к. при этом способе не допускалось сжатие живых клеток луба и повреждение коры. Побеги срезались в утренние часы (в 5-7 часов). Учитывалось их местоположение на материнском растении и черенка на побеге. Для черенкования использовались боковые отрастающие побеги из средней части кроны.

Укоренение зеленых черенков осуществлялось в парниках тоннельного типа, наземных кообах и летней теплице. Для притенения черенков использовались щиты из деревянных реек. Почвенный субстрат состоял из смеси песка с торфом в пропорции 1:2; верхний слой – чисто промытого крупнозернистого песка (толщина слоя 4-5 см). Для мелкокапельного полива использовались распылители, вмонтированные в резиновые шланги. Влажность почвы определялась термосовым методом через каждые 5 дней (до и после полива) на глубине 0-3, 3-10 и 10-20 см.

Результаты и их обсуждение

Известно, что результаты укоренения зеленых черенков во многом зависят от биологических особенностей (фаз вегетации и др.) древесных растений и периодов, связанных с различной степенью роста и развития побегов.

Результаты наших опытов показали, что по способности к укоренению исследованные виды можно разделить на 3 группы:

1). Легко укореняющиеся (Л) – укореняемость составляет 70-100% от числа высаженных черенков. Корнеобразование у них происходит одновременно, через две-четыре недели. Черенки этой группы характеризуются активной энергией пробуждения почек и ростом побегов. Величина прироста зависит от вида растения. Корневая система у них более разветвленная, мочковатая. К этой группе относятся: туя западная, можжевельник даурский, микробиота перекрестнопарная, тополь пирамидальный, вейгела ранняя, пузыреплодник смородинолистный, свидина белая, спирея японская, чубушник тонколистный, актинидия коломикта, виноград девичий пятилисточковый, жимолость каприфоль, краснопузырник круглолистный.

2). Со средней степенью укоренения (Ср) – укореняемость – 50-69%. У черенков этой группы процесс корнеобразования проходит менее активно и имеет более продолжительный период. Рост побегов менее активный, а их длина достигает меньшей величины. К этой группе относятся: абрикос маньчжурский, тополь белый, береслет Маака, гортензия метельчатая, миндаль трехлопастной, сирень Вольфа, сирень амурская.

3). Трудно укореняющиеся (Тр) – укореняемость – 25-49%. Образование корней на черенках происходит очень медленно или образуется только каллюс. Прирост побегов незначительный или отсутствует. К этой группе относятся: бархат амурский, калопанакс семилопастный, мелкоплодник ольхолистный, рябина амурская, плоскосемянник китайский, жестер даурский.

Отсюда следует, что изучаемые виды деревьев, кустарников и лиан можно укоренять зелеными черенками. Однако, биологическая способность у каждого вида к этому способу вегетативного размножения различна. В большей степени она проявилась у большинства видов кустарника и лиан.

Д.А. Комиссаров [13] отмечает, что сроки черенкования определяются по анатомо-морфологическим и фенологическим признакам, связанным с длиной побегов (пригодных для наезки черенков), степенью их одревеснения, наличием полностью сформированных листьев и т.д. Лучшим считается период, когда побеги материнского растения находятся в стадии одревеснения и появления пробкового слоя, но при наличии живого неодревесневшего эпидермиса [2, 14]. Оптимальным для этих целей, по мнению Н.К. Вехова и М.П.Ильина [2], является период жизнедеятельности растения, когда ткани черенка способны образовывать корневые зачатки и корни в наибольшем количестве.

В течение вегетационного периода способность зеленых черенков образовывать корни изменяется в значительных пределах, особенно у трудно укореняемых древесных растений. Поэтому в условиях юга Приморского края важно выявление оптимальных сроков черенкования для каждого вида в отдельности.

В зависимости от метеорологических, почвенных и других факторов окружающей среды период роста побегов может изменяться, а вместе с этим варьируют и благоприятные периоды черенкования. Так, одни виды растений лучше образуют корни в фазе интенсивного роста, другие – при его замедлении, третьи – окончании.

Не менее важно и выявление продолжительности периода, в течение которого побеги сохраняют активную способность к корнеобразованию. В табл. 1 видно, что у ряда видов оптимальное состояние побегов для черенкования ограничивается очень коротким периодом и совпадает с фазой интенсивного роста побегов или с фазой их цветения. К таким древесным растениям относятся: лещина разнолистная, плоскосемянник китайский, барбарис Тунберга, рябина амурская, роза Максимовича. Это, как правило, трудно укореняющиеся растения – укореняемость их черенков находится в пределах 30-60%. Для их размножения очень важно проводить черенкование в строго определенные сроки.

Таблица 1

Оптимальные сроки зеленого черенкования в условиях юга Приморья

Вид	Оптимальный срок черенкования	Фаза развития маточного растения	Сохранность черенков на начало октября, %
1	2	3	4
Актинидия коломикта	20-30 VI	Цветение	60-80
Абрикос маньчжурский	25 VI-10 VII	Отрастание побегов	40-50
Бересклет Маака	15-30 VI	Цветение	50-60
Бархат амурский	10-20 VI	Цветение	20-35
Барбарис Тунберга	10-25 VI	Начало образования плодов	20-30
Вейгела ранняя	15 VI-30 VII	Цветение	85-90
Девичий виноград пятилисточковый	10-25 VI	Отрастание побегов, цветение	85-95
Гортензия метельчатая	5-25 VII	Цветение	70-80
Ель голубая	20 VI-5 VII	Отрастание побегов	30-40
Жимолость съедобная	5-15 VI	Отрастание побегов	65-70
Жимолость Рупрехта	5-15 VI	Цветение	50-60
Жимолость Маака	5-20 VI	Цветение	50-70
Жимолость каприфоль	3-15 VII	Отрастание побегов	80-90
Калина Саржента	-	Затухание цветения	60-80
Краснопузырник круглолистный	5-15 VII	Отрастание побегов	70-85
Кизильник блестящий	15-30 VI	Формирование плодов	45-55
Лещина разнолистная	1-10 VII	Отрастание побегов	25-30
Липа амурская	25 VI-5 VII	Отрастание побегов	20-40
Микробиота перекрестнопарная	10-25 VII	Отрастание побегов	80-90
Миндаль трехлопастной	15 VI-25 VII	Отрастание побегов	30-35
Можжевельник даурский	1-20 VII	Отрастание побегов	90-95
Облепиха крушиновая	15-25 VII	Цветение	80-90
Пузыреплодник смородинолистный	5 VI-10 VII	Отрастание побегов до образования плодов	85-90
Плоскосемянник китайский	5-15 VI	Отрастание побегов	40-60
Роза морщинистая	20 VI-5 VII	Цветение	80-90
Роза Максимовича	5-15 VII	Цветение	70-80
Рябина амурская	5-15 VI	Начало формирования плодов	20-40
Сирень обыкновенная	10-25 VI	Цветение	50-70
Сирень Вольфа	10-25 VI	Цветение	50-70
Спирея японская	10 VI-5 VII	Цветение	85-95
Свидина белая	15 VI-10 VII	От бутонов до образования плодов	85-90
Туя западная	1-15 VII	Отрастание побегов	75-80
Тополь белый	10-25 VII	Отрастание побегов	45-65
Форзиция повислая	15 VI-10 VII	Отрастание побегов	90-95
Форзиция овальная	15 VI-10 VII	Отрастание побегов	75-85
Чубушник тонколистный	15-30 VI	Цветение	70-85
Шелковица белая	19-25 VI	Отрастание побегов	40-50

Ряд видов (туя западная, можжевельник даурский и др.) исследователи [15, 16, 17] рекомендуют укоренять до начала вегетации (т.е. одревесневшими черенками) – в апреле-мае.

Следует отметить, что вейгела ранняя относится к легко укореняющимся видам, но при черенковании в разные фазы ее вегетации наблюдается разнокачественность укоренившихся черенков. Черенкование же, например, побегов кизильника блестящего (группа трудно укореняющихся)

няемых растений) показывает, что посадку черенков целесообразнее проводить в середине июня (в фазу окончания цветения), т.к. в фазу массового цветения его побеги незрелые (травянистые). Вместе с тем, при черенковании в третью декаду июня их сохранность снижается до 45-49%. По-видимому, в этот период часть продуктов фотосинтеза расходуется на формирование плодов.

Исследования показали, что сроки нарезки и посадки зеленых черенков оказывают значительное влияние и на развитие корневой системы – зеленые черенки в оптимальные периоды черенкования (например, гортензия метельчатая – с 5 по 25 июня; сирень Вольфа – с 10 июня по 30 июля и т.д.) образуют больше корней первого порядка. Они интенсивнее ветвятся, у них больше общий объем корневой системы, что способствует лучшему развитию надземной части растений.

Ввиду того, что определение степени одревеснения побегов по развитию чечевичек весьма субъективны, а анатомические признаки использовать весьма трудно или вообще невозможно, наиболее доступным способом определения готовности побегов к черенкованию являются фенофазы маточных растений [18]. Так, И.А. Комаров [19] считает, что лучшим сроком для черенкования многих видов кустарников является период цветения, когда происходит наиболее интенсивный обмен веществ, активизируется деятельность ферментов и в побегах появляется стимулятор роста – гетероауксин и пластические вещества.

Многолетние фенологические наблюдения за маточными растениями по общепринятым методикам [20, 21, 22] позволили нам более точно определять готовность побегов к черенкованию, устанавливать оптимальные сроки черенкования, выявлять виды, обладающие различными (длительным, оптимальным или коротким) периодами черенкования. Например, средние многолетние данные о прохождении стадий развития маточных растений вейгелы ранней (легко укореняемый вид) свидетельствуют, что период ее цветения (от единичного появления цветов до его окончания) составляет около 30 дней, который является оптимальным сроком черенкования и успешного массового (производственного) выращивания саженцев.

Нами выявлено (14-летние исследования), что на сроки прохождения фенофаз маточных растений изменение погодных условий большого влияния не оказывает. Но, отмечено их воздействие на степень вызревания побегов: чем больше дождливых и пасмурных дней регистрировалось до начала черенкования побегов, тем продолжительнее побеги находились в стадии "зрелости" (оставались мягкими, травянистыми).

Материалы исследования различных видов древесных растений (деревьев, кустарников и деревянистых лиан) подтверждают прямую зависимость степени укореняемости зеленых черенков от фаз вегетации (табл. 2). Так, у большинства видов кустарника лучшие сроки укоренения черенков отмечены в фазу от начала до окончания цветения (роза морщинистая, гортензия метельчатая, жимолость Маака, ж. съедобная и др.). Исключением является кизильник блестящий, побеги которого становятся пригодными для черенкования лишь в фазу затухания цветения. Зеленые черенки деревьев укоренились, в основном, в фазу роста побегов (абрикос маньчжурский, рябина амурская, липа амурская, тополь белый, туя западная и др.), у деревянистых лиан – после цветения (в период образования плодов).

Таблица 2

Средние показатели укореняемости зеленых черенков в зависимости от фаз сезонного развития маточных растений (в процентах)

Вид	Фазы сезонного развития								
	Начало бутонизации	Бутонизация	Начало цветения	Массовое цветение	Окончание цветения	Начало образования плодов	Образование плодов	Отрастание побегов	Окончание отрастания побегов
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Деревья									
Абрикос маньчжурский	-	-	-	-	-	-	-	65.2	60.3
Бархат амурский	-	17.3	30.1	35.7	28.1	-	-	-	-
Тис остроконечный	-	-	-	-	-	-	-	29.7	26.2
Шелковица белая	-	-	-	-	-	-	-	61.5	49.6

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кустарники									
Бересклет Маака	2.3	17.2	50.7	51.4	22.7	-	-	-	-
Роза морщинистая	-	55.6	64.4	70.1	62.2	29.7	11.3	-	-
Гортензия метельчатая	51.6	65.3	66.4	67.4	65.6	-	-	-	-
Жимолость Маака	34.1	41.3	54.1	54.2	42.4	21.2	-	-	-
Жимолость съедобная	38.1	40.6	52.5	57.5	41.1	-	-	-	-
Кизильник блестящий	-	-	12.7	25.3	47.2	49.8	47.2	-	-
Лещина разнолистная	-	-	-	-	-	-	-	30.3	20.9
Свидина белая	55.3	69.1	62.6	80.4	85.2	86.3	63.3	-	-
Лианы									
Краснопузырник круглолистный	-	-	-	-	-	-	-	76.4	70.4
Актинидия коломикта	-	-	-	52.1	72.1	67.7	49.7	-	-
Девичий виноград пятилисточковый	-	-	-	35.1	82.3	90.2	79.6	-	-

Выводы

Все изучаемые виды древесных растений возможно укоренять зелеными черенками, но биологическая способность каждого из них к этому методу вегетативного размножения различна. У четырех видов (тис остроконечный, туя западная, можжевельник даурский, микробиота перекрестнопарная) в первый год посадки калллюса не образуется.

Видовые отличия проявляются и в характере формирующейся корневой системы. У ряда видов (тополь пирамидальный, свидина белая, вейгела ранняя, лещина разнолистная, краснопузырник круглолистный, девичий виноград пятилисточковый) развивается сильно ветвистая стержневая и мочковатая корневая системы, у других (бархат амурский, калопанакс семилопастный, клен ложнозибольдов, барбарис Тунберга) - единичные горизонтальные корни.

Продолжительность периода корнеобразования варьирует в широких пределах от 8 (краснопузырник круглолистный, девичий виноград пятилисточковый) до 123 дней (тис остроконечный, микробиота перекрестнопарная).

На основании исследования сезонного развития маточных растений для 43 видов растений определены оптимальные сроки зеленого черенкования. Кустарники и деревянистые лианы характеризуются большей степенью укореняемости зеленых черенков, чем деревья. Укореняемость черенков у 24 видов кустарников в среднем составила 61.8%, 14 видов деревьев - 37.8%, 5 видов лиан - 71.8%. По степени укореняемости были выделены 3 группы видов: с высокой (легко укореняемые), средней и низкой (трудно укореняемые) степенью укоренения.

Виды в пределах рода обнаруживают различную способность к размножению зелеными черенками. Например, укореняемость сирени Вольфа, с. обыкновенной, с. амурской варьирует в пределах от 5.6 до 11.7%.

Список литературы

1. Яблоков А.В., Юсуфов А.Г. Эволюционное учение - М.: Высшая школа, 1981. - 343 с.
2. Вехов Н.К., Ильин М.П. Вегетативное размножение древесных растений летними черенками. - Л.: Изд-во ВИР, 1934. - 284 с.
3. Тарасенко М.Т., Штефан Н.Н. Укоренение зеленых черенков вишни и сливы в связи с фазами роста и развития побегов. - М.: Колос, 1960. - Вып.3. - С. 123-136.
4. Турецкая Р.Х. Физиология корнеобразования у черенков и стимуляторы роста. - М.: АН СССР, 1961. - 269 с.
5. Турецкая Р.Х. Эндогенные факторы корнеобразования растений // Биология развития растений. - М. 1975. - С. 126-145.
6. Ермаков Б.С. Влияние температурных факторов на укореняемость зеленых черенков // Лесное хозяйство. - 1992. - №1. - С. 14-17.
7. Haissing BE. Influences of auxins and auxin synergists on adventitious root primordium initiation and development // New Zealand J. Forest Sci. 1974. - Vol. 4. - №3. - P. 311-323.
8. Турецкая Р.Х., Гуськов А.В. Роль ауксинов, их кофакторов и ингибиторов в ризогенезе // Метаболизм и механизма действия фитогормонов. - Иркутск, 1979. - С. 21-27
9. Hess C.E. Aphysiological analysis of root initiation in easy and difficult to root cuttings // XVI-th Int. Hort. cong. 1962. - Vol. IV. - P. 375-382.
10. Earner R.I. Interplay of source, growth substance and environment in propagation by cuttings (proceedings) / Inter. Hort. Congress 16. - Brussels, 1962. - Vol. 5. - P. 617-619.
11. Фаустов В.В. Влияние условий минерального питания маточных растений на укоренение зеленых черенков // Новое в размножении садовых растений. - М., 1969. - С. 42-45.

12. Усевич Т.Е. Некоторые анатомические особенности корнеобразования у зеленых черенков вишни // Докл. Моск. с.-х. акад. им. К.А. Тимирязева. – М., 1970. – Вып. 165. – С. 57-60.
13. Комиссаров Д.А. Биологические основы вегетативного размножения растений черенками: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. – Л.: АН СССР, 1958. – 46 с.
14. Турецкая Р.Х. Инструкция по применению стимуляторов роста при вегетативном размножении растений. – М.: АН СССР, 1962. – 77 с.
15. Агафонова М.А. Сравнительное изучение регенеративной способности поволжских сортов вишни и сливы при размножении корневыми и зелеными черенками // Агротехника селекции и защиты растений. – Куйбышев, 1973. – С. 222-227.
16. Древесная флора Дальнего Востока / Агеенко А.С., Васильев Н.Г., Глоба-Михайленко Д.А. и др. – М.: Лесная промышленность, 1982. – 224 с.
17. Аксенова Н.А., Фролова Л.А. Деревья и кустарники для любительского садоводства и озеленения. – М.: Изд-во МГУ, 1989. – 160 с.
18. Иванова З.Я. Значение сроков черенкования при размножении декоративных кустарников // Вопросы декоративного садоводства. – Барнаул, 1964. – С. 8-26.
19. Комаров И.А. Укореняемость летних черенков некоторых кустарниковых пород в связи с содержанием в побегах гетероауксина // Лесное хозяйство. – 1956. – №4. – С. 26.
20. Батманов В.А. К методике осенних фенологических наблюдений за окрашиванием листьев и листопадом // Ритмы природы Сибири и Дальнего Востока. – Иркутск, 1967. – С. 42-51.
21. Булыгин Н.Е. Фенологические наблюдения под древесными растениями. – Л., 1979. – 96 с.
22. Зайцев Г.Н. Фенология древесных растений. – М.: Наука, 1981. – 120 с.

EFFECT OF TERMS OF GRAFTING ON THE ROOTING OF GREEN CUTTINGS OF WOODY PLANTS

O.V. Khailova¹

N.I. Denisov²

¹ *Institute of Forestry and Forest-park Management "Maritime State Academy of Agriculture", Blucher Av., 44, Ussuriysk, 692510, Primorsky Krai, Russia*
E-mail: ilh@primacad.ru

² *Botanical Garden-Institute of FED RAS, Makovsky St., 142, Vladivostok, 690024; Russia*
E-mail: denisov56@list.ru

On the basis of the study of seasonal development of woody plants for 43 species the optimal timing of green grafting was determined. Three groups of species were identified: with high, medium and low degree of rooting.

Key words: plant, reproduction, stem, root formation, root.

УДК 635.965.283:58.01/07

ОСОБЕННОСТИ ХОЗЯЙСТВЕННО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ СОРТОВ РОДА *HEMEROCALLIS* L. В КОЛЛЕКЦИИ БОТАНИЧЕСКОГО САДА НИУ «БЕЛГУ»¹

О.В. Нецветаева

О.В. Афанасенкова

В.К. Тохтарь

Белгородский государственный
национальный
исследовательский универси-
тет, Россия, 308007,
г. Белгород, ул. Победы, 85

E-mail: netsvetaeva@bsu.edu.ru

В статье приведены результаты исследования количественных признаков 53 сортов рода *Hemerocallis* L., произрастающих в коллекции ботанического сада НИУ БелГУ. Проведена оценка растений по наиболее важным, хозяйственно-биологическим свойствам за 2009-2010 гг. Выявлены сорта, обладающие наиболее декоративными свойствами, предложены варианты использования разных сортов в зависимости от задач озеленения.

Ключевые слова: *Hemerocallis* L., сорта, количественные признаки, интродукция.

Введение

Гемерокалис или лилейник относится к декоративным многолетним травянистым растениям. Цветок этого растения живет всего один день, поэтому другое его название «красноднев». За счет того, что куст имеет несколько цветоносов, а на цветоносе может быть до 30 и более цветков, период цветения растения может быть достаточно длинным. Лилейники, обладающие высокой биологической пластичностью, с успехом выращиваются в самых разных природно-климатических зонах. Потенциал мирового ассортимента рода *Hemerocallis* L. очень велик. Он насчитывает 18 видов и более 10 тысяч гибридных сортов, распространенных в Юго-Восточной Азии, Сибири и Европе [1].

Цветки красноднева очень похожи на лилии, за это сходство их в России называли лилейниками. В англоязычных странах их называют однодневная лилия - Daylilies. Многочисленные сорта, являющиеся сложными межвидовыми и межсортowymi гибридами, относятся к лилейнику гибридного – *Hemerocallis hybrida hort.*

Представители рода красноднев – многолетние травянистые растения с компактным ветвистым корневищем и придаточной корневой системой. Нарастание корней происходит непрерывно у основания побегов вверх, это свойство может вызвать необходимость периодического окуливания кустов. Листья все прикорневые широколинейные, дугообразно загнутые сохраняют декоративность сначала весны и до начала осени.

Классифицируют гибридные лилейники по высоте генеративного побега, по срокам цветения, по форме, окраске и размеру цветка, а также по продолжительности вегетации [2].

Лилейники культура неприхотливая, но все же при размещении следует учитывать их биологические особенности. Краснодневы предпочитают хорошо освещенные участки, где их цветение будет массовым и обильным. В тени, как и в пасмурный день, цветок лилейника может совсем не раскрыться. К температурному режиму не требовательны, но понижение температуры летом может сказаться на ухудшении качества цветения, зимостойки. Мощная корневая система позволяет доставать влагу с глубины и не бояться поверхностного иссушения почвы. Рекомендуется в течение вегетационного периода мульчировать посадки различным материалом. Для выращивания лилейников вполне подойдут обычные садовые почвы [3].

Цель исследования – выявление наиболее декоративных сортов лилейников из коллекции ботанического сада, адаптированных для культивирования в Белгородской области.

Объекты и методы исследования

Ботанический сад НИУ БелГУ находится в лесостепной зоне Белгородской области. Почва – чернозем типичный среднемошный малогумусный тяжелосушлинистый на лессовидном суглинке. Содержание гумуса 5.2%. Почва имеет кислотность, находящуюся в пределах оптимальной для возделываемых культур (pH 5.5-6.0).

¹ Исследования выполнены в рамках реализации государственного задания Министерства образования и науки РФ Белгородским государственным национальным исследовательским университетом на 2012 год (№ приказа 5.2614.2011)

Исследуемая коллекция состоит из 53 сортов. В ряду расположены по 4 растения каждого сорта. Агротехника при закладке коллекции общепринятая для изучаемой культуры [4]. Фенологические и морфологические наблюдения, количественные учеты проводили по методике ГСИ [5]. Коллекцию перезакладывали вегетативным делением пятилетних кустов в 2008 году. По итогам двухлетних исследований в 2009–2010 годах проведена сравнительная оценка количественных признаков и метеоусловий в годы наблюдений.

Погодные условия в год пересадки – 2008 г. – были благоприятными: в апреле месяце выпало достаточное количество осадков (90 мм), значительно превышающее над средними многолетними значениями, т.е. был хороший влагозадел для приживаемости высаженных растений. Далее в течение вегетационного периода этого года также были сравнительно благоприятные условия температурного режима и количества выпавших осадков: недостаток влаги наблюдался в июне и августе, но компенсировался небольшими осадками в июле и августе и средними в сентябре (45 мм). Высокие температуры наблюдались только в августе, поэтому проводился регулярный полив. Приживаемость растений перезаложенной коллекции лилейников в 2008 г. была практически 100 процентной. За исключением 2-х растений, слабо развивающихся.

2009 год характеризовался недостатком влаги в апреле, июне, августе и сентябре, а в мае и июле влаги почти было достаточно в сравнении со средними многолетними, соответственно 48 мм и 70 мм осадков. Температура воздуха на протяжении всего вегетационного периода незначительно превышала средние значения. Условия вегетации для коллекции лилейников в течение всего 2009 г. способствовали дальнейшему повышению ее декоративности.

В целом, первый период 2010 г. можно охарактеризовать как благоприятный для перезимовки и начала роста (рис. 1). Хотя развитие растений, начиная с апреля месяца, проходило со значительным дефицитом влаги в динамике и превышением среднемесячной температуры над средней многолетней за весь период вегетации, что неблагоприятно сказывалось на их росте и развитии.

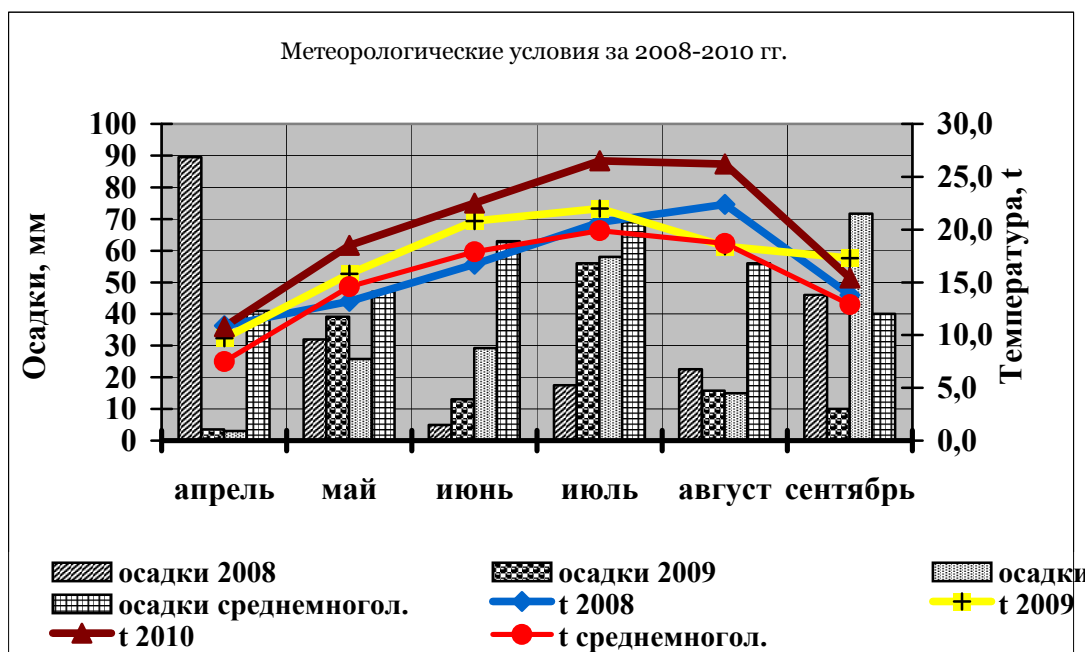


Рис. 1. Динамика температур и осадков за вегетационный период 2008-2010 гг. в сравнении со средними многолетними значениями

Результаты исследований и обсуждение

В результате проведенных исследований количественных признаков сортов рода *Nemerocallis* L. в коллекции ботанического сада БелГУ в 2009 и 2010 годах установлено, что:

1) по количеству цветоносов на 4-х растениях в сумме выявлено: сортов с количеством цветоносов до 10 шт. – 15/27; от 11 до 15 – 10/18; от 16 до 20 – 6/13; от 21 до 30 – 1/10; и более 30 цветоносов – 6 шт. (2010), а в 2009г. их не было вовсе (через курсив приведены значения количества цветоносов в 2009/2010 годах). Количество цветоносов в каждой категории увеличилось в каждый последующий год наблюдений;

2) по высоте цветоносов – из карликовых, нами изучен только один сорт Стела Д.Оро (высота до 40 см); из низких, от 41 см до 60 см выявлено – 21 сорт; средней высоты, от 61см до 80см – 24 (22); 81-100 см – 5 шт., и более 100 – 2 шт.;

3) по диаметру цветка – миниатюрных до 7 см есть два сорта: среднего диаметра от 7 см до 12 см – 33(14); крупных от 13 см до 18 см – 18 (36) сортов. Растения свыше 18 см в диаметре не отмечены;

4) Анализ данных по срокам цветения, показал, что хотя дата начала цветения увеличилась незначительно – на два дня, дата окончания цветения сократилась на 10 дней по причине аномальной жары и недостатка влаги.(табл. 1).

Таблица 1

Хозяйственно-биологическая оценка коллекции лилейников 2010 г

№ п/п	Название сорта	Количество цветоносов	Высота цветоноса, см	Диаметр цветка, см	Дата начала цветения	Дата окончания цветения	Цвет венчика
1	Саймон Ред	4/4/5/8	85	15	10.07	18.08	кир/кр
2	Радиянт Гритинг	0/5/6/5	80	12	1.07	26.07	оранж.
3	Нортбрук Стар	3/7/5/6	93	17	2.07	29.07	желт.
4	Цитрина	6/9/10/9	115	8	20.06	23.07	лимон.
5	Канди Кусторд	0/9/4/4	70	10	18.06	25.07	двуцв.
6	Франс Холс	6/45/5	65	12	10.06	22.07	двуцв.
7	Элегант Канди	3/5/5/4	64	7	14.06	25.07	двуцв.
8	Мелон	3/2/5/0	47	16	2.07	30.07	бл/ор.
9	Стела Д. Оро	10/17/0/13	50	6	22.06	24.07	желт.
10	Дабл Дримс	4/6/6/4	60	15	2.07	30.07	оранж
11	Джон Сеньор	3/2/3/1	60	13	3.07	2.08	белый
12	Пандора Бокс	4/3/7/0	56	12	2.07	6.08	лососев.
13	Романтик Роуз	9/7/4/3	50	9	5.07	5.08	роз/сир.
14	Анна Уорнер	3/2/2/1	62	15	1.07	29.07	розовый
15	Шугар Канди	2/5/7/3	54	15	28.06	22.07	сирен.
16	Прери блю Айз	6/5/3/3	62	14	29.06	20.97	сирен.
17	Кинг оф Хартс	8/11/10/6	70	12	2.07	26.07	красн.
18	Ред Меджик	4/3/6/6	47	12	29.06	28.07	красн.
19	Амер. Революшн	2/1/1/2	47	12,5	19.07	12.08	борд.
20	Лейз Самер	9/5/6/6	70	17	16.07	20.08	желт.
21	Гринвуд Холл	5/5/3/4	65	13	25.06	20.07	т/желт.
22	Кванцо Вариегати	2/3/2/1	50	10	27.06	19.07	красн.
23	Уолли Нонс	1/1/3/2	60	9	28.06	27.07	т/желт.
24	Рая	3/2/1/1	65	8	28.06	25.07	св/кор.
25	Фульва Квенсо	1/2/1/1	55	10	29.06	25.07	кор/кир
26	Еллоу Фенд	3/1/2/1	70	9	25.06	27.07	желт.
27	Эллис Вондерленд	2/2/3/1	80	12	10.07	24.07	ор/кир.
28	Raging Tiger	5/6/5/5	43	10	1.07	25.07	розов.
29	Winning Ways	7/0/7/2	63	10	2.07	23.07	лимон.
30	Half Pint	3/2/3/3	50	12	2.07	28.07	красн.
31	Master T	5/3/4/3	43	10	28.07	27.07	лосос.
32	Alise Monderland	10/10/8/8	90	11	14.07	14.08	св/оран.
33	Butter Sey Kisses	4/4/5/2	63	9	29.06	22.07	т/корал.
34	Crismas Carol	2/2/0/1	43	12	5.07	29.07	корал.
35	No Mistake Plantation	2/3/2/5	65	10	7.07	26.07	желт.
36	Marocco Boaty	6/9/6/2	65	13	2.07	27.07	бл/роз.
37	Dansing Moonbeany	2/2/1/0	55	10	3.07	25.07	св/желт
38	Goddess	8/4/8/2	68	11	3.07	27.07	бл/роз.
39	Lolita	4/4/4/3	63	12	23.07	30.07	срен.
40	Serena Sunburst	11/9/8/7	75	17	12.07	8.08	св/желт
41	Harlcom Lase	7/10/8/9	66	12	28.06	22.07	бл/роз.
42	Angel Mine	1/1/3/1	60	12	24.06	20.07	св/сир.
43	Red Velur	5/2/3/3	60	12	21.06	24.07	красн.

Окончание таблицы 1

44	Post Te	10/4/7/5	77	11	26.07	12.08	вишн.
45	Regal	8/8/6/2	79	12	6.07	29.07	св/крас.
46	Give Scot	5/3/3/3	65	11	25.07	14.08	лимон.
47	Missouri Becuty	7/4/5/4	71	13	26.06	22.07	кир/кр.
48	Churcnell Powns	6/7/6/5	50	11	27.07	15.08	ор/сир.
49	Pavlost	8/9/6/7	103	17	29.06	27.07	желт.
50	Royal Trills	8/5	40	16	12.07	4.08	св/кор
51	Brava	2/1	45	13	1.07	24.07	желт.
52	Favorite Things	4/8/4/7	100	16	6.07	28.07	оранж.
53	Minstvel Boy	2/3/4/5	76	13	1.07	26.07	лимон.
	Итого:	1003					

5) Подсчет суммарного количества цветков на всей коллекции в 2010 году в сравнении с данными 2009 года, свидетельствует об их увеличении почти вдвое – с 4421 до 8342 шт.

6) Сравнительная оценка данных по суммарному количеству цветоносов 2010 года и 2009 года показала, что на третий год вегетации перезаложенной коллекции число цветоносов увеличилось на 31%: от 699 шт.- в 2009 году до 1003 шт. в 2010 г.

7) Сравнивая показатели погодных условий и размер цветка, необходимо отметить, что погодные условия повлияли на величину цветка, среднего размера цветков, до 13 см в диаметре – стало больше от 14 до 33, а вот крупных размером от 13 до 18 см и более, меньше – из 36 до 18 шт. (табл. 2).

Таблица 2

Сравнительная оценка количественных признаков коллекции лилейников 2009 и 2010 г.г.

№ п/п	Название сорта	Высота цветоноса, см 2009/2010 гг.	Диаметр цветка, см 2009/2010 гг.	Сумма цветков 2009/2010 гг.	Сумма цветоносов 2009/2010 гг.
1	Саймон Ред	65/85	14/15	106/196	12/21
2	Радант Гритинг	65/80	14/12	57/172	6/16
3	Нортбрук Стар	65/93	14/17	104/224	12/21
4	Цитрина	90/115	9/8	214/536	11/34
5	Канди Кусторд	65/70	12/10	60/119	8/17
6	Франс Холс	70/65	12/12	29/141	4/23
7	Элегант Канди	40/64	9/7	72/177	6/17
8	Мелон	44/47	13/16	51/121	5/10
9	Стела Д. Оро	30/40	7/6	57/173	17/40
10	Дабл Дримс	40/60	14/15	41/150	7/20
11	Джон Сеньор	45/60	12/13	57/105	4/9
12	Пандора Бокс	45/56	11/12	90/95	6/14
13	Романтик Роуз	40/50	10/9	95/229	10/23
14	Анна Уорнер	50/62	13/15	29/89	4/8
15	Шугар Канди	50/54	11/15	81/185	6/17
16	Прерии блю Айз	50/62	13/14	85/212	6/17
17	Кинг оф Харте	50/70	13/12	170/297	15/34
18	Ред Меджик	50/47	14/12	119/185	10/19
19	Амер. Революшн	50/47	12/13	28/59	4/6
20	Лейз Самер	67/70	14/17	105/184	11/26
21	Гринвуд Холл	55/65	8/13	42/101	8/22
22	Кванцо Вариегати	50/50	7/10	34/70	7/16
23	Уолли Нонс	80/60	12/9	54/42	7/23
24	Рая	80/65	12/8	63/46	5/19
25	Фульва Квенсо	90/55	12/10	40/35	6/21
26	Еллоу Фенд	60/70	10/9	50/59	8/18
27	Эллис Вондерленд	55/80	13/12	118/198	14/22
28	Raging Tiger	50/43	10/10	94/124	11/21
29	Winning Ways	65/63	13/10	93/256	11/16
30	Half Pint	50/50	12/12	38/62	8/11
31	Master T	52/43	11/10	23/54	7/15
32	Alise Monderland	80/90	13/11	152/335	18/36
33	Butter Sey Kisses	57/63	13/9	77/161	11/15
34	Crismas Carol	55/43	11/12	17/39	3/5
35	No Mistake Plantation	50/65	15/10	33/81	7/12
36	Marocco Boaty	70/65	12/13	159/219	13/23

Окончание таблицы 2

37	Dansing Moonbeany	65/55	12/10	52/68	4/5
38	Goddess	65/68	12/11	108/181	14/22
39	Lolita	75/63	13/12	53/104	9/15
40	Serena Sunburst	65/75	15/17	197/299	18/35
41	Harlcom Lase	65/66	12/12	222/328	23/34
42	Angel Mine	65/60	12/10	35/52	5/6
43	Red Velur	70/60	12/14	48/92	7/13
44	Post Te	85/77	11/9	184/318	12/26
45	Regal	70/79	12/10	120/140	14/24
46	Give Scot	70/65	11/14	102/130	11/14
47	Missouri Becuty	75/71	13/15	216/172	19/20
48	Churnell Powns	50/50	11/10	130/204	16/24
49	Pavlost	95/103	17/15	154/341	13/30
50	Royal Trills	65/40	16/15	23/68	4/13
51	Brava	60/45	13/16	59/37	3/3
52	Favorite Things	90/100	16/14	170/256	12/18
53	Minstvel Boy	80/76	13/11	154/162	10/14
Итого:		4764/8483		699/1003	

Проведенные исследования по оценке важных хозяйственно-биологических признаков дает возможность рекомендовать определенные сорта, для озеленения с различными целями. Полученные результаты позволяют осуществить подборку сортов с разными сроками цветения. Созданные с использованием сортов *Hemerocallis* фитоэкспозиции будут обладать высоким декоративным эффектом за счет непрерывного цветения растений более 2,5 месяца. Оценка по высоте цветоноса дает возможность рекомендовать сорта лилейников для посадки на каменистых горках и по краям бордюров в условиях региона четыре сорта: Стела Д. Оро, Royal Trills, Crismas Carol, Master T. Низко- и среднерослые растения предпочтительнее размещать у края цветника или вблизи его центра. К таким растениям относятся сорта Джон Сеньор, Пандора Бокс, Angel Mine, Red Velur, Канди Кусторд, Minstvel Boy. Высокие сорта рода *Hemerocallis* необходимо использовать для одиночных, солитерных посадок. К перспективным для использования в этой группе растений относятся сорта Favorite Things, Pavlost, Саймон Ред, Нортбрук Стар.

Список литературы

1. Полетико О.М. Род *Hemerocallis* L. // Декоративные травянистые растения. - Т.2. - Л.: Наука, 1977. - 99-104 с.
2. Турчинская Н.Н Лилейники гибридные. - Тбилиси: Мецниереба, 1973. - 87 с.
3. Вяткин А.И. Красноднвы в Сибири. - Новосибирск: «Дачный мир», 2003. - 31 с.
4. Хими́на Н. И. Лилейники. - М.: Кладезь-Букс, 2006. - 95 с.
5. Методика государственного сортоиспытания декоративных культур. - М.: Издательство министерства сельского хозяйства РСФСР, 1969. - 182 с.

FEATURES OF ECONOMIC AND BIOLOGICAL SIGNS OF THE VARIETIES OF GENUS *HEMEROCALLIS* L. IN THE COLLECTION OF NRU "BeISU" BOTANICAL GARDEN

O.V. Netsvetaeva
O.V. Afanasenkova
V.K. Tokhtar

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

The article presents some results of quantitative traits research for 53 varieties of the *Hemerocallis* L genus in the collection of the NRU «BeISU» botanical garden. The evaluation of the most important, economic-biological characters of the plants studied over the period of 2009-2011 years allowed to reveal the most decorative properties of them, which can be used for different tasks of gardening.

Key words: *Hemerocallis* L., varieties, quantitative traits, introduction.

УДК 634.722:631.527:631.521

ОЦЕНКА СОРТОВ СМОРОДИНЫ КРАСНОЙ ПО ОСНОВНЫМ МОРФОСТРУКТУРНЫМ КОМПОНЕНТАМ ПРОДУКТИВНОСТИ В УСЛОВИЯХ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ¹

Л.А. Тохтарь
В.Н. Сорокопудов
В.В. Языкова
А.В. Трегубов

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

Изучены компоненты продуктивности сортов красной смородины различного генетического происхождения в условиях Белгородской области. Проведена оценка сортов по длине кисти, количеству цветков и ягод в кистях, завязываемости ягод и их массе. Выделены культивары с высокими уровнями основных компонентов продуктивности – Баяна, Белая Смольяниновой, Виксне, Нива, Красная Кузьмина, Чотоква.

Ключевые слова: красная смородина, компоненты продуктивности, длина кисти, масса ягод, завязываемость ягод.

Введение

Красная смородина – высокоурожайная и зимостойкая ягодная культура. Ее ягоды содержат значительный набор витаминов, микроэлементов, сахаров, органических кислот, а также пектины, антоцианы и дубильные вещества. В пищевой промышленности ягоды используют для приготовления соков, морсов, желе, мармелада, вина [1]. Витаминные и целебные свойства ягод сохраняются и в продуктах переработки [2, 3].

Большой генетический потенциал адаптивности смородины красной к различным почвенно-климатическим условиям позволяет ее возделывать практически во всех регионах России [4]. Несмотря на это культура красной смородины пока не получила в нашей стране заслуженного распространения. В то же время в странах Западной Европы красная смородина занимает одно из ведущих мест в промышленном ягодоводстве.

Смородина красная имеет высокий потенциал продуктивности, у отдельных сортов он может достигать 500 ц/га. Однако его реализация зависит от ряда причин, к которым относятся генотип растений, их возраст и состояние, погодные условия во время цветения и формирования ягод, уровень агротехники [5]. Фактическая или хозяйственная урожайность часто не отражает потенциальные возможности сортов, что свидетельствует различии их адаптивных потенциалов. Реализация потенциала продуктивности у различных сортов составляет от 25 до 66% [6].

Сведения о слагаемых продуктивности красной смородины немногочисленны. Среди компонентов потенциальной продуктивности данной культуры рассматриваются длина плодовой кисти, количество цветочных кистей на 1 погонный метр плодоносящей древесины, количество цветков на 1 погонный метр, количество цветков и ягод в кисти, процент завязавшихся ягод и их средняя и максимальная масса [7, 8].

Целью наших исследований было изучение компонентов продуктивности сортов красной смородины различного генетического происхождения для выделения культиваров, обладающих их высоким уровнем.

Объекты и методы исследований

Основные морфоструктурные компоненты продуктивности исследовали у 27 сортов и 2-х элитных форм красной смородины различного генетического происхождения отечественной и зарубежной селекции. Контролем в исследовании послужил районированный в Белгородской области сорт Щедрая.

Исследования проводили на базе коллекции красной смородины в Ботаническом саду Белгородского государственного университета с 2006 по 2010 год. Белгород расположен на

¹ Работа выполнена в рамках реализации и при финансовой поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 гг., ГК № П508 от 14.05.2010 «Разработка технологии изостатического прессования продуктоа растительного происхождения».

юго-западе Белгородской области. Климат области умеренно континентальный с жарким летом и умеренно холодной зимой. Продолжительность вегетационного периода со среднесуточной температурой выше 5°C составляет от 187 до 197 дней [9]. По влагообеспеченности Белгородская область относится к зоне недостаточного увлажнения. Среднегодовое количество осадков по среднемноголетним данным – 467 мм.

Изучение компонентов продуктивности проводили в соответствии с «Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [7, 10].

Результаты исследований обрабатывали методами математической статистики по методике Г.Н. Зайцева (1972) с использованием программного обеспечения Microsoft Office Excel.

Результаты и их обсуждение

Длину плодовой кисти рассматривают как один из резервов продуктивности растений красной смородины [7]. По общепринятому ранжированию средняя длина кисти у большинства изученных сортов была короткой (от 6 до 8 см) или очень короткой (до 5). Статистическая обработка данных показала наличие существенных различий между сортами (табл.). Достоверно большая средняя длина кисти при НСР₀₅=0.9 см отмечена у сортов Баяна (7.3 см), Нива (7.2 см), Первенец (7.1) и образца 2002-56-2 (6.9 см). Признак длины кисти генетически детерминирован, однако при этом необходимо отметить влияние на него факторов среды. Так в сезоне 2008 года длина кисти у всех сортов была достоверно больше, чем в 2007 и 2009 гг.

Таблица
Компоненты продуктивности сортов красной смородины (в среднем за 2006-2010 гг.)

Сорт	Длина кисти, см	Кол-во цветков в кисти, шт.	Кол-во ягод в кисти, шт.	Полезная завязь, %	Масса ягоды, г	
					средняя	максимальная
1	2	3	4	5	6	7
Алтайская красная	4.54±0.25	11.36±0.52	6.86±0.17	64.0±20.7	0.38±0.08*	0.64±0.13
Английская белая	5.52±0.11	12.38±0.23*	7.54±0.39	61.1±16.7	0.34±0.05	0.54±0.11*
Баяна	7.30±0.12*	14.5±0.48*	7.44±0.09	49.5±19.2	0.46±0.05	0.78±0.16
Белая Смольяниновой	6.04±0.15	14.06±0.24**	8.64±0.34	61.4±11.4	0.32±0.04*	0.56±0.11*
Белка	6.40±0.28	12.66±0.29	7.88±0.31	62.6±12.7	0.48±0.08	0.76±0.23
Валентиновка	5.70±0.10	14.24±0.63	7.96±0.35	59.9±15.6	0.44±0.11	0.62±0.08*
Виксне	6.24±0.27	14.64±0.32**	9.40±0.53	64.0±16.4	0.50±0.0	0.68±0.08
Голландская белая	5.68±0.21	11.86±0.58	6.84±0.13	60.6±16.6	0.42±0.08	0.66±0.16
Голландская розовая	6.52±0.19	12.78±0.26*	6.10±0.46	47.2±15.3	0.42±0.08	0.68±0.11
Джотун	5.22±0.21	13.26±0.71	8.32±0.33	65.5±19.7	0.40±0.07	0.60±0.07*
Императорская желтая	4.88±0.12	11.96±0.44	6.88±0.33	60.1±21.9	0.3±0.09*	0.52±0.11*
Йонкер ван Тетс	5.44±0.26	16.0±0.28	8.0±0.70	49.2±10.2	0.46±0.09	0.70±0.16
Красная Кузьмина	6.02±0.27	12.16±0.52	5.58±0.14	47.6±11.2	0.62±0.15	1.0±0.22
Мармеладница	5.98±0.11	14.54±0.31**	6.42±0.34	40.5±9.4*	0.50±0.12	0.72±0.16
Натали	4.54±0.21	10.38±0.63	5.92±0.23	59.9±18.1	0.42±0.08	0.60±0.14*
Нива	7.16±0.28	12.28±0.41	6.54±0.30	53.2±6.5	0.58±0.18	0.90±0.35
Осиповская	8.50±0.11	13.82±0.51	8.08±0.35	60.9±15.5	0.38±0.08	0.62±0.13
Первенец	7.12±0.33	15.97±0.17**	8.3±0.65	52.6±18.8	0.52±0.13	0.74±0.05
Плодородная из Пальнау	6.60±0.17	13.98±0.68	7.5±0.29	56.3±17.7	0.54±0.09	0.86±0.19
Розе Чайр	5.64±0.26	12.88±0.30*	5.92±0.32	43.1±6.2*	0.42±0.04	0.58±0.11*
Рубин	5.88±0.20	13.26±0.43	6.54±0.28	50.5±15.1	0.44±0.09	0.70±0.14
Стефанс	4.72±0.11	10.82±0.41	6.62±0.20	62.3±10.5	0.46±0.13	0.70±0.16
Фертоди	6.28±0.25	14.02±0.14**	9.14±0.60	64.7±20.0	0.34±0.09*	0.58±0.08*
Чотоква	5.84±0.18	9.36±0.31	7.08±0.08	77.2±12.4*	0.58±0.08	0.92±0.08
Чудесная	4.78±0.13	10.84±0.32	7.26±0.21	69.1±18.3	0.40±0.07	0.56±0.05*
Чулковская	5.54±0.16	11.18±0.42	6.68±0.29	57.3±13.5	0.42±0.08	0.68±0.19
1-63-22	4.80±0.08	10.74±0.13	6.56±0.12	61.2±6.0	0.38±0.04*	0.58±0.08*
2002-56-2	6.88±0.03*	12.10±0.20	6.60±0.18	54.8±8.1	0.46±0.05	0.82±0.11

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7
Щедрая (контроль)	5.58±0.12	10.82±0.09	6.28±0.17	58.4±11.2	0.50±0.02	0.84±0.13
Среднее	5.86±0.14	12.74±0.24	7.2±0.15	57.8	0.45±0.04	0.69±0.07
НСР ₀₅	0.9	2.9	-	-	0.11	-

Примечание: * - достоверное отличие от контроля при уровне вероятности 0,95; ** - при уровне вероятности 0,99.

Количество цветков в кисти красной смородины у исследуемых сортов варьировало от 9.4 до 16.0 шт. и составило в среднем 12.7 шт. Установлены достоверные различия между сортами по данному признаку. Достоверно большее количество цветков по сравнению с контролем отмечено у сортов Виксне, Белая Смольяниновой, Мармеладница, Фертоди, Первенец, Баяна, Голландская розовая, Английская белая. Корреляционный анализ данных выявил прямую зависимость средней силы между количеством цветков в кисти и ее длиной ($r=0.52^{**}$).

Кроме сортовых особенностей на этот показатель оказывают влияние условия среды. Так в 2009 г количество цветков в кисти было достоверно ниже, чем в предыдущие годы исследований (рис.).

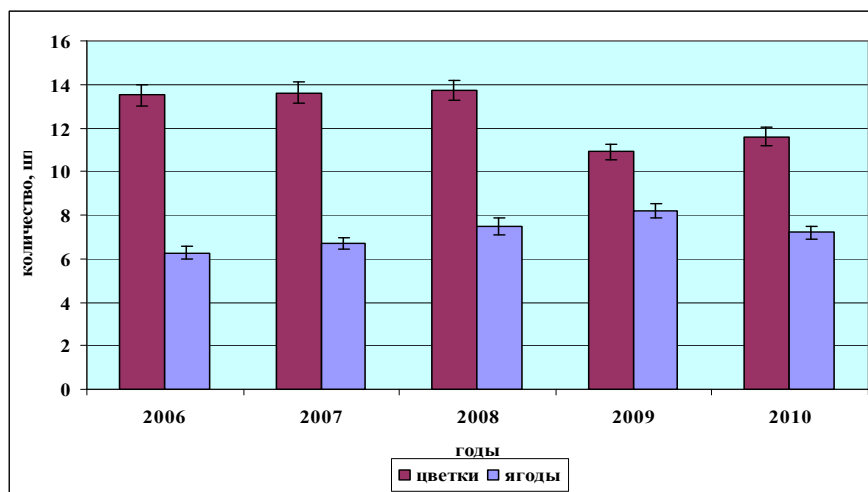


Рис. Изменчивость количества цветков и ягод в кисти красной смородины по годам

Среднее количество ягод в кисти красной смородины составило 7.2 шт., при этом отмечено варьирование данного показателя по сортам от 5.6 шт. у сорта Красная Кузьмина до 9.4 шт. у сорта Виксне. У ряда сортов среднее количество ягод в кисти оказалось несколько выше, чем у остальных, статистически данные различия не подтверждены.

Выявлена прямая зависимость средней силы между количеством цветков и ягод в кисти ($r=0.61^{***}$).

Определение слабой положительной корреляции между такими показателями продуктивности как длина кисти и количество ягод в ней ($r=0.23$) свидетельствует о том, что длина плодовой кисти не может рассматриваться как важный резерв продуктивности красной смородины в условиях района исследований.

Установлено влияние условий вегетационного периода на количество завязавшихся ягод в кисти красной смородины. Так, в сезоне 2009 года этот показатель был достоверно больше чем в 2006, 2007 и 2010 гг. (см. рис.).

Средняя завязываемость ягод в кисти по всем изученным сортам красной смородины составила 57.8%. Наибольший процент завязавшихся ягод отмечен у сортов Чотоква (77.8%), Чудесная (69.1%), Джотун (65.5%), Фертоди (64.7%), Виксне (64.0%), Алтайская красная (64.0%). Анализ коэффициентов корреляции между данными компонентами продуктивности показал наличие средней отрицательной зависимости между количеством цветков в кисти и процентом завязавшихся ягод ($r=-0.52^{**}$) и слабой прямой зависимости между количеством ягод в кисти и их завязываемостью ($r=0.4^{*}$). На степень завязывания ягод красной смородины оказывали влияние погодные условия вегетационных периодов. Процент завязавшихся ягод в 2009 году составил 74.6% и был достоверно выше, чем во все остальные годы наблюдений.

Массу ягод красной смородины определяют не только биологические особенности растений. В значительной степени она зависит от влажности почвы и воздуха, а также от возраста куста; на стареющих ветвях масса ягоды уменьшается [7], поэтому при характеристике сорта большое значение имеет определение средней и максимальной массы ягоды.

За весь период исследований средняя масса ягод красной смородины составила 0.45 г. Между изучавшимися сортами установлены существенные различия по данному признаку. Достоверно большая средняя масса ягод отмечена у сортов Красная Кузьмина (0.62 г), Нива (0.58 г) и Чотоква (0.58 г). Наиболее мелкие ягоды имеют сорта Английская белая (0.34 г), Белая Смольяниновой (0.32 г) и Императорская желтая (0.33 г).

Варьирование показателя максимальной массы ягоды по годам исследований находилось в пределах от 0.4 до 1.3 г и составило в среднем 0.69 г. Наиболее крупные ягоды отмечены у сортов Красная Кузьмина (1.0 г) Нива (0.9 г), и Чотоква (0.9 г). Установлена прямая корреляция средней силы между величиной средней и максимальной массой ягод в кисти красной смородины ($r=0.74^{***}$).

Заклучение

Оценка морфоструктурных компонентов продуктивности генофонда красной смородины позволила установить границы изменчивости показателей между изученными сортами. По совокупности высоких уровней морфоструктурных компонентов продуктивности лучшими оказались сорта Баяна, Белая Смольяниновой, Виксне, Нива, Красная Кузьмина, Чотоква.

Список литературы

1. Осипова З.Ф., Хакулова Г.Г., Шапенкова Л.А. Сорта плодовых и ягодных культур, рекомендуемые для переработки на различные виды консервов // Селекция и сорторазведение садовых культур. – Орел: ВНИИСПК, 1995. – С. 274-281.
2. Макаркина М.А. Биохимическая оценка сортов и гибридов красной смородины в связи с их использованием в селекции и производстве: автореф. дисс... канд. с.-х. наук. – Брянск, 2000. – 22 с.
3. Макаркина М.А. Селекция яблони и смородины красной на улучшение химического состава плодов: автореф. дисс. ... доктора с.-х. наук. – Брянск, 2009. – 48 с.
4. Помология. Том IV. Смородина. Крыжовник / Под ред. Е.Н. Седова. – Орел: ВНИИСПК, 2009. – 468 с.
5. Шигт П.Г. Учение о росте и развитии плодовых и ягодных растений. – М., 1958. – С. 99-101.
6. Родюкова О.С. Изучение адаптивного и продуктивного потенциалов смородины как исходного материала для селекции и улучшения сортимента: автореф. дис... канд. с.-х. наук. – Мичуринск-научоград, 2009. – 23 с.
7. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова и Т.П. Огольцовой. – Орел: Изд-во Всероссийского НИИ селекции плодовых культур, 1999. – 608 с.
8. Родюкова О.С. Оценка сортов смородины красной по основным компонентам продуктивности // Состояние и перспективы развития нетрадиционных садовых культур: материалы международной науч.- методич. конференции 12 – 14 августа 2003 г. ВНИИСХ. – Воронеж: Кварта, 2003. – С. 271-274.
9. География Белгородской области: Учеб. Пособие / 3-е изд., испр. и доп. – М.: Изд-во МГУ, 2008. – 136 с.
10. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под ред. Г.А. Лобанова. – Мичуринск, 1973. – 496 с.

RED CURRANT VARIETIES ASSESSMENT BASED ON THE MAIN MORPHOSTRURAL COMPONENTS OF PRODUCTIVITY IN CONDITIONS OF BELGOROD REGION

L.A. Tokhtar
V.N. Sorokopudov
V.V. Jazykova
A.V. Tregubov

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

Components of red currant varieties productivity of various genetic origin in the Belgorod region are studied. The estimation of varieties on bunches length, flowers and berries quantity in bunches, productivity and weight of berries is carried out. Plant cultivars with high levels of the basic components of productivity are selected - Bayan, Belaya Smoljaninovej, Viksne, Niva, Krasnaya Kuzmina, Chotokva.

Key words: red currant, productivity components, length of bunch, weight of berries, infructescence of berries.

УДК 633.34:631.52

ИЗУЧЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕМЯН ФАСОЛИ ОВОЩНОЙ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ЗАПАДА ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО РЕГИОНА

Н.В. Коцарева

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

В статье представлены результаты изучения возможной урожайности и установлена зависимость семенной продуктивности сортов фасоли овощной от условий выращивания на юго-западе ЦЧР. Выделено четыре сорта фасоли овощной с высокой семенной продуктивностью для ведения семеноводства в условиях Белгородской области

Ключевые слова: фасоль овощная, семенная продуктивность, потенциальная урожайность, действительно возможная урожайность, лимитирующий фактор.

Введение

К основным районам возделывания фасоли относятся Центрально-Черноземный регион [1]. Но производственные посевы фасоли овощной в регионе незначительны, и выращивается она в основном в мелких фермерских и личных хозяйствах. Основная причина небольшой распространенности фасоли овощной – ручные сборы бобов, на которые приходится до 80% всех затрат, связанных с выращиванием этой культуры.

По утверждению В. Вдовина, коммерческого директора Саранского консервного завода, потенциал рынка для фасоли овощной достаточно большой. Его рост на 30% и более реален с огромным потенциалом отечественного производства в плане замещения зарубежной доли. Анализ внутреннего рынка страны показал, что объемы потребления фасоли овощной в замороженном виде могут составить 34000 т. Если будет достигнута урожайность европейских производителей, то площади, занятые фасолью овощной, должны составлять 2900 га [2].

При хорошей агротехнике урожайность фасоли составляет в опытных сельскохозяйственных учреждениях и на государственных сортоучастках 1.5–2.0 т/га, в отдельные наиболее благоприятные годы – 2.5–3.5 т/га [3, 4].

В связи с потребностью производства особую актуальность приобретает изучение потенциальных особенностей фасоли овощной в конкретных климатических условиях.

Основной задачей исследований являлось изучение потенциала новых сортов фасоли селекции ВНИИССОК в условиях юго-запада ЦЧР.

Объекты и методы исследования

Исследования проводили в 2010–2011 гг. на кафедре селекции, семеноводства и растениеводства Белгородской ГСХА им. В.Я. Горина.

Почва опытного участка чернозем типичный тяжелосуглинистый среднемощный. Средневзвешенная мощность гумусового горизонта – 74 см. Содержание гумуса в пахотном слое – 4.54%. рН солевой вытяжки 6.7 содержание легкогидролизуемого азота – 137.2 мг/кг, подвижного фосфора – 138.0, обменного калия – 126.0 мг/кг почвы.

Предшественник фасоли – капуста брокколи. Агротехника общепринятая для региона.

Изучали 10 сортов фасоли овощной: Дива, Лика, Миробела, Морена, Магура, Настена, Золушка, Аришка, Пагода, Рашель.

Учетная делянка 4 м² в четырехкратной повторности. Общая площадь опыта 160 м². Фенологические наблюдения проводили в каждом повторении опыта, отмечали дату посева, фазы начала и массовых всходов, бутонизации, образования бобов, технической и биологической спелости.

Биометрические измерения на 20 растениях каждой делянки.

Учет семенной продуктивности проводили при созревании 70–80% бобов и характерной для сорта окраске зерновок.

Результаты и их обсуждение

В работе установлено влияние условий выращивания на семенную продуктивность фасоли овощной.

За период вегетации фасоли овощной в условиях Белгородской области приход солнечной энергии составляет 95.38 кДж/см². Потенциальная урожайность семян фасоли (сухая биомасса) при КПД ФАР 2% может составить 4.12 т/га. В ЦЧР при оптимальных условиях выращивания можно получить 4.79 т/га фасоли при стандартной влажности 14%.

Лимитирующим фактором для условий юго-запада ЦЧР является влагообеспеченность. Количество продуктивной влаги приведено в таблице 1.

Таблица 1
Количество продуктивной влаги при выращивании фасоли

Год	Запасы влаги метровым слое почвы, мм		Осадки за период вегетации, мм
	Перед посевом	Перед уборкой	
2010	146.1	48.2	110.2
2011	134.4	25.6	166.7
Среднее	140.3	36.9	138.5

Количество продуктивной влаги для фасоли за годы изучения в среднем составило $(140.3+138.5 \times 0.8 - 36.9) = 214.2$ мм. Действительно возможный урожай фасоли овощной в регионе при таком количестве продуктивной влаги может быть получен 2.78 т/га.

Климатически обеспеченный урожай определяли по гидротермическому показателю,

который наряду с термическим режимом учитывает и условия увлажнения. Сопоставление прихода суммарной радиации с содержанием влаги в почве за вегетационный период в условиях юго-запада ЦЧР имеет большое практическое значение.

Коэффициент увлажнения фасоли в ЦЧР равен 0.504. Период вегетации фасоли овощной в среднем за 3 года составил 9.1 декады, а ГТП=2.11. Действительно возможный урожай фасоли овощной по гидротермическому показателю может быть получен на уровне 1.60 т/га. Таким образом, температурный режим способствует снижению урожая фасоли.

Очень часто размеры урожаев ограничивают не климатические факторы, а недостаток элементов питания, урожаи часто остаются невысокими, так как действует закон минимума (ограничивает размеры урожаев фактор, находящийся в минимуме, в данном случае почвенное плодородие или отдельный элемент питания).

Урожайность культур рассчитывали по каждому элементу питания (фосфор, калий).

При соотношении семян и соломы, равном 1:1.7, на формирование 1 т зерна фасоли затрачивается 12 кг азота, 30 кг фосфора и 16 кг калия. Вынос питательных веществ на 1 т основной продукции с учетом побочной составляет: азота – 44–55 кг, фосфора – 20–24 кг, калия – 26–30 кг. Коэффициент использования элементов питания из почвы в засушливых условиях для фасоли составляет – 0.16 фосфора, 0.20 калия.

Действительно возможный урожай фасоли овощной по почвенному плодородию может составить по содержанию фосфора – 4.51 т/га; по содержанию калия – 4.12 т/га.

Длительность периода «посев – всходы» у изучаемых сортов напрямую зависела от количества продуктивной влаги на момент посева и составила в среднем 10 суток. Влагообеспеченность почвы и влажность воздуха оказала большое влияние на образование и развитие генеративных органов фасоли – цветков и бобов, начиная с ранних стадий развития (рис. 1).

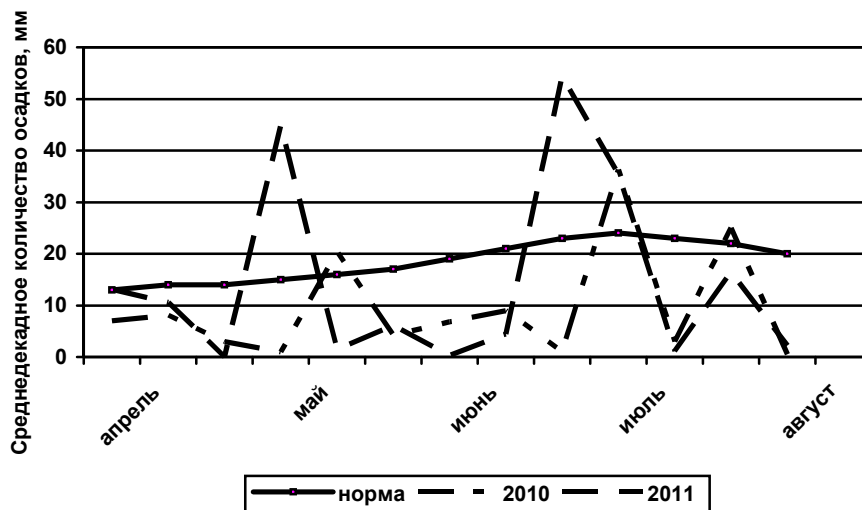


Рис. Климатические условия за период вегетации фасоли

Осадки по годам исследований отличались резкими колебаниями в течение вегетации. В 2010 году осадков было меньше нормы, но их выпадение было более равномерным, что способствовало формированию урожая фасоли.

В 2011 году осадков было больше, чем в 2010 году. Осадки в начале вегетации способствовали нарастанию вегетативной массы. В период цветения – образования бобов и их созревания количество осадков было ниже среднеголетних значений на фоне высоких среднесуточных температур, что в сильной степени негативно повлияло на урожайность сортов фасоли овощной.

Всходы в 2010 году отмечали на 8 сутки, в 2011 году из-за низких запасов влаги в почве на момент посева появление всходов произошло на 12 сутки. Цветение у сортов фасоли наступало на 30–42 сутки с момента появления всходов (табл. 2).

По фазам «всходы – цветение» сорта распределились на группы: 30–35 суток – Настена, Морена, Мирабелла, Дива, Лика; 36–40 суток – Аришка, Пагода Рашель. Наступление фазы «всходы – цветение» у сорта Золушка отмечали на 40–42 сутки.

Наступление технической спелости отмечали на 49–61 сутки. В зависимости от погодных условий по годам изучения биологическая спелость наступала у сортов фасоли на 67–81 сутки. Раннее созревание отмечали у сортов Рашель, Аришка, Магура на 67–70 сутки; Дива, Настена, Морена, Мирабелла, Лика, Пагода – 71–79 сутки; Золушка – 81 сутки.

Таблица 2

Наступление фенологических фаз сортов фасоли овощной

Сорт (Фактор А)	Количество суток от всходов								
	дДо цветения			технической спелости			биологической спелости		
	годы (фактор В)			годы (фактор В)			годы (фактор В)		
	2010	2011	среднее	2010	2011	среднее	2010	2011	среднее
Лика - st	34	34	34	50	54	52	71	72	72
Морена	37	32	35	51	48	50	80	77	79
Мирабелла	32	31	32	51	48	50	78	76	77
Магура	36	32	34	49	48	49	69	69	69
Дива	36	30	33	59	48	54	71	69	70
Настена	36	32	34	57	48	53	73	71	72
Золушка	40	42	41	54	56	55	81	81	81
Аришка	36	40	38	50	54	52	68	68	68
Пагода	38	34	36	65	56	61	74	71	73
Рашель	35	37	36	49	52	51	66	67	67
НСР ₀₅	3.12			4.17			1.69		
НСР А	2.21			2.95			1.19		
НСР В и АВ	0.99			1.32			0.54		

На высоту растений фасоли существенное значение оказали условия года. Это связано с запасами влаги в период посева и осадками в начале роста и развития. Между сортами по высоте существенных различий не отмечено. Так в 2010 году высота растений фасоли не превышала 37 см, в то время как в 2011 году этот показатель колебался по сортам от 37.0 см до 56.1 см (табл. 3). В среднем высота растений варьировала в пределах 33–43 см.

Длина боба варьировала от 9.8 см у сорта Настена до 14.3 см у сорта Пагода в 2010 году. В 2011 году длина бобов колебалась от 11.6 см до 15.5 см у этих же сортов. Ширина бобов варьировала незначительно, и в наших исследованиях этот показатель равнялся 0.8–0.9 см.

Важным показателем, характеризующим сорта фасоли, является высота закрепления первого боба. Она в сильной степени зависела от условий выращивания и высоты растения. Благоприятные условия сложились для роста фасоли в 2011 году, и высота закрепления боба увеличилась до 16.2–21.4 см. В среднем высота закрепления бобов колебалась от 14.0 см у сорта Морена до 17.4 см у сорта Рашель.

Таблица 3

Биометрические измерения при изучении сортов фасоли овощной, см

Сорт (Фактор А)	Высота растений			Длина боба			Высота закрепления боба,		
	годы (фактор В)			годы (фактор В)			годы (фактор В)		
	2010	2011	среднее	2010	2011	среднее	2010	2011	среднее
Лика - st	31.0	40.3	35.7	10.5	12.8	11.7	13.3	17.2	15.3
Морена	25.0	41.7	33.4	11.8	12.2	12.0	11.3	16.6	14.0
Мирабелла	30.3	37.0	33.7	10.0	14.1	12.1	11.8	17.4	14.6
Магура	27.0	38.7	32.9	11.8	13.4	12.6	11.8	19.6	15.7
Дива	29.5	36.1	42.8	11.5	12.5	12.0	12.8	16.7	14.8

Окончание таблицы 3

Настена	28.3	38.3	33.3	9.8	11.6	10.7	13.5	16.2	14.9
Золушка	34.5	37.1	35.8	12.8	13.9	13.4	14.8	17.4	16.1
Аришка	28.5	48.4	38.5	11.5	11.9	11.7	17.5	16.5	17.0
Пагода	37.0	47.1	42.1	14.3	15.5	14.9	14.8	17.5	16.2
Рашель	29.0	40.2	34.6	11.0	14.6	12.8	13.3	21.4	17.4
НСР ₀₅	4.36			0.36			0.49		
НСР А	3.09			0.25			0.35		
НСР В и АВ	1.38			0.11			0.16		

По признаку «количество бобов на растении» результаты исследований различались как по сортам, так и годам. В среднем количество бобов на растении колебалось в 2010 году от 16 бобов у сорта Магура до 29 бобов у сорта Золушка (табл. 4). В 2011 году отмечали уменьшение количества бобов на растении до 13–23 штук. В среднем варьирование по количеству бобов по сортам составило 15–26 штук.

Таблица 4

Структура урожая и посевные качества семян фасоли овощной

Сорт (фактор А)	Число бобов, шт.			Число семян с растения, шт.			Масса семян с 1 растения, г			Масса 1000 семян, г		
	годы (фактор В)			годы (фактор В)			годы (фактор В)			годы (фактор В)		
	2010	2011	среднее	2010	2011	среднее	2010	2011	среднее	2010	2011	среднее
Лица - st	27	17	22	115	87	101	25.2	17.7	21.5	242.0	220.7	231.4
Морена	23	20	22	103	84	94	41.8	31.8	36.8	311.0	241.3	276.2
Мирабелла	19	16	18	53	68	61	30.6	36.8	33.7	286.3	246.2	266.3
Магура	16	13	15	104	91	98	30.0	22.3	26.1	328.8	300.3	314.6
Дива	24	17	21	187	163	175	40.5	29.8	35.2	168.5	154.6	161.6
Настена	24	22	23	100	93	97	25.1	18.5	21.8	241.3	198.46	219.9
Золушка	29	23	26	140	105	123	24.6	20.4	22.5	184.3	193.5	188.9
Аришка	21	21	21	177	109	143	29.8	18.9	24.3	286.5	255.4	271.0
Пагода	25	19	22	79	88	84	24.7	26.1	25.4	228.3	183.6	206.0
Рашель	18	17	18	141	108	125	41.5	26.5	34.0	260.0	217.2	238.6
НСР ₀₅	3.08			10.49			0.49			33.80		
НСР А	2.18			7.42			0.35			23.90		
НСР В и АВ	0.97			3.32			0.16			10.69		

Число семян с растения также различалось по годам изучения и сортам. До 100 семян отмечено у сорта: Мирабелла – 53–68 штук, Пагода – 79–88 штук и Настена – 93–100 семян. Наибольшим выходом семян с одного растения отличался сорт Дива – 163–187 штук.

У сортов по массе семян с одного растения различия по годам были неоднозначными. Отмечали по большинству сортов снижение массы семян. Сорт Мирабелла в меньшей степени реагировал на изменение условий выращивания по годам, и у него отмечали увеличение массы семян с растения с 30.6 г до 36.8 г. По выходу семян с одного растения превысили стандарт сорта Морена – 36.8 г, Мирабелла – 33.7 г, Дива – 35.2 г, Рашель – 34.0 г.

Масса 1000 семян в среднем колебалась от 161.6 г до 314.6 г. Минимальные значения этого показателя отмечали у сорта Дива – 154.6–168.5 г, а максимальные – у сорта Магура 300.3–328.8 г. Фактическая урожайность семян сортов фасоли приведена в таблице 5.

Таблица 5

Семенная продуктивность сортов фасоли овощной

Сорт (фактор А)	Урожайность семян, т/га			
	годы (фактор В)			
	2010	2011	среднее	± к стандарту
1	2	3	4	5
Лица - st	0.70	0.48	0.59	-
Морена	1.16	0.88	1.02	+0.43
Мирабелла	0.85	1.02	0.94	+0.35
Магура	0.83	0.62	0.73	+0.14
Дива	1.13	0.83	0.98	+0.39
Настена	0.70	0.51	0.60	+0.01
Золушка	0.68	0.53	0.61	+0.02

Окончание таблицы 5

1	2	3	4	5
Аришка	0.83	0.53	0.68	+0.09
Пагода	0.69	0.73	0.71	+0.12
Рашель	1.15	0.74	0.95	+0.36
НСР 05				0.19
НСР А				0.13
НСР В и АВ				0.06

Выводы

В среднем урожайность семян фасоли была получена на уровне 0.59–1.02 т/га, что свидетельствует о низком использовании ФАР посевами.

Высокой урожайностью семян отличились сорта: Морена – 0.88–1.16 т/га, Рашель – 0.74–1.15 т/га, Дива – 0.83–1.13 т/га, Мирабелла – 0.85–1.02 т/га.

Анализ расчетов программируемой урожайности в зависимости от почвенно-климатических факторов и фактически полученной урожайности свидетельствует о том, что количества продуктивной влаги достаточно для получения высоких урожаев семян фасоли в условиях юго-запада ЦЧР. Но неравномерное распределение осадков и затраты тепла на испарение способствовали существенному снижению продуктивности сортов фасоли овощной. В условиях юго-запада ЦЧР необходимо фасоль выращивать с использованием агротехники, обеспечивающей уменьшение испарения влаги из почвы или на орошении.

Выделено четыре сорта фасоли овощной с высокой семенной продуктивностью для ведения семеноводства в условиях Белгородской области.

Список литературы

1. Добруцкая Е.Г. Экологические основы селекции и адаптивного семеноводства овощных культур: Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – М., 1997. – 46 с.
2. Российский рынок замороженных овощей / Электронный журнал: Гастрономия. Бакалея. – 2011. – №5 (319). [Электронный ресурс] URL://http://www.my-gb.ru/articles
3. Барабаш О.Ю. Особливості вирощування овочевих культур у західних районах України. – Київ: Урожай, 1990. – С. 168–173.
4. Казыдуб Н.Г., Казыдуб В.М., Клинг А.П. Продуктивность и качество фасоли овощной в условиях южной лесостепи Западной Сибири // Селекция и семеноводство овощных культур: Сборник научных трудов ВНИИССОК. – М., 2009. – Вып. 43. – С. 76–79.

STUDY OF THE POTENTIAL GROWING OF VEGETABLE BEAN SEEDS IN CONDITIONS OF THE SOUTH-WEST OF THE CENTRAL CHERNOZEM REGION

N.V. Kotsareva

V.Y. Gorin Belgorod State
Agricultural Academy,
Vavilov St., 1, Maysky Set.,
Belgorod Reg., 308503, Russia
E-mail: nadine151059@rambler.ru

The article presents the results of a study of possible yield and the dependence of seed production of vegetable varieties of beans on the growth conditions in the south-west CCR. Four varieties of vegetable beans with a high seed production for management of seed growing in the Belgorod region were selected.

Key words: vegetable beans, seed production, potential yield, actual-ly possible yield, limiting factor.

УДК 633.32: 631.8

ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ КЛЕВЕРА КРАСНОГО (*TRIFOLIUM PRATENSE* L.)

А.Г. Ступаков¹
А.П. Чернышова²
М.А. Нуликова¹
А.А. Болдин²

Белгородская государственная
сельскохозяйственная академия
им. В.Я. Горина,
Россия, 308503, Белгородская
обл., п. Майский, ул. Вавилова, 1,

² Львовская опытно-
селекционная станция ВНИИСС,
Россия, 307720, Курская обл.,
Львовский район, пос. Селекци-
онный

Повышение урожайности клевера красного в зернотравянопропашном севообороте обусловлено последствием минеральных удобрений при насыщенности 1 га севооборотной площади $P_{30}K_{52}$. Эффективность повышения доз фосфора на НК-фоне лимитировалась заметно более низким содержанием обменного калия, чем в почве без удобрений, а калия на NP-фоне – невысоким содержанием подвижного фосфора. Положительное последствие азотных удобрений не проявилось ввиду наметившегося снижения содержания подвижных форм элементов питания в почве, что в большей мере относится к обменному калию.

Ключевые слова: клевер, продуктивность, минеральные удобрения, севооборот, чернозём, подвижные формы NPK.

Введение

По объёмам накопления общего и фиксированного азота (66% и 63% соответственно) в земледелии России важнейшая роль принадлежит многолетним травам, в частности, клеверу, люцерне, эспарцету [1]. В биологических и ландшафтных системах земледелия они могут занимать до 20–25% площади пашни, а на склонах крутизной более 5°, отведенных под почвозащитные севообороты, вводится не менее 50% многолетних трав [2].

Материал и методы

Влияние удобрений на плодородие почвы и урожайность сельскохозяйственных культур, в частности, на продуктивность клевера красного нами изучалось в западной части ЦЧР на Львовской опытно-селекционной станции ВНИИСС в 10-польном зернотравянопропашном севообороте, заложенном в 1974 году, на чернозёме выщелоченном малогумусном (4.47%) среднесуглинистого гранулометрического состава с высокой нитрификационной способностью и средней обеспеченностью подвижными формами фосфора и калия. Исследования проводились в севообороте с таким чередованием культур: викоовсяная смесь – озимая пшеница – сахарная свекла – ячмень + клевер – клевер 1 г.п. – озимая пшеница – сахарная свекла – горох – озимая рожь – кукуруза М.В.С. на силос.

Удобрляли озимая пшеница и рожь, сахарная свёкла и кукуруза. Викоовсяная смесь, клевер и горох испытывали их последствие. На клевере, большей частью, проявлялось последствие во второй год удобрений, внесенных под сахарную свёклу. При средней величине гидrolитической кислотности 3.5 мг-экв./100 г почвы в пахотном слое (0–30 см) почва перед закладкой опыта была произвесткована по полной Нг.

Результаты исследований

Наблюдения, проведенные в 2011 году, выявили, что при внесении азотных удобрений в дозе N_{44} из расчёта на 1 га севооборотной площади по фосфорно-калийному фону ($P_{30}K_{52}$) урожайность сена клевера не претерпевала изменений (табл.). При этом наметилось снижение содержания подвижных форм элементов питания в почве, что в большей мере относится к обменному калию. Доведение доз до N_{66} и N_{88} обусловило тенденцию к уменьшению урожайности относительно PK-фона (–2.8 и –3.0 ц/га или 11.9 и 12.7% соответственно).

Применение фосфора из расчёта P_{30} по азотно-калийному фону ($N_{44}K_{52}$) способствовало наибольшему в опыте повышению урожайности сена на 9.2 ц/га (+37.1%), что обеспечено уве-

личением содержания в почве подвижных фосфатов. Возрастание дозы фосфора до P_{45} не привело к дальнейшему росту урожайности, хотя и продолжалось наращивание содержания фосфатов в почве. Дальнейшему нарастанию продуктивности препятствовало заметное снижение содержания обменного калия.

Калийные удобрения из расчёта K_{52} по азотно-фосфорному фону ($N_{44}P_{30}$) проявили высокий эффект на клевере – прибавка урожайности сена составила 7.4 ц/га (+29,8%). Это вызвано заметным ростом содержания обменного калия в почве. Его повышение в результате доведения дозы до K_{78} не вызвало повышение урожайности из-за снижения содержания фосфатов.

Таблица

Зависимость продуктивности клевера красного и содержания подвижных форм элементов питания в слое почвы 0–30 см от насыщенности севооборота минеральными удобрениями

Уровень насыщенности 1 га севооборотной площади	Урожайность зелёной массы, ц/га	Выход сена, ц/га	Урожайность сена, ц/га	Содержание в почве, мг/кг почвы		
				$N-NO_3^*$	P_2O_5	K_2O
Без удобрений	63	27.8	17.4	19	59	75
$P_{30}K_{52}$ – фон						
Фон	88	26.8	23.6	22	89	95
Фон + N_{44}	86	28.7	24.8	18	80	85
Фон + N_{66}	80	25.9	20.8	22	88	80
Фон + N_{88}	77	26.7	20.6	19	83	87
$N_{44}K_{52}$ – фон						
Фон	59	26.6	15.6	20	59	79
Фон + P_{30}	86	28.7	24.8	18	80	85
Фон + P_{45}	81	27.9	22.6	18	95	66
$N_{44}P_{30}$ – фон						
Фон	62	28.1	17.4	19	71	60
Фон + K_{52}	86	28.7	24.8	18	80	85
Фон + K_{78}	91	27.0	24.5	17	73	90
НСР ₀₅ , ц/га			3.6			

* – $N-NO_3$ после компостирования

Из парных сочетаний минеральных удобрений эффективны только фосфорно-калийные удобрения – $P_{30}K_{52}$. Рост урожайности сена оказался равным 6.2 ц/га (35.6%). На азотно-калийном и азотно-фосфорном фонах удобренности не превышена урожайность сена клевера, который выращивался без применения удобрений. Лимитирующим фактором повышения урожайности при использовании этих сочетаний удобрений явилось содержание в почве подвижных форм фосфора и калия, не превысившее их содержание в почве без удобрений (как в случае с $N_{44}K_{52}$ – фоном), или заметно более низкое содержание обменного калия (как в случае с $N_{44}P_{30}$ – фоном).

Таким образом, в зернотравянопропашном севообороте при выращивании клевера красного эффективны фосфорно-калийные удобрения, вносимые из расчёта $P_{30}K_{52}$ на 1 га севооборотной площади, которые проявляют последствие на культуре. Повышение доз фосфора до P_{45} на фоне NK и калия K_{78} на фоне NP не оправдано ввиду содержания обменного калия и подвижных фосфатов соответственно, не превышающее их содержание в почве без удобрений.

Список литературы

1. Завалин А.А., Благовещенская Г.Г., Кожемяков А.П. Вклад бобовых культур в поступление биологического азота и органического вещества в почвы России // Инновационно-технологические основы развития земледелия. – Курск: Изд-во ВНИИЗиЗПЭ, 2006. – С. 312-315.
2. Котлярова О.Г. Биологизация в ландшафтных системах земледелия // Инновационно-технологические основы развития земледелия. – Курск: Изд-во ВНИИЗиЗПЭ, 2006. – С. 175-179.

FEATURES OF A MINERAL FOOD OF A CLOVER RED (*TRIFOLIUM PRATENSE* L.)

A.G. Stupakov¹

A.P. Chernyshova²

M.A. Kulikova¹

A.A. Boldin²

¹ V.Y. Gorin Belgorod State Agricultural Academy, Vavilov St., 1, Maysky Set., Belgorod Reg., 308503, Russia

² Lgov Experimental-Selection Station of RSRISB, Selektzyonny Set., Lgov Dist., Kursk Reg., 307720, Russia

Increase of productivity of red clover in a crop-grass rotation is caused by the aftereffect of mineral fertilizers at a saturation of soil $P_{30}K_{52}$ per hectare. The efficiency of increase of doses of phosphorus on NK-background was limited by much lower content of exchangeable potassium, than in soil without fertilizers, and of potassium on NP-background –by low content of mobile phosphorus. Positive aftereffect of nitric fertilizers did not appear in view of the outlined decrease in the content of mobile forms of nutrients in the soil, it especially concerns exchangeable potassium.

Key words: clover, efficiency, mineral fertilizers, crop rotation, chernozem, mobile forms of NPK.

УДК 632.4:630.416.3:582.287

ПЕЧЕНОЧНИЦА ОБЫКНОВЕННАЯ *FISTULINA HEPATICA* FR. В БЕЛГОРОДСКИХ ДУБРАВАХ

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

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

В статье рассматриваются вопросы биоэкологии, распространенности и вредоносности печеночницы обыкновенной *Fistulina hepatica* Fr., вызывающей комлево-стволовую гниль дуба черешчатого *Quercus robur* L. в Белгородских дубравах. По результатам полевых обследований и анализа полученных данных приводится описание экологических особенностей печеночницы, оценивается распространенность и вредоносность данного вида в приспевающих и спелых дубовых древостоях Белгородской области Российской Федерации.

Ключевые слова: печеночница обыкновенная, дуб черешчатый, комлево-стволовая гниль, распространенность заболевания, вредоносность, жизнеспособность деревьев.

Введение

Печеночница обыкновенная *Fistulina hepatica* Fr. – обычный спутник дуба черешчатого *Quercus robur* L. приспевающего, спелого и перестойного возраста по всему ареалу распространения дуба в Северном полушарии, а также – в Австралии [1]. Этот патогенный ксилотрофный базидиомицет вызывает гниль древесины живых деревьев дуба, ослабляя их и снижая их жизнеспособность. Отдельные аспекты биоэкологии, распространенности и вредоносности *Fistulina hepatica* рассматриваются в соответствующей литературе [1-9]. Для условий Белгородской области (южная лесостепь Восточной Европы), где произрастают дубравы с преобладанием дуба черешчатого, представляющие неперемный элемент лесостепного ландшафта, подобные исследования (за исключением единичных работ [7, 8]) практически не проводились. Поэтому мы поставили целью провести фитопатологическое обследование Белгородских и Шебекинских дубрав и уточнить особенности биоэкологии *F. hepatica*, оценить распространенность ее в дубовых древостоях и дать общую оценку вредоносности этого патогена в порослевых дубравах Белгородской области.

Объекты и методика

Объектом исследований являлись порослевые дубовые древостои 70–100-летнего возраста, расположенные в нагорных, байрачных и плакорных дубравах южной части Белгородской области Российской Федерации. Полевые обследования проводились в 2011 г. в дубовых древостоях Белгородского и Шебекинского районов Белгородской области. Приводим описание обследованных древостоев.

Урочище «Дубовое» (Белгородский лесхоз, Белгородское лесничество). Состав древостоя: 10Д+Кло+Лпм. Возраст (лет), средний диаметр (см), полнота, бонитет: 90; 28.2; 0.5-0.6; II. Урочище «Коровино» (Шебекинский, Архангельское). 5Д5Ясо+Кло+Лпм. 90; 29.0; 0.5-0.6; II. Лес «Шебекинская дача» (Шебекинский, Шебекинское). 8Д1Лпм1Кло+Ясо. 90-95; 29.0; 0.5-0.6; I-II. Дубрава «Архиерейская роща» (Белгородский, Белгородское). 10Д+Кло+Лпм. 70-80; 28.9; 0.5-0.6; II. Урочище «Рог» (Шебекинский, Шебекинское). 10Д+Кло+Лпм. 70-80; 28.2; 0.5-0.6; II-III. «Безлюдовский лес» (Шебекинский, Шебекинское). 10Д. 85; 27.4; 0.5-0.6; II-III.

Подробное описание методологии выполнения работы изложено в нашей статье, вышедшей ранее [10]. Отметим лишь, что распространенность (встречаемость) *F. hepatica* на живых деревьях дуба мы оценивали с учетом явных признаков ее присутствия, а именно, как отношение числа учтенных живых деревьев дуба с плодовыми телами патогена, что однозначно указывает на зараженность им дуба, к общему числу учтенных живых деревьев в составе древостоев. Вредоносность (степень вредоносности) оценивали с учетом распространенности патогена на живых деревьях, интенсивности вызываемого заболевания, состояния жизнеспособности пораженных деревьев, вероятности гибели пораженных деревьев вследствие поражения. Подчеркнем, что мы рассматриваем вредоносность в экологическом, а не в лесохозяйственном аспекте. Если хозяйственная вредоносность есть оценка потерь древесины (от гнили вызываемой

данным видом дереворазрушающих грибов) в переводе на полное ее разрушение (дм³ на 1 м³ объема ствола) [11], то экологическая вредоносность есть оценка снижения жизнеспособности и вероятности гибели деревьев в древостоях по причине активности данного вида дереворазрушающих грибов [12].

Результаты и обсуждение

Печеночница обыкновенная *Fistulina hepatica* Fr. – грибной организм, образующий крупные плодовые тела, относящийся к высшим грибам класса Basidiomycetes порядка Aphyllophorales [13].

В антропогенных дубравах Белгородской области *F. hepatica* поражает ядровую часть древесины дуба черешчатого. Вызывает темно-бурую комлевую или комлево-стволовую гниль, которая поднимается на высоту 1.3 м [8], но, вероятно, может распространяться и выше по стволу (до 2–4 м) [3].

Вызываемая гниль деструктивного типа (гриб усваивает и лигнин и целлюлозу). В I-II-ой стадиях гниения древесина буреет, но не снижает механических свойств, ее называют «бурый дуб» [3] (Brown Oak [1]). Кстати сказать, древесина дуба в этой стадии приобретает красивый рисунок и, поскольку не теряет прочности, высоко ценится как исходный материал в производстве мебели и декоративных вещей [1]. Во II-III-ей стадиях гниения древесина становится темно-бурой (в отличие от гнили от серно-желтого трутовика *Laetiporus sulphureus* (Bull.) Bond. et Sing., которая в конечной стадии имеет красно-бурый цвет), размягчается (распадается на призмочки) и становится хрупкой. По литературным данным [3] гниль, вызываемая *F. hepatica*, слабая неактивная; действие гриба на механические элементы древесины замедленное [6]. По данным австралийского ученого Донаубауера [14] патоген разрушает клетки запасующей паренхимы, которые являются главным местом аккумуляции крахмала. Не исключено, что патоген, используя свой ферментативный аппарат, в первую очередь частично разрушает оболочки клеток паренхимы, которые играют важную роль в хранении резервных материалов, и ассимилирует запасные вещества, отложенные в виде крахмала. После истощения запасного материала патоген начинает более полно разрушать механические элементы древесины.

Гриб способен развиваться как на живых деревьях дуба, так и на дубовых пнях. По результатам учетов находок плодовых тел гриба на мертвом и живом субстратах частота встречаемости его на живом субстрате, т. е. на живых деревьях, составляет 0.7-0.9 [9]. Его справедливо относят к группе факультативных сапрофитов (паразитов-сапрофитов) [5, 9].

Заражение дуба происходит посредством базидиоспор через морозобоины и трещины в коре в нижней части ствола, а также – грибницей, развивающейся на материнских пнях. Последний путь заражения характерен для порослевых древостоев.

Плодовые тела (базидиомы) патогена однолетние, как правило, одиночные, в молодом возрасте языковидной или сферической формы, розово-красные, мягкой консистенции, с бело-красными прожилками. Зрелые плодовые тела (рис. 1) имеют вид округлых или почкообразных мясистых подушковидных или плоских шляпок с короткими боковыми ножками. Размер зрелых плодовых тел 10–20 см в диаметре. Верхняя поверхность плодовых тел мясо-красная, с возрастом – красно-бурая. Гименофор – трубчатый, светло-коричневого (песочного) цвета, трубочки обособлены одна от другой. Внутренняя мякоть сочная, мясо-красная с белыми прожилками. Плодовые тела обычно формируются в трещинах коры ствола и комля, в местах морозобоин и в комлевых и комлево-гнездовых дуплах. При обследовании древостоев в 2011 г. мы вели учет базидиом патогена, обнаруженных на живых деревьях дуба (табл. 1). С большей степенью вероятности можно обнаружить базидиому патогена на дереве, имеющем комлево или комлево-гнездовое дупло, т. е. чаще поражаются и поражены деревья с неблагоприятным состоянием комлевой части.

Таблица 1

Распределение числа базидиом *F. hepatica* по месту их обнаружения на живых деревьях дуба

Древостой дубравы	Общее количество обнаруженных базидиом <i>F. hepatica</i> , шт. (%)	Количество базидиом <i>F. hepatica</i> , обнаруженных		
		в трещинах коры ствола или комля, шт. (%)	в местах морозобоин, шт. (%)	в комлевых и комлево-гнездовых дуплах, шт. (%)
«Дубовое»	10 (100.0)	1 (10.0)	0 (0.0)	9 (90.0)
«Коровино»	1 (100.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (100.0)
«Шебекинская дача»	5 (100.0)	1 (20.0)	1 (20.0)	3 (60.0)
«Архиерейская роща»	1 (100.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (100.0)
«Рог»	8 (100.0)	1 (12.5)	0 (0.0)	7 (87.5)
«Безлюдковский лес»	3 (100.0)	0 (0.0)	1 (33.3)	2 (66.7)
По всем древостоям	28 (100.0)	3 (10.8)	2 (7.1)	23 (82.1)



Рис. 1. Плодовое тело *F. hepatica* у основания ствола живого дуба



Рис. 2. Крона дерева дуба, пораженного *F. hepatica*, (категория состояния жизнеспособности III-IV) на фоне кроны рядом стоящего здорового дерева (категория состояния жизнеспособности I)

F. hepatica распространена по всему ареалу дуба в Северном полушарии и в Австралии [1]. В лесостепной зоне Восточной Европы *F. hepatica* – обычный консорт дуба в антропогенных дубравах приспевающего, спелого и перестойного возраста [4, 5, 7, 8]. Характерные плодовые тела этого гриба, формирующиеся во второй половине лета – осенью, почти всегда можно обнаружить у основания ствола живого дерева дуба, на усохшем тонкомерном дереве или же на дубовом пне при посещении (просто даже с рекреационной целью) дубового леса. По результатам наших рекогносцировочных обследований (табл. 2) распространенность *F. hepatica* в Белгородских дубравах на живых деревьях дуба составляет 0.5-5.0%.

Таблица 2

Распространенность *F. hepatica* с учетом явных признаков поражения деревьев дуба в древостоях обследуемых дубрав

Дубрава	Количество обследованных деревьев, шт. (D _{1,3} , см)*	Количество деревьев с явными признаками поражения (наличием базидиом <i>F. hepatica</i>), шт. (D _{1,3} , см)	Распространенность <i>F. hepatica</i> по явному признаку (наличию базидиом), %
«Дубовое»	202 (28.2)	10 (22.8)	5.0
«Коровино»	199 (29.0)	1 (28.0)	0.5
«Шебекинская дача»	200 (29.0)	5 (28.0)	2.5
«Архиерейская роща»	198 (28.9)	1 (24.0)	0.5
«Рог»	181 (28.2)	8 (27.5)	4.4
«Безлюдовский лес»	334 (27.4)	3 (25.3)	0.9

* – средний диаметр деревьев на уровне груди

Факт частой встречаемости базидиом патогена в комлевых и комлево-гнездовых дуплах пораженных деревьев (см. табл. 1) наводит на мысль о том, что распространенность печеночницы может находиться в зависимости от горизонтальной фитоценотической структуры дубовых древостоев, точнее, от выраженности ее, так называемой клоновой мозаичности [15]. Чем выше в составе древостоев деревьев, представляющих собой порослевые (клоновые) био группы, тем выше распространенность печеночницы. Порослевая (клоновая) био группа – это несколько близ стоящих дочерних деревьев, возобновившихся вегетативно (из спящих почек) от одного пня материнского дерева. Такие дочерние деревья часто имеют общее комлево-гнездовое дупло или гнездовую полость, оставшуюся в наследие от сгнившего материнского пня. Патоген, развиваясь на материнском пне, в дальнейшем способен заражать дочерние деревья.

Зависимость распространенности *F. hepatica* от выраженности клоновой горизонтальной структуры дубовых древостоев подтверждается на конкретных примерах. Обратимся к таблице 3, в которой приводятся данные о количестве деревьев клоновых био групп в числе всех учтенных деревьев (колонка 2), доле деревьев клоновых био групп в составе всех учтенных деревьев (колонка 3) и данные о распространенности *F. hepatica* в древостоях разных дубрав (колонка 4). Для сравнения мы выбрали две пары однотипных дубрав: дубраву «Архиерейская

роща» и урочище «Рог» (байрачные дубравы) и урочище «Коровино» и лес «Дубовое» (нагорные дубравы). Доля деревьев клоновых биогрупп (см. табл. 3) в составе древостоя «Архиерейской рощи» составляет 15.6%, распространенность *F. hepatica* – 0.5%. Доля деревьев клоновых биогрупп в составе урочища «Рог» составляет 33.7%, распространенность *F. hepatica* – 4.4%. Доля деревьев клоновых биогрупп (см. табл. 3) в составе древостоя урочища «Коровино» составляет 36.7%, распространенность *F. hepatica* – 0.5%. Доля деревьев клоновых биогрупп в составе леса «Дубовое» составляет 49.0%, распространенность *F. hepatica* – 5.0%.

Таблица 3

Зависимость распространенности *F. hepatica* от доли деревьев клоновых биогрупп в древостоях обследуемых дубрав

Дубравы	Количество деревьев клоновых биогрупп, шт.	Доля деревьев клоновых биогрупп, (%)	Распространенность <i>F. hepatica</i> ,%
Байрачные дубравы			
«Архиерейская роща»	31	31/198 (15.6%)	0.5
Урочище «Рог»	61	61/181 (33.7%)	4.4
Нагорные дубравы			
«Коровино»	73	73/199 (36.7%)	0.5
«Дубовое»	99	99/202 (49.0%)	5.0

По всем обследованным древостоям, диаметр пораженных деревьев (см. табл. 2) ниже среднего диаметра всех учтенных деревьев. Поражены, как правило, в большей степени деревья или низших ступеней толщины, имеющие дулистый комель – наследие порослевой многовершинности, или же деревья низших и средних ступеней толщины с трещинами в коре, обнажениями древесины и дуплами в нижней части ствола. Реже – старовозрастные деревья высоких ступеней толщины с трещинами в коре и застарелыми обнажениями древесины в нижней части ствола.

Категория состояния жизнеспособности деревьев, пораженных *F. hepatica* (см. рис. 2), II-IV балла (причем, как правило, чем меньше диаметр зараженного дерева, тем хуже его состояние), тогда как в целом по древостоям она составляет I-II балла.

Сведения о распространенности печеночницы в дубравах не столь обширны. Известно, например, что в Поволжских пойменных дубравах 80–110-летнего возраста распространенность *F. hepatica* на живых деревьях дуба составляет 2.5–3.4% [4]. В Белорусских дубравах комлево-стволовыми гнилями поражено 2.0–5.2% деревьев [16]. Эти оценки, как видим, достаточно близки нашей оценке распространенности *F. hepatica*. В южно-лесостепных дубравах (Белгородская и Воронежская области) [7] комлевыми гнилями могут быть поражены 39.5% деревьев в отдельных древостоях преспевающего и 30.9% деревьев в некоторых древостоях спелого возраста. Но последние цифры, скорее всего, следует сравнивать с оцененной нами долей деревьев с пнями и дуплами в комлевой части (см. табл. 3, колонка «доля деревьев клоновых биогрупп»), которые всегда находятся в той или иной стадии разрушения и не только под воздействием *F. hepatica*.

Живых деревьев, сломанных по причине гнили от *F. hepatica*, нами не отмечено. И это, вероятно, следствие того, что гнили от *F. hepatica* малоактивная, так как патоген оказывает замедленное действие на механические элементы древесины. Вредоносность его заключается главным образом в том, что он разрушает клетки запасающей паренхимы, которые играют важную роль в хранении резервных материалов и являются главным местом аккумуляции крахмала. У пораженных деревьев дуба нарушается баланс крахмала в древесине, отчего снижается их жизнеспособность. В результате они теряют устойчивость к другим неблагоприятным факторам, таким как: засуха, листогрызущие вредители, опенок осенний. Деревья в составе клоновых биогрупп, отстающие в росте и пораженные печеночницей, чаще усыхают.

Выводы

1. Распространенность печеночницы обыкновенной *F. hepatica* на живых деревьях дуба черешчатого в Белгородских дубравах составляет 0.5–5.0%.
2. Распространенность печеночницы может находиться в зависимости от горизонтальной фитоценотической структуры дубовых древостоев, точнее, от выраженности ее, так называемой клоновой мозаичности: чем выше в составе древостоев деревьев, представляющих собой порослевые (клоновые) биогруппы, тем выше распространенность печеночницы.
3. Вредоносность печеночницы заключается главным образом в том, что она разрушает клетки запасающей паренхимы пораженных деревьев, в результате чего нарушается баланс

крахмала в древесине. Пораженные деревья снижают жизнеспособность и сильнее страдают от засухи, листогрызущих вредителей и опенка осеннего.

Список литературы

1. Pilat A., Usak O. Mushrooms. – Spring House. – Spring Place. – London NW5. – Printed in Czechoslovakia (S/V-51a). – 1953. – P. 18.
2. Ванин С.И., Журавлев И.И., Соколов Д.В. Определитель болезней древесных пород и кустарников, применяемых для лесозащитных насаждений. – М., Л.: Гослесбумиздат, 1950. – 150 с.
3. Шевченко С.В., Цилюрик А.В. Лесная фитопатология. – Киев: Вища школа, 1986. – 384 с.
4. Курненко И.П. Фауна антропогенных пойменных дубрав Среднего Поволжья и ее учет в лесопользовании // Дуб – порода третьего тысячелетия: сб. науч. тр. Ин-та леса НАН Беларуси. – 1998. – Вып. 48. – С. 281–284.
5. Харченко А. А. Экология и биоценологическое значение дереворазрушающих грибов в порослевых дубравах (на примере Воронежской области): Автореф. дис. ...к-та биол. наук. – Воронеж, 2003. – 24 с.
6. Фёдоров Н.И. Лесная фитопатология: Учебник. – Минск: БГТУ, 2004. – 461 с.
7. Калугина С.В. Экология грибных болезней дуба и их роль в деградации порослевых дубрав Белгородской области: Автореф. дис. ...к-та биол. наук. – Воронеж, 2006 – 23 с.
8. Дунаев А.В., Афанасенкова О.В. Макромицеты, поражающие стволую часть дуба в лесостепных дубравах // Защита и карантин растений. – 2009. – №2. – С.51-52.
9. Дунаев А.В. О склонности к паразитическому образу жизни некоторых ксилотрофных базидиомицетов, входящих в консорцию дуба // Ботанические сады в 21 веке: сохранение биоразнообразия, стратегия развития и инновационные решения. – Материалы Международной научно-практической конференции, Белгород, 18-21 мая 2009 г. – Белгород, 2009. – С. 210-212.
10. Дунаев А.В., Дунаева Е.Н., Калугина С.В. Ложный дубовый трутовик *Phellinus robustus* Bourd et Galz. в Белгородских дубравах // Научные ведомости БелГУ. – 2011. – №9 (104). Сер. Естественные науки. Вып. 15. – С.35-42.
11. Рублев С.И., Алексеев И.А. Комплекс дереворазрушающих грибов лиственницы Сукачева на пороге ареала // Лесной журнал. – 2004. – №6. – С.13-19.
12. Рожков А.А., Козак В.Т. Устойчивость лесов. – М.: Агропромиздат, 1989. – 239 с.
13. Мир растений. В 7 т. / А.Л. Тахтаджян (гл. ред.) и др. – Т.2. Грибы / под ред. М. В. Горленко. – 2-е изд. перераб. – М.: Просвещение, 1991. – 475 с.
14. Селочник Н.Н. Международный симпозиум «Факторы внешней среды и дуб: экологические и физиологические аспекты» (хроника) // Микология и Фитопатология. – 1995. – Т. 29. – Вып. 5-6. – СПб, «Наука». – С. 63-65.
15. Работнов Т. А. Фитоценология. – М., Изд-во Моск. ун-та, 1978. – 384 с.
16. Федоров Н.И. Фитопатологическое состояние дубрав Беларуси // Дуб – порода третьего тысячелетия. – Сб. научн. тр. ин-та леса НАН Беларуси.– Гомель, 1998. – Вып. 48. – С. 295-300.

THE BEEFSTEAK FUNGUS *FISTULINA HEPATICA* FR. IN BELGOROD OAK FORESTS

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

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

In the article the bioecology, distribution and injuriousness of beefsteak fungus *Fistulina hepatica* Fr. causing butt-trunk decay of English oak in the Belgorod oak forests is considered. On the basis of the results of field surveys and the analysis of the received data the description of ecological features of a beefsteak fungus is provided, prevalence and harmfulness of the given species in ripening and ripe oak forest stands of the Belgorod Region of the Russian Federation is estimated.

Key words: beefsteak fungus, English oak, butt-trunk decay, prevalence of disease, harmfulness, viability of trees.

УДК 632; 633.3

ВОЗБУДИТЕЛИ ПЯТНИСТОСТЕЙ ЛИСТЬЕВ ОВОЩНЫХ БОБОВ

Ю.Н. Куркина

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

В статье приведены результаты многолетних наблюдений за коллекционными образцами бобов овощного назначения на выщелоченных черноземах в климатических условиях Белгородской области с целью выявления основных патогенов культуры. Были зарегистрированы вирусные, бактериальные и грибные заболевания бобов, но наиболее распространенными оказались такие грибные болезни как черноватая пятнистость, пероноспороз, ржавчина и аскохитоз.

Ключевые слова: болезни растений, повреждения, пятнистость листьев, овощные бобы.

Введение

Бобы (*Vicia faba* L.), обладающие уникальным биохимическим составом и содержащие в семенах до 37% белка, возделывают почти во всех странах мира как пищевую и кормовую культуру. Фактором, не позволяющим в полной мере реализовать высокий потенциал продуктивности культуры, является подверженность сортов, особенно овощного направления, ряду заболеваний. Для успешного осуществления профилактических и защитных мероприятий по севообороту бобов необходима правильная диагностика патогена. Известно, что подавляющее большинство болезней бобов вызывают грибы [1]. Большинство микозов бобов проявляются пятнистостью листьев. Поэтому целью многолетних исследований было определение возбудителей и основных симптомов болезней.

Материалы и методы

На протяжении ряда лет (1999-2011) изучали коллекцию овощных бобов на базе ботанического сада Белгородского госуниверситета и на полях селекционно-семеноводческих и фермерских хозяйств Белгородской области. Для правильной диагностики возбудителя болезни проводили микроскопический анализ пораженных органов. Определение возбудителей болезни проводили по микропрепаратам [2-4].

Распространенность болезни рассчитывали по формуле:

$$P = (100 \times n) / N,$$

где n – число пораженных растений, у которых хотя бы один орган имел балл 1 и выше, N – общее число растений в пробе, 100 – перерасчет показателя в проценты.

Индекс развития болезни (по органу, например листу, или по всем органам) рассчитывали по формуле:

$$I_{p\sigma} = (\sum B_o \times 100) / N \times K,$$

где $\sum B_o$ – сумма баллов по органам, N – общее число органов в учете одного типа или всех органов по всем растениям, K – высший балл учетной шкалы.

Недобр, или потери, урожая, выражали в процентах и определяли по формуле:

$$Q = (A - a) \times 100 / A,$$

где A – урожай здоровых растений, a – урожай больных растений.

Результаты и их обсуждение

За годы исследований нами были зарегистрированы вирусные, бактериальные и грибные заболевания бобов. Ежегодно, на ранних этапах развития (до фазы ветвления) на посевах бобов отмечались единичные случаи поражения растений вирусами. Известно, что мозаику бобов вызывают вирусы *Phaseolus virus 2* Smith. (желтая мозаика), *Vicia virus 1* (Quantz) Pozdena et al. (обыкновенная мозаика) и *Thermovirus* var. *-viciae* Prosenko (крапчатость). Из грибных болезней каждый год на бобах обнаруживались альтернариоз, фузариоз и шоколадная пятнистость, тогда как аскохитоз, ржавчина, черноватая пятнистость и кладоспориоз носи-

ли массовый характер в отдельные годы (рис. 1). В целом, семенная продуктивность была более зависима от степени повреждения растений микозами, чем продуктивность зеленой массы.



Рис. 1. Среднемноголетние данные (1999-2011 гг.) о болезнях бобов (планки погрешностей указаны с относительными ошибками на 5%-ном уровне значимости)

Нами кратко описаны и оформлены в таблицу основные болезни бобов в условиях Белгородской области, а также путем искусственного заражения растений, уточнены симптомы этих заболеваний.

Как видно из таблицы все заболевания характеризовались пятнистостью листьев, причем описание пятен подавляющего большинства болезней сходно.

Из пораженных растительных тканей были получены изоляты большинства грибов-возбудителей болезней бобов, которые использовались с целью создания инфекционного фона для оценки устойчивости образцов бобов к данным патогенам и для получения коллекций чистых культур. Не удалось получить чистую культуру грибов, развивающих внутриклеточный мицелий или требовательных к составу питательных сред (*Ascochyta*, *Peronospora*, *Septoria*).

Таким образом, в почвенно-климатических условиях Белгородской области возбудителями пятнистостей листьев бобов могут быть грибы родов *Alternaria*, *Ascochyta*, *Botrytis*, *Cercospora*, *Cladosporium*, *Colletotrichum*, *Fusarium*, *Peronospora*, *Sclerotinia*, *Septoria*, *Stemphylium*, *Uromyces*.

Краткая характеристика микозов *Vicia faba* L. с поражением листьев.

Альтернариоз (возбудитель – *Alternaria tenuissima* Nees). Налет оливково-бурый, бархатистый, в виде дерновинок. Пятна сначала красно-бурые, при выпадении дождей пятна темнеют, увеличиваются в размерах (рис. 2.1.). Конидии обратнойцевидные оливковые или черно-бурые, с 3–6 поперечными перегородками и 1 или несколькими продольными, в легко распадающихся цепочках, размером 30–50×14–18 мкм. Конидиеносцы короткие бурые (рис. 3.1.).

Антракноз (*Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. et Magn.) Briosi et Cav.). Пятна бурые с темно-красной каймой, переходящие в язвы (рис. 2.2.). На пятнах оранжевые подушечки с темными щетинками. Споры одноклеточные, продолговатые, бесцветные, 15–19×4–6 мкм. Сильное распространение при влажной погоде с умеренной температурой (15–19°C).

Аскохитоз, или бурая пятнистость (*Ascochyta boltshauseri* Sacc.). Пятна бурые, большие округлые без каймы, концентрические (рис. 2.3.). В центре пятен – черные точечные пикниды с пикноспорами. Пикниды бурые, приплюснутые, цилиндрические. Пикноспоры цилиндрические, на концах закругленные, с 1–2 перегородкой, иногда слегка перетянутые, бесцветные, 22–28×7–8 мкм. Развивается при выпадении осадков и 20–21°C.

Аскохитоз, или охряная пятнистость (*A. fabae* Speg.). Пятна бурые, удлиненные с темно-красной выпуклой каймой, 2–10 мм, высыхающие (рис. 2.4.). Пикниды почти черные, споры цилиндрические, тупозакругленные, прямые или согнутые, с 1–2 перегородками, 13–22×4–5 мкм (рис. 3.2.).

Белая гниль, или склеротиниоз (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de By.). Налет белый со склероциями хлопьевидными или ватообразными (рис. 2.5.). Склероции сначала белые, затем черные, неравнобокие. Распространяется кусочками мицелия, склероциями, сумкоспорами.

Оливковая плесень (*Cladosporium herbarum* Link.). Налет оливково-черный, бархатистый, плотный (рис. 2.6.). Споры яйцевидные, продолговатые, одно-, затем 2–5-клеточные, оливковые или бурые с 2–3 перегородками, мелко-щетинистые, 12–28×6–7 мкм (рис. 3.3.).

Черная плесень (*Cladosporium pisi* Cugini et Macch.). Налет коричневый, оливково-бурый или буровато-черный (рис. 2.7.). Споры яйцевидные, с 1 перегородкой, 5–9×3–6 мкм. Распространяется в жаркую погоду (20–25°C).

Ржавчина (*Uromyces fabae* DeBary f. *viciae fabae* (I и II)). Пустулы, мелкие, желтые или серо-коричневые, позднее красно-бурые, порошащие (рис. 2.8.). Эцидиоспоры от шаровидных до эллиптических, мелкобороздчатые. Уредоспоры светло-бурые, шаровидные, с 3–4 ростковыми порами, 20–30×18–26 мкм (рис. 3.4.). Телейтоспоры в темно-бурых ложках, обратнойцевидные, с коричневой гладкой оболочкой, с верхушечной ростковой порой и крепкими желтоватыми ножками.

Пероноспороз, или ложная мучнистая роса (*Peronospora fabae* Jacz. et Serg. (Syd.), *Peronospora pisi* Syd.). Пятна на верхней стороне листьев расплывчатые сероватые, засыхающие, на нижней – серо-фиолетовый пушистый налет в виде дернинок (рис. 2.9.). Конидиеносцы выходят из устьиц по 2–6 и дихотомически ветвятся. Конечные веточки сгибаются. Конидии яйцевидные или эллиптические, серо-желтые, 20–27×15–20 мкм. Ооспоры желто-коричневые, шаровидные, гладкие. Спороношение образуется при температуре не ниже 18–20°C и относительной влажности воздуха 95–100%. Жаркая и сухая погода задерживает развитие болезни.

Септориоз, или ржавая пятнистость (*Septoria glycines* T. Hemmi.). Пятна красновато-бурые (ржавые), затем почти черные, угловатые, выпуклые, 1–5 мм, с ободком, ограниченные жилками (рис. 2.10.). Ткань, вокруг места поражения, хлоротичная. Листья бледные. Пикниды шарообразные, слегка приплюснутые, диаметром 40–350 мкм, с вытянутым отверстием у вершины, погружены в ткань листа. Пикноспоры нитевидные, бесцветные, прямые или согнутые, с 1–4 поперечными перегородками. Оптимальная температура 26–28°C и относительная влажность не ниже 90%. Частые дожди, обильные росы и высокая температура во второй половине июля, в августе способствуют усилению болезни.

Церкоспороз (*Cercospora fabae* Fautr.). Пятна серые с темно-пурпурной каймой, с концентрическими зонами, сливающиеся (рис. 2.11.). На пятнах с нижней стороны листа бурый налет в виде дернинок. Зубчатые прямые буро-фиолетовые конидиеносцы в пучках на верхней стороне листа. Конидии удлинено-обратнобулавовидные с заостренными верхушками, с 7–9 перегородками, 6–11×5–7 мкм. Интенсивное заражение при температуре 20–30°C и относительной влажности воздуха 90–100%.

Черноватая пятнистость, или макроспориоз (*Stemphylium botryosum* Wallr., syn. *Macrosporium commune* Frag.). Пятна темно-бурые, увеличивающиеся с темно-оливковым бархатистым налетом (рис. 2.12.). Конидиеносцы желтые с верхушечными вздутиями, серо-коричневые. Конидии одиночные, бородавчатые, округло-квадратные или прямоугольные, желто-коричневые с 3–4 поперечными и 1 продольными или косыми перегородками, 15–56×9–21 мкм (рис. 3.5.).

Stemphylium sarciniforme Wiltsh. Споры удлинено-шаровидные, коричневатые или оливковые, с 3–5 поперечными и продольными перетяжками, 28–35×15–28 мкм.

Шоколадная пятнистость, или ботритиоз (*Botrytis fabae* Sardina). Пятна шоколадные, округлые, мелкие, резко ограниченные серо-зеленой каймой (рис. 2.13). Позже появляется бурый ободок, а центр становится серым, часто засыхает. Серо-коричневые прямостоячие конидиеносцы, разветвленные 3–4 раза. Ответвления внизу темные, вверху – бесцветные, с округлыми или слегка грушевидными окончаниями. Конидии яйцевидные, слегка несимметричные, в головках, 12–32×10–18 мкм. Развивается в сырую погоду. Оптимальны температуры 15–18°C и влажность более 80%. В местах поражений гриб часто образует черные склероции.

Серая гниль (*Botrytis cinerea* Pers.). Размер спор 8–12×6–10 мкм.

Фузариоз (*Fusarium oxysporum* Schl.). Верх растения поникает, листья увядают (рис. 2.14.), на корневой шейке – бурые или черные полосы и гниль, красноватые подушечки. Конидии бесцветные или розоватые, серповидные с 1–5 поперечными перегородками, 45–80×3–4 мкм (рис. 3.6.).

Список литературы

1. Куркина Ю.Н. Комплексный подход в селекции бобов. – Белгород, ИПЦ «Политерра», 2008. – 256 с.
2. Пересыпкин В.Ф. Сельскохозяйственная фитопатология. – М.: Агропромиздат, 1989. – 480 с.

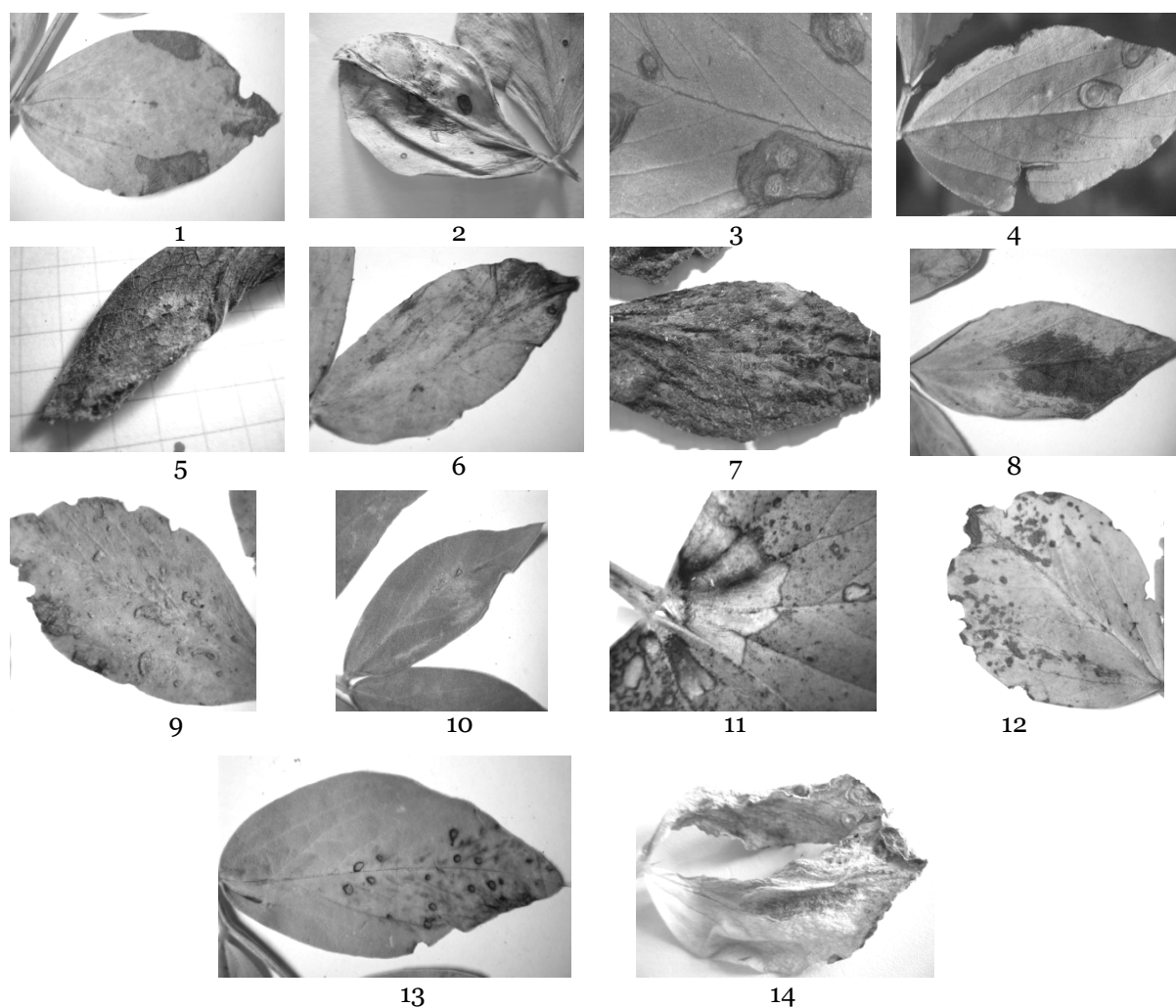


Рис. 2. Проявление микозов *Vicia faba* L. с поражением листьев: 1 – Альтернариоз; 2 – Антракноз; 3 – Аскохитоз; 4 – Аскохитоз; 5 – Белая гниль; 6 – Оливковая плесень; 7 – Черная плесень; 8 – Ржавчина; 9 – Пероноспороз; 10 – Септориоз; 11 – Церкоспороз; 12 – Черноватая пятнистость; 13 – Шоколадная пятнистость; 14 – Фузариоз.

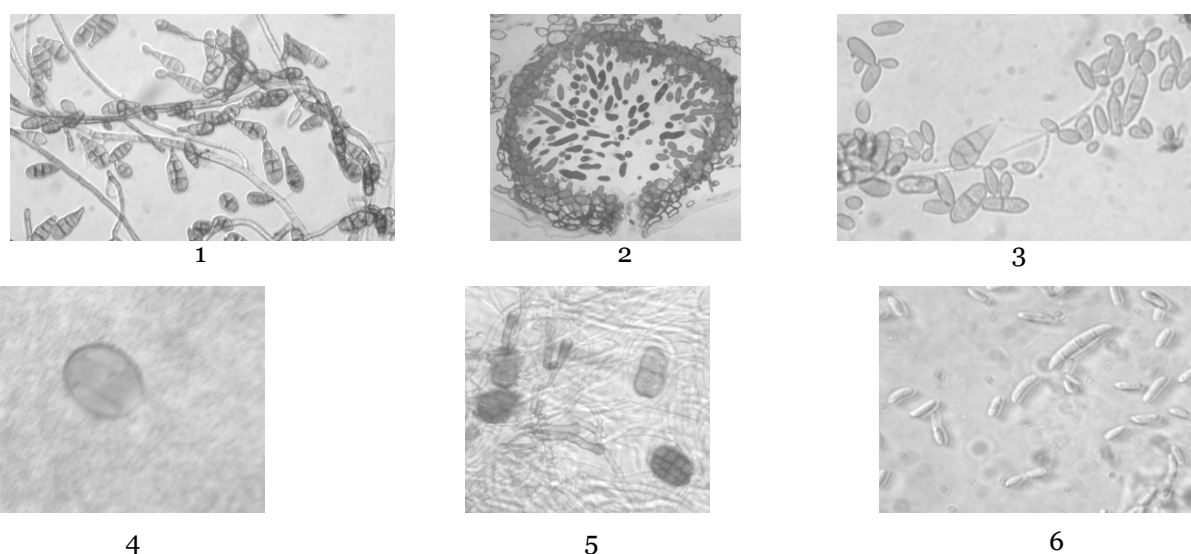


Рис. 3. Микрофотографии спороношений патогенных грибов: 1 – конидии *Alternaria tenuissima* Nees (увел. 15×20); 2 – пикнида и пикноспоры *Ascochyta*; 3 – споры *Cladosporium herbarum* Link. (увел. 15×20); 4 – уредоспора *Uromyces fabae* DeBary f. *viciae fabae* (увел. 8×40); 5 – конидии *Stemphylium* (увел. 10×20); 6 – конидии *Fusarium oxysporum* Schl. (увел. 15×20)

3. Пидопличко Н.М. Грибы-паразиты культурных растений: Определитель в 3-х т. – Киев: Наукова думка. – 1977.

4. Определитель болезней растений / М.К. Хохряков, Т.Л. Доброзракова, К.М. Степанов, М.Ф. Летова. – СПб.: Лань, 2003. – 592 с.

LEAF SPOT PATHOGENS OF VEGETABLE BEANS

Yu.N. Kurkina

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

E-mail: kurkina@bsu.edu.ru

The article states the results of many years' observations of faba beans collection on leached chernozem in the climatic conditions of the Belgorod Region to identify the main pathogens of beans culture. Viral, bacterial and fungal diseases of faba beans were reported, but such fungal diseases as black spot, peronosporosis, rust and ascochyta blight turned out to be the most common.

Key words: plant diseases, lesions, leaf spot, faba beans.



УДК 574.5

ЕСТЕСТВЕННЫЕ УСЛОВИЯ ПРОТЕКАНИЯ И ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ДОННЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ РЕКИ ВОРОНЫ

М.Е. Буковский
Н.Н. Коломейцева

*Тамбовский государственный
университет
им. Г.Р. Державина,
Россия, 392000, г. Тамбов,
ул. Интернациональная, д. 33
E-mail: mikezzz@mail.ru*

В статье обсуждаются данные, собранные авторами в экспедиции по изучению естественных условий протекания реки Вороны в её среднем течении в пределах и в непосредственной близости от заповедника «Воронинский». Проводится оценка органолептических показателей качества воды и изменения величин расхода воды на исследуемом участке, определение сапробности и состояния донного грунта реки, приводятся списки обнаруженных на исследованном участке таксонов донных беспозвоночных.

Ключевые слова: вода, качество воды, сапробность, донные беспозвоночные, заповедник, гидрометрические характеристики реки.

Введение

Основными целями деятельности заповедника, согласно закону «Об особо охраняемых природных территориях», являются сохранение и изучение естественного хода природных процессов и явлений, генетического фонда растительного и животного мира, отдельных видов и сообществ растений и животных, типичных и уникальных экологических систем [1].

В летний полевой сезон 2010 года нами проведена экспедиция с целью определения естественных условий протекания и таксономического разнообразия донных беспозвоночных реки Вороны.

В задачи экспедиции входило: вычисление расходов воды и оценка органолептических показателей качества воды реки Вороны; изучение состояния донного грунта реки на исследуемых створах; определение сапробности реки Вороны; определение таксономического состава донных беспозвоночных реки Вороны на исследуемом участке.

Среди ценностей, которые сохраняются на территориях ООПТ, называют биоразнообразие, ландшафты, ненарушенную биоту, редкие виды растений и животных, генетические ресурсы, гидроресурсы и др. Поскольку общей ценностью дикой природы можно считать ее способность порождать и поддерживать жизнь во всех ее проявлениях, главной ценностью ООПТ можно считать системы самоподдержания биосферы, природные «мощности», регулирующие состояние окружающей среды [2].

В сложившейся ситуации представляется чрезвычайно важной, как для незамедлительных практических действий, так и для планирования на длительную перспективу организация контроля состояния природной среды, ее непрерывных изменений и определение тенденций в изменениях. Контроль необходим как за естественными изменениями состояния окружающей природной среды, так и за изменениями, вызванными антропогенными воздействиями, накладывающимися на естественные изменения, а иногда и усиливаемыми ими.

Наиболее сложной задачей представляется изучение экологических изменений на фоновом уровне [2]. Программа фонового экологического мониторинга на базе заповедников [3] включает, в том числе, и наблюдения за изменением функциональных и структурных характеристик нетронутых («эталонных») природных экосистем и их антропогенных модификаций [4].

Наиболее адекватно состояние водной экосистемы можно оценить по составу сообществ водных организмов [5]. Подавляющее большинство стран использует бентос как основу для биоиндикации [6]. Гидробионты являются чувствительным индикатором загрязнения природной среды различными ксенобиотиками, вплоть до трудноопределяемых наноструктурных поллютантов [7].

При комплексном изучении экологического состояния водного объекта важно, чтобы гидрологический и гидробиологический анализы проводились в комплексе. Очевидно, что экосистема более крупного водотока обладает большей буферной емкостью и способна переработать больший объем различных загрязнителей, сохраняя при этом свою структуру неизменной. Проведение гидрометрических работ при использовании биоиндикационных методик необходимо для того, чтобы соотнести относительные показатели, полученные с помощью биоиндикационных методов с данными по другим участкам.

Материалы и методы исследования

В основу исследований положены литературные описания среднего течения реки Вороны, картографические материалы, а также материалы собственных исследований.

Река Ворона относится к бассейну Дона. Длина реки 454 км, площадь бассейна 13200 км². Начинается в Пензенской области, на протяжении 216 км протекает по восточной и юго-восточной частям Тамбовской области, затем уходит на территорию Воронежской области и впадает в р. Хопер.

Долина реки в среднем течении трапецеидальная, шириной до 6–8 км, осложнена террасами. Пойма двухсторонняя. Берега реки крутые, поросшие кустарником, местами обнажены. Ворона почти на всем протяжении течет сквозь леса. Русло умеренно извилистое, шириной 30–50 м, местами до 70 м. Глубины сильно колеблются – от 0.5 м до 15 м в омутах. Средняя скорость течения около 0.2 м/с, а на перекатах возрастает до 0.5 м/с. Среднегодовой сток воды на протяжении участка среднего течения возрастает от 20.7 до 33.5 км³/год [8].

Средний расход воды за период минимального стока (межень) в верхней части среднего течения реки составляет 7.17 м³/с, в особо маловодные годы может снижаться до 2.13 м³/с. В нижней части среднего течения средний расход воды увеличивается до 9.80 м³/с, может уменьшаться до 5.1 м³/с в маловодные годы [9].

Исследования проводились на участке среднего течения реки Вороны, расположенном в Инжавинском районе Тамбовской области. Протяженность указанного участка составила 18.5 км, из них 13.6 км по территории Государственного природного заповедника «Воронинский» и 4.9 км ниже по течению от границ заповедника. Исследования проводились на семи створах в ходе экспедиции в августе 2010 г. группой исследователей в составе Н.Н. Коломейцевой, М.Е. Буковского, С.В. Жидкова, А.В. Маланькиной, К.А. Потребникова и И.С. Решетова.

Створы 1, 2, 3, 4 и 5 находились на территории заповедника «Воронинский». Створы 6 и 7 лежат ниже по течению реки от границ заповедника. Расположение исследованных створов представлено на рис. 1.

При проведении гидрометрического обследования реки Вороны мы использовали стандартные методики из практикума К.В. Пашканга [10]. Температуру воды определяли водным термометром. Определение прозрачности воды производили с помощью диска Секки, цвет и запах воды – органолептическим методом.

Состояние донных отложений реки оценивали с помощью методов аппликации на рентгеновской пленке и автографии на фотобумаге, предложенных Л.Ф. Тарариной [11]. Полоски фотобумаги и рентгеновской пленки помещали в пробы донного грунта на 72 часа. Чем темнее стала окраска фотобумаги, тем более восстановленная среда в донном грунте. Чем больше разрушенных участков эмульсии на рентгеновских пленках, тем выше активность протеолитических ферментов в донном грунте и больше его способность к самоочищению от белкового загрязнения. Для подсчета площади разрушенного желатинового слоя мы с помощью фотоувеличителя проецировали места его разрушения с рентгеновской пленки на миллиметровую бумагу, на которой отмечали прозрачные участки, затем проводили подсчет площади разрушенных участков относительно общей площади рентгеновской пленки.

Пробы донного грунта отбирали с помощью лопаты: на каждом створе по три пробы донного грунта для определения степени восстановленности среды донных отложений и три для определения активности протеолитических ферментов в донных отложениях: с левого берега, с правого берега и интегральную.

Для определения сапробности реки Вороны мы использовали индекс сапробности Пантле-Букка, модифицированный М.В. Чертопрудом [12]. Индекс сапробности рассчитывали по формуле:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^N s_i \times J_i}{\sum_{i=1}^N J_i}, \quad (1)$$

где S – индекс сапробности, s_i – сапробность каждого найденного в пробе индикаторного организма (от 0 до 4); J_i – его индикаторный вес (от 1 до 4).

Для оценки биоразнообразия мы использовали индекс обилия и выравненности видовой структуры сообщества по Шеннону [13].

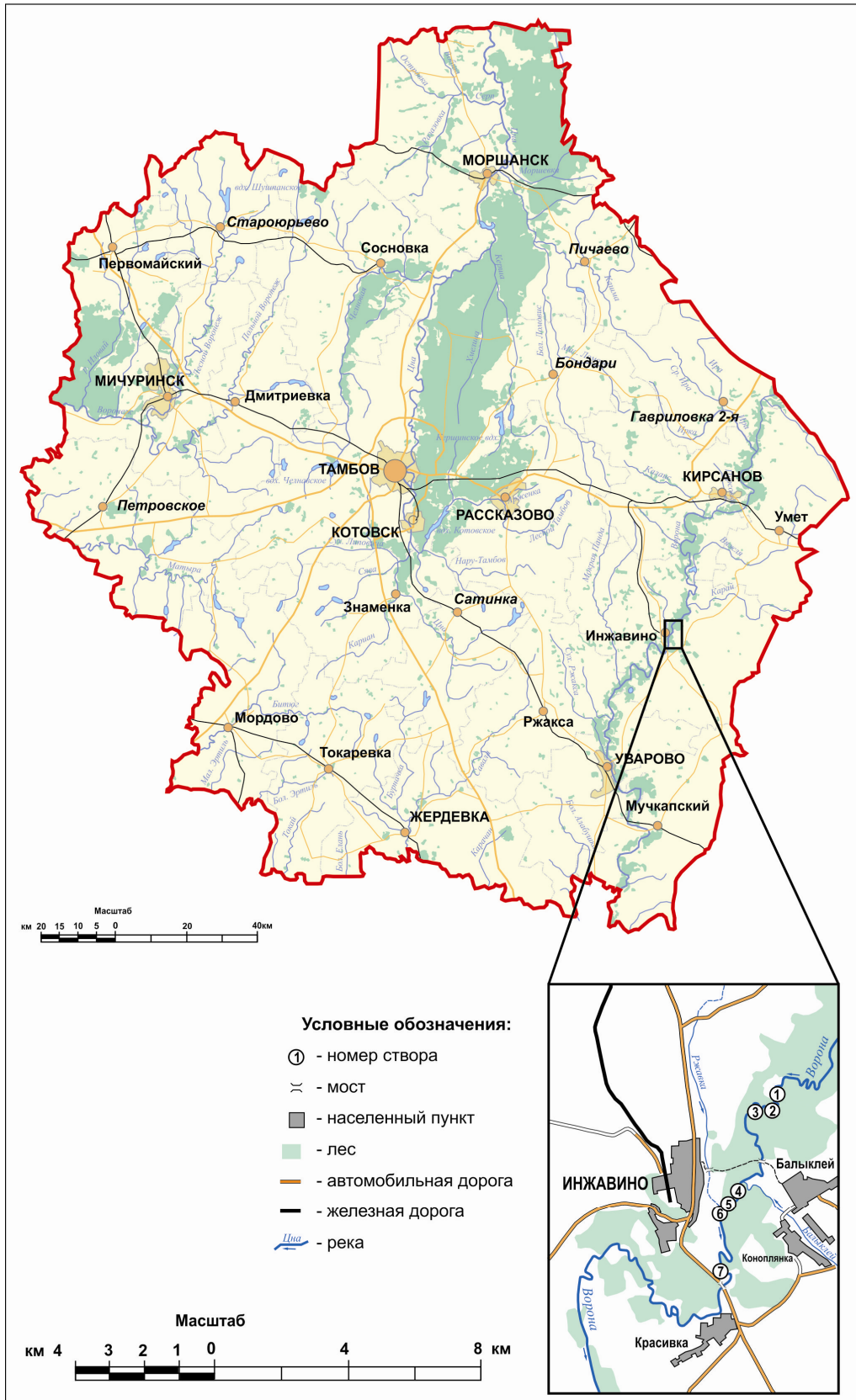


Рис. 1. Расположение исследуемых створов.

Отлов водных беспозвоночных из донного грунта проводился нами с помощью стандартной драги. На каждом створе изъятие беспозвоночных проводилось из 0.15 м³ донного грунта. Отлов водных беспозвоночных на зарослях макрофитов и в толще воды мы осуществ-

ляли с помощью сачка. Объем процеженной через сачок воды на каждом створе составлял 0.7 м³. В пределах биотопа мы отбирали организмы с максимального количества мест обитания (берега различной крутизны, перекаты, различные типы субстрата, заросли макрофитов).

Результаты исследований и их обсуждение

Расстояние между первым и вторым створом составило 1.6 км, между вторым и третьим – 2.1 км. На протяжении этого участка не наблюдалось значительных притоков реки. Следовательно, на этих створах расход воды можно считать одинаковым. Подробное гидрометрическое обследование проводилось на третьем створе. Расход воды составил 2.45 м³/с.

Створы 3 и 4 находятся на расстоянии 9 км. Между этими створами расположен левый приток Вороны река Балыклей. Между створом 4 и 5 расстояние 0.8 км, между пятым и шестым – 0.5 км. Значительных притоков реки на этом участке не наблюдалось. В связи с этим расход воды на этих створах можно считать близкими. Подробное гидрометрическое обследование проводилось на шестом створе. Расход воды составил 2.97 м³/с.

Седьмой створ расположен на расстоянии 4.5 км от шестого, однако, т. к. между этими створами не наблюдалось каких-либо значительных притоков, то значение расхода воды можно считать близким к расходу воды на предыдущем створе.

На всех створах максимальная глубина реки составляла более 2 м, вода была прозрачная на всю глубину, бесцветная. Температура воды 19-го августа на створах 1–3 составила 22°C, в последующие дни на створах 4–6 она снизилась до 20°C.

Гидрометрические и органолептические характеристики реки Вороны на исследованных створах представлены в таблице 1.

Таблица 1

Гидрометрические характеристики реки Вороны на исследованных створах

№ створа	Ширина, м	Поверхностная скорость течения, м/с	Запах	pH
1	23	0.13	слабый землистый	7.1
2	19	0.10	слабый землистый	7
3	26	0.16	очень слабый землистый	7.2
4	61	0.04	очень слабый землистый	7.2
5	45	0.03	очень слабый землистый	7.1
6	45	0.03	слабый землистый	7
7	21	0.24	слабый землистый	7.3

Из представленной таблицы видно, что наибольшая ширина реки наблюдается на четвертом створе – 61 м. Поверхностная скорость течения наибольшая на седьмом створе – 0.24 м/с. На первом, втором и третьем створах показатели ширины реки и поверхностной скорости течения сопоставимы: 23 м, 19 м, 26 м и 0.13 м/с, 0.1 м/с, 0.16 м/с соответственно. На пятом и шестом створах ширина реки и поверхностная скорость течения практически одинаковые и составляют 45 м и 0.03 м/с. На седьмом створе ширина реки сопоставима с первыми тремя створами – 21 м, однако поверхностная скорость течения приблизительно в два раза выше – 0.24 м/с. По органолептическим свойствам и показателю pH вода реки Вороны на всех исследованных створах отличается незначительно.

На первом створе цвет автографий относительно светлый, окраска равномерная. Это говорит о достаточном количестве кислорода в донном грунте и сбалансированности окислительно-восстановительных процессов. На втором створе цвет автографий относительно светлый, окраска неравномерная с вкраплениями и пятнами более темного окрашивания. Исходя из этого, можно говорить о присутствии кислорода в донном грунте в достаточном количестве. На третьем створе цвет автографий относительно светлый, окраска с присутствием областей более темного окрашивания. Все это свидетельствует о протекании реакций в донном грунте преимущественно по окислительному типу. На четвертом створе цвет автографий относительно светлый, окраска неравномерная. Все это свидетельствует о несбалансированности процессов окисления и восстановления в донном грунте. На пятом створе цвет автографий темный, окраска равномерная. Это говорит о том, что в донном грунте процессы восстановления преобладают над процессами окисления. На шестом створе цвет автографий темный, окраска с присутствием более темных пятен. Это говорит о малом количестве кислорода в донном грунте и о низкой способности донного грунта к самоочищению. На седьмом створе цвет автографий относительно темный, окраска неравномерная. Это говорит о недостаточном количестве кислорода в донном грунте и преобладании восстановительных процессов.

По результатам изучения устойчивости донного грунта реки Вороны к поступающим загрязнениям можно судить о том, что на первых четырех створах донный грунт обладает большей устойчивостью по сравнению со створами 5, 6 и 7.

Средние значения доли разрушенных участков на рентгеновских пленках, отобранных на каждом створе, представлены на рисунке 2.



Рис. 2. Доля разрушенных участков на рентгеновских пленках, отобранных на семи исследованных створах

По результатам изучения способности донного грунта самоочищаться от белкового загрязнения можно выявить следующую закономерность: на территории заповедника способность донного грунта к самоочищению увеличивается от первого к третьему створу. На четвертом и пятом створах способность к самоочищению падает, по сравнению с третьим створом. От пятого к седьмому створу способность к самоочищению постепенно возрастает.

Значения индекса сапробности, полученные в ходе исследований, представлены на рисунке 3.

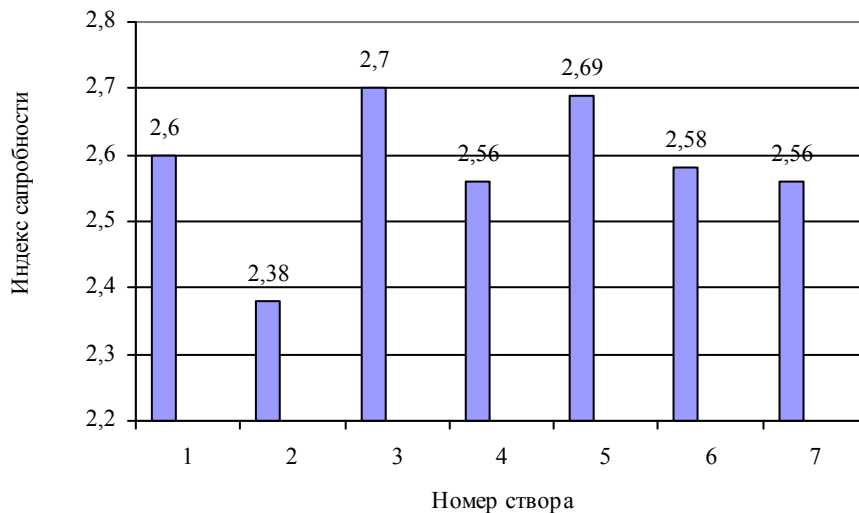


Рис. 3. Значение индекса сапробности для исследуемых створов

На представленной диаграмме видно, что на исследуемом участке реки Вороны значение индекса сапробности изменяется от 2,38 до 2,7. Наименьшее значение индекса сапробности наблюдалось на втором створе – 2,38. Наибольшее значение на третьем и пятом створах – 2,7. На первом, четвертом, шестом и седьмом створах значения индекса сапробности приблизительно равны 2,6.

Мы можем сделать вывод том, что качество воды в реке Вороне на всех исследованных створах не претерпевает значительных изменений.

Количество обнаруженных индикаторных таксонов на каждом изученном створе представлено на рисунке 4.

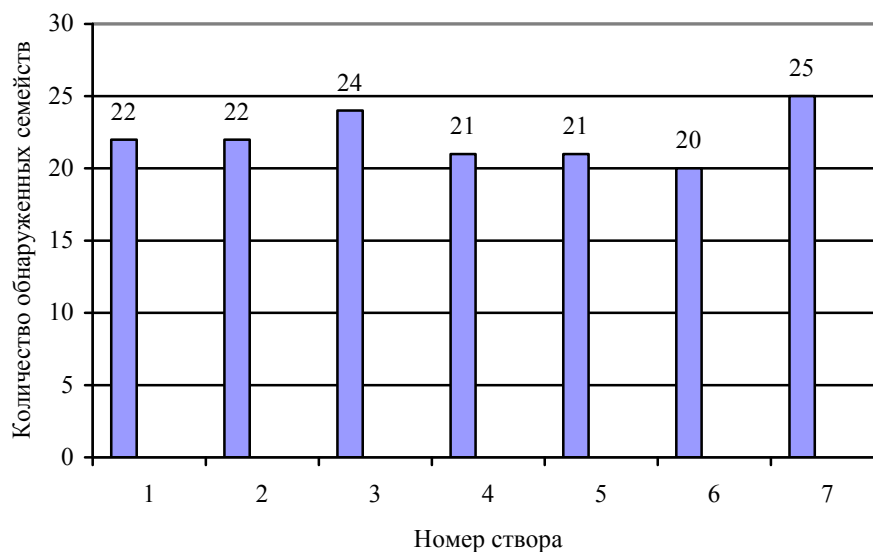


Рис. 4.
Количество найденных семейств по створам

Наименьшее количество представителей различных семейств было обнаружено на шестом створе – 20, несколько больше на пятом и шестом – 21. Наибольшее количество представителей различных семейств было обнаружено на седьмом створе – 25, несколько меньше на третьем – 24. Изменчивость таксономического состава между створами находится в пределах 40%.

В сумме на всех исследованных створах были обнаружены представители 38 семейств гидробионтов. Количественное соотношение представителей семейств представлено в таблице 2.

Таблица 2

Соотношение численности найденных таксонов (в процентах)

№	Семейство	Номер створа						
		1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Aeschnidae	0.7	0.4	0.3	1.0	1.8		1.5
2	Aphelocheiridae		0.8					0.4
3	Baetidae		2.8	3.6	3.6	14.0	2.1	12.6
4	Bithyniidae	17.5	11.9	3.3	22.8	15.8	4.9	24.2
5	Bulinidae		0.4					
6	Calopterygidae	5.0	2.8	0.9				
7	Chrysomelidae	0.4						
8	Corixidae					0.4	0.4	
9	Culicidae	0.7	0.8				0.3	1.9
10	Dytiscidae	1.4	0.8	0.3		2.9	0.4	0.4
11	Elmidae				1.0		1.1	
12	Glossiphonidae			0.3		0.4		0.4
13	Gomphidae	4.3	7.1	3.9	12.2	3.6	4.2	10.3
14	Haliplidae			0.9		1.1	0.4	0.8
15	Heptageniidae		5.6					
16	Hydrophilidae		0.4		1.5			
17	Lestidae			0.6	1.0	0.4	1.8	0.4
18	Libellulidae	0.4			1.0	2.5	1.4	
19	Lithoglyphidae	13.9	4.8	14.5	3.0	3.9	2.1	17.5
20	Lymnaeidae	1.8	0.4	0.9	3.0	3.9	1.8	4.0
21	Mesoveliidae	3.6						
22	Muscidae							0.4
23	Naididae			3.3	2.5			
24	Naucoridae			0.3	0.5			
25	Nepidae			0.9				0.4
26	Neritidae	1.8						0.4
27	Physidae			0.3				



Окончание таблицы 2

28	Pisidiidae	7.1	9.5	8.5	1.0	19.0	16.0	3.7
29	Planorbidae	0.7	2.4	0.6	9.1	6.1	4.9	4.5
30	Plathycnemididae		0.4	0.9	10.2	1.8	0.4	2.2
31	Potamanthidae	4.6	1.2					
32	Sialidae					0.7	0.4	0.7
33	Sphaeriidae	0.4	1.6	0.9	4.1	4.3	3.5	5.6
34	Stratiomyidae	0.4		0.6	0.5			
35	Tubificidae	1.4		1.5	1.0	1.8	0.4	0.4
36	Unionidae	30.7	43.7	49.7	17.3	9.7	49.3	5.2
37	Valvatidae	0.7						
38	Viviparidae	2.1	2.0	2.1	3.6	6.1	4.6	1.9

Заключение

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. На исследованном участке реки Вороны расход воды составляет в среднем 2.71 м/с³. Заметных изменений качества воды по основным органолептическим характеристикам не наблюдается.

2. Способность донного грунта к самоочищению увеличивается от первого к третьему створу. На четвертом и пятом створах способность к самоочищению падает, по сравнению с третьим створом. От пятого к седьмому створу способность к самоочищению постепенно возрастает.

3. Сапробность реки Вороны на исследованном участке в целом не изменяется. Воды реки находятся в пограничной зоне между α -мезосапробными и β -мезосапробными водами.

4. Таксономический состав водных беспозвоночных представлен 41 семейством. Изменчивость таксономического состава от створа к створу незначительна, т.е. таксономический состав на данном участке реки, в целом однороден.

Список литературы

1. Федеральный закон Российской Федерации от 14 марта 1995 г. №33-ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях».
2. Волков А.М. К концепции особо охраняемых природных территорий России // Заповедники и национальные парки. –1999. - № 28 – 46 с.
3. Герасимов И.П., Израэль Ю.А., Соколов В.Е. Об организации биосферных заповедников (станций) в СССР. // Всесторонний анализ окружающей природной среды. Тр. II Советско-американского симпозиума. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. - С. 29–34.
4. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. - 368 с.
5. Барина С.С. Биоразнообразие водорослей и оценка состояния водных экосистем // Современные проблемы альгологии, микологии и фитопатологии, Москва, МГУ, 21-23 апреля 1998 г. – МГУ, 1998. – С. 27–28.
6. Семенченко В.П. Принципы и системы биоиндикации текучих вод. – Минск: Орех, 2004. – 125 с.
7. Анализ острой токсичности полиэлектролитных микрокапсул, модифицированных наночастицами оксида цинка, и составляющих их компонентов на гидробионтах / Т.А. Колесникова, И.А. Федорова, А.А. Гусев, Д.А. Горин // Российские нанотехнологии. – 2011. – Т. 6, №3–4. – С. 87–96.
8. Дудник Н.И. Природные ресурсы и ландшафты Тамбовской области. Учебное пособие для студентов и учителей географии – Тамбов, 1980. – С. 38–41.
9. Буковский М.Е., Коломейцева Н.Н. Выбор региональных эталонных створов для сети экологического мониторинга рек // Рыбоводство и рыбное хозяйство. Ежемесячный научно-практический журнал. – 2011. – №5–6. – С. 15–20.
10. Пашканг К.В. Практикум по общему землеведению – М.: Высшая школа, 1982. - 223 с.
11. Тарарина Л.Ф. Экологический практикум для студентов и школьников – М.: Аргус, 1997. - 37 с.
12. Чертопруд М.В. Модификация метода Пантле-Букка для оценки загрязнения водотоков по качественным показателям макробентоса // Водн. ресурсы. – 2002. –Т. 29, №3. - С. 337–342.
13. География и мониторинг биоразнообразия / Н.В. Лебедева, Д.А. Кривоуцкий, Ю.Г. Пузаченко и др. – М.: Издательство Научного и учебно-методического центра МГУ, 2002. - 432 с.

NATURAL CONDITIONS OF THE COURSE AND TAXONOMIC COMPOSITION OF BOTTOM-DWELLING INVERTEBRATES OF THE VORONA RIVER

M.E. Bukovskiy
N.N. Kolomeytseva

*G.R. Derzhavin Tambov
State University,
Internatsionalnaya St. 33,
Tambov, 392000, Russia
E-mail: mikezz@mail.ru*

The data collected by the authors in an expedition to study the natural condition of the river Vorona streaming are discussed in the article. Studies were conducted at the area of its middle reaches within and in the immediate vicinity of the reserve "Voroninsky." The organoleptic characteristics of water quality and changes of water flow in the target area are estimated. Saprobity and bottom condition of the river are determined. The lists of taxons of benthic invertebrates found in the studied area are provided.

Key words: water quality, saprobity, benthic invertebrates, reserve, characteristics of the river gauging.



УДК 591.111.7:594.382.4

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ГЕМОЦИТОВ БРЮХОНОГО МОЛЛЮСКА *STENOMPHALIA RAVERGIERI* (FERUSSAC)¹

А.А. Присный
С.В. Кулько

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

Показаны особенности форменных элементов гемолимфы моллюска *Stenomphalia ravergieri*. Идентифицировано четыре типа гемоцитов. Сферические гемоциты типа 1 способны к расплыванию и формированию многочисленных псевдоподий, что позволяет им активно участвовать в фагоцитарных реакциях. Гемоциты типа 2 – овальные клетки устойчивой формы, редко формирующие псевдоподии, способны адгезировать на своей поверхности чужеродные объекты. Гемоциты типа 3 – аморфные клетки небольшого размера, с малыми лобоподиями. Гемоциты типа 4 отличаются от предыдущего типа клеток, исключительно размерами и, вероятно, являются промежуточной фазой развития гемоцитов третьего типа. Выявлены индивидуальные изменения в составе клеточных популяций и динамике количества гемоцитов.

Ключевые слова: гемолимфа, гемоциты, псевдоподии, фагоцитарная активность.

Введение

Определяющая роль в иммунных реакциях моллюсков принадлежит клеткам гемолимфы. Существуют различные морфологические типы клеток гемолимфы, которые обладают определенной степенью подвижности по особым путям циркуляции и участвуют в инкапсуляции чужеродных объектов.

Особое внимание в литературе уделяется фагоцитарной активности гемоцитов различных морфотипов. В проведенных ранее исследованиях выявлено, что среди гемоцитов встречаются клетки различного уровня специализированности, что, вероятно, определяет морфологию клеток и соотношение их групп в организме моллюска. Изучена морфология клеточных элементов гемолимфы отдельных моллюсков [1, 2]. Однако морфологические признаки гемоцитов различных типов *in vitro*, а также их способность образовывать псевдоподии рассмотрены недостаточно полно.

В последние десятилетия возникла потребность в понимании эволюционных аспектов становления иммунных реакций. Поэтому важно получать сведения о характере защитных реакций разнообразных животных.

Моллюски представляют собой один из самых удобных объектов для таких исследований. В результате, выявление сходных закономерностей защитных реакций позволяют ставить вопрос о конвергентности стратегий защиты у беспозвоночных и позвоночных животных.

Целью представленного исследования было изучение морфофункциональных особенностей гемоцитов брюхоного моллюска *Stenomphalia ravergieri*.

Объекты и методы исследования

Исследования осуществлены в период с 2010 по 2011 год на базе научно-исследовательской лаборатории «Физиология адаптационных процессов» кафедры анатомии и физиологии живых организмов.

Для проведения исследования использовали половозрелых моллюсков *S. ravergieri*, собранных в пойме реки Везелка осенью (сентябрь-октябрь) 2010 года. Видовую принадлежность объектов устанавливали по специальным определительным ключам [3, 4]. Особей *S. ravergieri* содержали в стеклянных емкостях, из расчета 1 литр объема на 10-15 особей, со слоем почвы на дне 2-3 см и установленными в емкостях веточками растений. Для поддержания влажности в емкости ставили чашки Петри с водой и периодически обрызгивали стенки и крышки емкостей при помощи пульверизатора. Время от времени емкости проветривали, чтобы избежать заплесневения и чрезмерного обводнения грунта.

¹ Исследование выполнено при поддержке гранта НИУ "БелГУ" ВКАС-02-12

Гемолимфу моллюсков отбирали стандартным методом, просверливая браншей ножниц во втором завитке от устья раковины небольшое отверстие, затем аккуратно надавливали на тело моллюска, чтобы к проделанному отверстию подошла часть брюшины. Ее осторожно прокалывали стерильной иглой, выделяющуюся гемолимфу собирали в пробирки [5].

Полученную из моллюсков гемолимфу делили на две части. Первую часть наносили на чистые предметные стекла, оставляли для оседания гемоцитов (примерно 60 минут) и давали возможность высохнуть на воздухе, затем фиксировали этанолом и окрашивали азур-эозином по Романовскому. Полученные окрашенные мазки изучали под оптическим микроскопом и осуществляли измерение размеров клеток при помощи анализатора изображений «ВидеоТест» (ООО «Микроскоп Сервис», г. Санкт-Петербург).

Вторую часть собирали при помощи микропипетки в пластиковую чашку Петри и, затем, изучали на инвертированном оптическом микроскопе Nikon Digital Eclipse Ti-E.

Для исследования процесса фагоцитоза в чистую пластиковую чашку Петри помещали каплю раствора супернатанта дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* в физиологическом растворе. Сверху помещали каплю гемолимфы, только что взятой у моллюска. Свежая гемолимфа необходима ввиду того, что амебоциты, обладающие выраженной фагоцитарной активностью, достаточно быстро адгезируют к стеклу и исключаются из процесса фагоцитоза, оставаясь в пробирке. Далее была произведена видеозапись процесса фагоцитоза в течение 30 минут.

Полученные данные обрабатывали с использованием методов вариационной статистики [6].

Результаты и их обсуждение

Исследования выявили наличие в гемолимфе улиток *S. ravergeri* нескольких типов клеток (табл. 1).

Таблица 1

Морфометрические показатели клеток гемолимфы *S. ravergeri*

Тип гемоцита	Линейные размеры клетки, μm		Линейные размеры ядра, μm	
	по длинной оси	по короткой оси	по длинной оси	по короткой оси
1	41.7 \pm 7.28	30.67 \pm 5.5	20.3 \pm 1.89	18.13 \pm 1.43
2	25.17 \pm 1.85	22.25 \pm 3.29	18.63 \pm 1.92	16.77 \pm 2.50
3	19.51 \pm 3.08	14.39 \pm 1.91	10.83 \pm 1.55	8.13 \pm 1.14
4	11.75 \pm 1.93	11.87 \pm 3.11	8.08 \pm 2.22	6.54 \pm 1.39

Тип 1. Большие клетки (средний размер – 41.7 μm), не имеющие стабильной формы. Составляют около 60% всех клеток гемолимфы. Обладают многочисленными псевдоподиями. На окрашенных фиксированных мазках выглядят как клетки, состоящие из ярко-розового округлого ядра с одним-двумя темными ядрышками и фиолетовой зернистой цитоплазмой, образующей неправильный контур.

Тип 2. Округлые клетки (средний размер – 25.17 μm), могут иметь тонкие филоподии. Составляют около 15% всех клеток гемолимфы. На окрашенных мазках выглядят как однородные розовые округлые образования, от которых могут отходить прозрачные тяжи (псевдоподии).

Тип 3. Малые аморфные клетки (средний размер – 19.51 μm) небольшого размера, с малыми лобоподиями. Составляют около 20% всех клеток гемолимфы. На окрашенных мазках выглядят как продолговатые розовые ядра, окруженные прозрачной цитоплазмой с неправильным контуром.

Тип 4. Отличаются от предыдущего типа клеток, исключительно, размерами (в среднем – 11.75 μm) и, вероятно, не является самостоятельным типом клеток, а лишь промежуточной фазой развития гемоцитов третьего типа. Однако это предположение требует дополнительной проверки.

В ходе исследований удалось выявить некоторые функциональные особенности описанных типов клеток. Критерием разделения были выбраны подвижность, способность закрепляться на поверхности, а также способность к фагоцитозу и фагоцитарная активность.

Тип 1. Большие клетки, не имеющие стабильной формы. Клетки этого типа закрепляются на субстрате, но сохраняют подвижность в течение всего времени наблюдения. Выпускают псевдоподии, имеющие вид лобоподий и иногда – тонких длинных филоподий. Проявляют умеренную фагоцитарную активность и способны инкапсулировать крупные объекты, попадающие в гемолимфу (рис. 1).

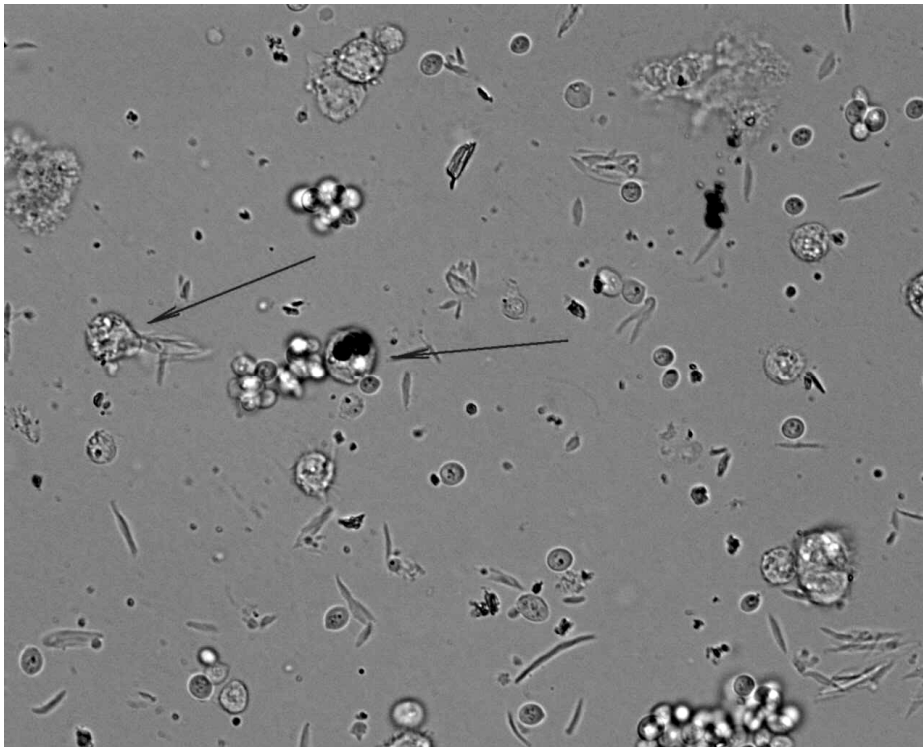


Рис. 1. Гемоциты типа 1: стрелками отмечены фагоцитировавший гемоцит типа 1 и гемоцит, проявляющий тенденцию к инкапсуляции агрегата дрожжевых клеток

Тип 2. Округлые клетки, образующие тонкие филоподии, не закрепляющиеся на субстрате. Фагоцитарную активность не проявляют, однако активно взаимодействуют с инородными клетками, помещенными в гемолимфу, «ощупывая» их (рис. 2).

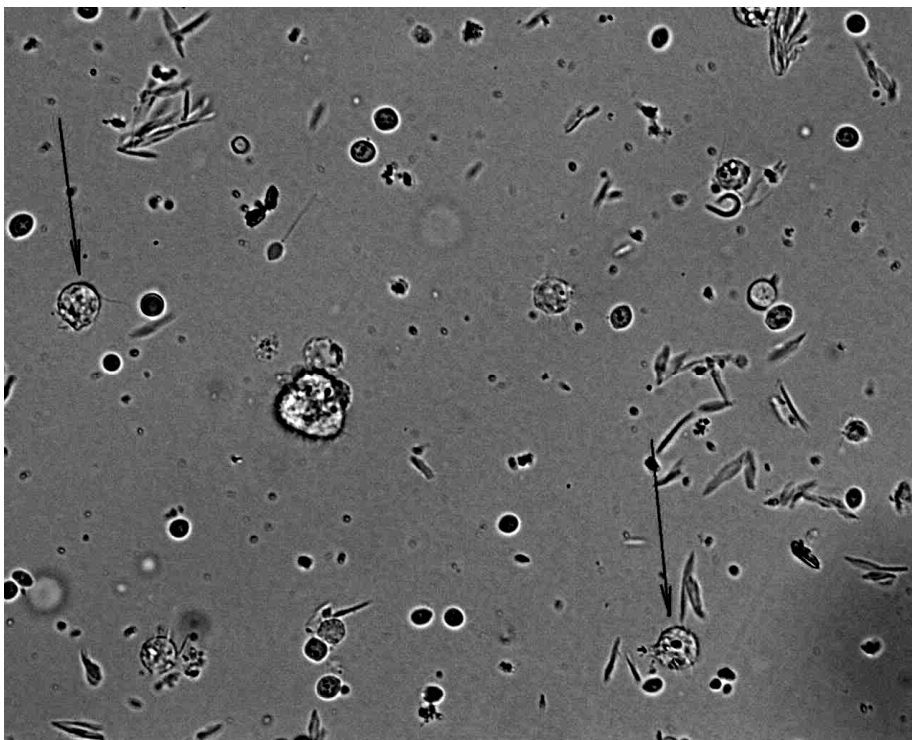


Рис. 2. Гемоциты типа 2: стрелками отмечены два гемоцита типа 2, имеющих ярко выраженную округлую форму, тонкие немногочисленные псевдоподии и четкие контуры

Тип 3. Малые аморфные клетки: небольшого размера, способны к образованию псевдоподий – главным образом, лобоподий, не слишком большой длины. Клетки этого типа способны к активному передвижению по стеклу, сливаются в агрегаты с подобными клетками, и в таком виде могут проявлять фагоцитарную активность. На мазках выглядят как продолговатые розовые ядра, окруженные прозрачной цитоплазмой с неправильным контуром (рис. 3).

При инкубировании во влажной камере среди гемоцитов преобладают крупные клетки с ядрами, идентифицированные нами как клетки типа 1. Морфологически похожие клетки были описаны ранее в составе капсул вокруг дегенерирующих спорозист и трансплантатов тканей [7]. Высказано предположение, что такие гемоциты более устойчивы к патологическим изменениям, происходящим в организме зараженного моллюска [8]. Они же оказываются наиболее жизнеспособными при инкубировании, в условиях накопления продуктов обмена веществ. Можно предположить, что крупные гранулоциты являются специализированной группой гемоцитов, участвующих в процессах инкапсуляции.

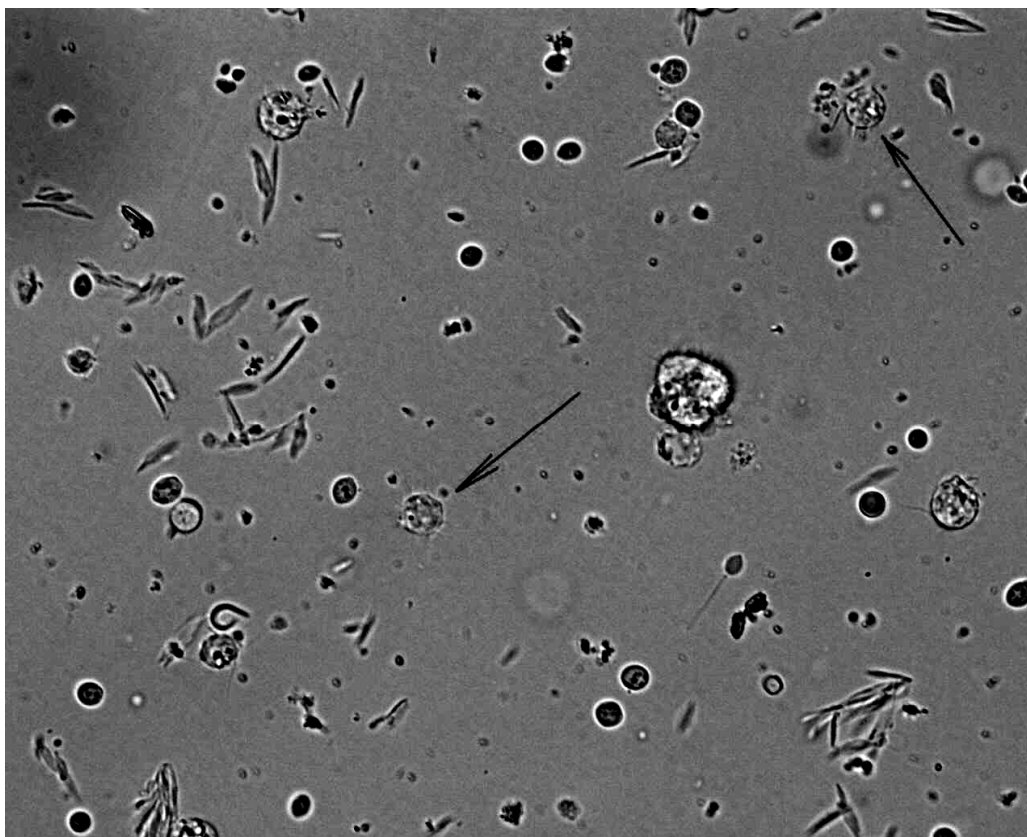


Рис. 3. Гемоциты типа 3: отмечены несколько клеток, лежащих разрозненно, не проявляющих фагоцитарной активности, со слабой оптической плотностью цитоплазмы и небольшими псевдоподиями

Заключение

Большую часть клеточных элементов гемолимфы *Stenomphalia ravergieri* (ок. 60%) составляют амебоциты, способные к формированию псевдоподий и расплыванию на субстрате. Количество клеток второго типа достаточно сильно варьирует, но в целом держится в пределах 15%, количество клеток 3-4 типа составляет примерно 20%.

В гемолимфе *Stenomphalia ravergieri* наибольшую фагоцитарную активность проявляют клетки типа 1, а клетки 2 типа не проявляют фагоцитарной активности, и не способны к образованию многочисленных псевдоподий. Клетки типа 3 и 4 проявляют умеренную фагоцитарную активность, и образуют немногочисленные псевдоподии.

Результаты исследования подтверждают точку зрения, что элементами защитных реакций брюхоногих моллюсков являются циркулирующие клетки гемолимфы – гемоциты. Это подтверждается как изменением клеточного состава гемолимфы, так и изменением функциональной активности гемоцитов при воздействии чужеродных объектов, в частности, клеток *Saccharomyces cerevisiae*.

Список литературы

1. Adamowicz A., Bolaczek M. Blood cells morphology of the snail *Helix aspersa maxima* (Helicidae) // *Zoologica Polonia*. – 2003. – Vol. 48. – P. 93-101.
2. Wootton E.C., Pipe R.K. Structural and functional characterization of the blood cells of the bivalve mollusk, *Scrobicularia plana* // *Fish Shellfish Immunol.* – 2003. – Vol. 15. – P. 249-262.
3. Кантор Ю.И., Сысоев А.В. Каталог моллюсков России и сопредельных стран. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2005. – 627 с.
4. Лихарев И.М., Раммельмейер Е.С. Наземные моллюски фауны СССР / Определители по фауне СССР, издаваемые Зоологическим институтом АН СССР. – М.-Л.: Издательство Академии Наук СССР, 1952. – 512 с.
5. Коган А.Б., Щитов С.И. Практикум по сравнительной физиологии. – М.: Советская наука, 1954. – 548 с.
6. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
7. Lie K. J., Heuneman D. Studies on resistance in snails. 3. Tissue reaction to *Echinostoma lindoense* sporocysts in sensitized and resensitized *Biomphalaria glabrata* // *The Journal of Parasitology.* – 1976. – P. 51-58.
8. Hernroth B. The influence of temperature and dose on antibacterial peptide response against lipopolysaccharide in the blue mussel, *Mytilus edulis* // *Fish & Shellfish Immunology.* – 2003. – P. 25-37.

MORPHO-FUNCTIONAL FEATURES OF HAEMOLIMPH ELEMENTS OF THE GASTROPOD *STENOMPHALIA RAVERGIERI*(FERUSSAC)

A.A. Prisny
S.V. Kulko

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

Features of formed elements of the haemolymph of mollusc *Stenomphalia ravergieri* are shown. Four types of haemocytes have been identified. Spherical haemocytes of the first type are capable of spreading and the formation of multiple pseudopodia that allows them to participate actively in phagocytic reactions. Haemocytes of type 2 are oval cells of the steady form which seldom form pseudopodia, they can adhere alien objects on their surface. Haemocytes of type 3 are amorphous cells of small size, with small pseudopodia. Haemocytes of type 4 differ from the previous type of cells in size only, and, probably, are an intermediate phase of the development of the third type haemocytes. Individual changes in the structure of cellular populations and dynamics of the number of haemocytes are revealed.

Key words: haemolymph, haemocytes, pseudopodia, phagocytic activity.

УДК 612.1 591.11

ДИНАМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ РЕЛЬЕФА ПОВЕРХНОСТИ ЛИМФОЦИТОВ ПРИ СНИЖЕНИИ ОСМОЛЯРНОСТИ СРЕДЫ ¹

М.Ю. Скоркина¹
М.З. Федорова¹
Е.А. Сладкова¹
Л.А. Косьминова²

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

*Белгородская областная клини-
ческая больница святителя
Иосафа, Россия, 308007,
г. Белгород, ул. Некрасова, 8/9*

Методом полуконтактного АСМ-сканирования изучены структура и динамика рельефа поверхности лимфоцитов здоровых доноров и больных ХЛЛ при снижении осмолярности среды. На поверхности лимфоцитов установлено образование агрегированных доменов и выпячиваний в виде пузырьковых структур и конгломератов, которые появляются на мембране лимфоцитов больных ХЛЛ на 60 с раньше, чем у здоровых при снижении осмолярности среды, и на 60 с раньше у здоровых в изотоническом растворе по сравнению с больными ХЛЛ. При снижении осмолярности среды высота глобулярных образований увеличивается, а их количество снижается в группах здоровых доноров и больных ХЛЛ.

Ключевые слова: лимфоциты, хронический лимфобластный лейкоз, атомно-силовая микроскопия, рельеф поверхности.

Введение

Транслокация компонентов биологических мембран в условиях осмотических воздействий оказывает существенное влияние на сродство поверхностных рецепторов к различным лигандам [1], изменяет функциональную активность ионтранспортирующих систем [2], адгезивные [3], метаболические и динамические свойства клеток [4]. Кроме того, в реакциях форменных элементов крови на осмотические силы, существенный вклад вносят актиновые филаменты, которые определяют жесткость клетки [5] и, являясь по своей природе упругим гелем, замедляющим осмотически управляемый ток воды [6]. Изучение рельефа поверхности клеток крови представляет интерес, поскольку определяет их функциональную состоятельность, изменяющуюся при различных патологиях [7]. Учитывая, что динамические перестройки в структуре цитоскелета отражаются на морфологии клеток [8], целью проведенного исследования явилось изучение динамики рельефа поверхности лимфоцитов здоровых доноров и больных хроническим лимфобластным лейкозом (ХЛЛ) при воздействии гипоосмотической нагрузки.

Материалы и методы

Эксперименты выполнены на периферической крови 100 здоровых доноров в возрасте от 25 до 45 лет и 50 больных ХЛЛ в возрасте от 17 до 46 лет. Использовали суспензию лейкоцитов, содержащую преимущественно лимфоциты из крови здоровых доноров и больных ХЛЛ. Лейкоциты получали путем центрифугирования цельной стабилизированной ЭДТА крови при 1500 об/мин в течение 10 мин. Удаляли верхний слой плазмы. Собирали нижнюю часть плазмы, богатую лейкоцитами и лейкоцитарное кольцо. Примесь эритроцитов разрушали 0,83% раствором хлорида аммония. Клетки дважды отмывали изотоничным буферным раствором (раствор Дульбекко, рН=7.4). Полученную суспензию лимфоцитов делили на две пробы по 10 мкл в каждой. К первой пробе добавляли 50 мкл 0,4% раствора хлорида натрия, ко второй – 50 мкл 0,9% раствор хлорида натрия. Инкубацию осуществляли в течение 900 с. Препараты для сканирования готовили на 30, 60, 90, 120, 150, 180, 300 и 900 с инкубации. Топографию поверхности клеток крови изучали с использованием атомно-силового микроскопа (АСМ) ИНТЕГРА Вита (конфигурация на базе инвертированного оптического микроскопа Olympus IX-71). Проводили сканирование 25 клеток из каждой опытной и контрольной пробы в полуконтактном режиме с частотой развертки 0,6–0,8 Hz, используя кантилевер серии NSG03, с жесткостью 1,1Н/м и радиусом закругления 10 нм. На полученных сканах с помощью программ-

¹ Работа выполнена в рамках реализации внутривузовского конкурса грантов 2011 г. на проведение исследований по приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники.

ного обеспечения «Nova» (Зеленоград, 2009) строили кривые профиля участков поверхности размером 3,5x3,5 мкм, на которых промеряли морфологические образования поверхности: подсчитывали количество и измеряли высоту глобулярных выступов. Полученные экспериментальные данные статистически обработаны. Достоверность различий определяли с использованием *t* критерия Стьюдента.

Результаты и их обсуждение

Цитоархитектоника лимфоцитов здоровых доноров. Структурные перестройки поверхности лимфоцитов в гипотонической среде сопровождались увеличением числа глобулярных выступов и углублений в мембране в интервале 30-90 с инкубации (рис. 1 *1a – 1в*). В изотоническом растворе в этот период наблюдалась тенденция к образованию пузырьков (рис. 1 *2a,2б*), которые образовывались на поверхности, начиная с 90 с инкубации (рис. 1 *2в*). На 120 с экспозиции на поверхности мембран в гипотонической среде преобладали углубления (рис. 1 *1г*), а в изотоническом растворе пузырьки объединялись и образовывали конгломераты (рис. 1 *2г*). На 150 с инкубации в гипотонической среде на мембране лимфоцитов появлялись небольшие пузырьковые выросты, которые сохранялись до конца инкубации, при этом высота их уменьшалась, рельеф поверхности сглаживался (рис. 1 *1д-1з*). В изотоническом растворе на 150 с наблюдалась ярко выраженная шероховатость поверхности за счет большого количества мелких глобулярных выступов, в дальнейшем их количество уменьшалось, но в рельефе преобладали пузырьковые структуры до конца инкубации как в изо- (рис. 1 *2д-2з*), так и в гипотонической средах (рис. 1 *1д-1з*).

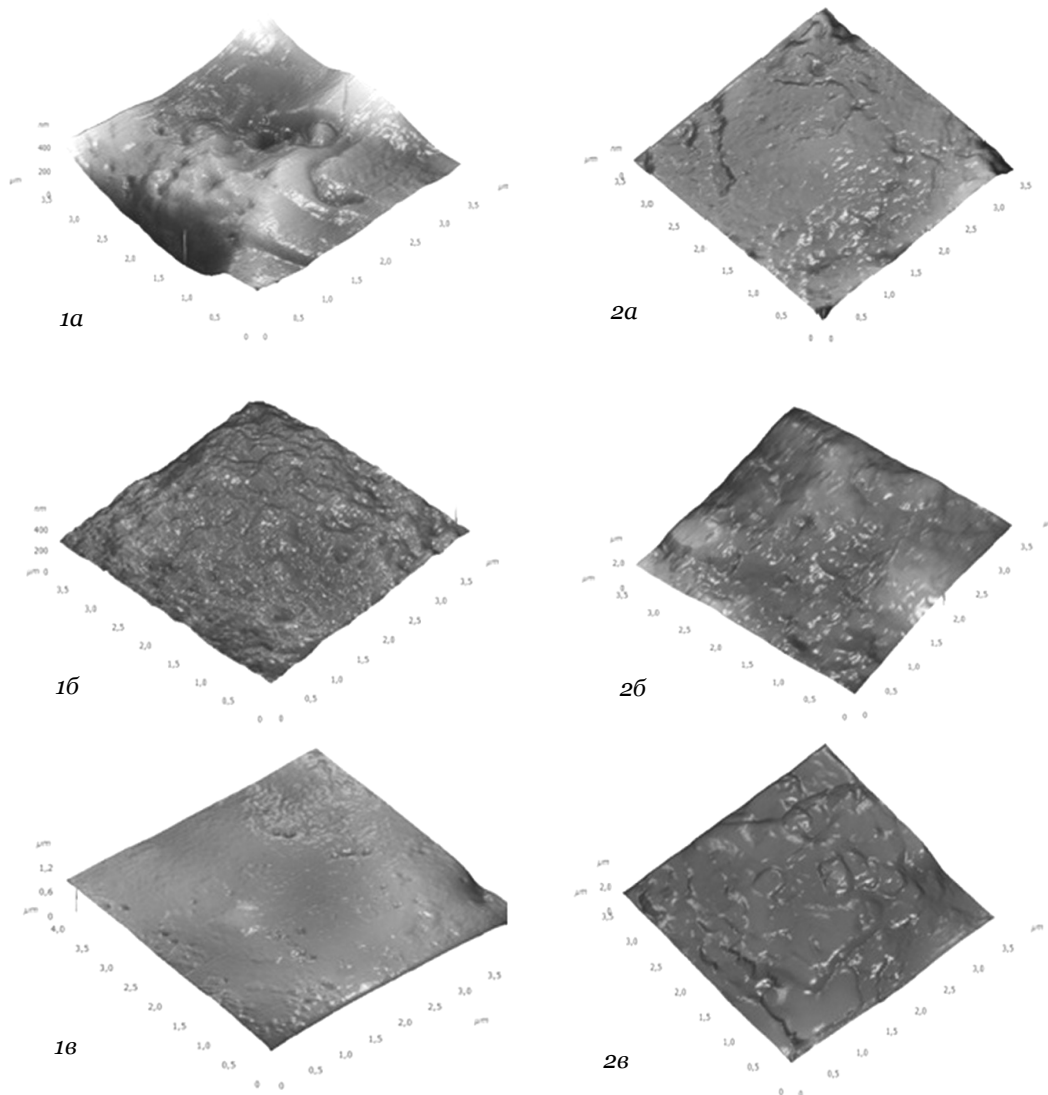


Рис. 1 продолжение. АСМ-изображения рельефа поверхности лимфоцитов здоровых доноров в гипо- (1) и изотоническом (2) растворах на: а – 30, б – 60, в – 90 секундах инкубации

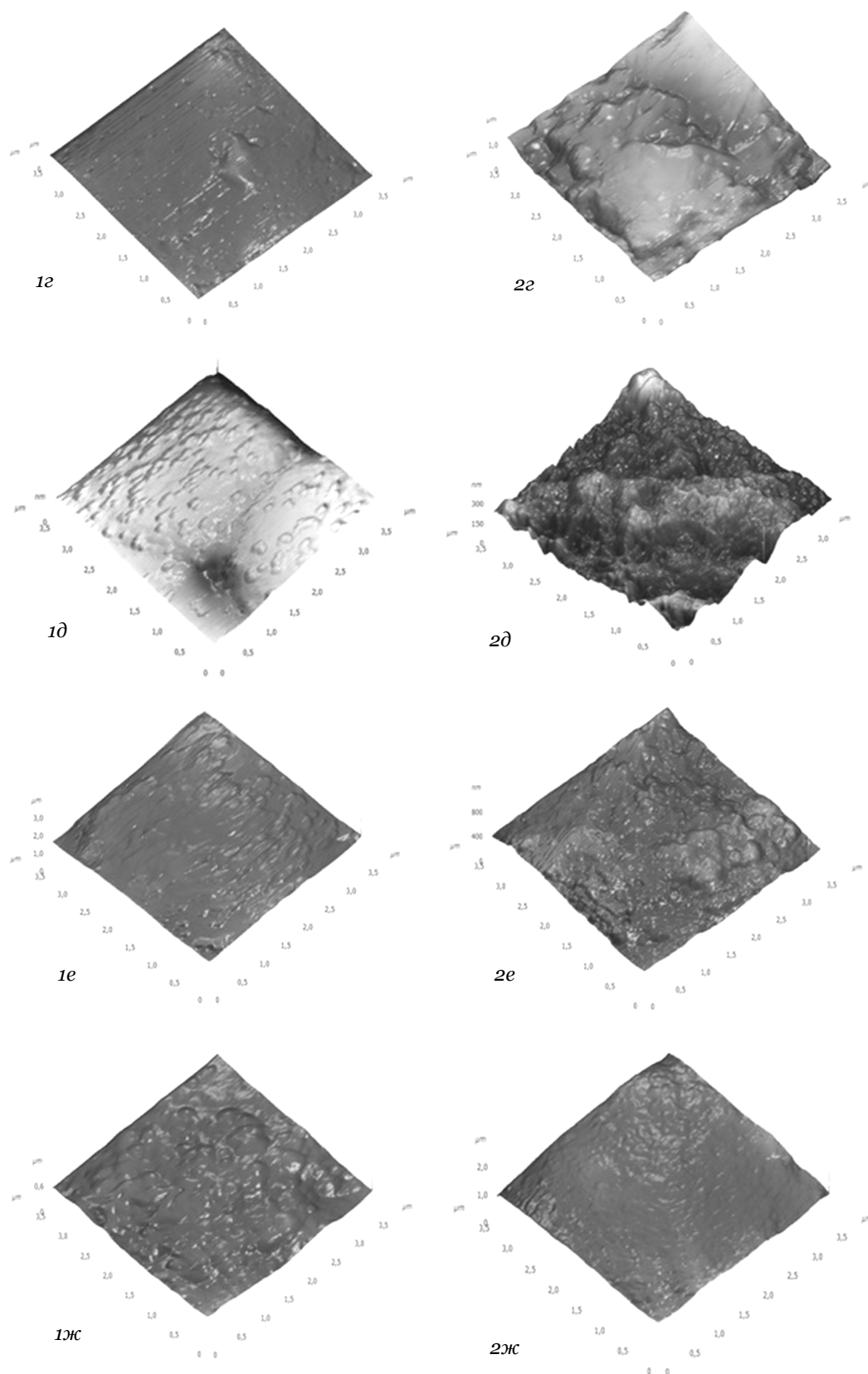


Рис. 1 продолжение. АСМ-изображения рельефа поверхности лимфоцитов здоровых доноров в гипо- (1) и изотоническом (2) растворах на: з – 120, д – 150, е – 180, ж – 300 секундах инкубации

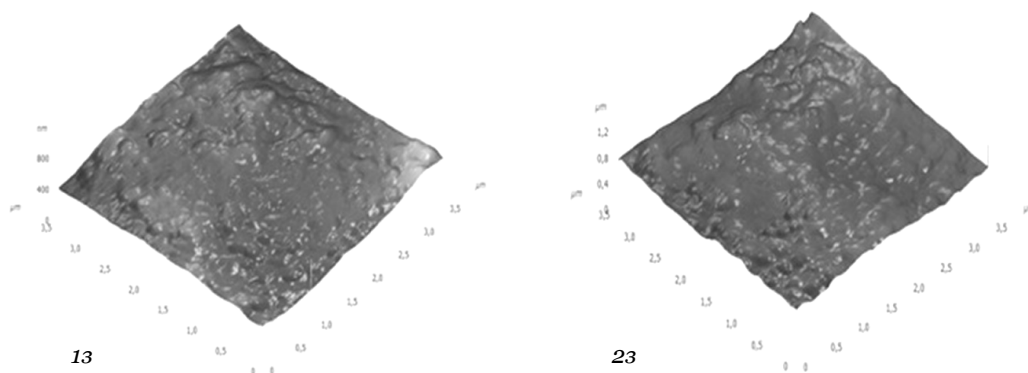


Рис. 1 окончание. АСМ-изображения рельефа поверхности лимфоцитов здоровых доноров в гипо- (1) и изотоническом (2) растворах на: 3 – 900 секундах инкубации

На 30 с инкубации количество глобулярных выступов снижалось на 78% ($p < 0,05$), а их размеры возрастали на 37,5% ($p < 0,05$) по сравнению с изотоническим раствором (табл. 1).

Таблица 1
Размеры и количество глобулярных выступов на поверхности лимфоцитов здоровых доноров при снижении осмолярности среды

Время инкубации, с	Гипотонический раствор		Изотонический раствор	
	Высота, нм	Количество	Высота, нм	Количество
30	35.82±2.45*	47±1.2*	22.39±1.90	84±2.9
60	20.58±1.08*	130±3.1*	36.39±4.05	22±0.4
90	20.45±1.61*	71±2.5*	82.67±7.16	34±1.9
120	21.08±2.75*	48±0.9	44.36±4.48	49±1.0
150	41.70±3.31	32±1.4*	38.27±2.70	154±5.2
180	27.86±2.09*	61±2.8*	46.17±5.27	25±1.3
300	28.92±1.76*	71±3.7*	50.05±6.59	32±4.6
900	24.28±2.06	76±3.1*	29.25±4.96	23±1.7

*- Статистически достоверные различия между значениями в гипотоническом растворе по сравнению со значениями в изотоническом растворе по критерию Стьюдента при $p < 0,05$.

На 60 с воздействия происходило резкое увеличение количества глобулярных выступов на поверхности мембраны лимфоцитов, помещенных в гипотонический раствор (490%; $p < 0,05$), при этом их высота снижалась на 76,8% ($p < 0,05$) по сравнению с изотоническим раствором. В последующие 60 с инкубации в гипотоническом растворе сохранялась выявленная тенденция к увеличению числа глобулярных выступов при уменьшении их высоты. На 150 с достоверных различий в размерах выступов не обнаружено, но их количество уменьшалось на 381% ($p < 0,05$) по сравнению с изотоническим раствором. Начиная со 180 с и до конца экспозиции (900 с) установлено увеличение количества глобулярных выступов на фоне снижения их высоты.

Количество углублений на участке мембраны уменьшалось на 34,6% ($p < 0,05$) через 30 с инкубации в гипотонической среде, при том существенно возрастал диаметр пор на 47% ($p < 0,05$), а их глубина находилась в пределах не достоверных различий с изотоническим раствором (табл. 2).

Таблица 2
Габаритные размеры углублений в мембране и их количество в рельефе лимфоцитов здоровых доноров при снижении осмолярности среды

Время инкубации, с	Гипотонический раствор			Изотонический раствор		
	Диаметр, нм	Глубина, нм	Количество	Диаметр, нм	Глубина, нм	Количество
1	2	3	4	5	6	7
30	428.0±72.1*	24.2±3.3	18±0.6*	225.8±15.5	21.3±2.3	52±1.3
60	301.8±11.4*	18.7±0.7*	117±1.4*	137.4±17.9	8.0±0.5	8±0.4
90	145.7±7.3*	10.6±0.6*	49±0.9*	177.5±13.1	22.2±3.7	4±0.1
120	173.6±3.7*	14.1±0.6	33±0.7*	155.1±14.3	15.7±3.7	10±0.9

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7
150	209.3±1.9*	27.7±4.6*	7±0.2*	126.5±7.6	11.9±1.8	20±1.1
180	149.4±1.7*	7.5±0.9	16±0.5*	94.4±6.1	12.0±2.9	5±0.3
300	189.1±1.6*	15.1±1.7	7±0.1*	141.2±6.2	17.8±2.0	4±0.1
900	266.6±1.6*	21.5±1.7*	42±1.6*	93.2±8.0	6.08±1.1	5±0.7

*- Статистически достоверные различия между значениями в гипотоническом растворе по сравнению со значениями в изотоническом растворе по критерию Стьюдента при $p < 0,05$.

Выраженные изменения в цитоархитектонике поверхности лимфоцитов происходили на 60 с инкубации в гипотонической среде. В этот период увеличивалось количество углублений в мембране (на 136%; $p < 0,05$), их габаритные размеры возрастали: диаметр – на 119,6% ($p < 0,05$), глубина – на 133% ($p < 0,05$) по сравнению с изотоническим раствором. К 90 с инкубации диаметр и глубина пор в мембране уменьшались соответственно на 82,0 и 47,7% ($p < 0,05$), но их количество по-прежнему превышало значения изотонической среды на 112% ($p < 0,05$). Начиная со 120 с и до конца инкубации (900 с) габаритные размеры пор в мембране увеличивались в условиях снижения осмолярности среды, при этом их количество возрастало к 120 с – на 230% ($p < 0,05$), а к 900 с – на 740% ($p < 0,05$).

Цитоархитектоника лимфоцитов больных ХЛЛ. В рельефе поверхности больных лимфобластным лейкозом на 30 с инкубации как в гипотонической (рис. 2 1а), так и в изотонической средах (рис. 2 2а) наблюдали сглаженность рельефа. Глобулярные выступы присутствовали в незначительном количестве и не придавали поверхности ярко выраженной шероховатости, четко выделялись углубления в мембране лимфоцитов. Во временном интервале с 30 по 150 с экспозиции в гипотонической среде происходило структурирование и увеличение шероховатости клеточной поверхности (рис. 2 1б-1д). При этом, начиная с 90 с инкубации, наблюдалось появление пузырьковых структур (рис. 2 1в) с последующим их укрупнением, слиянием и образованием конгломератов (рис. 2 1г, 1д). В изотоническом растворе аналогичная ситуация укрупнения глобулярных структур и дальнейшей конгломерации наблюдалась начиная со 120 с и по 180 с экспозиции (рис. 2 2г-2е). На 180 с инкубации в гипотонической среде на поверхности наблюдались мелкие одиночные глобулярные выступы (рис. 2 1е). На 300 с инкубации в гипотонической среде рельеф поверхности лимфоцитов приобретал рифленый характер, в нем появлялись крупные углубления и пузырьковые глобулы (рис. 2 1ж), в то время как на мембране лимфоцитов, инкубированных в изотоническом растворе, присутствовали крупные глобулярные конгломераты и незначительное количество мелких углублений в мембране (рис. 2 2ж). К окончанию экспозиции (900 с) как в гипотонической (рис. 2 1з), так и в изотонической средах (рис. 2 2з), на поверхности лимфоцитов присутствовали глобулярные образования.

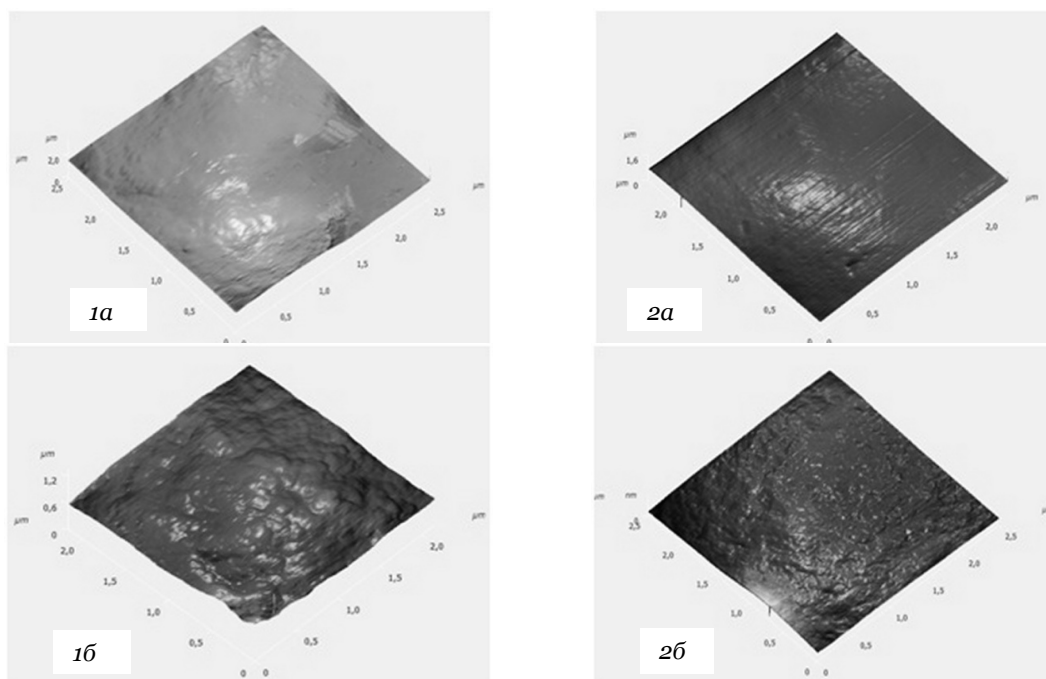


Рис. 2. Рельеф поверхности лимфоцитов больных ХЛЛ в гипо- (1) и изотоническом (2) растворах на: а – 30, б – 60 секундах инкубации

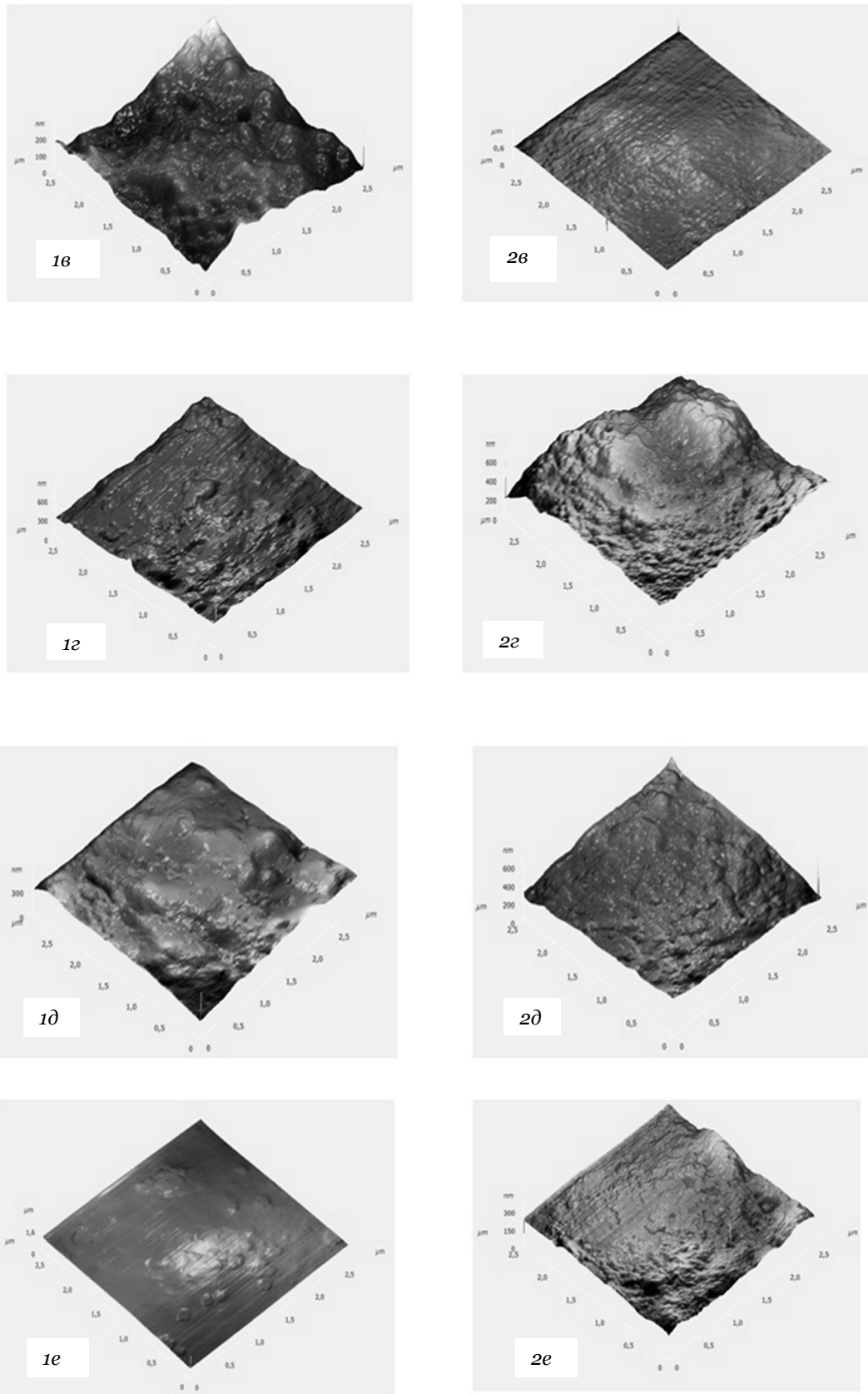


Рис. 2. Рельеф поверхности лимфоцитов больных ХЛЛ в гипо- (1) и изотоническом (2) растворах на: а – 90, б – 120, д – 150, е – 180 секундах инкубации

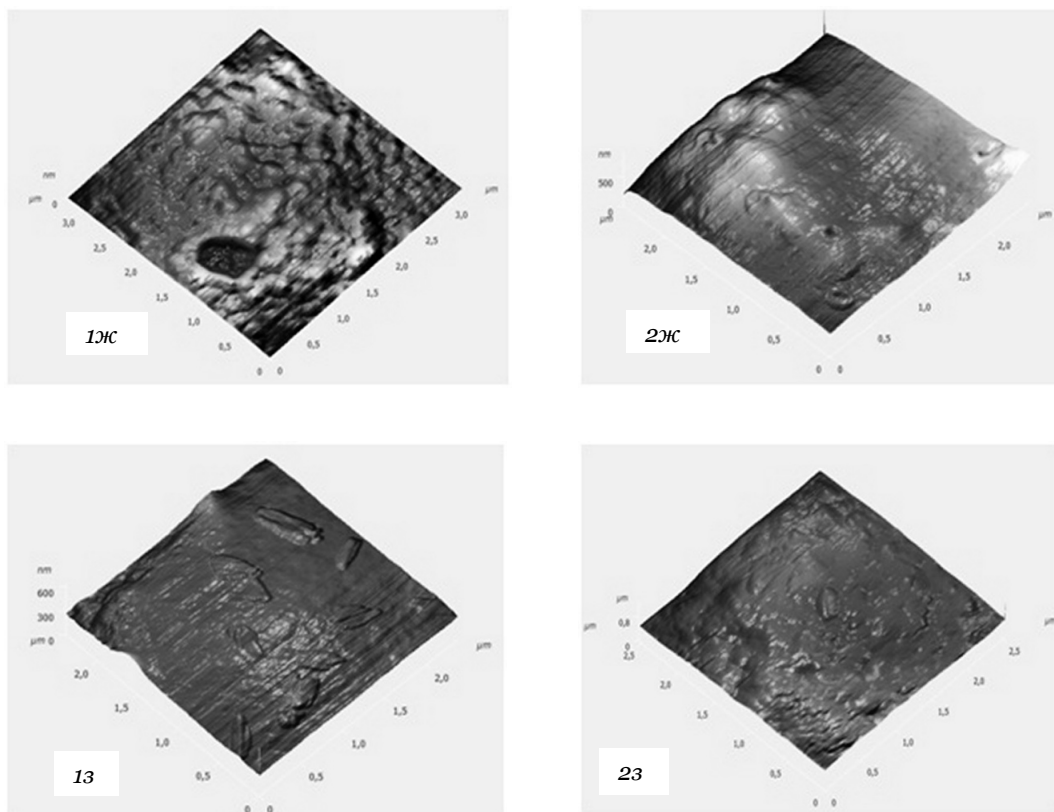


Рис. 2. Рельеф поверхности лимфоцитов больных ХЛЛ в гипо- (1) и изотоническом (2) растворах на: ж – 300, з – 900 секундах инкубации

В течение первых 60 с экспозиции лимфоцитов больных ХЛЛ в гипотонической среде наблюдали качественные изменения в структурных перестройках поверхности. На 30 с инкубации высота глобулярных выступов возрастала на 96,7% ($p < 0,05$), 60 с- на 57,5% ($p < 0,05$) по сравнению с высотой выступов в изотоническом растворе. При этом достоверных количественных изменений между структурами в гипо- и изотонической среде не выявлено (табл.3).

Таблица 3
Размеры и количество глобулярных выступов на поверхности лимфоцитов больных ХЛЛ при снижении осмолярности среды

Время инкубации, с	Гипотонический раствор		Изотонический раствор	
	Высота, нм	Количество	Высота, нм	Количество
30	51.47±5.62*	19±1.6	26.17±1.23	15±2.4
60	31.94±5.10*	23±1.8	20.28±2.03	17±2.1
90	23.63±1.28*	109±3.8*	31.89±1.52	20±2.3
120	26.24±3.33	41±2.6*	29.98±1.60	103±4.1
150	39.69±1.14*	38±1.3*	31.21±1.54	18±2.5
180	29.38±3.39	25±2.4	30.65±2.70	27±2.6
300	26.76±1.67*	21±2.1	48.44±3.80	23±2.1
900	71.81±5.65*	50±3.8	15.50±1.14	59±1.8

* - статистически достоверные различия между значениями в гипо- и изотоническом растворе по критерию Стьюдента при $p < 0,05$.

На 90 с экспозиции происходило увеличение количества глобул на 445% ($p < 0,05$), но их высота снижалась на 74% ($p < 0,05$) по сравнению с изотоническим раствором. На 120 с инкубации число глобулярных выступов уменьшалось на 95,3% ($p < 0,05$), при этом высота их практически не отличалась от аналогичных значений в изотоническом растворе. На 150 с происходило увеличение как количества, так и высоты глобул на поверхности лимфоцитов соответственно на 111 и 27% ($p < 0,05$) по сравнению с изотоническим раствором. К окончанию экспозиции на 300 с высота глобулярных выступов уменьшалась на 81% ($p < 0,05$), а на 900 с – увеличивалась на 363% ($p < 0,05$) по сравнению с изотоническим раствором.

На 30 с экспозиции в гипотонической среде в мембране лимфоцитов больных лейкозом возрастало количество углублений на 80% ($p < 0.05$), их диаметр и глубина увеличивались соответственно на 34 и 117% ($p < 0.05$) по сравнению с изотоническим раствором (табл. 4).

Таблица 4

Габаритные размеры углублений в мембране и их количество на поверхности лимфоцитов больных ХЛЛ при снижении осмолярности среды

Время инкубации, с	Гипотонический раствор			Изотонический раствор		
	Диаметр, нм	Глубина, нм	Количество	Ширина, нм	Глубина, нм	Количество
30	116.52±6.10*	16.10±2.70*	18±2.3*	86.80±5.80	7.41±0.32	10±1.8
60	85.67±9.76	8.76±0.43	9±0.7	85.00±3.21	8.66±0.44	10±1.8
90	147.83±6.70*	7.99±0.75	54±3.5*	89.30±7.93	7.83±0.11	10±1.9
120	106.41±9.12	9.18±0.98	17±1.2	93.35±7.73	6.28±0.80	17±1.3
150	125.57±7.44*	12.50±1.03*	14±1.0*	72.17±8.00	5.94±0.28	9±1.1
180	112.58±11.26*	11.37±1.33*	12±1.3*	77.02±4.73	3.87±0.37	38±2.6
300	113.00±9.08*	3.80±0.56	24±1.6*	86.00±1.20	4.14±0.65	5±0.8
900	99.63±1.43	10.30±1.07*	10±1.8*	86.21±2.97	2.54±0.27	19±2.6

* - статистически достоверные различия между значениями в гипо- и изотоническом растворе по критерию Стьюдента при $p < 0,05$.

На 90 и 300 с в гипотонической среде наблюдали возрастание числа углублений в мембране лимфоцитов соответственно на 440% и 380% ($p < 0.05$) по сравнению с изотоническим раствором. Причем их диаметр возрастал на 65,5% (на 90 с) и на 31,4% ($p < 0.05$; на 300 с), а глубина не отличалась от значений, характерных для изотонического раствора. На 150 с экспозиции в гипотонической среде происходило увеличение количества углублений в мембране на 55,6% ($p < 0,05$), возрастали диаметр и глубина пор соответственно на 74 и 110% ($p < 0.05$) по сравнению с размерами структур в изотоническом растворе. На 180 с габаритные размеры углублений продолжали расти, но их количество снижались на 32% ($p < 0.05$) по сравнению с изотоническим раствором. К окончанию экспозиции на 900 с происходило снижение числа углублений в гипотонической среде на 90% ($p < 0.05$), при этом их глубина возрастала на 305,5% ($p < 0.05$), а диаметр не отличался от значений установленных для структур в изотоническом растворе.

Реакция клеточной поверхности лимфоцитов как здоровых доноров, так и больных ХЛЛ на снижение осмолярности среды, проявлялась в образовании агрегированных доменов и выпячиваний в виде пузырьковых образований на мембране. Мембранная транслокация элементов поверхностного рельефа в лимфоцитах больных ХЛЛ в гипотонической среде происходила быстрее и начиналась с 90 с, в то время как у здоровых – со 150 с. Возможно, установленная разница во времени связана с нарушением в организации актинового цитоскелета опухолевых клеток. Образование агрегированных доменов на плазмалемме сопровождается концентрацией в этих местах фосфорилированных белков цитоскелета [9]. Показано, что пузырьковые образования мембраны, представляющие собой локальные разрушения между кортикальным цитоскелетом и мембраной, являются одной из форм клеточного движения [10], используемого раковыми клетками при инвазии во внеклеточный матрикс [11]. Механизм их появления связан с потерей клеткой кортикального F-актина и ERM-протеинов [12, 13, 14].

Образование пузырьковых структур на поверхности лимфоцитов здоровых доноров в изотоническом растворе (на 60 с) опережает по времени процесс образования агрегированных доменов и пузырьковых выпячиваний на мембранах лимфоцитов больных ХЛЛ (на 150 с). Не исключено, что такая реакция является следствием физиологического защитного действия актиновых сетей в здоровых клетках при колебании осмотического давления. Колебания в диапазоне 10 м Осм детектируются на мембранах ионных каналов и контролируют регулирование объема [15]. Актиновая сеть может сопротивляться такому напряжению без сопровождения потока воды через мембрану, что вызывает появление глобулярных выступов и протрузий на поверхности [6].

Заключение

Изменения в рельефе поверхности лимфоцитов при снижении осмолярности среды у здоровых доноров и больных ХЛЛ связаны с образованием локальных деформаций мембраны в виде выпячиваний и пузырьков. Реакция клеточной поверхности лимфоцитов, как у здоровых, так и больных ХЛЛ, на снижение осмолярности среды, проявляется увеличением высоты глобулярных выступов при сокращении их количества, в то время как в изотоническом растворе

изменение числа выступов не сопровождается достоверным изменением их размеров. Изменение количества и габаритных размеров углублений в мембране носят циклический характер, в лимфоцитах здоровых доноров начинается на 60 с воздействия, у больных – на 90 с.

Список литературы

1. Sechi S.A., Wehland J. The cytoskeleton and plasma membrane connection: PtdIns (4,5)P₂ influences cytoskeletal protein activity at the plasma membrane // *J. of cell Science.* – 2000. Vol. 113. – P. 3685-3695.
2. Negulaev Y.A., Vedernikova E.A., Maximov A.V. Disruption of actin filaments increases the activity of sodium-conduction channels in human myeloid leukemia cells // *Molecular. Biol.* – 1996. – Vol. 7. – P. 1857-1864.
3. Saarikangas J., Zhao H., Lappalainen P. Regulation of the actin cytoskeleton-plasma membrane interplay by phospholipids // *Physiol. Rev.* – 2010. – Vol. 90. – P. 259-289.
4. Stossel T.P. Contribution of actin to the structure of cytomatrix // *J. Cell. Biol.* – 1984. – Vol. 99. – P. 155-219.
5. Stossel T.T., Janmey P.A., Zaner K.S., The cortical cytoplasmic actin gel // *Cytomechanics / Ed. J. Bererter-Hahn, O.R. Andersen, W.E. Reif.* – Berlin: Springer-Verlag, 1987. – P. 131-153.
6. Ito T., Suzuk A., Stossel T.P. Regulation of water flow by actin-binding protein-induced acting elation // *Biophys. J.* – 1992. – Vol. 61. – P. 1301-1305.
7. Sanchez D., Johnson N., Li C., Novak P., Rheinlaender J., Zhong V., Anand P. Noncontact measurements on the local mechanical properties of living cells using pressure applied via a pipette // *Biophys. J.* – 2008. – Vol. 95. – P. 3017-3027.
8. McMahon H.T., Gallop J.L. Membrane curvature and mechanisms of dynamic cell membrane remodeling // *Nature.* – 2005. – Vol. 438. – P. 590-596.
9. Фултон А. Цитоскелет. Архитектура и хореография клетки. – М.: Мир, 1987. – 117 с.
10. Charras G., Paluch E., Blebs lead the way: how to migrate without lamellopodia // *Nat. Rev. Mol. Cell Biol.* – 2008. – Vol. 9. – P. 730-736.
11. Sahal E., Mechanisms of cancer cell invasion // *Curr. Opin. Genet. Dev.* – 2005. – V. 15. – P. 87-96.
12. Raucher D., Stauffer T., Chen W., Shen K., Gu S., York J.B., Shettz M.P., Meyer T. Phosphatidylinositol 4,5-bisphosphate functions as a second messenger that regulates cytoskeleton-plasma membrane adhesion // *Cell.* – 2000. – Vol. 100. – P. 221-228.
13. Sheetz M.P., Suble J.E., Dobereiner H.C. Continuous membrane cytoskeleton adhesion request continuous accommodation to lipid and cytoskeleton dynamics // *Annu. Rev. Biophys. Biomol. Struct.* – 2006. – Vol. 35. – P. 417-434.
14. Wang Y., Litvinov R.I., Chen X., Bach T.L. Loss of PIP5K γ , unlike other PIP5KI isoforms, impairs the integrity of the membrane cytoskeleton in murine megakaryocytes // *J. Clin. Invest.* – 2008. – Vol. 118. – P. 812-819.
15. Hoffman E.K., Simonsen L.D. Membrane mechanism in volume and pH regulation in vertebrate cells // *Physiol. Rev.* – 1989. – Vol. 69. – P. 315-382.

DYNAMIC CHANGES IN LYMPHOCYTE SURFACE RELIEF WITH A DECREASE OF MEDIUM OSMOLARITY

M.Y. Skorkina¹
M.Z. Fedorova¹
E.A. Sladkova¹
L.A. Kosminova²

¹ *Belgorod State National Research University, Pobedy St., 85, Belgorod, 308015, Russia*
E-mail: skorkina@bsu.edu.ru

² *Belgorod Regional Hospital St. Iosaf, Nekrasov St., 8/9, Belgorod, 308007, Russia*

The structure and dynamics of the surface topography of lymphocytes from healthy donors and CLL patients with a decrease in the osmolality of the medium are studied using the method of semi-contact AFM scanning. On the surface of lymphocytes is detected the formation of aggregated domains and protrusion in the form of bubble patterns and conglomerates, which appear on the membrane of CLL lymphocytes with 60 s earlier than normal with a decrease in the osmolality of the medium, and 60 s from earlier in healthy in an isotonic solution compared with CLL patients. By reducing the osmolality of the medium the height of the globular structures increases, and their number is reduced in the groups of healthy donors and patients with CLL.

Key words: lymphocytes, chronic lymphocytic leukemia, atomic force microscopy, surface.

К ГНЕЗДОВОЙ БИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ ЖЕЛТОГОЛОВОЙ ТРЯСОГУЗКИ *MOTACILLA CITREOLA* PALLAS, 1776) (PASSERIFORMES, MOTACILLIDAE, MOTACILLINAE) ¹

Е.А. Артемьева
И.В. Муравьев

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 желтоголовой трясогузки *Motacilla citreola* Pallas, 1776 (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

Желтоголовая трясогузка *Motacilla citreola* Pallas, 1776 (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. citreola* на территории Среднего Поволжья и Предуралья, по положению современных границ гнездового ареала данного вида. Сведения о возможном размножении подвидовых форм желтоголовой трясогузки в ряде регионов на территории ареала (в том числе в Среднем Поволжье) в настоящее время носят отрывочный характер, основываются на отдельных (спорадических) наблюдениях, общая картина характера гнездования вида в ареале не полная или частично отсутствует. *M. citreola* является достаточно локальным видом, требовательна к биотопам гнездования, что обуславливает дисперсное распределение гнездовых поселений данного вида в пространстве ареала.

Проведены комплексные исследования биотопов и фенологии гнездования, особенностей нидологии, биологии и экологии, оологии, птенцов в популяциях *M. citreola* в пространстве ареала, в том числе на территории Среднего Поволжья. Показаны особенности гнездования как результат активного сближения форм *M. c. citreola* и *M. c. werae* на территории европейской части России, в том числе в Среднем Поволжье, что связано с расширением их северной и южной границ гнездовых ареалов соответственно (Степанян, 1990). Выявлены места гнездования *M. citreola*, связанные с лугово-болотными ценозами (Астраханская, Волгоградская, Пензенская, Саратовская и Ульяновская области). *M. c. citreola* и *M. c. werae* включены 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. citreola*, 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. citreola* в условиях симпатрии в Среднем Поволжье.

Объект и методы исследования

Ареал *M. citreola* имеет разорванный характер. В Западной и Восточной Сибири обитает *M. c. citreola* Pallas, 1776. В европейской части России, на Урале, частично в Западной Сибири встречается *M. c. werae* Buturlin, 1907. *M. c. calcarata* Hodgson, 1836, обитает в горах Тянь-Шаня

¹ Данная работа выполнена при поддержке регионального гранта РФФИ Поволжье № 09-04-97012-р_поволжье_a.

и восточного Ирана на восток до Тибета, до западных границ Ганьсу, на север до Джунгарского Алатау. *M. c. weigold* Rensch, 1933 – в провинциях Сычуань с прилежащими частями восточного Тибета и Юнань [1, 2]. Л.А. Портенко выделял четвертый подвид желтоголовой трясогузки – *M. c. guassatrix* Portenko [3]. *M. citreola* является единственным видом в группе «желтых» трясогузок, который не вызывает сомнений в видовом статусе. Желтоголовая трясогузка зимует на севере Индии и в Бирме [4], может быть встречена зимой в Палестине и Египте, известны залеты на Гельголанд и в Италию [1].

В Среднем Поволжье и Предуралье обитают 2 немногочисленных перелетно-гнездящихся подвида желтоголовой трясогузки: северо-восточный номинативный – *M. c. citreola* Pallas, 1776 и юго-западный – *M. c. werae* Buturlin, 1908 [2]. В 2006 году *M. c. werae* Buturlin, исключен из ранга подвида и ему присвоен статус видового таксона – малая желтоголовая трясогузка *M. werae werae* Buturlin, 1908 [5]. Однако в настоящей работе авторы придерживаются точки зрения Л.С. Степаняна [2] и рассматривают *M. c. werae* Buturlin в качестве подвидовой формы *M. citreola*. Обычный (немногочисленный) гнездящийся перелетный вид [6]. В Татарстане – обычный гнездящийся и пролетный вид [7]. В Самарской, Пензенской и Саратовской областях является гнездящимся и пролетным видом.

Для выяснения границ гнездовых ареалов подвигов *M. citreola* и географического паттерна распространения основных фенотипов использован музейный материал фондов Зоологического института РАН (г. С.-Петербург) – 63 экз., Зоологического музея МГУ (г. Москва) – 58 экз., Зоологического музея СГУ (г. Саратов) – 7 экз., Кировского государственного краеведческого музея – 8 экз., Пензенского государственного краеведческого музея – 4 экз., Зоологического музея ПГПУ им. В. Г. Белинского – 17 экз., а также материалы полевых исследований 1978–2011 гг. (данные А.А. Яковлева, В.А. Яковлева и Г.Н. Исакова по Чувашии (565 экз.), данные по Ульяновской области (235 экз.), по Пензенской (350 экз.), Саратовской (43 экз.), Волгоградской (30 экз.) областях, Казахстану (40 экз.) и в рамках регионального гранта РФФИ Поволжье 2009–2010 гг. (352 экз.), из которых 98 экз. были окольцованы. Общий объем исследованного материала составляет 1772 экз. (91 выборка с территории ареалов видов группы). Полевые исследования (в том числе, нидологические и оологические) проводились на территории

Астраханской, Волгоградской, Нижегородской, Оренбургской, Пензенской, Самарской, Саратовской и Ульяновской областей, в Республиках Мордовии и Чувашии с апреля по октябрь 1978–2011 гг. (рис. 1).

Нидологический материал (гнезда): $n=16$ (Кировская обл.), $n=27$ (Пензенская обл.), $n=2$ (Пермская обл.), $n=3$ (Ульяновская обл.). Оологический материал (количество кладок и яиц): $n_1=16$, $n_2=81$ (Кировская обл.); $n_1=26$, $n_2=103$ (Пензенская обл.); $n_1=3$, $n_2=16$ (Ульяновская обл.). Материал по птенцам: $n=6$ (Кировская обл.), $n=416$ (Республика Мордовия), $n=174$ (Пензенская обл.), $n=7$ (Пермская обл.). Всего было проанализировано 48 гнезд, 45 кладок и 200 яиц, 603 птенца.

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 желтоголовой трясогузки. Прове-

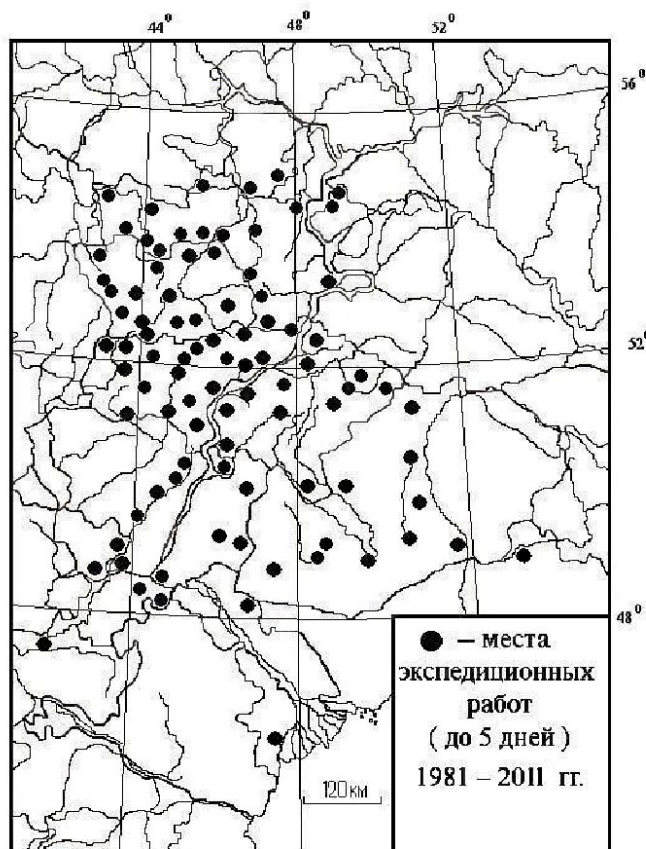


Рис. 1. Точки экспедиционных работ (до 5 дней) в течение 1981–2011 гг. на исследованной территории европейской части России

дена морфометрическая обработка всех найденных гнезд ($n=27$), описывался гнездовой материал, экспозиция гнезда по отношению к сторонам горизонта, определялся 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 ($n=103$) у модельного вида рассчитывались следующие показатели: степень округленности (Sph), объем (V) и коэффициент вариации (CV), описывались окраска и рисунок скорлупы яиц [6].

Работа выполнена с использованием следующих методов: картирование гнездовых поселений и встреч, учеты по традиционным методам, кольцевание, мечение цветными кольцами, изучение рациона питания птенцов и взрослых особей, проведение записей голосовых сигналов данного вида и получение сонограмм [6].

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 были составлена карта гнездового ареала вида и его подвидовых форм (северо-восточной *M. c. citreola* и юго-западной *M. c. werae*) (рис. 2, 3).

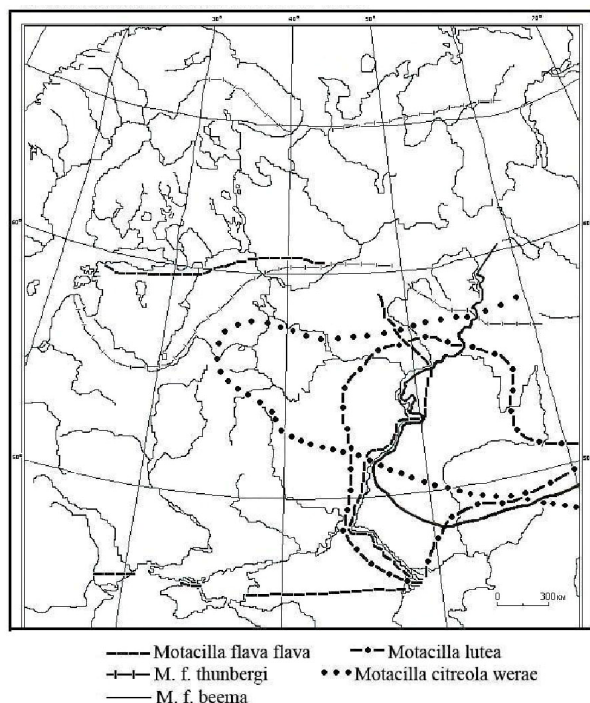


Рис. 2. Границы ареалов комплекса «желтых» трясогузок *Motacilla flava* L., *Motacilla lutea* (S. G. Gmelin) и *Motacilla citreola* Pall. на исследованной территории европейской части России

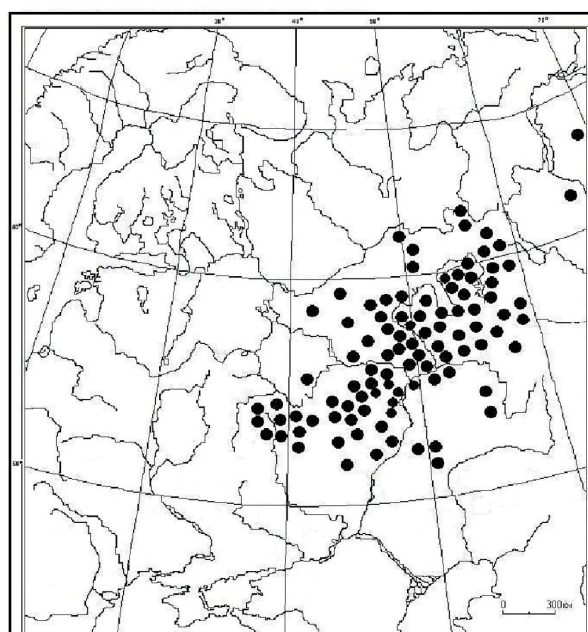


Рис. 3. Находки гнезд *Motacilla citreola* Pallas, 1776 на исследованной территории европейской части России: 1 – находки гнезд *Motacilla citreola* по данным 1981–2010 гг. и литературным источникам

Результаты и их обсуждение

Биотопы и фенология гнездования.

У *M. citreola* существуют достаточно выраженные видоспецифические требования к местам гнездования. *M. citreola* наиболее влаголюбивый и консервативный вид в выборе мест гнездования, заселяет заболоченные луга, берега озер, болот и искусственных водоёмов, сырые пойменные луга, поросшие осоками, хвощом, пучкой [1, 8, 9, 10]. В Среднем Поволжье имеет статус обычного (немногочисленного) гнездящегося перелетного вида. Для Татарии М.Д. Рузский, а позднее А.А. Першаков отмечают *M. citreola* как спорадически гнездящуюся птицу влажных лугов и полусухих болот, но чаще встречающуюся в восточной части Волжско-Камского края. В Кировской, Пензенской, Пермской, Самарской, Саратовской и Ульяновской

областях и в Республиках Мордовии, Татарстане, Удмуртии и Чувашии – обычный гнездящийся и пролетный вид [6, 7, 8, 10]. Важным элементом гнездовых биотопов для желтоголовой трясогузки как стенобионтного вида является непосредственная близость водоемов. Наряду с этим отдельные гнездящиеся пары могут встречаться и в селитебных ландшафтах с разной степенью антропогенного воздействия (берега оросительных каналов, прудов, очистных чеков, а также лесополосы, на парах, городские и сельские поселения) [6]. В некоторых случаях *M. citreola* может встречаться на сенокосах, на которых используются дождевальные установки, или непосредственно граничащих с увлажненными участками речных пойм и водоемами. За время исследования *M. citreola* нами отмечалась на окраинах лесополос и парах, вдоль берегов оросительных каналов и прудов, по берегам очистных чеков [6]. В городах Среднего Поволжья и Предуралья в списках гнездящегося вида *M. citreola* отмечена практически повсеместно, кроме (гг. Вятские Поляны, Самара, Оренбург и Чебоксары). Данный модельный вид может гнездиться в одном и том же гнездопригодном биотопе на протяжении нескольких десятков лет. Такое групповое поселение *M. citreola* известно уже более 100 лет и находится в Пензенской обл. в окр. с. Мастиновка (Пензенский район) [6].

В Кировской обл. предпочитает заболоченные, закочкаренные, зачастую топкие местообитания на заболоченных окраинах прудов с зарослями ивы, тростника, рогоза, осоки и вейника. Гнезда устраивают в заламах прошлогодних стеблей околородных растений. Реже и обычно одиночными парами гнездятся желтоголовые трясогузки на заливных лугах, там они также выбирают самые низкие, закочкаренные места. Иногда *M. citreola* поселяется на сырых, не распахиваемых мочажинах среди полей, внешне напоминающих сырые поймы рек [8].

В Саратовской обл. *M. citreola* предпочитает более влажные станции (мелководные водоемы с зарослями тростника и осок по берегам), в степных ценозах обитают в луговых ассоциациях, формирующихся по мезопонижениям рельефа, поселяется в экотонной зоне между влажными площадями с мезофитной растительностью и ксерофитными лугами [10].

В Среднем Поволжье для гнездования в основном выбирает влажные луговины в поймах рек, известны групповые поселения *M. citreola* на торфяниковых, сфагновых болотах (реликтовые места обитания вида) кочковатых болотах или болотистых лугах, поросших редким и невысоким кустарником.

На Украине *M. citreola* для гнездования использует заболоченные кочкарниковые заливные луга, торфяные болота с отдельными кустами или без них. Гнездится колониями минимум 2–5 пар [11].

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) [6].

Таблица 1

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

Вид	Lim	M ± m	CV ± m _{cv}
<i>M. citreola</i> (n = 26)	78 - 97	84.94 ± 1.05	5.24 ± 0.87

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. К гнездованию приступают сразу после прилета. Вылет молодых особей модельного гнездящегося вида в Среднем Поволжье приходится на конец мая – начало июня, из повторных кладок второго репродуктивного цикла – до середины июля. Впервые на территории Среднего Поволжья (в Пензенской обл.) у данного вида отмечена бигиния, т.е. особый тип брачных отношений, при котором один самец имеет 2 гнезда с двумя самками и выкармливает оба выводка [6]. В Саратовской обл. на гнездовых участках *M. citreola* появляются, как правило, в первой декаде мая [10]. В Кировской обл. в первой декаде мая *M. citreola* бывают уже в парах, и некоторые самки уже приступают к строительству гнезд [8].

Особенности nidологии (гнезда вида).

Гнезда строят на земле, часто в углублении, нередко в очень сырых местах, под прикрытием травы и кустов, на болотах используют кочки. Стенки гнезда состоят из крупных листьев околородных растений и осок. Наружный слой – из сухих стеблей и листьев злаков, перемешанных с небольшим количеством тонких веточек; внутренний слой состоит из тонких

волос, образующих пласт в 7 мм толщиной. Гнездо может быть сделано из корешков и растительной ветоши или из сухой травы, лоток всегда выстлан волосами или шерстью [1].

В заболоченных местах гнезда модельного вида трясогузок располагаются на осоковых кочках, в заламах тростника или рогоза, в гуще прошлогодних листьев осоки, на относительно сухих местах - просто в ямке на земле, но всегда хорошо укрыты нависающей травой. Лоток хорошо выражен и выстилается конским волосом, шерстью животных, иногда мелким пером птиц. Параметры гнезд для Кировской обл. (n=17) (мм): D – 60-123; d – 49-120; H – 30-85; h – 30-59 [8].

На устройстве гнезд и составе строительного материала определенно 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. На строительство гнезд у *M. citreola* (n=10) затрачивается от 4 до 7 дней ($x=5.96 \pm 0.29$). Как правило, самки затрачивают один день для подготовки самого места под гнездо (утаптывание ямки, очистка ее от прошлогодней листвы, стеблей и трав). У *M. citreola* гнездо более компактно (n=26). Стенки гнезда состоят из крупных листьев околводных растений и осок. Лоток хорошо выражен и выстилается конским волосом, шерстью животных [6].

Для *M. citreola* характерно то, что все найденные гнезда (n=26) находились непосредственно у воды: на кочке, у ее основания. Гнезда этого вида нередко могут встречаться на относительно ровных участках с повышенной влажностью. Все найденные гнезда этого вида хорошо замаскированы травянистой растительностью. Один раз (03.06.1996 г.) нами было обнаружено нехарактерное для данного вида гнездо с полной кладкой из 5 яиц на пашне под комом земли в 20 м от заливого луга. У *M. citreola* вход в гнездо всегда определяется направлением постоянно дующих ветров и направленен 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 [6].

Сравнительный анализ средних значений толщины гнезд показал достоверные различия по этому показателю между *M. citreola* и *M. flava* ($P < 0.02$), между гнездами *M. citreola* и *M. lutea* различия отсутствуют. Анализ морфометрических показателей средних значений высоты гнезд показал достоверность различий по этому признаку между *M. citreola* и *M. flava* ($P < 0.001$ (табл. 2) [6].

Таблица 2

Морфометрические показатели гнезд *Motacilla citreola* в Пензенской области

Показатель(см)	n	Lim	M ± m	CV ± m _{cv}
Диаметргнезда	27	6.0 – 12.3	9.74 ± 0.42	22.25 ± 3.03
Диаметрлотка	26	4.9 – 12.0	6.51 ± 0.27	21.23 ± 2.94
Высотагнезда	21	3.0 - 8.5	6.41 ± 0.26	18.30 ± 2.82
Высоталотка	27	3.0 – 5.9	4.37 ± 0.15	17.69 ± 2.41

На Украине гнездо *M. citreola* размещается в сыром месте на земле в ямке или сбоку куртины под прикрытием пучка травы. Сделано из разных стебельков с внутренней выстилкой из конского волоса и клочочков шерсти [11].

Особенности оологии вида (кладки).

Начало откладки яиц в Волжско-Камском крае происходит в конце апреля – начале мая. Яйца буровато-серого цвета, то с более голубым, то с более охристым оттенком, мелкими сероватыми или красно-бурыми пятнышками [3]; яйца охристо-голубоватые с бурыми пятнами [12]; грязно-белого или охристо-голубоватого цвета с многочисленными оливко-серыми или светло-охристо-бурыми размытыми пятнами, расположенными так густо, что обычно основной фон скорлупы едва различим [13]. На тупом конце заметны тонкие черные извитые линии [7]. Яйца матовые охристо-голубоватые с охристо-бурыми размытыми, густо расположенными пятнами. Для выявления видовых, популяционных и индивидуальных различий в окраске яиц разработана оригинальная методика по определению цветности скорлупы яиц на основе спиртово-кислой среды с использованием биохимического анализа и фотокolorиметрического метода [14].

В окр. г. Ульяновска, на луговине у с. Баратаевка найдено 3 гнезда *M. citreola*: 17.05.2009 г. в куртине травы на влажной луговине найдено гнездо (n=5); 26.05.2007 г. обнаружено гнездо с кладкой (n=6) со средними параметрами 19.9×14.5 мм; найдено гнездо, в котором отмечена кладка (n=5) – 12.06.2000 г., окраска которых кремово-коричневая. Найденные гнезда располагались в куртине травы на краю залитого водой участка луговины. Параметры гнезда (мм): D – 85.2; d – 66.3; h – 35.4 [15].

В Кировской обл. первые яйца в некоторых гнездах появляются уже в первой декаде мая, но у большинства пар – во второй и третьей декадах мая. Яйца откладываются по одному в сутки, и их насиживание начинается после появления последнего или предпоследнего. Полные кладки в ранних гнездах можно найти 12–14 мая. В полной кладке 4–6 яиц, в среднем ($n=15$) на гнездо приходится 5.4 яиц. Параметры яиц (мм): 17.5–20.2×12.5–15.2, в среднем ($n=60$) – 18.6×14.2; вес (г) – 1.47–2.24, в среднем ($n=58$) – 1.9. В Пермской области их гнезда с кладками находили с начала мая. Кладку насиживает в основном самка, но самец ненадолго подменяет ее на гнезде. Инкубация яиц продолжается около 12–14 суток. В ранних гнездах птенцы появляются уже в середине третьей декады мая, у припозднившихся пар – до середины июня. Из повторных кладок птенцы вылупляются только в конце июня [8].

На Украине в полной кладке (май – начало июня) 5–6 яиц. Насиживают самка и самец на протяжении 13–15 дней [11].

В кладке 3–7 яиц, чаще – 5–6. Параметры яиц (мм): для Республики Мордовии – 17.9–20.3×13.0–15.0; для Пензенской обл. – 16.0–20.9×13.0–15.1; вес (г) 1.4–2.1; для Кировской обл. – 17.5–20.2×12.5–15.2; вес (г) 1.47–2.24 [6, 8].

Количество яиц в кладках у *M. citreola* для севера и средней полосы европейской части России составляет 3–6 [3], 4–6. За весь период наблюдений не встречены кладки из 4 яиц. Причем среднее значение объема яиц в кладках у *M. citreola* увеличивается в годы с повышенной влажностью. Среднее количество яиц в кладках за исследуемый период составило 4.93 ± 0.27 ; $CV=20.20 \pm 7.67$ ($n=26$). Анализ морфометрических показателей яиц *M. citreola* на исследованной территории показал отличие от таковых Казахстана [13], выявлены достаточно высокие достоверные отличия по длине и ширине ($P<0.0001$). Достоверно различаются кладки из 5 яиц ($n=90$) между *M. citreola* и *M. lutea* 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 $P<0.02$ (табл. 3, 4, 5). В течение гнездового сезона могут быть две кладки, первая в середине мая, вторая в середине июня – июле [6].

Таблица 3
Морфометрические показатели яиц в полных кладках *Motacilla citreola* в Пензенской области

Число яиц	Показатели	n	Lim	M±m	CV±m _{cv}
5	Длина (мм)	40	16.0–20.9	18.56±0.13	4.44±0.50
	Ширина (мм)	40	13.0–15.1	14.00±0.08	3.56±0.40
	V (см ³)	40	1.38–2.43	1.86±0.03	10.23±1.14
	Sph (%)	40	70.43–81.36	75.51±0.46	3.86±0.43
6	Длина (мм)	54	17.5–20.9	18.42±0.08	3.31±0.32
	Ширина (мм)	54	13.1–14.9	14.12±0.06	2.92±0.28
	V (см ³)	54	1.55–2.18	1.88±0.02	7.59±0.73
	Sph (%)	54	68.42–84.66	76.60±0.37	3.50±0.34

Таблица 4
Морфометрические показатели яиц *Motacilla citreola* в разные годы (окр. с. Мастиновка Пензенской области)

Год	Показатели	n	Lim	M±m	CV±m _{cv}
1994	Длина (мм)	47	16.0–19.6	18.26±0.09	3.29±0.34
	Ширина (мм)	47	13.0–14.8	13.89±0.07	3.47±0.36
	V (см ³)	47	1.38–2.10	1.80±0.02	8.91±0.92
	Sph (%)	47	70.43–81.25	76.08±0.38	3.45±0.36
1996	Длина (мм)	23	17.6–20.9	18.89±0.16	4.08±0.60
	Ширина (мм)	23	14.0–14.9	14.32±0.04	1.29±0.19
	V (см ³)	23	1.83–2.18	1.97±0.02	4.24±0.62
	Sph (%)	23	68.42–84.66	75.94±0.71	4.50±0.66

Таблица 5
Морфометрические показатели оологических сборов полных кладок из 6 яиц *Motacilla citreola* (окр. с. Мастиновка Пензенской области)

Год	Показатели	n	Lim	M ± m	CV ± m _{cv}
1994	Длина (мм)	24	17.5–19.2	18.31±0.11	2.88±0.42
	Ширина (мм)	24	13.1–14.6	13.95±0.09	3.18±0.46

Окончание таблицы 5

	V (см ³)	24	1.57–2.04	1.82±0.03	8.02±1.58
	Sph (%)	24	71.74–79.78	76.23±0.50	3.21±0.46
	Длина (мм)	18	17.6–20.9	18.67±0.17	3.89±0.65
1996	Ширина (мм)	18	14.0–14.9	14.34±0.05	1.38±0.23
	V (см ³)	18	1.89–2.18	1.96±0.02	4.32±0.72
	Sph (%)	18	68.42–84.66	76.93±0.76	4.19±0.70

Фотоколориметрический анализ позволил обнаружить две экологические (биологические) расы у *M. citreola* по окраске яиц из разных гнездовых микростадий, в то время как при визуальной оценке никаких различий в окраске не было выявлено [14]. Выявленные биологические расы *M. citreola*, вероятно, связаны с различиями в фенологии размножения двух популяционных групп *M. citreola* (в сроках прилета, гнездостроения, откладки яиц и развития птенцов), что в свою очередь должно совпадать с двумя пиками вегетации растительности, формирующей определенные растительные ассоциации в гнездовом биотопе и связанными с ними всплесками размножения кормовых видов насекомых, пригодных для выкармливания птенцов. По фенологии все эти звенья подогнаны в процессе эволюции, подобно сукцессионным рядам. Таким образом, в процессе сопряженной эволюции сложился механизм более рационального и полного использования биотопических и кормовых ресурсов вида.

Особенности биологии и экологии птенцов.

Длительность инкубации – около 12–14 дней, в насиживании участвуют оба партнера, но самка в большей степени. Насиживание кладки начинается с предпоследнего или последнего яйца. В Среднем Поволжье могут встречаться повторные кладки, взамен утерянных, а в Пензенской обл. отмечен второй цикл размножения. Птенцы находятся в гнезде от 11 до 12 дней, если их потревожить гнездо, покидают на 9 день. Плотное насиживание у исследуемого вида чаще всего начинается с предпоследнего или последнего пятого или шестого яйца [1, 13] и длится 14 суток для *M. citreola*. Данные о том, что насиживание у *M. citreola* длится от 14 до 16 суток [13] нашими исследованиями не подтвердились. 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 минут в сутки у модельного вида. В некоторых случаях кладка может некоторое время находиться без обогрева [6].

У *M. citreola* вылупление птенцов в гнезде из 5 яиц (n=3) (4+1), а из 6 яиц (n=3) (3+2+0). Нами отмечено, что почти у 50% гнезд с полной кладкой из 6 яиц шестой птенец, ослабленный, или не появляется совсем. 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 у желтоголовой трясогузки продолжают подкармливать их еще в течение одной недели. С момента вылупления птенцов в гнездах основная забота по их выкармливанию ложится на самок (60% кормлений). Во всяком случае, это процентное соотношение может меняться у разных пар 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. В результате наблюдений установлено, что число посещений родителями с кормом 7–9 дневных птенцов в час составило 14–20 раз у *M. citreola* (n=10) [6].

В Пермской обл. на берегах Тулвинского залива Воткинского водохранилища в 2-х гнездах *M. citreola* 01–02.06.1987 г. находились 3 и 4 птенца. В Кировской обл. птенцы находятся в гнезде около 2 недель, через несколько дней после выхода из него начинают летать. Первые слетки появляются в начале июня (02.06.1995 г., 08.06.1990 г.), но в большинстве выводков птенцы начинают летать во второй-третьей декадах июня. Так, у г. Кирова 12 и 14.06.1973 г. в гнездах найдены оперившиеся птенцы перед вылетом. Птенцы из поздних (повторных?) гнезд вылетают в середине июля. Родители кормят слетков 8–10 дней, пока они не научатся питаться самостоятельно. Взрослые трясогузки, беспокоящиеся около слетков, с кормом в клюве наблюдаются в первой половине июля, 24.07.1999 г. в рыбхозе «Филипповка» отмечались небольшие группы по 6–15 птиц, представленных единичными взрослыми и молодыми птицами [8].

Единственные полные данные по питанию птенцов *M. citreola* (n=416) приводятся для Республики Мордовии Е.В. Лысенковым [6]. Рацион питания взрослых птиц не отличается от птенцов [7, 16]. У птенцов *M. citreola* (n=99) в пищевых пробах птенцов (Пензенская обл.) чаще отмечались представители Diptera – 39.8%, Aranea – 19.5% и Coleoptera – 17.6%. Очень редко в

корме птенцов этого вида отмечались представители Lepidoptera – 1.8% и полное отсутствие в пищевом рационе Odonata и Hymenoptera. *M. citreola* (n=22) предпочитают Diptera (Muscidae), личинок Dytistidae (Coleoptera), рачков-гаммарусов Gammaridae, муравьев Formicidae, Mirmicidae. Для *M. citreola* заметных различий в составе кормов приносимых самками и самцами не отмечено [6].

В Саратовской обл. в пищевом спектре *M. citreola* представлены Homoptera, Hemiptera (Pentatomidae), Chrysidae, Curculionidae, Chirinomidae, Muscidae. В Саратовской обл. молодые летные птицы регистрируются с первых чисел июня до конца июля. Так, 23.07.1988 г. в окрестностях п. Аркадак, в пойме р. Б. Аркадак на заливном лугу было учтено 6 выводков по 4-5 слетков в каждом, которые докармливались родителями (устн. сообщ. И.В. Муравьева) [10].

На Украине летающих слетков можно отмечать в конце июня. В июле-августе птицы собираются группами и начинают кочевки. Начало осенних миграций приходится на конец августа – начало сентября. Питается преимущественно мелкими водными и околводными беспозвоночными [11].

Заключение

Лимитирующие факторы размножения вида.

Тенденции и закономерности в выборе биотопов гнездования и особенностях размножения *M. citreola* 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. citreola* очень чувствительна к увлажнению гнездовых биотопов, и при их осушении исчезает, поэтому данный вид может быть использован как индикатор болотно-луговых ценозов в речных поймах, в том числе в зоне лесостепей и степей. Система брачных отношений (бигиния) в популяциях *M. citreola* также обусловлена экологическими факторами и в свою очередь может влиять на характер размножения вида в пространстве ареала [6].

К выявленным видоспецифическим особенностям гнездовых биотопов и фенологии, нидологии и оологии, биологии и экологии птенцов *M. citreola* 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 вылупления, роста и развития птенцов; определенный набор видов насекомых для выкармливания птенцов (пищевой рацион питания).

Эффективность размножения *M. citreola* в совместных поселениях «желтых» трясогузок во многом зависит от микробиотопа, степени маскировки гнезда, характера антропогенного воздействия, погодных условий и т.д. Успех размножения сравниваемых видов в районе исследований различный. Процент отхода яиц за время исследования составил у *M. citreola* (n=106) – 94.24% из 29 гнезд. У *M. citreola* (n=26) на каждое гнездо количество вылетевших птенцов, в среднем, составило – 4.00±0.19 (табл. 6) [6].

Таблица 6

Причины гибели гнезд с кладками и птенцами у *Motacilla citreola* в Пензенской области

Вид	Человек		Хищники		Затоплено водой		Всего
	абс.	%	абс.	%	абс.	%	
<i>M. citreola</i>	3	12,5	--	--	3	12,5	21,0

У *M. citreola* гибель гнезд в основном происходит в результате перевыпаса скота, сенокошение, как правило, не влияет на эффективность размножения у данного вида. За время наблюдений (1988–2011 гг.) в совместных групповых межвидовых поселениях наибольшая гибель гнезд с кладками для *M. citreola* составила 25.0% (n=26). Если *M. citreola* устраивают свои гнезда на кочке или под ней, сохранность гнезд составляет почти 100%. Сходные данные приводит Е.В. Лысенков для Мордовии [6]. Авторы выражают искреннюю 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. Степанян Л.С. Конспект орнитологической фауны СССР // М.: Наука, 1990. – 366 с.
3. Портенко Л.А. Птицы СССР. М.-Л.: АН СССР, 1960. – Ч.4. – 416 с.
4. Cramp S. The Birds the Western Palaearctic // Oxford Univ. Press., 1988. – P. 1–1063.

5. Коблик Е.А., Редькин Я.А., Архипов В.Ю. Список птиц Российской Федерации. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. – С. 146–148.
6. 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.
7. Приезжев Г.П. Семейство трясогузковые *Motacillidae* // Птицы Волжско-Камского края. Воробьиные. М.: Наука, 1978. – С. 145–157.
8. Сотников В.Н. Птицы Кировской области и сопредельных территорий. Воробьинообразные. Том 2. Часть 1. Киров: ООО «Триада+», 2006. – 448 с.
9. Рузский М.Д. Материалы к изучению птиц Казанской губернии. // Тр. общ. естествоиспытателей при импер. Казанском ун-те. Т.25. Вып.6. Казань, 1893. – 398 с.
10. 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.
11. Гаврись Г.Г. Плиска жовтоголова *Motacilla citreola* // Птахи України під охороною Бернської конвенції. - Київ, 2003. – С. 221–222.
12. Флинт В.Е., Беме Р.Л., Костин Ю.В., Кузнецов А.А. Птицы СССР. М: «Мысль», 1968. – 638 с.
13. Гаврилов Э.Н. Семейство Трясогузковые - *Motacillidae* // Птицы Казахстана, Алма-Ата: Наука, 1970. – Т. 3. – С. 286–363.
14. 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.
15. 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.
16. Вержуцкий В.Н. Региональные особенности трофики птиц рода *Motacilla* L. // Экология и охрана птиц и млекопитающих Забайкалья, Улан-Удэ: Отд. биол. Бурятского фил. СО АН СССР, 1980. – С. 15–30.

ON NESTING BIOLOGY AND ECOLOGY OF YELLOW-HEADED WAGTAIL *MOTACILLA CITREOLA* PALLAS, 1776 (PASSERIFORMES: MOTACILLIDAE: MOTACILLINAE)

E.A. Artemyeva
I.V. Muravjev

*I.N. Ulyanov Ulyanovsk State
Pedagogical University,
100-letiya So Dnya
Rozhdeniya Lenina Sq., 4,
Ulyanovsk 432035, Russia*
E-mail: pliska58@mail.ru;
hart5590@gmail.com

Critical evaluation of literary information on the reproduction of yellow-headed wagtail *Motacilla citreola* Pallas, 1776 (Passeriformes: Motacillidae: Motacillinae) in the European part of Russia and the Middle Volga Region is carried out, limiting factors of species nesting in the investigated area are identified.

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

УДК 598.2 : 598.829

К ГНЕЗДОВОЙ БИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ ЧЕРНОГОЛОВОЙ ТРЯСОГУЗКИ *MOTACILLA FELDEGG* MICHAHELLES, 1830 (PASSERIFORMES, MOTACILLIDAE, MOTACILLINAE) В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ¹

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 черноголовой трясогузки *Motacilla feldegg* Michahelles, 1830 (Passeriformes, Motacillidae, Motacillinae) в Ростовской области, выявлены лимитирующие факторы гнездования вида на исследованной территории.

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

Введение

Трясогузка черноголовая, или беренгийская желтая, или восточно-сибирская трясогузка – *Motacilla feldegg*, или *Motacilla flava feldegg* – схожа с подвидом *M. f. thunbergi*. У самцов голова до щек темно-серая. Белая бровь отсутствует. Подбородок обычно желтый, реже белый. У самок, как правило, шапочка более светлая, а над глазами может быть еле заметная зеленоватая полоска. По сравнению с самцом *thunbergi*, темно-серая шапочка на голове у обоих полов более бледная, горло белое.

Черноголовая трясогузка *Motacilla feldegg* Michahelles, 1830 (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. feldegg* на территории европейской части России, в том числе Среднего Поволжья [1, 2] и по положению современных границ гнездового ареала данного вида. Сведения о возможном гнездовании черноголовой трясогузки в ряде регионов на территории ареала (в том числе в Среднем Поволжье) в настоящее время носят отрывочный характер, основываются на отдельных (спорадических) наблюдениях, общая картина характера гнездования вида в ареале отсутствует. В настоящее время отсутствуют полные данные по гнездованию, оологии и птенцам данного вида на европейской части России. Неизвестны причины сокращения численности и ухудшения состояния популяций, точные данные по численности и распространению модельного вида, некоторые аспекты гнездовой биологии и экологии. *M. feldegg* является узколокальным видом, чрезвычайно требовательна к гнездопригодным биотопам, что обуславливает крайне дисперсное распределение гнездовых поселений данного вида в пространстве ареала, что послужило причиной его охраны на Украине в рамках Бернской конвенции [3].

Проведены комплексные исследования биологии и экологии, биотопов и фенологии гнездования, особенностей нидологии, оологии и птенцов в популяциях *M. feldegg* в пространстве ареала, в том числе на территории Ростовской обл. Показаны особенности гнездования, активное продвижение (расширение) северной и западной границ гнездового ареала вида как отражение его толерантности к комплексному воздействию экологических факторов. Выявлены потенциальные гнездопригодные биотопы *M. feldegg*, связанные со степными ценозами (Астраханская, Волгоградская, Оренбургская, Пензенская, Ростовская, Саратовская и Ульяновская области, Республика Калмыкия). В настоящей работе проведен анализ литературных сведений по размножению и гнездованию *M. feldegg*, выявлены лимитирующие факторы гнездования вида в пределах Среднего Поволжья и сопредельных территориях европейской части России.

Цель данной работы: выявление видоспецифических особенностей гнездовых биотопов, исследование лимитирующих факторов размножения, фенологии гнездования, нидологии, оологии, птенцов *M. feldegg*, а также биологии и экологии модельного вида в целом в условиях симпатрии на европейской части России.

¹ Данная работа выполнена при поддержке регионального гранта РФФИ Поволжье № 09-04-97012-р_поволжье_a.

Объект и методы исследования

Ареал *M. feldegg* простирается широкой полосой в степной и пустынной зонах Северной Палеарктики, проникая от Южной Европы (Балканского п-ва), Малой Азии и Ирана, Сирии до дельты р. Волги [4, 5, 6], далее на восток до юго-востока Казахстана. За пределами европейской части России на территории гнездового ареала встречается на юге степной зоны Украины, в Крыму, Молдавии и на Кавказе [3]. Модельный вид представлен двумя подвидами: *M. f. feldegg* Michahelles, 1830 – побережье Черного моря, Крым и Кавказ (западная часть ареала). *M. f. melanogrisea* (Homeyer, 1878) – дельта р. Волги и побережье Каспийского моря, Оренбургская обл. [7]; Красноярский край и Иркутская обл. (восточная часть ареала) [5].

На территории Среднего Поволжья черноголовая трясогузка, вероятно, представлена подвидом *M. f. melanogrisea* (Homeyer, 1878), в Ростовской обл. – *M. f. feldegg* Michahelles, 1830. На южной границе распространения модельный вид трясогузок образует гибриды с *M. f. flava* [5].

Европейская черноголовая трясогузка, *Motacilla flava feldegg* Mich. (*Motacilla feldegg*, Michahelles, Южн. Далмация; *Motacilla melanocephala*, Lichtenstein, Нубия; *Motacilla xanthophrys*, Ленкорань; *Motacilla kaleniczenkii*, Kaleniczenko, Крым). Принадлежит к группе черноголовых желтых трясогузок (английская *M. f. rayi* Впр. и перечисленные ниже азиатские формы). Бровей нет (только в виде редкого исключения светлая полоса над глазом имеется); верхняя сторона головы, щеки и кроющие уха весной и летом черные и у самцов и у самок; осенью темя черное с желтоватыми каемками; черноватый цвет занимает заднюю часть шеи и постепенно переходит в оливково-зеленую спину; низ ярко-желтый у самцов; у самок – более бледный; спина у самок несколько серовата. Гнездовой наряд сверху охристо-буроватый, окраска бурей, чем у *flava* и близких к ней форм, кроющие уха беловаты с черноватыми пестринами; темные пестрины имеются и на зобу; величина крупная – крыло 80–90 мм. Гнездовая область тянется от Далмации и Балканского полуострова до Малой Азии, Ирана и Сирии; в СССР – на Украине, по-видимому, до Полтавы (найдена Н. А. Зарудным у р. Орчика), в Астраханских степях в Крыму и на Кавказе. Зимой до Индии и Африки. Распространение частично совпадает с таковым у других форм желтых трясогузок (*dombrowskii*) – случай, аналогичный с *M. l. lutea* [8].

Закаспийская черноголовая трясогузка, – *Motacilla flava aralensis* Homeyer (*Budytes aralensis*, Homeyer, Аральское море; *Motacilla flava raddei*, Naegtas, Закаспийский край). Спина темней, черный цвет на верхней стороне тела распространяется на шею и даже верхнюю часть спины; желтый цвет низа побледней, размеры несколько мельче, крыло 75–83 мм. Степи Казахстана от оз. Чалкар до побережья Аральского моря, пустыни Кизыл-Кум и Закаспийского края на юге. Зимует в Индии, изредка в Египте. Детали распространения (в частности, в отношении Бухары) и систематическое положение не вполне ясно (быть может, идентична со следующей формой) [8].

Туркестанская черноголовая трясогузка, – *Motacilla flava melanogrisea* Нот. (*Budytes melanogriseus*, Homeyer, зимующие в с-з. Индии экземпляры; *Budytes melanocervix*, Homeyer, Алтай). Черный цвет на верхней стороне тела распространен менее, чем у предыдущей формы; спина серей и светлей; затылок серый; горло беловато. Размеры – как у *aralensis*. Тарбагатай (редко, по П. П. Сушкину), Тянь-Шань. Зимовки в Индии [8].

Для выяснения границ гнездовых ареалов подвидов *M. feldegg* и географического паттерна распространения основных фенотипов использован музейный материал фондов ЗИН РАН (1 экз.), ЗМ МГУ (1 экз.), ЗМ РГУ (6 экз.), Краеведческого музея г. Сердобска Пензенской области (1 экз.), а также материалы полевых исследований 1978–2011 гг., данные по Пензенской (1 экз.), Ростовской (92 экз.), Саратовской (1 экз.), Ульяновской (2 экз.) областям и в рамках регионального гранта РФФИ Поволжье 2009–2010 гг., из которых 7 экз. были окольцованы. Общий объем исследованного материала составляет 105 экз. Полевые исследования (в том числе, нидологические и оологические) *M. feldegg* проводились на территориях Астраханской, Волгоградской, Оренбургской, Пензенской, Ростовской, Самарской, Саратовской и Ульяновской областей, в Республике Калмыкии с апреля по октябрь 1978–2011 гг.

Нидологический материал (гнезда): $n=2$ (Ростовская обл.), $n=2$ (долина р. Сыр-Дарьи, Семиречье). Оологический материал (кладки, яйца): $n_1=2$, $n_2=8$ (Ростовская обл.); $n_2=39$ (Средняя Азия – долина р. Сыр-Дарьи, Семиречье). Материал по птенцам: $n=4$ (Ростовская обл.).

Работа выполнена с использованием следующих методов: картирование гнездовых поселений и встреч, измерения относительной влажности у гнезд, учеты по традиционным методикам, кольцевание, мечение цветными кольцами, изучение рациона питания птенцов и взрослых особей, проведение записей голосовых сигналов модельного вида и получение сонограмм [2, 9].

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.

Результаты и их обсуждение

Биотопы гнездования.

M. feldegg обитает на сырых лугах, травянистых болотах, в поймах водоемов. Гнездится плотными поселениями и даже диффузными колониями. Для гнездования *M. feldegg* выбирает по преимуществу низинные болотистые луга, поросшие осокой и камышом или более открытые, кочковатые болота, поросшие редким кустарником. В Средней Азии *M. f. melanogrisea* предпочитает лугоподобные разливы рек, берега мелких озер, поросших редким камышом и кустами джунгиля, запущенные хлебные поля, выгоны около селений, сенокосы, поросшие травой сырые дюны берегов моря, как правило, мезопонижения рельефа. Для гнездования бывает достаточно совсем небольшого участка болотистого луга [4, 8, 10]. Особенно часто встречается на косах и о-вах Черного и Азовского морей. Гнездится на лугах речных пойм и вокруг солончаков [11]. Предпочитает так называемые займища, которые представляют обширные открытые участки поймы рек с тростниковыми зарослями и примыкающими к ним лугами или луговыми степями.

В окр. г. Алма-Ата не поднимается до 1000 м н.у.м. (хотя встречена на болотистом лугу р. Текес на высоте 1900 м и даже 2000 м [4, 12]. На Кавказе распространена до уровня оз. Севан, найдена на высоте 1000 м в Азербайджане, местами поднимается по сырым лугам у берегов рек и озер до 2000–2500 м [4]. В Таджикистане гнездится по берегам медленно текущих рр. Сыр-Дарья, Вахш, низовий Кафирнигана, предпочитает увлажненные берега озер, искусственных водоемов с зарослями тростника, осоки, заболоченные места и песчаные берега водоемов [10]. Гнезда устраивает на земле под низкорослыми кустиками [4]. Птицы кормятся поблизости от побережья водоемов, на скотных дворах, расположенных по берегам рек, рисовых полях; на отдых и ночевку собираются под кустиками травянистых многолетних растений недалеко от берегов водоемов [10].

На Украине *M. f. feldegg* поселяется в основном на низовых болотистых лугах с осокой, рогозом, редкими кустарниками, но чаще на открытых луговинах. В Крыму отдает предпочтение галофитным лугам, песчаным островам и косам, остепненным участкам речных долин. В наиболее предпочитаемых биотопах на границах ареала может образовывать микроколонии [3].

В Астраханской обл., Икрянинском р-не, на территории Ильменно-бугрового заказника во время проведения экспедиционных исследований (4–12.05.2011 г.) *M. f. melanogrisea* вероятно, предпочитает галофитные мятликово-разнотравные степи с маком диким на рыхлых глинистых почвах; заливные луга; солончаковые степи с полынью сантонской; глинистые степи с тамариксом рыхлым; кормится в тростниковых плавнях с тростником высочайшим; на заболоченных лугах; по берегам озер и проток, многочисленных ильменей. К основным растительным формациям заказника относятся полынно-злаковые степи, полынно-солонцеватые степи, полынные степи, солонцы полынные, глинистые полынные степи, луговые участки у водоемов, галофитные злаково-разнотравные луга.

Наиболее предпочтительные для *M. f. melanogrisea* растительные ассоциации в Астраханской обл., на территории Ильменно-бугрового заказника: мак дикий – гулявник высокий, ирис кожистый – мятлик луковичный, мак дикий – житняк пустынный, мак дикий – моргук восточный, житняк пустынный – козелец пурпуровый, мак дикий – ромашка лекарственная, полынь сантонская – мак дикий – клаусия солнцелюбивая, мак дикий – козелец пурпуровый, мак дикий – козелец – гулявник высокий, ирис кожистый – мак дикий – козелец пурпуровый – козлородник восточный, бурачок пустынный – звездчатка болотная. Обязательным компонентом для гнездового биотопа *M. f. feldegg* в Астраханской обл. может быть кустарник из рода Тамарикс, например, тамарикс рыхлый *Tamarix laxa* Willd. (местное название – ежедвейник), произрастающий по засоленным глинистым степям.

Фитоценоз Ильменно-бугрового заказника Астраханской области, предпочитаемый *M. f. melanogrisea*, включает следующие виды растений: Семейство Лютиковые (Ranunculaceae): рогозавник серповидный *Ceratocephala falcate* (L.) – сырые луга у водоемов, лютик стоповидный *Ranunculus pedatus* Waldst. Et Kit. – степи, склоны; Семейство Маковые (Papaveraceae): мак песчаный *Papaver arenarium* M.B. – степи, мак дикий, или самосейка *Papaver rhoeas* L. – глинистые степи; Семейство Дымянковые (Fumariaceae): Ымянка Вайана *Fumaria vaillantii* Loisel. – склоны; Семейство Крапивные (Urticaceae): крапива коноплевая *Urtica cannabina* L. – поймы; Семейство Гвоздичные (Caryophyllaceae): звездчатка болотная *Stellaria palustris* Retz. – сырые луга, песчанка тимьянолистная *Arenaria serpyllipholia* L., смолевка полынная *Silene artemisetorum* (Klok.) Drebn., дрема белая *Melandrium album* (Mill.) Garcke; Семейство Гречишные (Polygonaceae): курчавка колючая *Atraphaxis spinosa* L. – сырые луга у водоемов, курчавка кустарниковая – *Atraphaxis frutescens* L. (Красная книга Волгоградской обл.); Семейство Кермековые (Limoniacae): кермек Гмелина *Limonium gmelinii* (Willd.) – глинистые степи; Семейство Крестоцветные (Brassicaceae): свербига восточная *Bunias orientalis* L. – луговины,



бурачок пустынный *Alyssum desertorum* Stapf) – луга, гулявник высокий *Sisymbrium altissimum* L. – по склонам, хориспора нежная *Chorispora tenella* (Pall.) DC. – луговины, клаусия солнцелюбивая *Clausia aprica* (Steph.) Cogn. Tr. – глинистые степи (Красная книга Волгоградской обл.); Семейство Тамариковые, или Гребенщиковые (Tamaricaceae): тамарикс рыхлый *Tamarix laxa* Willd. – глинистые степи; Семейство Ивовые (Salicaceae): ива белая *Salix alba* L. – поймы, около водоемов, тополь черный *Populus nigra* L. – поймы; Семейство Молочайные (Euphorbiaceae): молочай хрящеватый *Euphorbia glareosa* Pall. ex Bieb. – пойменные луга; Семейство Розоцветные (Rosaceae): лапчатка распростертая *Potentilla humifusa* Willd. ex Schlecht.; Семейство Бобовые (Fabaceae): астрагал волжский *Astragalus wolgensis* Bunge – глинистые степи, астрагал яйцеплодный *Astragalus testiculatus* Pall. – глинистые степи; Семейство Гераниевые Geraniaceae: герань холмовая *Geranium collinum* Steph. – по склонам; Семейство Норичниковые (Scrophulariaceae): льнянка дроколистная *Linaria genistifolia* (L.) – глинистые степи, обнажения, льнянка крупнохвостая – *Linaria macroura* (Bieb.) Bieb.; Семейство Сложноцветные (Asteraceae): козелец пурпуровый *Scorzonera purpurea* L. – глинистые степи, полынь сантонская *Artemisia santonica* L. – глинистые степи, ромашка лекарственная *Chamomilla recutita* (L.) – глинистые степи, суходольные луга, козлобородник восточный *Tragopogon orientalis* L. – глинистые степи, ястребинка волосистая *Hieracium pilosella* L. – на глинах; Семейство Лилейные (Liliaceae): тюльпан Биберштейна *Tulipa biebersteiniana* Schult. et Schult. fil. – поймы, степи, тюльпан Геснера, или Шренка *Tulipa gesneriana* L. *schrenkii* Pall. – глинистые степи (Красная книга РФ); Семейство Касатиковые (Iridaceae): ирис тонколистный *Iris tenuifolia* L. – глинистые степи, ирис низкий *Iris pumila* L. – степи (Красная книга РФ), ирис кожистый, или перепончатый *Iris scariosa* Willd. ex Link. – глинистые степи (Красные книги РФ и Волгоградской обл.); Семейство Злаковые (Poaceae): мортук восточный *Eremopyrum orientale* (L.) Jaub. et Spach – глинистые степи, мортук пшеничный *Eremopyrum triticeum* (Gaertn.) Nevski. – степи, на песке, житняк пустынный *Agropyron desertorum* (Fisch. ex Link) Schult. – глинистые степи, обнажения, тростник высочайший *Phragmites altissimus* (Benth.) Nabile – озера, ильмени, мятлик луковичный *Poa bulbosa* L. – глинистые степи [13].

В Ростовской обл., Аксайском р-не, в окр. станицы Большое Мишкино, пойме р. Аксай (Доно-Аксайское займище) обнаруженное нами 4–10.06.2011 г. гнездовое поселение *M. f. feldegg* предпочитает следующие основные растительные формации: пойменные остепненные луга, галофитную полукустарниковую луговую степь с солодкой ежовой, галофитные злаково-разнотравные суходольные луга с молочаем, осоково-разнотравные луга. Взрослые особи модельного вида кормятся преимущественно на луговых участках у водоемов, в топких тростниковых зарослях у ериков (ручьев, проток), отдельные особи могут присутствовать в непосредственной близости от пасущегося крупного рогатого скота.

К наиболее предпочитаемым *M. f. feldegg* основным растительным ассоциациям Доно-Аксайского займища, поймы р. Аксай в Ростовской обл. относятся солодка ежовая – кострец береговой, молочай Сегье – кострец береговой, полынь австрийская – кострец береговой, анизанта кровельная – полынь горькая, мятлик луговой – полынь австрийская.

Фитоценоз Доно-Аксайского займища, поймы р. Аксай, который поддерживает гнездовое поселение *M. f. feldegg*, включает следующие виды растений: Семейство Лютиковые (Ranunculaceae): лютик многоцветковый *Ranunculus polyanthemos* L. – суходольные луга; Семейство Крапивные (Urticaceae): крапива двудомная *Urtica dioica* L. – поймы; Семейство Гвоздичные (Caryophyllaceae): дрема белая *Melandrium album* (Mill.) Garcke – поймы; Семейство Гречишные (Polygonaceae): щавель курчавый *Rumex crispus* L. – луга; Семейство Крестоцветные (Brassicaceae): несля метельчатая *Neslia paniculata* (L.) Desv. – у дорог, остепненные склоны; Семейство Молочайные (Euphorbiaceae): молочай Сегье *Euphorbia seguierana* Neck. – пойменные луга; Семейство Розоцветные (Rosaceae): лапчатка гусиная *Potentilla anserina* L. – у дороги, лапчатка серебристая *Potentilla argentea* L. – у дороги, луговины; Семейство Бобовые (Fabaceae): солодка ежовая, или щетинистая *Glycyrrhiza echinata* L. – пойменный остепненный луг, у основания куста строит гнездо *M. feldegg*, создает гнездовые микробиотопы и микроландшафт для этого вида. Ареал – на лугах, у берегов; Придонская, Саратовская, Астраханская, Уральская обл., южная Украина, Крым; Чина клубненосная *Lathyrus tuberosus* L. – поймы, склоны; Семейство Крушиновые (Rhamnaceae): жестер слабительный *Rhamnus cathartica* L. – пойма; Семейство Вьюнковые (Convolvulaceae): калистегия заборная *Calystegia sepium* (L.) R. Br. – приречные заросли в пойме; Семейство Пасленовые (Solanaeae): паслен сладкогорький *Solanum dulcamara* L. – пойма, берег реки; Семейство Норичниковые (Scrophulariaceae): авран лекарственный *Geraniola officinalis* L. – берег реки, пойма; Семейство Подорожниковые (Plantaginaceae): подорожник ланцетолистный *Plantago lanceolata* L. – луговая степь; Семейство Губоцветные (Lamiaceae): шлемник копьелистный *Scutellaria hastifolia* L. – берега реки, шлемник сомнительный *Scutellaria dubia* Taliev et Sirj. – пойменный луг, шалфей остепненный *Salvia tesquicola* Klock. et Pobed. – луговая степь, склоны; Семейство Сложноцветные

(Asteraceae): полынь горькая *Artemisia absinthium* L. – у дороги, полынь армянская *Artemisia armeniaca* Lam. – остепненный луг, склоны, полынь австрийская *Artemisia austriaca* Jacq. – у дороги, остепненный луг, пижма обыкновенная *Tanacetum vulgare* L. – у дороги, крестовник Якова *Senecio jacobaea* L. – пойма, луга, крестовник крупнозубчатый *Senecio grandidentatus* Ledeb. – пойма, на песках, крестовник Швецова *Senecio schvetzovi* Korsh. – пойма, солончак, степь, кринитария мохнатая *Crinitaria villosa* (L.) Grossh. – степь, девясил высокий *Inula helenioides* L. – пойма, козлотородник подольский *Tragopogon podolicus* (DC.) Artemcz. – луга, скерда кровельная *Crepis tectorum* L. – луг, у дороги; Семейство Касатиковые (Iridaceae): ирис водный, или айровидный *Iris pseudacorus* L. – берега рек; Семейство Ситниковые (Juncaceae): ситник черный *Juncus atratus* Krock. – берега водоемов; Семейство Осоковые (Cyperaceae): осока коротковолосистая *Carex hirta* L. – пойма, берега водоемов, камыш озерный *Scirpus lucustris* L. – берега рек, пойма; Семейство Злаковые (Poaceae): тростник обыкновенный *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. – озера, ильмени, вейник ложнотростниковидный *Calamagrostis pseudophragmites* (Hall. fil.) Koel. – по берегам рек, неравноцветник (Анизанта) кровельный *Anisantha tectorum* (L.) Nevski – у дорог, пойма и склоны, кострец береговой *Bromopsis riparia* (Rehm.) Holub – луговые степи, овсяница валлиская, или типчак *Festuca valesiaca* Gaudin – луговые степи, мятлик обыкновенный *Poa trivialis* L. – луга, мятлик луговой *Poa pratensis* L. – луга, мятлик узколистный *Poa angustifolia* L. – степи [13].

На территории Среднего Поволжья для модельного вида, вероятно, потенциальными гнездовыми биотопами могут служить реликтовые участки солончаковых глинистых и каменистых меловых костречовых степей с караганой кустарниковой (чилигой) *Caragana frutex* (L.) C. Koch (Fabaceae). В Среднем Поволжье *M. f. melanogrisea* является реликтовым видом и исторически, вероятно, связан с ценозами глинистых и меловых степей, которые сохранились с древних геологических эпох и не были затронуты ледниками. В лесостепной и степной зонах европейской части России и СНГ, в том числе и Среднем Поволжье вид крайне редок и локален, приурочен к сохранившимся рефугиумам галофитных луговых, каменистых и глинистых степей, что предоставляет возможность рекомендовать его для включения в Красные книги областей, входящих в ареал данного вида. *M. feldegg* как вид сложился в галофитном сообществе, сформировавшемся в историческом прошлом в аридном климате степей и пустынь древнего Средиземноморья, включающим виды флоры и энтомофауны, находящиеся в Среднем Поволжье в настоящий момент на грани исчезновения и связанные с южными, юго-западными и юго-восточными реликтовыми элементами биоты. Ареал *M. feldegg* практически совпадает с ареалами солодки ежовой, караганы кустарниковой, муравьев-жнецов *Messor clavorum* Ruzsky и муравьев-бегунков *Cataglyphis aenescens* Nyl. (кормовые объекты рациона питания данного вида, семейство Formicidae), которые могут являться одним из потенциальных индикаторов гнездовых поселений модельного вида (данные экспедиции 2011 г.).

Фенология гнездования

В Таджикистане размножение *M. f. melanogrisea* не прослежено. В окр. г. Душанбе, по р. Сыр-Дарье, в долине р. Кафирниган отмечались особи в гнездовой период, в долине р. Кашка-Дарьи уже в третьей декаде июня отмечались многочисленные стайки молодых особей (слетки) и выводки, покинувшие гнезда [10]. В подходящих местах черноголовая трясогузка гнездится густо, образуя плотные или диффузные колонии.

В Ульяновской обл. вид относится к редким залетным. В течение гнездового периода в Ульяновской обл. отмечались одиночные холостые самцы *M. f. melanogrisea* в брачном наряде 13.06.1975 г. на северной окраине г. Ульяновска, пос. Мостостроителей; летом 1997 г. в окр. с. Старой Майны [14]. В окр. п. Дергачи Саратовской обл. отмечен одиночный самец 2.05.1992 г. (уст. сообщение И.В. Муравьева) [1]. Ни одной добытой птицы модельного вида трясогузок на территории края нет, за исключением единственного чучела самца названного вида, который выставлен в экспозиции краеведческого музея г. Сердобска Пензенской обл. Данный экспонат в 1947 г. был передан известным зоологом-таксидермистом Г.Е. Сольским в фондтовую коллекцию, к сожалению, место и дата поимки коллектором не указаны.

В Астраханской обл., Икрянинском р-не, на территории Ильменно-бугрового заказника 11–12.05.2011 г. нами наблюдался пролет смешанной стаи группы «желтых» трясогузок (*M. f. flava*, *M. f. beema*, *M. f. thunbergi*, *M. lutea*) до 150 особей. Птицы, которые распределялись на отдых в зарослях тростника и тростниковых плавней, купались в луже на грунтовой дороге, кормились на луговине с молочаем Сегье вдоль плавней. Утром пролетные смешанные стаи группы «желтых» трясогузок (85 + 35) кормились на сырых лугах у ильменей, около пасущегося стада коров, среди куртинок полыни горькой на глинистых обнажениях. Однако мы не наблюдали *M. f. melanogrisea* среди смешанной стаи «желтых» трясогузок, что, вероятно, свидетельствует о поздних сроках весеннего пролета данного вида.

В Ростовской обл., в Доно-Аксайском займище, пойме р. Аксай нами обнаружено 4–10.06.2011 г. групповое гнездовое поселение *M. f. feldegg*, которое насчитывало, в целом до



45 гнездовых пар. Плотность *M. f. feldegg* составляет на данном участке поймы р. Аксай, в среднем 8,51 ос./га $M=8,51 \pm 0,21$. Гнездовые участки *M. f. feldegg* достаточно дисперсно распределены по Доно-Аксайскому займищу, пойме р. Аксай. Модельный вид группы «желтых» трясогузок имеет совместные групповые поселения на местах гнездования, в которых можно учесть от 3 до 5 гнездящихся пар, в непосредственной и относительной близости друг от друга. Самцы постоянно патрулируют гнездовые участки от возможного появления потенциальных хищников в их пределах (обыкновенная пустельга, луни, др.).

Данные многолетних исследований по численности и плотности гнездовых поселений *M. f. feldegg* были проведены на территории Доно-Аксайского займища инженером-орнитологом аэропорта г. Ростов-на-Дону А.В. Забаштой и переданы им в лабораторию зоологического мониторинга Института систематики и экологии животных СО РАН (СиЭЖ СО РАН, г. Новосибирск).

Гнездовой таксоценоз птиц Доно-Аксайского займища, поймы р. Аксай, в котором принимает участие *M. f. feldegg*, включает следующие виды (гн. – гнездится, + – посещающие во время кормовых миграций, в систематическом порядке) за время исследования Доно-Аксайского займища были отмечены отдельные виды орнитофауны Ростовской обл. с различным характером пребывания: большой баклан (*Phalacrocorax carbo*) – гн., плавни; кваква (*Nycticorax nycticorax*) – гн., плавни; большая белая цапля (*Egretta alba*) – гн., плавни; малая белая цапля (*Egretta garzetta*) – гн., плавни; серая цапля (*Ardea cinerea*) – гн., плавни; рыжая цапля (*Ardea purpurea*) – гн., плавни; лебедь-шипун (*Cygnus olor*) – гн., плавни; красноголовый нырок (*Aythya ferina*) – гн., плавни; кряква (*Anas platyrhynchos*) – гн., плавни; чирок-трескунок (*Anas querquedula*) – гн., плавни, степной лунь (*Circus macrourus*) – гн., степь; луговой лунь (*Circus pygargus*) – гн., степь; болотный лунь (*Circus aeruginosus*) – гн., луга, поймы; степной орел (*Aquila rapax*) – гн., степь; обыкновенная пустельга (*Falco tinnunculus*) – гн., степь; фазан обыкновенный (*Phasianus colchicus*) – гн., луга; черная и белокрылая крачки (*Chlidonias nigra*) и (*C. leucopterus*) – гн., плавни, водоемы; кольчатая горлица (*Streptopelia decaocto*) – гн., поселок; болотная сова (*Asio flammeus*) – гн., луга; черный стриж (*Apus apus*) – +, луга; золотистая щурка (*Merops apiaster*) – гн., бутры, обнажения, обрывы; удог (*Upupa epops*) – гн. пойма; береговая ласточка (*Riparia riparia*) – +, обрывы; деревенская ласточка (*Hirundo rustica*) – +, луга; хохлатый жаворонок (*Galerida cristata*) – гн., степи; белая трясогузка (*Motacilla alba*) – гн., заросли, луговины; обыкновенный жулан (*Lanius collurio*) – гн., пойма; речной сверчок (*Locustella fluviatilis*) – гн., плавни; камышевка-барсучок (*Acrocephalus schoenobaenus*) – гн., плавни; болотная камышевка и тростниковая камышевки (*A. palustris*) и (*A. scirpaceus*) – гн., плавни; дроздовидная камышевка (*A. arundinaceus*) – гн., плавни; садовая славка (*Sylvia borin*) – гн., пойма; черноголовый чекан (*Saxicola torquata torquata, S.t.maura*) – гн., луговины, пойма; черный чекан (*Saxicola niger*) – гн., луговины, пойма; варакушка (*Luscinia svecica svecica, L.s.volgae*) – гн., плавни; дрозд-рябинник (*Turdus pilaris*) – +, кустарники; усатая синица (*Panurus biarmicus*) – гн., плавни; обыкновенный ремез (*Remiz pendulinus*) – гн., пойма, на ивах; просянка (*Emberiza calandra*) – гн., луговая степь с солодкой; тростниковая овсянка (*Emberiza schoeniclus*) – гн., плавни.

По мнению Гладкова Н.А. [4] у модельного вида «желтых» трясогузок между прилетом и началом гнездования проходит довольно значительное время.

Особенности нидологии вида (гнезда).

Гнездо *M. f. melanogrisea* строит на земле под прикрытием низкорослого куста или травы, иногда невысоко над землей в кусте, на чистом песке, но под прикрытием нависшей куртины травы [10].

Гнездо *M. f. melanogrisea* состоит из довольно грубых стебельков полыни, *Suaeda* и *Ceratocarpus*, лоток тщательно выстлан конским волосом и длинной мягкой шерстью или сложено рыхло из нежного растительного материала, выслано конскими волосами с добавлением 2–3 перышек. Параметры гнезд ($n=2$) (мм): D – 120–125, d – 60–77 [4, 10]. На Украине материалом для гнезда *M. f. feldegg* служат сухие стебли трав. Тонкая выстилка лотка конским волосом и корешками отсутствует. Гнезда на земле могут располагаться под пологом кустарников, в траве или на чистом песке, но под прикрытием нависающей куртины катрана татарского (*Crambe tatarica* Sebeok.), кермека Гмелина (*Limonium gmelinii* (Wiell.) O. Kuntze), полыни (*Artemisia* sp.) [3].

В Ростовской обл., в Доно-Аксайском займище, пойме р. Аксай обнаруженные нами 2 гнезда с полными кладками 06.06.2011 г. и 09.06.2011 г. в групповом гнездовом поселении модельного вида располагались на участке пойменного галофитного остепненного луга с полукустарником солодки ежовой. Найденные гнезда *M. f. feldegg* находились у основания полукустарника солодки ежовой, глубоко в дерновине сухих растений овсяницы валлисской, или типчака. Гнезда глубоко погружены и скрыты в толще сухой дерновины злаков. Вход в гнездо тщательно замаскирован нависающими сверху и свитыми стеблями злаков.

Параметры гнезд ($n=2$) (мм), (гнездо №1): $D - 85$, $d - 60$, $h - 55$ (06.06.2011 г.). гнездо № 2 (мм): $D - 90$, $d - 55$, $H - 55$, $h - 38$ (09.06.2011 г.). В состав построек найденных гнезд входят мелкие сухие стебли овсяницы валлисской, в лотках обоих гнезд присутствует конский волос и шерсть домашних животных. Непосредственно к гнездам примыкает “нишка”, или приямок, в котором ночуют самцы из каждой гнездовой пары.

Солодка ежовая *Glycyrrhiza echinata* L. (Fabaceae) является обязательным компонентом гнездового микробиотопа *M. f. feldegg*, так как формирует характерный микроландшафт полукустарниковой галофитной степи и суходольных пойменных лугов. У основания приведенного выше растения *M. feldegg* в толще дерновины злаков строит свое гнездо. Вероятно, с этим видом растений связан выбор гнездопригодного биотопа и размножение на территории Придолья, Саратовской, Астраханской, Уральской областей, южной Украине и в Крыму.

Особенности оологии вида (кладки).

Полная кладка *M. f. melanogrisea* включает 6, реже 5 яиц. Параметры яиц (мм): для Средней Азии, долина р. Сыр-Дарья ($n=28$) – $16.4-19.3 \times 13.0-14.8$; для Семиречья ($n=11$) – $18.8-20.5 \times 14.5-15.8$, в среднем 19.57×14.96 [4]. В кладке 5–6 яиц зеленовато-белой окраски с темными крапинками. В Армении свежие кладки *M. f. feldegg* найдены были 16 июня, 2 и 25 июля. В долине р. Сыр-Дарья первые полные кладки находили не ранее середины мая и до середины июня (от $16-27.05$ до $1-18.06$.) В конце мая фиксировали кладки в Семиречье [4]. На Украине кладки *M. f. feldegg* включают 5–6 яиц, которые откладываются в мае-июне [3].

В гнезде № 1, найденном 06.06.2011 г., находились 2 яйца и 3 только что вылупившихся птенца. Окраска скорлупы яиц светло-коричнево-бежевая, рисунок в виде густых темных крапинок, сгущающихся к инфундибулярному концу. Параметры яиц ($n=2$) (мм), среднее значение: $18.9-19.1 \times 14.1$. $\text{Lim} = 18.9-19.1 \times 14.1$; $M = 19.0 \times 14.1$.

В гнезде № 2, найденном 09.06.2011 г., была обнаружена кладка из 5 яиц. Окраска яиц зеленовато-серовато-оливковая, рисунок коричневатого цвета четко не выражен. Параметры яиц ($n=5$) (мм): 18.9×14.3 ; 19.1×13.9 ; 18.9×14.0 ; 19.1×14.4 ; 19.2×14.1 . $\text{Lim} = 18.9-19.2 \times 13.9-14.4$; $M = 19.04 \times 14.4$. Самка данного гнезда с кладкой была уже окольцована в течение исследования гнездования данного вида в Доно-Аксайском займище (04–10.06.2011 г.). Одной из окольцованных самок *M. f. feldegg* (08.06.2011 г.) было снесено еще одно яйцо в момент, когда ее вынимали из орнитологической сетки для кольцевания и мечения. Параметры яйца (мм) составили: 18.4×14.4 . Окраска этого яйца визуально отличается от оологических описаний по предыдущим двум кладкам в гнездах.

Для *M. f. feldegg* при визуальном рассмотрении окраски яиц можно сделать предположение о наличии полиморфизма яиц. Различия в окраске и рисунке яиц в Доно-Аксайском займище показывают возможное существование в популяциях *M. f. feldegg*, по крайней мере двух экологических гнездовых (биологических) рас. В дальнейшем биохимический анализ может показать определенные результаты наших исследований. Аналогичное явление пигментации яиц в кладках установлено ранее с помощью биохимического анализа у желтолобой и желтоголовой трясогузок на территории Пензенской обл. [9].

Особенности биологии и экологии птенцов.

На Украине по данным Г.Г. Гаврися [3] у *M. f. feldegg* насиживает кладку самка в течение 12 дней, а птенцы находятся в гнезде от 14 до 15 дней.

В Ростовской обл., в Доно-Аксайском займище, пойме р. Аксай в гнезде *M. f. feldegg*, найденном 06.06.2011 г., отмечено 2 яйца и 3 только что вылупившихся птенца. На следующие сутки 07.06.2011 г. появился еще один птенец. При повторном посещении этого гнезда 09.06.2011 г. там находилось уже 4 птенца.

В качестве кормовых участков *M. f. feldegg* выбирает галофитные злаково-разнотравные суходольные луга с молочаем, осоково-разнотравные луга, луговые участки у водоемов, в топких тростниковых зарослях у ериков (ручьев, проток), где собирают насекомых для выкармливания птенцов.

Для Астраханской и Ростовской областей фоновыми видами насекомых галофитных лугов, связанными с солодкой ежовой, которыми *M. f. feldegg* и *M. f. melanogrisea* выкармливают птенцов, являются: *Megalotomus ornaticeps* (на бобовых), *Lygus pratensis* (на солодке), *L.gemellatus*, *Adelphocoris lineolatus*, *A.vandalicus*, *Polymerus cognatus*, *P.brevicornis* (Hemiptera); *Chloebius immerritus* (солодковый слоник), *Haltica deserticola* (солодковая блошка), *Cryptocephalus gamma*, *Bruchella conformis*, *B.pygmaea* (на плодах солодок и чингилля), *Chlorophanus micans* (солодковый чешуйчатый слоник), *Sitona humeralis* и *S.lineatus* (гороховые слоники).

В Ростовской обл., в Доно-Аксайском займище, пойме р. Аксай уже в конце июля-начале августа летные выводки *M. f. feldegg* откочевывают на побережье Таганрогского залива Черного моря.

Заключение

Лимитирующие факторы размножения вида.

Тенденции и закономерности в выборе биотопов гнездования и особенностях размножения *M. feldegg* 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 галофитностью, которая определяет характер растительных ассоциаций для постройки гнезд и кормовой базы в данных биотопах для выкармливания птенцов.

M. feldegg избирательно относится к выбору гнездовых биотопов, а при их переувлажнении, что ведет к вымыванию солей, исчезает, поэтому модельный вид может быть использован как индикатор относительно сухих галофитных луговых и степных ценозов в речных поймах, солончаковых глинистых степей. в том числе в зоне лесостепей и степей. *M. f. feldegg* предпочитает для гнездования галофитные мезофильные и ксерофильные биотопы в Ростовской обл. Гнездопригодные участки *M. feldegg*, как правило, удалены на 100–300 м от кормовых территорий (берега водоемов, тростниковые заросли, агроценозы).

Питается преимущественно мелкими водолюбями Sphaeriniinae, карапузиками *Saprinus* (Histeridae), листоедами, долгоносиками, гусеницами совок Noctuidae, наездниками, муравьями-жнецами *Messor*, муравьями-бегунками *Cataglyphis*, мухами и пауками (Гладков, 1954; Гаврись, 2003). В составе содержимого желудков погибших 09.06.2011 г. особей *M. f. feldegg* обнаружены: у самца – Mollusca (Gastropoda: Planorbidae – *Planorbis spitorbis*; Lymneidae – *Galba glabra*) – 19.1%; Diptera (Chironomidae: *Chironomus* sp.); – 14.8%; Homoptera (Aphirophoridae: *Lepyronia coleoptrata* L.; *Philaenus spumarius* L.) – 13.7%; Odonata (Coenagrionidae) – 11.3%; Aranea – 11.6%; Hemiptera (Rhopalidae: *Corizus hyosciami* L.; Pentatomidae: *Aelia acuminata* L.) – 10.9%; Coleoptera (Carabidae: *Amara* sp.) – 10.2%; Hymenoptera (Formicidae) – 4.3%; Neuroptera (Chrysopidae: *Chrysopa* sp.) – 4.1%. Соответственно у самки: Lepidoptera – 32.2%; Orthoptera – 27.8%; Diptera – 15.4%; Homoptera – 14.6%; Hemiptera (Miridae) – 6.3%; Aranea – 3.7%.

M. feldegg относится к формам западного комплекса «желтых» трясогузок. *M. feldegg* – галофил, обитает по берегам засоленных озер в глинистых и солончаковых степях и полупустынях, моллюскофаг, колеоптерофаг, ортофаг, лепидоптерофаг, мирмекофаг, олигофаг с переходом к монофагии, имеет узкую специализированную экологическую нишу. Ключевые группы беспозвоночных – индикаторы кормовой базы для *M. f. feldegg* (n=7) – Planorbidae, Lymneidae, Acridiidae, Miridae, Pyrgaustidae на территории Ростовской обл.; *M. feldegg* кроме Orthoptera и Lepidoptera, активно собирает мелких представителей Gastropoda (Planorbidae, Lymneidae). *M. feldegg* используют нагретые солнцем проселочные дороги, тропинки в степи и пойменных остепненных лугах для сбора с поверхности субстрата привлеченных теплом насекомых, активно догоняя их и ловя даже на лету.

M. feldegg, является видом, который имеет невысокую численность популяций, сравнительно низкую плотность гнездовых поселений, гораздо меньшее количество птенцов по сравнению с другими близкими видами этой группы, специализированное питание. *M. feldegg* относится к видам, адаптированным к нестабильной и бедной кормовыми ресурсами среде, населяет засушливые галофитные поймы степных водоемов, берега водоемов в глинистых и солончаковых степях.

Основными тенденциями в изменении современных границ ареала *M. feldegg* является резкое сокращение границ ареала в целом, вызванное хозяйственной деятельностью человека и вызванное этим активное продвижение вида на север по поймам Дона и Волги. Сохранение популяций *M. f. feldegg* в Ростовской обл. (юг европейской части России) стало возможным благодаря сохранности галофильных разнотравных лугов и кустарниковых и полукустарниковых луговых степей с участием солодки ежовой в поймах притоков Дона (р. Аксай), а также сохранности в данных биотопах ключевых объектов потенциальной кормовой базы. Вслед за повсеместным сокращением численности популяций и границ ареала *M. feldegg* под влиянием хозяйственной деятельности человека изменился и выбор кормовых и гнездовых биотопов в южных областях европейской части России – здесь *M. f. feldegg* использует берега прудов и ериков, сельскохозяйственные угодья (кукурузные поля), очистные сооружения крупных населенных пунктов (г. Ростов-на-Дону).

Таким образом, основными лимитирующими факторами в пространстве ареала *M. feldegg* являются наличие гнездопригодных биотопов (галофитные полукустарниковые луговые степи и сухие пойменные луга с участием солодки ежовой, окруженные тростниковыми плавнями и водоемами, - займища), наличие потенциальной кормовой базы, характерной для данного вида.

К выявленным видоспецифическим особенностям гнездовых биотопов и фенологии, нидологии и оологии, биологии и экологии птенцов *M. feldegg* в условиях широкой симпатрии на европейской части России относятся: достаточная степень увлажнения биотопа для разви-

тия 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; достаточно скрытное и «молчаливое» поведение в гнездовом поселении по сравнению с другими видами группы «желтых» трясогузок.

Эффективность размножения *M. feldegg* во многом зависит от микробиотопа, степени маскировки гнезда, характера антропогенного воздействия, погодных условий, др. К угрожающим факторам можно отнести, прежде всего, перевыпас скота, раннее сенокосение, мелиоративные мероприятия. Гибель гнезд может происходить и в результате нападения луговых и болотных луней, пастушьих собак, др. Неблагоприятное воздействие на сохранность гнезд на территории исследования может оказывать фактор беспокойства (гибель гнезд с кладками или птенцами).

Авторы выражают искреннюю благодарность А.В. Забаште (инженеру-орнитологу аэропорта г. Ростов-на-Дону) за консультации и помощь в проведении полевых исследований на территории Ростовской обл.

Список литературы

1. 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.
2. Муравьев И.В. Экология группы «желтых» трясогузок в Среднем Поволжье // Бутурлинский сборник: матер. III Всерос. Бутурлинских чтений. Ульяновск: Изд-во «Корпорация технологий продвижения», 2010. – С. 241–252.
3. Гавриш Г.Г. Плиска черноголовая *Motacilla feldegg* // Птахи України під охороною Бернської конвенції. Київ, 2003. – С. 218–220.
4. Гладков Н.А. Птицы Советского Союза. М.: Советская наука, 1954. – Т. 5. – С. 594–690.
5. Степанян Л.С. Конспект орнитологической фауны СССР // М.: Наука, 1990. – 366 с.
6. Рябицев В.К. Птицы Урала, Приуралья и Западной Сибири (справочник-определитель). Екатеринбург. Изд-во Уральского университета, 2001. – С. 1–608.
7. Зарудный Н.А. Дополнения к «Орнитологической фауне Оренбургского края» // Материалы к познанию фауны и флоры Российской империи. Отд. зоол., 1897. – Вып. 3. – С. 171–312.
8. Дементьев Г.П. Воробьиные // Птицы СССР (Полный определитель птиц СССР С.А. Бутурлина и Г.П. Дементьева). Т. 4. М., Л.: Изд-во КОИЗ, 1937. – С. 1–334.
9. 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.
10. Абдусаломов И.А. Фауна Таджикской ССР. Т. XIX. Ч. 2. Птицы. Душанбе: Академия наук Таджикской ССР. Институт зоологии и паразитологии им. Е.Н. Павловского, 1973. – С. 343–345.
11. Шарлеман Е. Птахи УРСР (матеріали до фауни). Київ: Видавництво Академії наук УРСР, 1938. – С. 119–120.
12. Долгушин И.А. Птицы Казахстана. Т.1. Алма-Ата, 1960. С.290–295, 401–404.
13. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2006. – 600 с.
14. 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.

ON NESTING BIOLOGY AND ECOLOGY OF BLACK-HEADED WAGTAIL *MOTACILLA FELDEGG* MICHAHELLES, 1830 (PASSERIFORMES: MOTACILLIDAE: MOTACILLINAE) IN ROSTOV REGION

I.V. Muravjev
E.A. Artemyeva

I.N. Ulyanov Ulyanovsk State
Pedagogical University, 100-letiya
so dnya rozhdeniya Lenina Sq., 4,
Ulyanovsk 432035, Russia
E-mail: pliska58@mail.ru;
hart5590@gmail.com

Critical estimation of literary information on the reproduction of black-headed wagtail *Motacilla feldegg* Michahelles, 1830 (Passeriformes, Motacillidae, Motacillinae) in the Rostov Region is carried out, limiting factors of species nesting in the investigated area are identified.

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



УДК 615.272.4.03:616.248

ГИДРАТИРОВАННЫЙ ФУЛЛЕРЕН КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПОНИМАНИЯ РОЛИ ОСОБЫХ СТРУКТУРНЫХ СВОЙСТВ ВОДНОЙ СРЕДЫ ЖИВОГО ОРГАНИЗМА ДЛЯ ЕГО НОРМАЛЬНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

**С.В. Ширинкин¹, А.А. Шапошников¹
Т.О. Волкова², Г.В. Андриевский³
А.Г. Давыдовский⁴**

¹ Белгородский государственный национальный исследовательский университет.

Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85
E-mail: shirinkin_sv@mail.ru

² Петрозаводский государственный университет,

Россия, 185640, г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33

³ Институт физиологически активных соединений.

Украина, 61072, Харьков пр. Ленина, 58

⁴ Республиканский научно-практический центр гематологии и трансфузиологии. г. Минск, Беларусь

Гидратированный фуллерен (ГФ) – молекула C_{60} , заключенная в объемную оболочку из молекул воды. Установлено, что ГФ проявляет широкий спектр биологического действия как *in vivo*, так и *in vitro* даже в крайне низких дозах, при полном отсутствии токсичности. Имеются данные, что ГФ обладает своеобразной химической активностью – с одной стороны, их можно рассматривать как сильные антиоксиданты, с другой – как доноры электронов для кислорода, т. е. прооксиданты, что объясняется особыми свойствами водных сферических оболочек. Модель ГФ может быть ключом для понимания роли водных структур человеческого организма для его нормального функционирования.

Ключевые слова: фуллерены, водные структуры, организм человека.

В классической медицине долгое время использование препаратов в сверхмалых дозах (СМД), гомеопатических или 10^{-12} М и ниже, не имело строгих научных доказательств. Прежде всего, это было связано с ранее неизвестными сложными дозовыми зависимостями действий лекарств, а также с наличием у них «мертвых зон» (определенного диапазона концентраций, при которых диапазоны не регистрировались). Результаты, получаемые в пределах до начала «мертвой зоны», не побуждали исследователей уменьшать дозу лекарственных препаратов и не давали повода ожидать появления эффектов. Однако, в 1983 г. сотрудники Института биохимической физики РАН совместно с коллегами из Института психологии РАН, изучая влияние антиоксидантов на электрическую активность изолированного нейрона виноградной улитки, получили весьма неожиданный результат. Первоначальная доза препарата (10^{-3} М) была не только активной для нейрона, но и довольно токсичной, поэтому пришлось перейти на менее концентрированный раствор. Доза на четыре порядка ниже первоначальной оказалась менее токсичной, но более эффективной. Дальнейшее уменьшение концентрации привело к росту эффекта, он достигал максимума (при 10^{-15} М), затем (при 10^{-17} М) снижался до уровня, практически совпадающего с контрольными результатами.

Обнаруженный эффект изучали при использовании широкого спектра воздействующих факторов: противоопухолевых и антиметастатических агентов, радиозащитных и нейротропных препаратов разных классов, ингибиторов и стимуляторов роста растений, гормонов, адаптогенов, иммуномодуляторов, детоксикантов, антиоксидантов, а также ионизирующего и неионизирующего излучений и др. Полученные различными научно-исследовательскими группами результаты позволили сделать вывод, что в проявлениях влияния на клеточный метаболизм СМД биологически активных веществ (БАВ) и физические факторы низкой степени интенсивности обнаруживают много общих особенностей, которые касаются как их дозовых зависимостей, так и изменения показателей биологической активности [1].

Л.А. Блюменфельд в 1993 г. высказал идею о параметрическом резонансе как о возможном механизме действия сверхнизких концентраций БАВ на клеточном и субклеточном уровнях. Он полагал, что параметрический резонанс возникает при совпадении временных параметров запускаемых БАВ внутриклеточных процессов и характерного времени подхода вещества к мишени. В результате связывания БАВ с соответствующими мишенями ферменты (рецепторы) переходят в конформационно-неравновесное состояние, которое на определенной стадии релаксации обеспечивает максимальную активность и эффективность биоэффекта БАВ [2, 3, 4].

В настоящее время охарактеризована схема усиления («размножения») сигнала и сформулировано представление об основных системах, необходимых для реализации эффекта БАВ в СМД. К таким системам относятся: каскадные, амплифицирующие сигнал; собирательные, конвергентные системы; накопители и транспортеры сигнальных молекул; суперрафинные рецепторы.

При введении БАВ в СМД в организм животного, клеточную культуру или модельную систему, содержащую суспензию мембран, отмечается изменение структурных характеристик мембран. Изменения структуры мембран могут приводить к изменению функционально-метаболического состояния клетки. Наличие же полимодального характера клеточного ответа можно объяснить сменой механизма действия БАВ в том или ином концентрационном интервале на структуру цитоплазматической и внутриклеточных мембран при взаимодействии молекул БАВ в СМД с белком-рецептором, когда отношение числа молекул действующего вещества к числу молекул белка-рецептора приблизительно равно 1 : (10⁶-10⁹) [5].

Результаты исследований молекулярных эффектов природных антиоксидантов и других БАВ в СМД не могут быть объяснены только с позиций классической биохимии. Соотношение лиганд – фермент, равное, в среднем, одна молекула лиганда на 10⁴-10⁹ молекул фермента, исключает объяснение природы эффекта СМД за счет образования комплекса лиганд – фермент. Биохимические механизмы усиления ответной реакции (например, через системы регуляции циклическими нуклеотидами, а также через фосфатдилинозитольный цикл), применимые к эффектам на клеточном уровне, не могут быть использованы для объяснения эффектов в модельных системах. Важным посредником – переносчиком слабых воздействий на биосистемы может является вода. Динамичная модель бифуркатных водородных связей в кластерах слабых водных растворов открывает путь к пониманию дальнего действия. Окружая молекулу биологически активного вещества, клатраты воды «запечатлевают» ее структуру, и эти отпечатки живут достаточно долго. По-видимому, вода представляет собой единую структуру. Растворение в ней тех или иных веществ приводит к появлению в этой структуре определенных «дефектов», которые способны к длительному существованию и переходам при последующих разбавлениях вплоть до состояния, когда уже отсутствует само вещество. Важное значение при реализации биологических эффектов БАВ в СМД может принадлежать гидратации белковых молекул и нарушению водно-белковых взаимодействий под влиянием тех или иных растворенных веществ. Многие парадоксы СМД, о которых здесь говорилось, весьма логично разрешаются на основе представлений об изменении структуры воды. Например, поддается объяснению тот факт, что знак и направление эффекта зависят в ряде случаев от начальных свойств биообъекта. Если у фермента исходно высокая активность, то он снижается, если низкая, то повышается. Но самое поразительное, что уровень, до которого она изменяется, один и тот же. Это легко объясняется тем, что в растворе БАВ структура воды изменяет структуру белка одинаковым образом. Вероятно, новые возможности в объяснении эффектов БАВ в СМД с точки зрения влияния структуры воды откроются при изучении действия веществ, близких по структуре и проявляющих одинаковую активность в дозах 10⁻⁵-10⁻⁴ М, но различающихся тем, что одни из них вызывают эффекты [3, 4, 6], а другие – нет.

Кроме того, заметную роль в реализации БАВ в СМД могут играть мембранозависимые молекулярные системы внутриклеточной сигнальной трансдукции, в частности, фосфолипазы А2 и С, рецепторные G-белки, протеинкиназы и протеинфосфатазы [7-10].

К числу характерных свойств СМД относят:

- немонотонную, полимодальную зависимость «доза – эффект». В большинстве случаев максимумы активности наблюдаются в определенных интервалах доз, разделенных между собой так называемой «мертвой зоной»;
- изменение (как правило, увеличение) чувствительности биообъекта к действию разнообразных агентов как эндогенных, так и экзогенных;
- проявление кинетических парадоксов, а именно возможность улавливать клетками эффект СМД БАВ, когда в организме имеются те же вещества в концентрациях на несколько порядков выше, а также влияние на рецепторы веществ в дозах на порядки более низких, чем константы диссоциации комплекса лиганд – рецептор;
- зависимость «знака» эффекта от начальных характеристик объекта;
- «расслоение» свойств БАВ по мере уменьшения его концентраций, при этом еще сохраняется активность, но исчезают побочные эффекты;
- для физических факторов усиление эффекта с понижением их интенсивности в определенных интервалах мощности и доз [2-4].

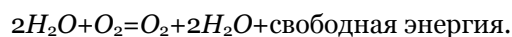
Возвращаясь к структурам воды, трудно не согласиться с образным выражением Нобелевского лауреата А. Сент-Дьерди: «Вода не только mater (мать), но также и matrix (матрица) жизни, и биология ... не преуспела до сих пор в понимании наиболее основных функций из-за

того, что она концентрировала свое внимание только на веществе в виде частиц, отделяя их от двух матриц – воды и электромагнитного поля». Действительно, по своему химическому составу любой живой организм, любая его ткань более чем на 90% состоит из молекул воды, т. е. вода представляет собой основную химическую субстанцию живых систем, при этом водная среда обуславливает некое возрастание энтропии при любой реакции биологического синтеза – упорядоченность создаваемой биологической макромолекулы компенсируется деструктурированием окружающей воды. Восстановление нормальной структуры воды, окружающей различные биологические молекулы, протекает с расходом энергии [11].

Образование кластерной воды наблюдается при таянии льда или взаимодействии биологических молекул с водой, что сопровождается структурированием последней в ближайшем окружении белков и нуклеиновых кислот. Давно обнаружено упорядочивающее влияние молекулы ДНК на воду и, наоборот, воды на формирование и стабилизацию спиральной структуры ДНК. Кроме того, показано, что спираль ДНК идеально вписывается в решетку рыхлых льдоподобных кластеров. Есть основания предполагать, что система «биомacroмолекула – кластер» наиболее оптимальна для функционирования, когда в наибольшей степени нивелируются деструктурирующие эффекты теплового движения на биосистемы молекулярного уровня. Так, основным источником спонтанных повреждений ДНК, являются тепловые флуктуации. Частота тепловых разрывов ДНК должна бы быть значительно выше, чем реальная частота спонтанных мутаций при 37°C. С учетом вышесказанного создается непротиворечивое впечатление, что вода с различной кластерной структурой должна обладать различной физиологической активностью, и для обеспечения оптимальности биологических функций предпочтительнее смещение равновесия в сторону формирования долгоживущих специфических кластерных структур воды [12].

Особое структурно-функциональное состояние «живой воды» обеспечивается ее взаимодействием с биополимерными структурами, на что давно указывали Д.Н. Насонов, А.С. Трошин, Г. Линг и А. Сент-Дьерди [13]. Дж. Джералд Поллак в 2003 г. [14] обнаружил, что у гидрофильных поверхностей формируется слой пограничной воды, толщиной в десятки и сотни микрон. Свойства воды в нем столь отличны от объемной воды, что пограничная вода должна считаться особой агрегатной фазой жидкой воды. Одна из важнейших ее особенностей – подвижное (возбужденное) состояние электронов, благодаря чему вода обладает электроно-донорными свойствами. Такая вода может выступать в роли эффективного восстановителя при наличии адекватного акцептора электронов, а окислительно-восстановительный процесс может служить источником свободной энергии для выполнения той или иной полезной работы.

Естественным акцептором электронов в воде является присутствующий в ней кислород. При наличии сравнительно небольшой энергии активации возможно полное восстановление кислорода электронами, принадлежащими пограничной воде. Формально суммарное уравнение можно записать как:



Столь необычная реакция превращения воды обратно в воду служит источником энергии, поскольку молекулы воды в левой части уравнения находятся, за счет поглощенной извне тепловой энергии, в возбужденном, а в правой – в основном состоянии. Освобождающаяся энергия может быть направлена на активацию присутствующих в объемной воде других молекул, например CO_2 и N_2 , на инициацию реакций, в результате которых образуются низкомолекулярные органические молекулы и полимеры, которые, в свою очередь, способствуют увеличению в системе удельной доли кластеров пограничной воды. Часть энергии может идти на восстановление той пограничной воды, потенциал которой снизился за счет утраты электронов.

Данная система и протекающие в ней процессы отвечают всем трем принципам теоретической биологии Бауэра – принципу устойчивого неравновесия, принципу работы системных сил и принципу увеличения внешней работы, из которых следует все известные жизненные проявления, включая способность живых систем реагировать на факторы сверхнизкой интенсивности [13, 14].

Интересным является тот факт, что получение кластерной воды может осуществляться за счет контакта с различными наночастицами, в том числе фуллеренами.

Так, фуллерены C_{60} , растворенные в органическом растворителе, добавляют в воду и обрабатывают ультразвуком (метод разработан Г.В. Андриевским и соавт. в 1994 г.) до получения слабо опалесцирующего прозрачного раствора (C_{60} FWS) светлого оранжево-коричневого цвета [15]. В этом процессе ультразвуковая обработка приводит к мгновенному замещению сольватной оболочки органического растворителя на сферическую гидратную (водную) и образованию гидратированного фуллерена (ГФ) [15, 16]. Молекулярно-коллоидный раствор ГФ кинетически стабилен. Образовавшийся вокруг фуллерена первый слой воды способен сильно влиять на соседствующую объемную воду и упорядочивать ее структуру в специфический сфе-

рический кластер. С использованием широкого набора физико-химических методов Андриевским Г.В. и соавт. были получены данные, на основании которых авторы пришли к выводу, что основным механизмом стабилизации фуллеренов в водных растворах является образование супрамолекулярного комплекса, ГФ, типа $C_{60}@{H_2O}_n$. В комплексе молекула фуллерена окружена сферическими слоями взаимодействующих друг с другом молекул воды [17]. В созданной модели первый слой воды содержит 22-24 молекулы H_2O , которые прочно удерживаются у поверхности молекулы C_{60} слабыми электронно-донорными взаимодействиями между неспаренными электронами атомов кислорода молекул воды (донор) и атомами углерода молекулы (акцептор). Размер такого комплекса составляет порядка 1.6-1.8 нм. Высокостабильные и высокогидрофильные комплексы $C_{60}@{H_2O}_n$, чьи размеры подчиняются определенной закономерности и представлены следующими значениями: 3.4; 7.1; 10.9; 14.5; 18.1; 21.8; 25.4; 28.8; 32.4; 36.0 нм. [18].

Итак, при обработке ультразвуком раствора C_{60} в бензоле происходит «схлопывание» объемной воды вокруг сферической молекулы C_{60} с образованием прочной водной сетки. В результате, вода (24 молекулы) начинает обладать отличными от объемной свойствами (например, $T_{пл}$ этой воды составляет $-2,8^\circ C$) [19]. Фуллерен из такой водной сетки уже практически ничем не извлечь. Например, он не экстрагируется из $C_{60}FWS$ неполярными органическими растворителями, а его водная оболочка не разрушается даже при нагревании комплекса до $100^\circ C$, а также под воздействием многих неорганических и органических соединений. В целом, молекулярно-коллоидный раствор C_{60} в воде можно рассматривать, как систему упорядоченных сферических кластеров воды, где C_{60} выступает в роли стабилизатора этих кластеров [17]. Английский физик и химик Мартин Чаплин осуществил компьютерное моделирование поведения C_{60} в воде. Согласно его представлениям, вода может формировать квази-сферические структуры – додекаэтры, состоящие из 280 молекул [20]. Размер сферической молекулы C_{60} является практически таким же, как и у водного додекаэдра и поэтому молекула C_{60} может заместить его в полости икосаэдра, не искажая структуры последнего. При этом имеется 20 молекул воды, находящихся в непосредственной близости к поверхности C_{60} и которые идеально расположены так, чтобы образовать $-OH \cdots «л»$ водородные связи с каждым из 20 шестичленных колец фуллерена, располагаясь прямо над их центрами. При этом эти 20 молекул остаются связанными водородными связями с соседними 60 молекулами воды икосаэдрического кластера.

Таким образом, возможность растворения фуллеренов C_{60} в воде можно объяснить тем, что их молекула идеально помещается в икосаэдрический водный кластер, в котором внутренняя полость полностью соответствует по размерам самому фуллерену. При этом, как доказано экспериментально, только 6 ближайших молекул воды активно участвуют в донорно-акцепторных взаимодействиях с молекулой C_{60} , и что приводит к увеличению константы их диссоциации (pK 3.5 вместо pK 7, как обычно у воды). В целом, ГФ обладает свойствами слабой кислоты, подобно угольной кислоте, и что проявляется в отрицательном заряде поверхности комплекса $C_{60}@{H_2O}_n$, т. е. ГФ [21]. Наличие же такого заряда и обуславливает высокую кинетическую устойчивость их водных растворов в диапазоне pH 4-12.

В целом, как в концентрированных растворах, так и в коагулятах $C_{60}FWS$ образуют сферические фрактальные кластеры, ассоциаты, в которых они объединены друг с другом за счет слияния их водных оболочек, а сами молекулы фуллеренов всегда остаются разделенными водными прослойками [22].

В настоящее время широко распространено мнение, что приповерхностная вода состоит из 2-3 слоев водных молекул (с толщиной около 1 нм) и которая, так или иначе, упорядочена благодаря свойствам самой поверхности, а уже на расстоянии нескольких нанометров от этой поверхности вода не отличается по своим свойствам от воды обычной, объемной [23, 24].

Открытие Дж. Поллака полностью меняет существующее мнение о свойствах приповерхностной воды. Вода в пограничном слое столь разительно отличается от воды, в него не входящей, что ее можно считать наряду со льдом, обычной жидкой водой и водяным паром, новой аллотропной формой воды. Многие как высокомолекулярные, так и низкомолекулярные соединения, хорошо растворимые в обычной воде, в пограничную, EZ, воду практически не проникают. Термография свидетельствует, что температура замерзания этой воды достоверно ниже, чем объемной, т. е. молекулы воды в ней двигаются более упорядоченно. Одним из чрезвычайно важных наблюдений является то, что между пограничной и объемной водой всегда есть разность потенциалов, которая может достигать 150 мкВ, причем пограничная вода заряжена относительно объемной отрицательно. Ее отрицательный заряд обусловлен тем, что она выталкивает из себя протоны, которые концентрируются в объемной воде вблизи слоя пограничной воды. Между электродами, помещенными в данную систему, течет хотя и слабый, но не затухающий ток. Это значит, что пограничная вода является источником электронов.



Она, в отличие от обычной, объемной воды, обладает характерным спектром поглощения в УФ (ультрафиолетовой) области в районе 270 нм, что также свидетельствует о прохождении в ней процессов с участием электронно-возбужденных структур [24].

Поллак Дж. и соавт. в 2006 г. сообщили о чрезвычайно важном наблюдении: протяженность слоя пограничной воды зависит от освещения, причем спектр действия распространяется от ультрафиолетовой до инфракрасной области. Так, при воздействии слабого теплового ИК-облучения с $\lambda=3100$ нм протяженность слоя пограничной воды возросла в 3 раза в сравнении с его толщиной, наблюдаемого при низкоинтенсивном зеленом освещении. При увеличении ширины зоны в момент освещения также увеличивается ток, протекающий между электродами, помещенными в пограничную и объемную воды, т. е. увеличивается емкость этой своеобразной батареи (но не ее потенциал). Благодаря тому, что в реальных условиях существования жидкой воды поступление энергии извне, по крайней мере ИК-диапазона, наличествует всегда, пограничная вода может неопределенно долго сосуществовать с контактирующей с ней объемной водой [24].

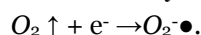
Исследованные Г.В. Андриевским свойства пограничной воды, компьютерное моделирование воды, окружающей фуллерены, указывают на многие общие черты между пограничной водой Дж. Поллака и водой, окружающей молекулы фуллеренов.

Согласно модели Г.В. Андриевского о поведении ГФ в водной среде предполагается, что вода в фуллерен-водном кластере характеризуется тремя уровнями специфических структур воды. Первый, близко связанный слой – это жестко ориентированные, заторможенные молекулы воды, непосредственно связанные с поверхностью молекулы фуллерена и что, в целом, именуется как ГФ. За этим слоем сильно поляризованной воды следует гетерогенный, в разной степени упорядоченный слой «переходной» воды, который в сотни раз шире первого и который отделяет воду, упорядоченную ГФ, от неупорядоченной, объемной воды [12, 17]. При этом степень упорядоченности, заторможенности молекул воды во втором слое (что определяется временем их оседлой жизни и прочностью водородных связей между ними) по мере удаления от поверхности ГФ плавно уменьшается и переходит в третий, диффузный слой, где свойства упорядоченной и объемной воды перестают быть практически различимыми.

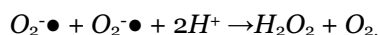
Согласно гипотезе Г.В. Андриевского, именно таким поведением ГФ в водной среде объясняется их уникальная антиоксидантная активность. В соответствии с ней, однотипные свободные радикалы, обладая специфическими структурами гидратных оболочек, поступают, адсорбируются и концентрируются в тех областях фуллерен-водного кластера, где имеются им подобные по структуре и упорядоченности состояния воды. Подобное концентрирование свободных радикалов существенно увеличивает вероятность их встречи и взаимную рекомбинацию (диспропорционирование) с последующим образованием нейтральных молекул. Также из приведенной схемы следует, что подобная водно-фуллереновая система может быть одновременно и матрицей для синтеза и наработки более сложных молекул из простейших, и своеобразным «протектором» от радикального распада тех молекул, которые синтезировались в ее присутствии [17, 25].

Предложенный механизм находит свое подтверждение в других независимых исследованиях. Например, было показано, что трис-малоновое производное фуллерена C_{60} проявляет активность супероксид-дисмутазы, т. е. является антиоксидантом [26]. В этом случае фуллерены выступают в роли катализаторов дисмутации, физически, самонейтрализация супероксидных радикалов с участием молекул воды, что согласуется с предложенным Г.В. Андриевским механизмом.

С другой стороны, механизм Г.В. Андриевского не учитывает того, что гидратированные фуллерены могут выступать и как возможные катализаторы активных форм кислорода. То, что активные формы кислорода образуются при освещении как УФ, так и видимым светом, было показано в целом ряде работ. Однако, в отличие от большинства веществ, называемых фотодинамическими красителями, которые при освещении генерируют синглетный кислород (электронно-возбужденная форма кислорода, мощный окислитель) [27], оказалось, что при возбуждении фуллеренов в воде генерируются супероксид-анион радикал ($O_2^{\bullet -}$) и, возможно, гидроксил-радикал ($\bullet OH$) [28]. В присутствии доноров электронов, например, $NADH$, их продукция резко возрастает. Супероксидный радикал может появляться только при восстановлении молекулярного кислорода, следовательно, фуллерены способствуют его потреблению в воде:



Как указывалось выше, фуллерены осуществляют и катализ дисмутации супероксидных радикалов:



Действительно, есть сообщения о том, что в присутствии некоторых водорастворимых производных фуллеренов в воде образуется перекись водорода [29]. Однако, поскольку она не

накапливается, следовательно, процесс восстановления может идти и дальше. Конечным продуктом полного восстановления кислорода является вода. Процесс полного одноэлектронного восстановления кислорода, по существу, представляет процесс горения [30]. Промежуточные продукты на пути этого процесса – сильные окислители.

Весьма вероятно, что устранение в присутствии ГФ разнообразных свободных радикалов и прочих недоокисленных продуктов (перекисей ненасыщенных липидов, белков, диеновых конъюгатов и пр.) обеспечивается главным образом не тем, что в присутствии ГФ, а не просто молекул фуллеренов, происходит каталитическая дезактивация подобных недоокисленных продуктов метаболизма.

Таким образом, ГФ могут выступать в роли организаторов разнообразных реакций и процессов, регулирующих образование и нейтрализацию активных форм кислорода, но которые, по разным причинам, протекают без них недостаточно эффективно.

Предполагается, что это свойство связано с особенностями воды, окружающей ГФ. Как уже было отмечено, гидратированные фуллерены окружены многослойной оболочкой специфическим образом организованной воды, которая существенно отличается по своим свойствам от объемной воды. Эту воду можно рассматривать как жидкокристаллическую. С одной стороны, при высокой концентрации ГФ существенная часть воды, например, в растворе фермента, приобретает такие свойства, которые препятствуют его термоактивации, т. е. частичной денатурации, которая ранее могла возникать вследствие повышенной подвижности, неупорядоченности окружающей воды. При очень низкой концентрации ГФ хотя и не могут обеспечить такое защитное действие, тем не менее, они способны создавать оптимальную структуру водной среды, которая необходима для реализации нормальной ферментативной активности нормальных, не денатурированных ферментов [14, 17].

С другой стороны, у воды, окружающей ГФ, наличествуют более ярко выраженные свойства донора и акцептора электронов, что обеспечивает упорядочивание окислительно-восстановительных процессов, особенно протекающих с участием кислорода, содержащегося в воде при нормальных условиях. Как отмечалось ранее, ГФ могут выступать в роли «антиоксидантов», способствуя, например, дисмутации супероксидных радикалов, а также в роли прооксидантов – доноров электронов для кислорода. Помимо того, что в ходе этих реакций постоянно образуются и исчезают активные формы кислорода, такие процессы сопровождаются освобождением энергии, которая может использоваться как энергия активации для реализации физико-химических процессов, протекающих в воде, и для перевода присутствующих в воде субстанций в богатое свободной энергией состояние.

Также предполагается, что благодаря этому свойству, ГФ могут стабилизировать ферменты от их медленной инактивации, которая обусловлена, главным образом, окислением вследствие устранения накапливающихся в воде окислителей. Кроме того, благодаря тому же свойству, ГФ могут усиливать инактивацию термически денатурированных ферментов через обнажившиеся на поверхности химически активные группы, служившие мишенями для более глубокого окисления активными формами кислорода [17].

Если высказанные предположения верны, то они позволяют объяснить разнообразные положительные эффекты, которые гидратированные фуллерены оказывают на биологические системы *in vitro* и *in vivo*, несмотря на то, что никакой общепринятой химической специфичностью они не обладают. Фуллерены, точнее, организованная ими вода, способствует повышению активности жизнеспособных молекулярных компонентов живых клеток. Кроме того, ГФ ускоряют инактивацию поврежденных биомолекул клетки, которые при определенных условиях могут выступать в роли эндогенных токсинов, нарушая обмен веществ и тормозя процессы репарации [17].

Таким образом, с учетом воздействия воды, упорядоченной гидратированными фуллеренами, на поврежденные водные структуры биомолекул («вода лечит воду»), использование ГФ в СМД возвращает нас к учению Ганемана, где «подобное лечилось подобным» (гомеопатия) в крайне низких концентрациях. Конечно, ряд утверждений автора гомеопатии кажется ошибочным и не может быть использован современной медициной, однако, развитие медицинской науки и биохимической физики позволяет заново пересмотреть постулаты этого учения и извлечь из них полезные уроки. Более того, вряд ли стоит утверждать, что лечебные эффекты ГФ связаны только с восстановлением поврежденных водных структур биомолекул. Вероятнее ожидать системный эффект, обусловленный, в частности, прохождением ГФ по кишечнику, при котором реализуется их положительное влияние на активность клеток АПУД-системы, широко представленных в слизистой оболочке желудочно-кишечного тракта. Именно этой системе принадлежит 50%-ный вклад в эндокринную регуляцию работы органов и систем организма человека.



Исследование водных структур биообъектов приводит нас к пониманию необходимости введения в номенклатуру заболеваний абсолютно новой патологии, а именно патологии водной матрицы (матричные болезни), в тех ситуациях, когда доказана ее ведущая роль в развитии заболевания.

И такой подход должен рассматриваться, как вполне естественный, поскольку живой организм состоит большей частью из воды причем воды специфически упорядоченной, и поэтому любую патологию следует начинать лечить посредством корректных воздействий на водный гомеостаз организма с целью восстановления и поддержки в нем специфических водных структур от которых, в последствии, будет правильно работать целостный ансамбль всех его биологических молекул.

Неоднократный дозозависимый фазовый переход водных структур от активного состояния к резистентному делает водно-биомолекулярную систему более устойчивой и маневренной, предохраняя ее, таким образом, от повреждений и «зависания».

Вероятно, нарушения водных структур, облекающих функционирующие биомолекулы, не позволяет всей системе в целом адекватно реагировать на внешние сигналы, что приводит к сбою и постепенному, при отсутствии современного вмешательства, накопления дефекта. Именно первичными поломками в структурах воды можно объяснить так называемые «функциональные расстройства», когда видна нарушенная функция, но не фиксируются органические повреждения системы. Отсутствие своевременного восстановления водных структур в данной ситуации приводит к следующей стадии заболевания – органической, где полное восстановление системы крайне затруднено или невозможно. Выявление заболеваний на стадии функциональных расстройств, восстановление водных структур основных метаболических систем – есть основа современной профилактической медицины.

Список литературы

1. Бурлакова Е.Б., Конрадов А.А., Мальцева Е.Л. Действие сверхмалых доз биологически активных веществ и низкоинтенсивных физических факторов // «Механизмы действия сверхмалых доз». Тез. докл. 4 Междунар. симп. г. Москва, 28-29 октября 2008 г. – М., 2008. – С. 123-149.
2. Блюменфельд Л.А. Решаемые и не решаемые проблемы биологической физики. – М.: Едиториал УРСС, 2002. – 160 с.
3. Блюменфельд Л.А. Понятие конструкции в биологической физике. К вопросу о механизме действия сверхмалых доз // Российский химический журнал. – 1999. – Т. 43. – Вып. 5. – С. 15-20.
4. Блюменфельд Л.А. Параметрический резонанс как возможный механизм действия сверхнизких концентраций биологически активных веществ на клеточном и субклеточном уровнях // Биофизика. – 1993. – Вып. 1. – С. 129-132.
5. Effect of Thyrotropin- Releasing Hormone on the Structure of Rat Erythrocytes / Гендель Л.Я., Яковлева Н.Е., Лелекова Т.В. и др. // Изв. АН. Сер. Биол. – 1997. – Вып. 1. – С. 103-106.
6. Бурлакова Е.Б., Конрадов А.А., Мальцева Е.Л. Действие сверхмалых доз биологически активных веществ и низкоинтенсивных физических факторов // Химическая физика. – 2003. – Т. 22. – Вып. 2. – С. 21-40.
7. Мальцева Е.Л., Пальмина Н.П., Бурлакова Е.Б. Natural (f-Tocopherol) and Synthetic (Phenozan Potassium Salt) Antioxidants. Protein Kinase C activity in a Broad Concentration Range (10^{-4} – 10^{-20} М) // Биол. Мембраны. – 1998. – Т. 15. – Вып. 2. – С. 199-212.
8. Пальмина Н.П., Богданова Н.Г., Мальцева Е.Л., Пынзарь Е.И. Форболовый эфир как модификатор структуры биологических мембран // Биол. Мембраны. – 1992. – Т. 9. – С. 77-92.
9. Пальмина Н.П., Мальцева Е.Л., Пынзарь Е.И., Бурлакова Е.Б. Модификация активности протеинкиназы С и ее факторов в процессах пероксидного окисления // Российский химический журнал. – 1999. – Т. 43. – Вып. 5. – С. 55-62.
10. Влияние а-токоферола в широком диапазоне концентраций (10^{-2} – 10^{-16} М) на активность протеинкиназы-С: связь с протфиерацией и опухолевым ростом / Пальмина Н.П., Мальцева Е.Л., Курнакова Н.В., Бурлакова Е.Б. // Биохимия. – 1994. – Т. 59. – С. 193-200.
11. Воейков В.Л. Вода – основа живого состояния жизненных функций // «Механизмы действия сверхмалых доз». Тез. докл. 4 междунар. симп. г. Москва, 28-29 октября 2008 г. – М., 2008. – С. 23-24.
12. Андриевский Г.В. Универсальная биологическая активность гидратированного фуллерена и его наноструктур, как ключ к пониманию закономерностей действия сверхмалых доз // «Механизмы действия сверхмалых доз». Тез. докл. 4 междунар. симп. г. Москва, 28-29 октября 2008 г. – М., 2008. – С. 6-7.
13. Влияние гидратированных фуллеренов в сверхмалых дозах на макроскопические флуктуации скоростей реакций в водных системах. «Механизм действия сверхмалых доз» / Воейков В.Л., Виленская Н.Д., До Минь Ха и др. // Тез. докл. 4 междунар. симп. г. Москва, 28-29 октября 2008 г. – М., 2008. – С. 24-25.
14. Влияние гидратированных фуллеренов в сверхмалых дозах на щелочную фосфатазу и пероксидазу in vitro / До Минь Ха, Виленская Н.Д., Малышенко С.И. и др. // «Механизмы действия сверхмалых доз». Тез. докл. 4 междунар. симп. г. Москва, 28-29 октября 2008 г. – М., 2008. – С. 34-35.
15. On the production of an aqueous colloidal solution of fullerenes / Andrievsky G.V., Kosevich M.V., Vovk O.M. and all // J. Chem. Soc. Chem. Commun. – 1995. – № 12. – P. 1281-1282.

16. Пиотровский Л.Б., Киселев О.И. На пути к наномедицине. Фуллерены в биологии. С-Пб.: Изд-во «Росток», 2006. – С. 257-258 с.
17. Andrievsky G.V., Klochkov V.K., Derevyanchenko L.I. Is C₆₀ fullerene molecule toxic?! // Fullerenes, Nanotubes and Carbon Nanostructures. – 2005. – Vol. 13, № 4. – P. 363-376.
18. Andrievsky G.V., Klochkov V.K., Karyakina E.L., Mchedlov-Petrosyan N.O. Studies of aqueous colloidal solutions of fullerene C₆₀ by electron microscopy // Chem. Phys. Lett. – 1999. – Vol. 300. – P. 392-396.
19. DSC of C₆₀ water system: unexpected peaks / Korobov M.V., Stukalin E.B., Ivanova N.I. and other // The exciting world of Nanocages and Nanotubes / Ed. P. Kamat, D. Guldi, K. Kadish. Fullerenes. Proc. Series of 201 st Meeting of the Electrochem. Soc. Pennington. – 2002. – Vol. 12. – P. 799-802.
20. Chaplin M. Water structure and behavior (<http://www.lsbu.uk/water>), South Bank University: London. – UK accessed June 2000.
21. Comparative analysis of two aqueous-colloidal solituon of C₆₀ fullerene with help of FTIR reflectance and UV-Vis spectroscopy / Andrievsky G.V., Klochkov V.K, Bordyuh A.B., Dovbeshko G.I. // Chem. Lett. – 2002. – Vol. 364. – P. 8-17.
22. C₆₀ in Water: Nanocrystal Formation and Microbial Response / Fortner J.D., Lyon D.Y., Saytes C.M. and all // Environ. Sci. Technol. – 2005. – Vol. 39. – P. 4307-4316.
23. Zheng J.M., Pollack G.H. Long-range forces extending from polymer-gel surfaces // Phys. Rev. E. Stat. Nonlin Soft. Matter Phys. – 2003. – Vol. 68. – B. 3, №1. – P. 29.
24. Surfaces and interfacial water: evidence that hydrophilic surfaces have long-range impact / Zheng J.M., Chin W.C., Khijniak E.Jr, Pollack G.H. // Adv. Colloid. Interface. Sci. – 2006. – Vol. 127, № 1. – P. 19-21.
25. Andrievsky G.V., Kondakov I.K., Roslyakov A.D. Hydrated C₆₀ Fullerenes as versatile bio-antioxidants, which in biological systems regulate free-radical processes by the “wise” manner. – 2003. - *IWFAC'03*. S-Pb., Russia.
26. A biologically effective fullerene (C₆₀) derivative with superoxide dismutase mimetic propoties / Ali S.S., Hardt J.I., Quick K.L. and all // Free Radic. Biol. Med. – 2004. – Vol. 37, № 8. – P. 1191-202.
27. Pandey R.K., Smith K.M., Dougherty T.J. Porphyrin Dimers as Photosensitizers in Photodynamic Therapy // Journal of Medicinal Chemistry. – 1990. – № 33. – P. 2032.
28. Active oxygen species generated from photoexcited fullerent (C60) as potential medicines: O₂• versus ¹O₂ / Yamakoshi Y., Umezawa N., Ryu A. and all // J. Am. Chem. Soc. – 2003. – Vol. 125, № 42. – P. 12803-12809.
29. C60-Fullerene monomalonate adducts selectively inactivate neuronal nitric oxide synthase by uncoupling the formation of reactive oxygen intermediates from nitric oxide production / Wolff D.J., Mialkowski K., Richardson C.F., Wilson S.R. // Biochemistry. – 2001. – Vol.40, № 1. – P. 37-45.
30. Voeikov V.L., Biological significance of active oxygen-depended processes in aqueous systems. In: Water and the Cell. (G.Pollack, I. Cameron and D. Wheatley, eds.). – Springer Press. – 2006. – 285-298 p.

HYDRATED FULLERENE AS AN INSTRUMENT TO UNDERSTAND THE ROLE OF SPECIAL STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF AQUEOUS MEDIUM OF A LIVING ORGANISM FOR ITS NORMAL FUNCTIONING

**I.S.V. Shirinkin¹, T.O. Volkova²
A.A. Shaposhnikov¹, G.V. Andreivskiy³
A.G. Davidovskiy⁴**

¹ Belgorod State National Research University;
Pobedy St., 85, Belgorod, 308015, Russia
E-mail: shirinkin-sv@mail.ru

² Petrozavodsk State University,
Lenin St., 33, Petrozavodsk, 185640, Russia

³ ISMA NAS of Ukraine, STC “Institute for Single Crystals”, Kharkiv, 61001, Ukraine

⁴ Republican Centre of Hematology and Transfusiology, Minsk, Republic Belarus

Hydrated fulleren (HF) is a molecule of C₆₀ put into volumetrical membrane of water molecules. It is determined that HF displays a broad spectrum of biological activity both in vivo and in vitro even in extremely poor dose with complete absence of toxicity. There are some data that HF has an original chemical activity – on the one hand it can be considered as a strong anti-oxidant but on the other hand – it is a donor of electrons for oxygen that is pro-oxidant. Special membranes account for this fact. The model of HF can be the key to understanding the role of water structures of the human body for its normal functioning.

Key words: fullerenes, water structures, human organism.

УДК 591.9 : 592(47)

ВЕКОВАЯ ДИНАМИКА РЕГИОНАЛЬНОГО КЛИМАТА, МИКРОКЛИМАТ И ИЗМЕНЕНИЕ АРЕАЛОВ НАСЕКОМЫХ. 1. ТЕМПЕРАТУРА И ТЕРМОПРЕФЕРЕНДУМ¹

А.В. Присный
Е.В. Негин

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

Изменение состава региональных фаун, сопряженное со смещением границ ареалов видов, может быть объяснено как антропогенным преобразованием ландшафтов, так и вековой динамикой регионального климата. Предполагается, что расширение ареалов связано с двумя этими факторами, объединяемыми микроклиматическими условиями, соответствующими экологическому стандарту вида. Увеличение суммы активных температур в весенне-летний период за последние 30-40 лет для пойкилотермных животных создает эффект смещения июльской изотермы из зоны центральной степи в южную лесостепь.

Ключевые слова: региональный климат, микроклимат, термопреферендум, границы ареалов насекомых.

Введение

Инвентаризация локальных фаун важна по нескольким причинам. Основные из них и наиболее очевидные: необходимость установления реального биоразнообразия (того или иного) региона и отслеживания изменений, происходящих вследствие естественной и антропогенной динамики видовых ареалов и их популяционных «кружев». Менее понятны и часто ускользают из анализа собственно механизмы происходящих изменений в реальных фаунах и их формальном выражении – фаунистических списках.

Представление о составе локальной фауны необходимо для: оценки характера и интенсивности отношений человека с известными и потенциально значимыми для него видами в настоящем; соответствующих прогностических оценок; создания исходной базы мониторинга изменений. Объяснение причин изменений требует хорошего знания истории и результатов изучения фауны региона, динамики его макро- и мезоклимата, ландшафтной обстановки, исчезновения аборигенных видов, появления адвентивных видов и видов-интродуцентов. Такой широкий подход к проблеме обнаружения ранее неизвестных для фауны региона видов легко продемонстрировать на результатах фаунистических исследований, проведенных в 2004-2011 гг. на территории Белгородской области, соответствующей югу и юго-востоку Среднерусской возвышенности. Биогеографически эта территория соответствует диффузному участку границы между южной лесостепью и степью [1, 2], а генезис фауны этой территории сложен [3] и во многих случаях не понятен.

Изменения фауны, в первую очередь рассматриваются с точки зрения ее обеднения или обогащения относительно видового состава, зафиксированного на некоторый предшествующий период времени. При этом в качестве основы для сравнения традиционно рассматриваются интегральные фаунистические списки, т.е. списки, включающие все виды, когда-либо зарегистрированные на выделенной территории. В списочный состав, помимо валидных (на период анализа) видов, нередко включаются сборные виды, кратковременно присутствующие адвентивные виды, названия ошибочно определенных экземпляров, синонимы и прочее. В результате, интегральные списки видов для большинства хорошо изученных территорий содержат значительно больше видов, чем их можно обнаружить за 11-12 лет – минимально значимый для фаунистических учетов промежутков времени (продолжительность «короткого» солнечного цикла). Даже для небольших таксонов проведение масштабных учетов на территориях, соизмеримых с административными областями, с такой периодичностью невозможно и на практике не предпринималось. Для выявления изменений в региональных фаунах беспозвоночных за 100-летний период не достаточно данных: разные таксоны в разные периоды изучались с «разной тщательностью» и не во всех регионах.

Фиксируемые изменения фауны по «своему происхождению» двойственны: частью они отражают реальные природные процессы; частью – являются результатом совокупности субъ-активных факторов. К первой группе можно отнести регистрацию новых для территории ви-

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ: ГК №П 351 и ГЗ на 2012 г. № приказа 5.1739.2011.

дов, появляющихся здесь на короткое время в результате естественных (перенос воздушными и водными потоками, форезия, антропохория) или искусственных (интродукция) «заносов», или же устойчиво расширяющих ареалы в ответ на направленные изменения климата, распространения эдификаторов, организаторов консорциев или антропогенную трансформацию среды. В первом случае – это виды, экологический стандарт которых не соответствует совокупности ни природных (зональных, интразональных, экстразональных), ни антропогенных (азональных, экстремальных) факторов в конкретном месте их появления. Обнаружение таких видов чаще всего является результатом случайного «стечения обстоятельств»: вселенец и сборщик оказались в одном и том же месте в одно время (встречен – пойман – идентифицирован). Во втором случае мы имеем дело с закономерной динамикой фаун, выявление которой определяется наличием, тщательностью и длительностью фаунистических исследований на данной территории. Отчасти сюда можно отнести и регистрацию видов, имеющих длительные циклы динамики численности, «неуловимых» в период депрессии и заметных на пиках. Некоторым «оправданием» для фаунистики по поводу неполноты данных служит сопоставимость длительности популяционных циклов, подчиняющихся «солнечному» – 11.13 года, «вековому» – 90 лет, «малого парада планет» – 178 лет или более длительным ритмам и продолжительности изучения региональных фаун – 100-150 лет. По многим таксонам беспозвоночных, даже для Центрального региона России, до настоящего времени фаунистических списков не существует). Кроме того, не следует забывать и о том, что между сбором и идентификацией вида «стоит» специалист-систематик, обеспечивающий лично или посредством составленного им определенного ключа возможность точной идентификации этого вида.

Пополнение фаунистических списков идет, прежде всего, за счет ранее не изучавшихся или плохо изученных таксонов и расширения исследований на новые пункты и биотопы. В некоторых случаях приведение новых для регионов видов связано с новоописаниями, изменениями номенклатуры и исправлением ранее допущенных ошибок в определении видов. Наиболее же ценные сведения с точки зрения реальных процессов, происходящих в локальных фаунах, получаются при сопоставлении регионального разнообразия отдельных хорошо изученных в систематическом и фаунистическом отношении таксонов через некоторые промежуточные времена. К таковым следует отнести несколько семейств отрядов Прямокрылые (Orthoptera), Полужесткокрылые (Heteroptera), Жесткокрылые (Coleoptera), Жалящие перепончатокрылые (Hymenoptera: Aculeata) и Булавоусые чешуекрылые (Lepidoptera: Rhopalocera). В этом случае нововывявленные и необнаруженные (из числа ранее известных) виды легко могут быть подвергнуты географическому анализу на предмет общего распространения и известных границ их ареалов относительно пунктов нахождения, что необходимо для объяснения причин и механизмов изменений в локальных фаунах. В условиях направленной и циклической многолетней динамики климата невозможно однозначно определить: являются ли новые точки регистрации вида вне ранее известных границ распространения уточнением ареала или фиксацией его расширения.

Для пойкилотермных животных, к которым относятся и насекомые, в перечень факторов, определяющих «плавающее» изменение границ их ареалов, прежде всего, включается динамика климата. При этом важным оказываются мезо- и микроклиматические характеристики анализируемой территории, связанные с ее рельефом, почвенным и растительным покровом, соотношением поглощаемой и отражаемой солнечной энергии.

Целью данной работы является выяснение доминирующих объективных факторов, определяющих пополнение регионального фаунистического списка насекомых.

Материал и методы

Материалом для данной работы послужили коллекционные фонды кафедры биоценологии и экологической генетики, накопленные за последние 7-8 лет (период, не вошедший в обзорную монографию А.В. Присного [3]).

Сбор материала производился в большинстве административных районов Белгородской области, преимущественно в открытых биотопах, в течение вегетационных периодов (конец апреля – сентябрь). Методы – традиционные: маршрутные учеты кошением энтомологическим сачком, ручной сбор, отлов почвенными ловушками. Объем собранного материала – более 60 тыс. экз.; объем смонтированного для идентификации материала – около 5 тыс. экз.

Результаты исследований и их обсуждение

Продолжительность развития насекомых, а, следовательно, и границы их ареалов, в значительной степени определяются суммами активных (САТ) или эффективных (СЭТ) темпе-

ратур, которые, в свою очередь, зависят от долговременных и кратковременных изменений не только регионального климата, но также от локальных особенностей мезо- и микроклимата.

По данным М.Г. Лебедевой и О.В. Крымской [4] на юге Среднерусской лесостепи продолжительность зимы за период с 1900 по 2006 год сократилась на 10 дней – со 134 дней в 1901-1930 гг. до 124 дней в 1976-2006 гг. За счет этого произошло увеличение периода с показателями температур выше 0°C с 231 дня в начале XX века до 241 в конце XX – начале XXI вв. Как следует из сопоставления сезонных и месячных температурных трендов, средневесенняя температура составляет около 90% средней апрельской температуры. В первое тридцатилетие рассматриваемого периода она равнялась примерно $5,4^{\circ}\text{C}$ при средней продолжительности 53 дня, что соответствует накоплению $280-290^{\circ}$ активных температур. Среднелетняя температура соответствует примерно 93% среднеиюльской. В 1900-1930 гг. ее значение составляло около $18,6^{\circ}\text{C}$, что при продолжительности лета 108 дней приводило к накоплению $2005-2015^{\circ}$ САТ. За весь весенне-летний период в первой трети XX века САТ достигала величины около 2300°C . Аналогично рассчитаны весенне-летние САТ ($^{\circ}\text{C}$) за остальные периоды прошлого века и 2005 г. (табл. 1).

Таблица 1

Суммы весенне-летних активных температур в XX – начале XXI века в Белгородской области по данным метеостанции Богородицкое-Фенино (на основе [4])

Сезоны	САТ по периодам (годы)			
	1915 (1900-1930)	1945 (1931-1960)	1975 (1961-1990)	2005
Весна	280-290	285-295	470-480	508
Лето	2005-2015	1775-1785	1895-1905	1880
Всего	2285-2305	2060-2080	2365-2385	2388

С векового температурного минимума (1945 г.) к завершению анализируемого периода (2005 г.) САТ весны, обеспечивающих возможность протекания метаболических процессов у насекомых, увеличилась примерно на 228° , своеобразно увеличив САТ лета. Учитывая, что продолжительность лета в 2005 году составляла 105 дней, добавленные температуры обеспечили для большинства насекомых, у которых температурный порог развития лежит ниже 5°C , эффект повышения средней летней температуры за полвека, практически, на 2°C , что равноценно смещению июльской изотермы [5] за этот же период из зоны центральной степи в южную лесостепь, т.е. с 48° с.ш. на 51° ($300-400$ км) по 36° в.д. (рис. 1).

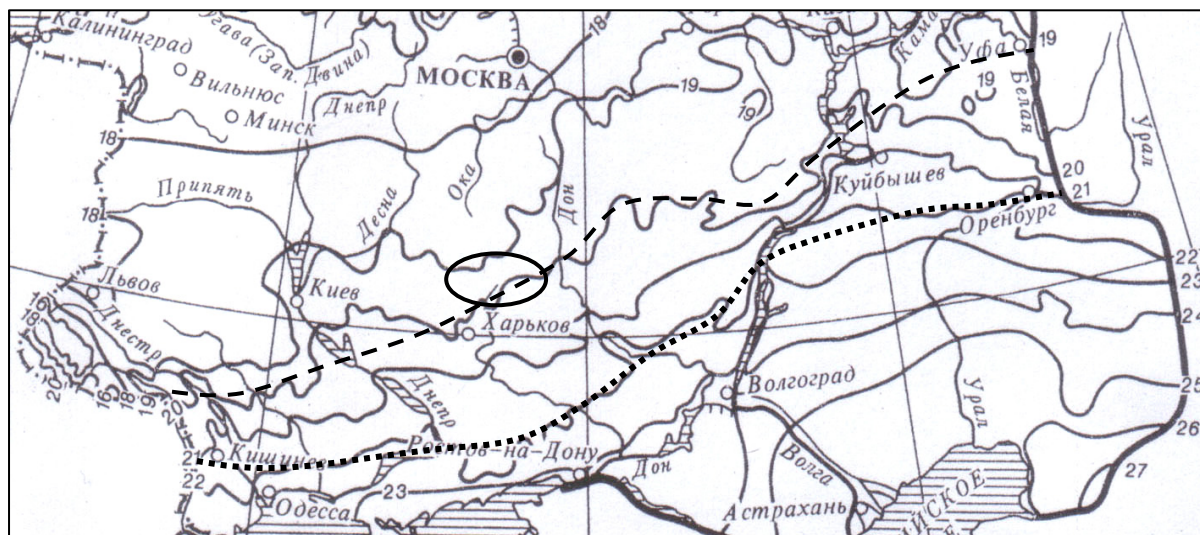





Рис. 1. Эффект смещения июльской изотермы за последние 40 лет (по [5], с изменениями]

Обозначения:

 - исследуемый регион;  - положение июльской изотермы в начале последней трети XX в.;  - эффект смещения июльской изотермы при накоплении дополнительной суммы активных температур в апреле-мае

Январская изотерма в течение столетия претерпевала еще большие изменения. Так, в начале века линия тренда проходила около отметки $-6,5^{\circ}\text{C}$, в середине 40-х годов соответствовала -9°C , к началу 90-х годов, показатели тренда были снова около $-6,5^{\circ}\text{C}$, а в 2005 году, уже вблизи -5°C (рис. 1). В начале 60-х годов прошлого столетия январская изотерма -5°C проходила по территории южной Украины.

Близкий к 100-летнему ритм изменения средних температур холодного и теплого периодов, находящихся в противофазе, с 1840 по 2004-2005 гг. отмечен и для Луганской области [6, 7.. Обработка этих данных с применением компьютерно-регрессионного анализа [8] показала, что среднегодовая температура за указанный период в целом выросла на 1,1°C (с 7,5°C до 8,6°C), прежде всего за счет потепления холодного периода (с -2°C до 0°C). В XX в. температурные максимумы холодного периода приходились на 1915 и 200(5) гг., а минимум – на 1950–1955 гг. Средние температуры летнего периода здесь увеличились лишь с 17,0°C до 17,2°C при максимуме в начале 60-х годов. Т. е. общая тенденция повышения среднегодовых температур, температур холодного и теплого периодов в южной лесостепи в XX в. была более выраженной, чем в степной зоне и проявлялась с некоторым запаздыванием. При этом не обнаруживается взаимосвязи между динамикой регионального климата и антропогенными факторами [9].

Измерение температуры на оголенных и покрытых кальцефильной растительностью склонах (уклон поверхности 25–30°) различной экспозиции в точках, расположенных на одном уровне и на вершине мелового «лба» (южная окраина с. Борки Валуйского района Белгородской области), проведенные нами 23 мая 2002 г, показали (табл. 2), что минимальный перепад температур по склонам разной экспозиции наблюдается в утренние часы в почвенном горизонте открытого мела, а максимальный – в полдень на его поверхности. Наименьшие дневные колебания температуры происходят в почвенном горизонте на склоне северной экспозиции, а наибольшие – на поверхности открытого мела на склоне южной экспозиции. При этом кальцефильная растительность лишь в незначительной степени сглаживает диапазон колебаний температуры.

Таблица 2

Дневной ход температуры на меловых склонах разной экспозиции (с. Борки, Валуйского р-на, Белгородской области, 19.VIII.2001. Электронный термометр CE ama-digit ad 15th, -40...+120°C, погрешность 0.5°C)

Субстрат	Температура (°C) субстрата различной тональности (10-балльная шкала) по склонам разной экспозиции					Δ t°
	вершина	северный	восточ-ный	южный	западный	
1	2	3	4	5	6	7
Время: 7.50-8.00 час. Температура воздуха у подножия «лба» 10,3°C						
Мел	3	3	3	3	3	
поверхность	16.1	11.3	18.5	15.6	13.1	7.7
«почвенный» горизонт	10.5	9.2	12.4	11.8	11.1	3.2
Растительная подушка	Осока низ-кая - 6	Мох - 8	Тимьян -5	Тимьян - 5	Тимьян - 6	
поверхность	17.7	12.3	22.3	18.1	19.5	10.0
«почвенный» горизонт	14.8	9.7	15.0	13.0	11.1	5.3
Время: 12.15-12.30 час. Температура воздуха у подножия «лба» 26,6°C						
Мел	3	3	3	3	3	
поверхность	34.5	24.3	39.9	38.9	34.0	15.6
«почвенный» горизонт	27.3	16.6	27.7	30.1	27.1	13.5
Растительная подушка	Осока низ-кая - 6	Мох - 8	Тимьян -5	Тимьян - 5	Тимьян - 6	
поверхность	38.0	26.2	35.6	40.2	36.2	14.0
«почвенный» горизонт	24.4	18.0	27.6	28.4	29.4	11.4
Время: 16.50-17.00 час. Температура воздуха у подножия «лба» 29,2°C						
Мел	3	3	3	3	3	
поверхность	36.7	27.2	40.1	40.9	35.2	13.7
«почвенный» горизонт	28.5	18.4	29.8	32.6	28.4	14.2
Растительная подушка	Осока низ-кая - 6	Мох - 8	Тимьян - 5	Тимьян - 5	Тимьян - 6	
поверхность	38.3	27.1	35.1	40.3	37.5	13.2
«почвенный» горизонт	24.5	18.1	27.4	29.6	29.6	13.5
Время: 20.50-21.00 час. Температура воздуха у подножия «лба» 20,6 С						
Мел	3	3	3	3	3	
поверхность	30.3	25.1	30.6	32.4	32.7	7.6
«почвенный» горизонт	26.2	17.1	20.5	24.8	25.2	8.1
Растительная подушка	Осока низ-кая - 6	Мох - 8	Тимьян - 5	Тимьян - 5	Тимьян - 6	
поверхность	31.4	25.5	27.7	30.1	29.4	5.9
«почвенный» горизонт	22.7	15.8	22.3	24.0	22.7	8.2



Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7
Диапазон колебаний с 8.00 до 21.00 час.: Температура воздуха у подножия «лба» - 18,9°C						
Мел	3	3	3	3	3	
поверхность	20.6	15.9	21.6	25.3	22.1	8.0
«почвенный» горизонт	18.0	9.2	17.4	20.8	17.3	11.0
Растительная подушка	Осока низ- кая – 6	Мох – 8	Тимьян – 5	Тимьян – 5	Тимьян – 6	
поверхность	20.6	14.8	13.3	22.2	18.0	8.1
«почвенный» горизонт	9.7	9.6	12.6	16.6	18.5	8.2

Измерение температуры мела (тональность 3 по 10-балльной шкале) и супесчаной почвы (тональность 4) в точках, удаленных друг от друга на 2 м, на склоне южной экспозиции (уклон 20-25°) в урочище «Калюжный яр» (1,5 км севернее п. Ровеньки, Белгородская область) 21 августа 2001 г. показало, что максимальной разницы они достигали в полдень (13-14 часов) и составляли, соответственно, 34.2° и 52.4° на поверхности и 32.0° и 44.6° в почвенном горизонте на глубине 5 см при температуре воздуха на высоте 1.5 м 32.5°. Минимальная же разница наблюдалась в раннеутренние часы в почвенном горизонте, когда в меловом субстрате она составляла 18.6°, а в почве – 16.8°. В целом же экспозиционные различия и суточные вариации температуры на развитых почвах (на поверхности и в обитаемом горизонте) существенно (на 4-20°) превышают таковые на меловых обнажениях, что согласуется с данными, приводимыми В.Б. Михно [10: 86].

Одновременно с более низкой и сглаженной в динамике температурой, мел, обладая высоким альбедо, способен обеспечивать дополнительный по отношению к другим источникам тепла (субстрат, окружающий воздух, прямые солнечные лучи) нагрев тел, находящихся над его поверхностью, что особенно сказывается на членистоногих, кутикула которых пигментирована меланином, если они оказываются на «светлом» фоне [11, 12, 13].

Температура тела насекомых, как, впрочем, и любых дискретных в пространстве тел, определяется, в отсутствие прямого солнечного излучения в покое, – температурой среды, в состоянии активности, дополнительно, – эндогенным теплом. Прямое солнечное излучение в сочетании с альбедо субстрата, в зависимости от соотношения цветности и интенсивности окраски тела и субстрата ((минеральный состав, цветность, влажность, угол падения солнечных лучей, (сумма прямого излучения и альбедо), органические примеси, растительный покров)) [12, 13] может повышать температуру тела по отношению к температуре среды на 4°C и более. И в одном и в другом случаях, охлаждающее действие, особенно на непрогретаемых склонах, и в сумеречное и ночное время, оказывает скопление и движение более прохладного воздуха.

Измерение фактической температуры (модельных) тел в реальных биотопических условиях производилось с помощью программируемых электронных терморегистраторов DS1921G-F5. В таблице 3 представлены результаты измерений уровня нагрева открыто расположенных терморегистраторов в дневное время с 10 апреля по 9 мая 2011 г., – в период, по нашему мнению, наиболее значимый для увеличения суммы активных и эффективных температур пойкилотермными организмами в условиях роста среднегодовых температур.

Максимальный нагрев терморегистраторов в пунктах их установки в выделенном временном интервале имел разную частоту на разных субстратных фонах (в скобках – равнозначный максимум на другом субстратном фоне):

степь, плакор, растительный опад, чернозем – 14+(7), в т.ч. 12.00 час. – 13, 16.00 час. – 8;
обнажение писчего мела, плакор, растительный опад – 37+(8), в т.ч. 12.00 час. – 20, 16.00 час. – 25;
обнажение писчего мела, южная экспозиция, без опада – (2), в т.ч. 12.00 час. – 2, 16.00 час. – 0;
степь, плакор, 1 м над уровнем почвы (древесно-кустарниковый ярус) – 0.

В апреле – начале мая среднесуточная температура нагрева терморегистраторов в 2-4 раз ниже максимальных зарегистрированных дневных температур, а максимальные дневные температуры на поверхности почвы – в 1.3-3 раза выше, чем на высоте 1 м над поверхностью почвы (рис. 2, 3, 4). На рисунках 2-5 номера регистрации соответствуют датам: 1-126 – 10-30 апреля; 127-312 – 1-31 мая; 313-492 – 1-30 июня; 493-678 – 1-31 июля.

САТ по данным ближайшей метеостанции (Богородицкое-Фенино) за период с 10 апреля по 9 мая 2011 г. составила 319,5°C, на плакоре в степи на высоте 1 м над уровнем почвы (древесно-кустарниковый ярус) – 332,3°C, а на поверхности обнажения мела (плакор) – 379,4°C.

Сходные эффекты наблюдаются в техногенных ландшафтах при изменении соотношения между поглощаемой и отражаемой антропогенным субстратом солнечной энергией, а также на пашне, где весной отсутствуют растительный покров и опад.

Таблица 3

Динамика дневных температур нагрева открыто расположенных терморегистраторов DS1921G-F5 («Ямская степь», апрель-май 2011 г., 6 измерений в сутки, верхний предел 65°C погрешность 0,5°C)

Дата, время	Температура °С нагрева терморегистраторов на поверхности почвы			Температура °С нагрева терморегистраторов в степи на плакоре, 1 м над поверхностью почвы	Среднесуточная температура (метеоданные по посту Богородицкое-Фенино)	Среднесуточная температура на поверхности мела (плакор)
	Степь, плакор	Мел, плакор	Мел, склон южной экспозиции			
1	2	3	4	5	6	7
10.IV. 12:00	4.5	5.5	5.0	3.0	2.6	3.1
10.IV. 16:00	6.0	7.0	6.5	6.0		
11.IV. 12:00	11.5	15.0	13.0	6.0	3.1	4.6
11.IV. 16:00	8.5	9.0	8.0	5.0		
12.IV. 12:00	15.5	16.5	14.5	6.0	3.4	5.8
12.IV. 16:00	7.5	19.5	15.0	5.5		
13.IV. 12:00	9.5	14.0	13.0	7.0	5.0	6.9
13.IV. 16:00	19.0	26.0	19.5	13.0		
14.IV. 12:00	5.5	5.5	5.0	4.5	4.2	2.3
14.IV. 16:00	5.5	5.5	5.5	4.0		
15.IV. 12:00	14.5	17.0	17.5	5.0	3.3	8.3
15.IV. 16:00	18.5	28.0	19.0	12.0		
16.IV. 12:00	6.0	6.5	6.5	4.0	3.7	4.5
16.IV. 16:00	10.5	9.5	10.0	8.0		
17.IV. 12:00	26.0	26.5	23.5	11.0	5.7	6.8
17.IV. 16:00	11.0	11.5	10.0	9.5		
18.IV. 12:00	31.5	31.0	25.5	14.5	10.4	14.2
18.IV. 16:00	29.0	30.0	22.5	20.5		
19.IV. 12:00	28.5	35.0	26.0	10.0	8.2	13.0
19.IV. 16:00	17.0	18.0	13.0	11.5		
20.IV. 12:00	17.0	19.0	14.0	8.5	4.2	1.7
20.IV. 16:00	12.5	12.5	9.0	8.0		
21.IV. 12:00	20.5	24.0	17.0	8.5	4.4	9.0
21.IV. 16:00	25.5	34.5	23.0	17.0		
22.IV. 12:00	41.0	37.5	28.5	15.0	8.6	11.9
22.IV. 16:00	29.5	33.5	24.5	19.5		
23.IV. 12:00	40.5	39.5	31.0	19.5	11.0	14.8
23.IV. 16:00	27.5	43.0	29.0	20.0		
24.IV. 12:00	41.5	19.5	16.0	21.5	12.9	12.5
24.IV. 16:00	33.5	38.0	27.5	26.0		
25.IV. 12:00	40.5	39.0	30.5	22.0	15.5	17.6
25.IV. 16:00	32.0	43.0	29.5	27.0		
26.IV. 12:00	35.0	33.0	27.0	23.5	15.7	15.9
26.IV. 16:00	24.5	34.5	25.5	22.5		
27.IV. 12:00	30.5	30.5	25.5	20.0	15.9	18.8
27.IV. 16:00	29.5	39.5	28.0	23.5		
28.IV. 12:00	39.0	44.0	35.5	21.5	14.4	16.1
28.IV. 16:00	30.0	25.5	20.0	24.0		
29.IV. 12:00	41.5	47.5	36.0	22.0	15.2	19.8
29.IV. 16:00	30.0	33.0	24.5	22.0		
30.IV. 12:00	18.5	18.0	16.0	17.5	13.0	12.3
30.IV. 16:00	20.5	24.0	20.5	17.5		
01.V. 12:00	37.0	22.0	22.0	18.5	13.5	16.9
01.V. 16:00	20.0	36.0	28.5	19.5		
02.V. 12:00	39.5	40.0	34.0	22.0	15.9	16.7
02.V. 16:00	23.5	21.0	20.5	23.0		
03.V. 12:00	42.0	44.0	35.0	23.5	16.5	20.5
03.V. 16:00	32.5	40.0	31.5	25.5		
04.V. 12:00	40.0	44.5	37.5	24.0	17.7	19.6
04.V. 16:00	35.5	33.0	26.5	26.0		
05.V. 12:00	44.5	44.5	38.0	25.0	18.4	20.5
05.V. 16:00	24.5	24.5	22.0	22.5		

Окончание таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7
06.V. 12:00	23.0	21.0	21.0	19.5	15.2	16.4
06.V. 16:00	24.0	24.0	26.0	21.5		
07.V. 12:00	12.5	13.0	12.5	11.5	12.0	12.8
07.V. 16:00	14.5	14.5	15.0	11.0		
08.V. 12:00	31.5	31.0	31.0	17.5	14.3	18.8
08.V. 16:00	26.0	33.5	28.0	22.0		
09.V. 12:00	30.5	38.0	31.0	21.0	15.6	17.3
09.V. 16:00	25.5	26.0	21.5	23.5		
Формальная сумма дневных температур	1480	1606,5	1313	1182,5 (332,3)	(319.5)	(379.4)
Среднемесяч- ная дневная температура (10.00-18.00 час.)	24.7	26.8	21.9	19.7		
Средняя за месяц среднесуточная температура				11.1	10.65	12.6

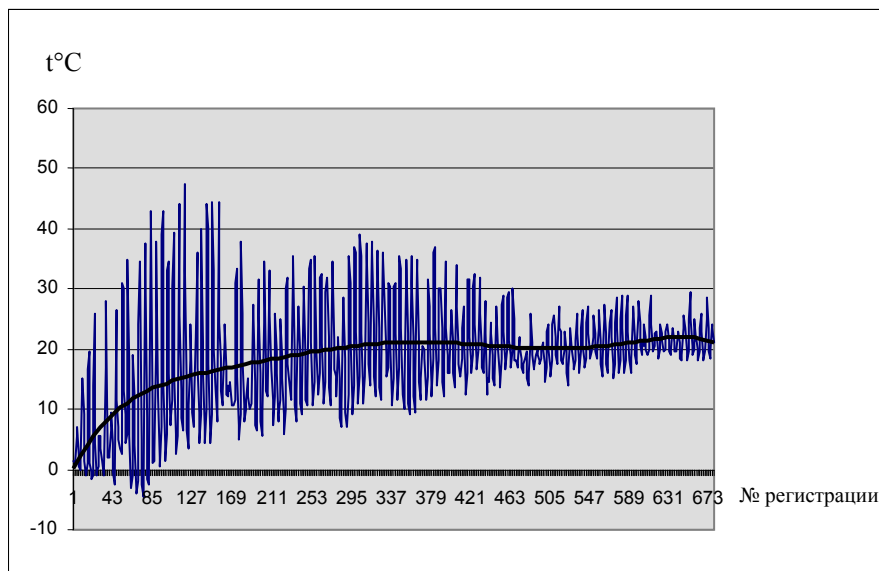


Рис. 2. Динамика нагрева терморегистратора на поверхности мела (кальцефитный луг, плакор, 10 апреля – 31 июля 2011 г., частота измерений 6 раз в сутки) (Здесь и далее приведены полиномиальные тренды)

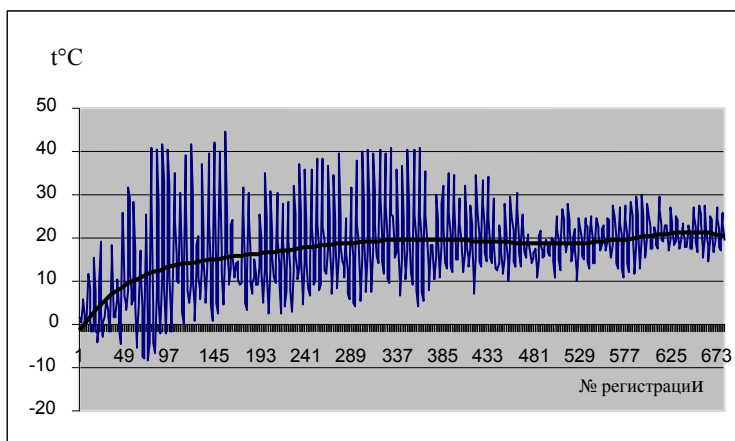


Рис. 3. Динамика нагрева терморегистратора на поверхности почвы (луговая степь, плакор, 10 апреля – 31 июля 2011 г., частота измерений 6 раз в сутки)

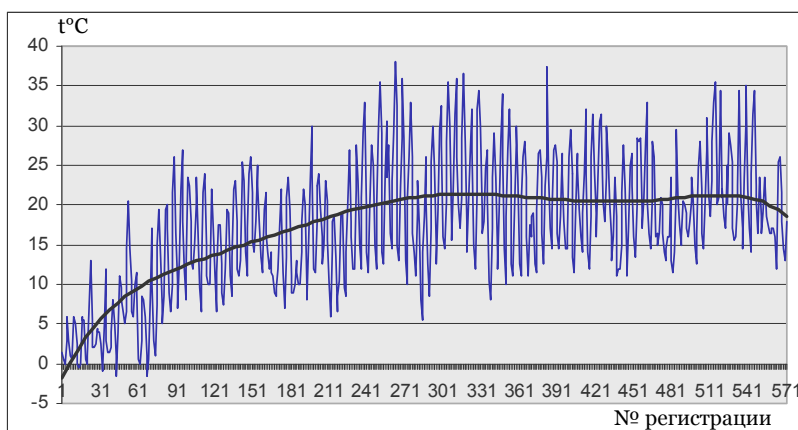


Рис. 4. Динамика нагрева терморегистратора на высоте 1 м над поверхностью почвы (луговая степь, плакор, древесно-кустарниковый ярус, 10 апреля – 31 июля 2011 г., частота измерений 6 раз в сутки)

Значимость суммарной освещенности по сравнению с фоновой температурой окружающего субстрата для нагрева «модельного тела» хорошо заметна при сопоставлении данных, представленных на рисунках 2-4 и 5.

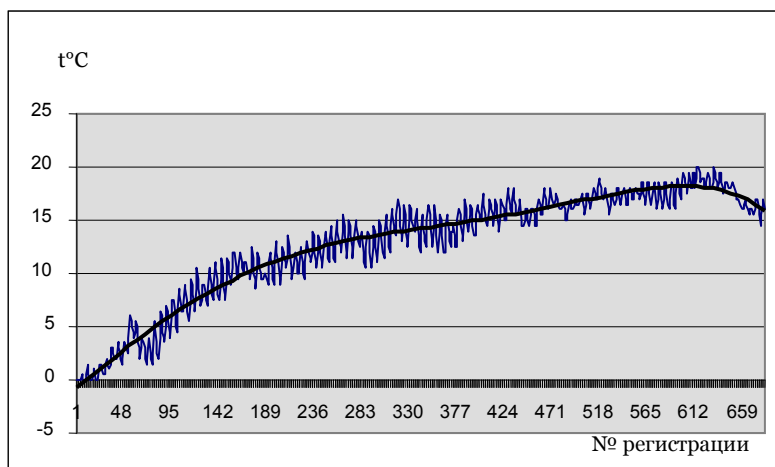


Рис. 5. Динамика нагрева терморегистратора в почве (луговая степь, плакор, корнеобитаемый горизонт, 10 апреля – 31 июля 2011 г., частота измерений 6 раз в сутки)

Но и фоновая температура в корнеобитаемом горизонте, при прочих сходных условиях, определяется свойствами самого субстрата (рис. 6).

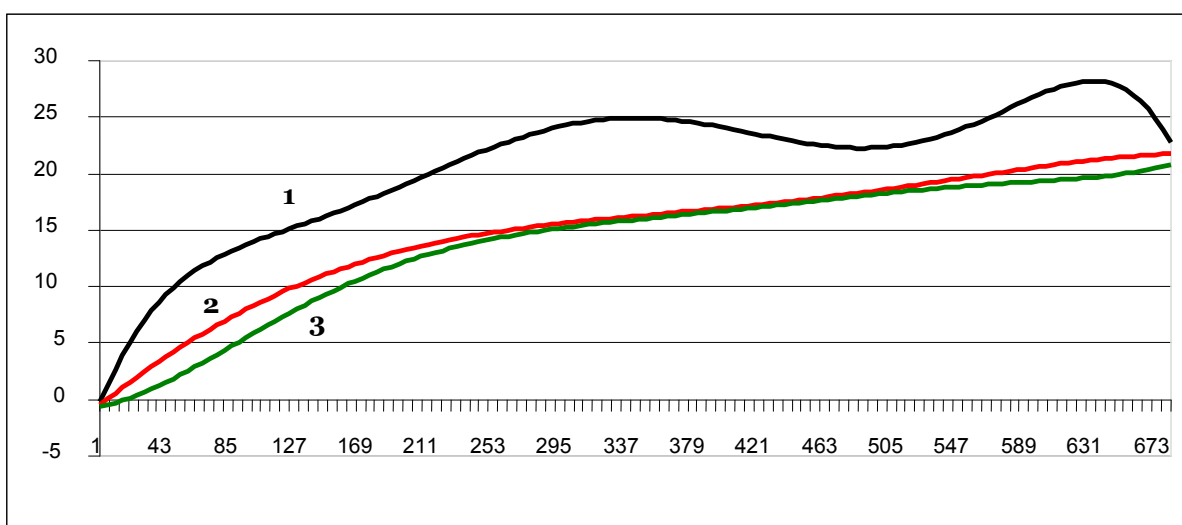


Рис. 6. Динамика нагрева терморегистраторов в почве (корнеобитаемый горизонт, склон южной экспозиции, 10 апреля – 31 июля 2011 г., частота измерений 6 раз в сутки) (1 - скальная вскрышная порода, 2 – мел, 3 - чернозем)

Экологический стандарт вида у пойкилотермных животных, предполагает, в частности, зависимость длительности развития от суммы активных или эффективных температур. При этом, как показано И.Ф. Миндер на примере колорадского жука, по мнению разных авторов, нижний температурный порог развития может считаться постоянным для всех фаз развития одного вида или быть специфичным для отдельных фаз, или же отличаться в значениях [14]. Суммы эффективных температур различны на разных фазах развития и отличаются при использовании разных методик их определения: при постоянной температуре (в климатической камере); при равной ей среднесуточной, циклически изменчивой, с выходом или без выхода за пороги устойчивости; при разной длине светового дня и др.

Кроме того, при определении САТ или СЭТ значимым показателем следует считать ритм суточной активности насекомых, влияющий, на потенциальную подверженность прямому и отраженному солнечному излучению, способному производить значительно более сильный нагрев тел, чем окружающий воздух. Для открыто живущих насекомых важна способность к перенесению нагрева суммарной инсоляцией (морфологические, физиологические и поведенческие адаптации) [13, 15].

Именно поэтому герпетобионтам и геобионтам, обитающим в относительно прохладном меловом субстрате и не приспособленным к действию высоких температур, даже кратковременный выход в солнечную погоду на открытую поверхность мела грозит быстрым перегревом и потерей влаги. В то же время, организмы, располагающие комплексом адаптаций к ксеротермическим условиям, находят «благоприятную» для себя среду на сухих меловых обнажениях по склонам юго-восточной и южной экспозиции и открытых песках.

Полученные результаты дают возможность утверждать, что взаимосвязь изменений климата и расширения ареалов некоторых видов насекомых на север в настоящее время и в ближайшей перспективе реальна и в ряде случаев отслежена. Насекомые получают возможность перезимовки на тех территориях, где ранее не могли пережить холодное время года. Удлинение весеннего периода ведет к тому, что эти виды получают дополнительные суммы температур для своего развития. При этом даже некоторое сокращение летнего периода и снижение среднелетних температур не сказываются на них отрицательно. Более того, весь весенне-летний период характеризуется увеличением показателя САТ по сравнению с серединой прошлого века. Также интересно отметить, что этот показатель близок к таковому в начале XX века. Этим можно объяснить временное (30-50 лет) отсутствие ряда степных видов в южной лесостепи, считавшихся исчезнувшими из-за антропогенного пресса.

Подтверждением нашим расчетам может служить соотношение новых для региона видов насекомых, отмеченных нами за последние 8 лет: северные (лесные) – 15, бореомонтанные и «нагорные» – 25, южные (центрально-степные и южно-степные) – более 100. Их характеристика будет дана во второй части статьи.

Список литературы

1. Присный А.В. Эколого-географическое районирование юга Среднерусской возвышенности // Научные ведомости БелГУ. – 2000. – № 3 (12) – С. 10-20.
2. Присный А.В. О положении границы между лесостепью и степью в пределах Среднерусской возвышенности // Изучение и сохранение природных экосистем заповедников лесостепной зоны: Материалы международной науч.-практ. конф., посвященной 70-летию Центрально-Черноземного заповедника (пос. Заповедный, Курская область, 22-26 мая 2005 г.). – Курск, 2005. – С. 46-50.
3. Присный А.В. Экстремальные группировки в фауне наземных насекомых юга Среднерусской возвышенности. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2003. – 296 с.
4. Лебедева М.Г., Крымская О.В. Проявление современных климатических изменений в Белгородской области // Научные ведомости Белгородского государственного университета. – 2008. - №3 (43). Серия Естественные науки, вып. 8. – С. 188-196.
5. Мильков Ф. Н., Гвоздецкий Н. А. Физическая география СССР. Общий обзор. Европейская часть СССР. Кавказ. Учебник для студентов географических факультетов университетов. – М.: Мысль, 1976 – 448 с.
6. Соколов И.Д., Пашутина Е.Н., Сыч Е.И., Соколова Т.И. Анализ динамики температуры воздуха в техногенном регионе // Збірник наук. праць Луганського НАУ. –Луганськ: Элтон-2. – 2004. - № 39 (51). – С. 104–111.
7. Соколов И.Д., Пашутина Е.Н., Сыч Е.И., Соколова Т.И., Долгих Е.Д. Многолетняя динамика температуры воздуха в Луганской области // Экологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2005. – № 3 (27). – С. 47–53.].
8. Соколова Е.И., Чопик В.И. Ауфитосозология: прошлое, настоящее и будущее. – Луганськ: ТОВ «Віртуальна реальність», 2010. – 326 с.
9. Соколов Е.И., Долгих Е.Д. Тенденции изменения климата в Луганской области в связи с эволюцией органического мира // Науковий вісник Луганського нац. аграрного ун-ту. – Луганськ: Элтон-2. – 2009, № 1. – С. 167-205.

10. Михно В.Б. Меловые ландшафты Восточно-Европейской равнины. – Воронеж: Изд-во МП «Петровский сквер», 1992. – 232 с.
11. Присный А.В. Функциональная дифференциация элементов окраски у саранчовых // Ландшафтная экология насекомых. – Новосибирск: «Наука», 1988. – С. 34-47.
12. Присный А.В. Окраска и терморегуляция у тетригид (Orthoptera, Tetrigidae) // Успехи энтомолог. в СССР / Экология и фаунистика, небольшие отряды насекомых: Материалы X съезда Всесоюзн. энтомолог. о-ва. г. Санкт-Петербург, 11-15 сент. 1989 г. – С.-П., 1993. – С. 99-100.
13. Присный А.В. Окраска и терморегуляция у тетригид // Изв. Харьковск. энтомолог. о-ва, 1994 – Т. 2, вып. 2. – С. 3-15.
14. Миндер И.Ф. Экология колорадского жука – основные параметры реакций на абиотические факторы внешней среды // Колорадский картофельный жук. Филогения, морфология, физиология, экология, адаптация, естественные враги. – М.: Наука, 1981. - С. - 72-97
15. Присный А.В. Адаптации членистоногих к обитанию на меловых обнажениях // Приспособления организмов к действию экстремальных экологических факторов. Материалы VII Международной научно-практической экологической конференции. г. Белгород, 5-6 ноября 2002 г. –Белгород: Изд-во БелГУ, 2002. – С. 69-75.

DYNAMICS OF A REGIONAL CLIMATE WITHIN A CENTURY, MICROCLIMATE AND CHANGE OF AREAS OF INSECTS. 1. TEMPERATURE AND THERMOPREFERENCE

**A.V. Prisyj
E.V. Negin**

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

Change of structure of the regional faunas, accompanied with a shift of boundaries of areas of species, can be explained by both anthropogenic transformation of landscapes and regional climate dynamics over a century. It is supposed that the expansion of habitats is related to these two factors united by microclimatic conditions. Confirmation of this view is found in the relationship of faunal elements among the approximately 100 species of insects noticed over the last 8 years in the territory of Belgorod region where the second half of the 20th century is characterized by steady growth of average annual, winter and spring temperatures.

Key words: regional climate, microclimate, thermopreference, borders of geographic ranges of insects, entomofauna of the region, the Belgorod Region.

УДК 504.064:001.8; 572.1/4; 574.5

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ЭЛЕКТРОННОЙ БАЗЫ ДАННЫХ В ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ОПАСНОСТИ УГЛЕРОДНОГО НАНОСТРУКТУРНОГО МАТЕРИАЛА

**А.А. Гусев, Н.Е. Копытова
А.С. Дудов, О.В. Захарова
И.А. Полякова, О.Н. Зайцева
А.В. Емельянов**

*Тамбовский государственный
университет
им. Г.Р. Державина,
Россия, 392000, г. Тамбов,
ул. Интернациональная, д. 33
E-mail: nanosecurity@mail.ru*

С использованием сведений мировой научной литературы, входящих в состав контента базы данных «Биобезопасность наноматериалов» проведена оценка уровня опасности промышленно производимого углеродного наноматериала на основе многостенных углеродных нанотрубок методом математического моделирования. Показано, что указанный наноматериал обладает высокой степенью опасности и данная оценка опасности достоверна.

Ключевые слова: база данных, наноматериалы, многостенные углеродные нанотрубки, математическое моделирование, экотоксикология, нанотоксикология.

Введение

Уникальные свойства наноматериалов и их биологическая активность могут быть использованы в различных областях, в частности, для адресной доставки лекарственных препаратов, для борьбы с онкологическими заболеваниями и инфекциями, для целей генной и молекулярной инженерии, для улучшения качества окружающей среды, в парфюмерно-косметической и пищевой промышленности и многих других областях применения. Использование нанотехнологий и наноматериалов бесспорно является одним из самых перспективных направлений науки и техники в XXI веке [1].

Однако кроме блестящих технологических, экономических и эксплуатационных характеристик наноматериалы обладают комплексом физических и химических свойств и биологических действий, которые обусловлены увеличением химического потенциала веществ на межфазной границе высокой кривизны, большой удельной поверхностью, высокой адсорбционной и аккумулирующей способностью. Все это ведет к накоплению наноматериалов в растительных, животных, а также в микроорганизмах, передаче их по пищевой цепи, что, тем самым, увеличивает вероятность их поступления в организм человека. В то же время, лишь 2% опубликованных исследований в сфере нанотехнологий касаются проблемы рисков их воздействия на здоровье человека и окружающую среду [2].

При этом отмечается отсутствие или недоступность новых баз данных, опирающихся на экспериментальные данные по токсичности отдельных наноматериалов [1].

Существуют проекты, направленные на решение данной проблемы. Одним из них является «Единая компьютерная база данных по наноматериалам и нанотехнологиям, используемым в Российской Федерации (реестр)», находящаяся в свободном доступе на сайте НИИ питания РАМН [3].

Указанная база данных создана в целях информирования о наноматериалах и продукции наноиндустрии, используемых в Российской Федерации и зарубежных странах. Она содержит сведения о производителях, наименовании продуктов, их химическом и ингредиентном составе, применяемых наночастицах и наноматериалах, области использования, сведения о Государственной регистрации, ссылки на дополнительные информационные источники.

В то же время, данный проект не предполагает размещения информации о токсикологических свойствах наноматериалов, что ограничивает область его применения.

База данных [4], разработанная в Московском государственном университете пищевых производств (составитель: проф. К.И. Попов) содержит информацию о 559 документах по вопросам контроля содержания наночастиц в сельскохозяйственной, пищевой продукции и упаковочных материалах. Недостатком данного проекта является то, что он не содержит полных версий указанных документов, а так же ссылок на них.

Таким образом, актуальна разработка базы данных содержащей полнотекстовые версии научных публикаций, методических пособий и нормативно-правовых документов в области экологической безопасности наноматериалов.

На данный момент для большинства наноматериалов практически отсутствует экотоксикологическая и гигиеническая характеристика [1]. Между тем токсикологическая оценка наноматериалов должна формироваться на большом количестве исследований с применением современного аналитического оборудования. При этом объем промышленно производимых наноматериалов ежегодно значительно увеличивается, что свидетельствует о практической невозможности в ближайшее время дать полную характеристику всех важнейших наноматериалов, поскольку для этого потребуется привлечение неприемлемо огромных трудовых и материальных ресурсов.

Выходом может стать применение методов математического моделирования, успешно используемых в экологии [5] и токсикологии. Существуют шкалы приоритетов опасности [6], которые позволяют на базе уже имеющейся научной информации о свойствах наночастиц и об их биологическом действии с использованием математических моделей предсказать потенциальную степень их опасности для биологических систем. На основе этого прогнозирования возможно проводить классификацию наноматериалов по степени опасности. Для наноматериалов с низким потенциалом опасности целесообразно проведение стандартных для этого класса химических веществ или соединений токсикологических исследований, для наночастиц, со средней степенью опасности, сфера планируемых исследований должна быть расширена рядом специальных тестов и, для объектов с высокой степенью опасности, токсикологическая оценка должна осуществляться в полном объеме.

Использование базы данных, содержащей научно-техническую информацию по безопасности наноматериалов и инструменты ее эффективной обработки, способно существенно упростить и ускорить указанную прогнозно-аналитическую процедуру.

Объекты и методы исследования

В качестве методик использовались сбор, анализ и систематизация имеющейся в мировой научно-методической и нормативно-правовой литературе информации по проблеме безопасности наноструктурных материалов для представления её в объективной форме электронной базы данных. При этом работа проводилась в несколько этапов:

1. Поиск соответствующей информации в интернет-источниках, периодической научной литературе, учебно-методических пособиях и сборниках, нормативно-правовых документах и др.
2. Отбор наиболее актуальной и валидной информации.
3. Разработка логической структуры базы данных, включая систему гиперссылок, запросов, фильтров, отчетов и т. д.
4. Создание программной оболочки.
5. Заполнение базы данных информационным контентом.
6. Тестирование пилотной версии проекта, регистрация сбоев, формирование окончательной версии.
7. Подготовка документации для государственной регистрации базы данных в качестве объекта интеллектуальной собственности.

С целью практического применения результата интеллектуальной деятельности – базы данных «Биобезопасность наноматериалов» была проведена оценка уровня опасности промышленно производимого углеродного наноматериала на основе многостенных углеродных нанотрубок методом математического моделирования с использованием контента базы данных.

Проводилось отнесение исследуемого углеродного наноматериала к одному из трёх уровней потенциальной опасности, согласно Методическим рекомендациям [6], путем применения метода математического моделирования с использованием генеральных определительных таблиц (ГОТ) в соответствии с указанными Методическим рекомендациями.

ГОТ представляет собой перечисление признаков наноматериала, группированных по функциональным блокам и упорядоченных в соответствии с их значимостью. Значимость признака в простейшем случае определяется из анализа литературных источников, а именно, обзорных статей, мета-исследований и нормативно-методических документов, обобщающих большой объем исследований по оценке относительной значимости признаков для выявления опасности наноматериала.

После ранжирования признаков в порядке убывания осуществляется их «взвешивание», а именно, присвоение каждому рангу (порядковому номеру) признака величины «взвешивающей функции», определяющей его относительную значимость. При проведении оценки исследователь присваивает первому по значимости признаку наибольший вес, а далее веса убывают, причём, для очень мало значимых признаков, ранг стремится к нулю. В зависимости от порядкового номера (ранга) признака взвешивающая функция принимает следующие значения (табл. 1).

Таблица 1
Значения взвешивающей функции $\varphi(i)$

i	$\varphi(i)$
1	2.0
2	1.0
3	0.75
4	0.5
5	0.3125
6	0.1875
...	...

Количественной мерой интенсивности каждого из оцениваемых признаков в пределах функционального блока, является оценка в баллах. При этом, если признак является альтернативным (то есть если возможны только две оценки: да, нет), то производится оценка по 2-балльной системе, а если возможен ряд градаций признака, то, в простейшем случае, по 5-балльной. При этом максимальной выраженности признака, отвечающей наибольшей мере потенциальной опасности, должен соответствовать наибольший возможный балл – 4. В случае если минимальная выраженность признака фактически исключает (в пределах данного функционального блока) проявление наноматериалом опасных свойств, ей соответствует минимальный

балл – 0. Если, даже при минимально возможной выраженности признака опасные свойства не исключаются или исключаются не полностью, то ей присваивается значение балла 2 или 1.

В случае если во всём доступном объёме источников отсутствуют сведения об оценке для наноматериала рассматриваемого признака, то данный признак для анализируемого объекта признаётся неопределённым и ему присваивается величина балла, средняя между минимально и максимально возможной.

Расчёт «частной» опасности наноматериала по данному функциональному блоку свойств производится по формуле 1:

$$D_k = \frac{\sum_{i=1}^N R_i}{\sum_{i=1}^N R_i^{\max}} \quad (1)$$

$$D_k = \frac{\sum_{i=1}^N R_i \varphi_i}{\sum_{i=1}^N R_i^{\max} \varphi_i}$$

где k – порядковый номер функционального блока, D_k – его «частная» опасность, i – порядковый номер признака, N – общее число признаков в функциональном блоке, R_i – оценка выраженности признака в баллах, R_i^{\max} – максимально возможная балльная оценка данного признака (в рамках данной модели по умолчанию $R_i^{\max} = 4$), φ_i – значение взвешивающей функции для i -го признака в соответствии с его рангом, приведённым в ГОТ (при одинаковом уровне значимости разных признаков в пределах одного функционального блока им может присваиваться одинаковый ранг).

По определению, максимально возможным значением «частной опасности» может быть $D_k=1$, в том случае, когда все признаки в пределах функционального блока оцениваются максимальным рангом. Минимальное значение D_k для каждого функционального блока приведено в ГОТ.

Итоговая оценка опасности рассматривается как длина вектора в 6-мерном пространстве «частных» опасностей и рассчитывается по формуле 2:

$$D = \sqrt{\sum_{k=1}^6 D_k^2} \quad (2)$$

$$D = \sqrt{\sum_{k=1}^6 D_k^2}$$

Минимальное значение D , отвечающее, предположительно, полному отсутствию опасности, составляет, при расчете по формулам (1, 2) в соответствии с ГОТ, 0.441, а максимальное, отвечающее самой высокой опасности, 2.499. Классификация объекта (наноматериала) по признаку опасности осуществляется в соответствии с данными, приведенными в таблице 2.

Таблица 2

Оценка результатов выявления потенциальной опасности наноматериалов

№№ п/п	Значение D	Результат
1	0.441-1.110	Низкая степень потенциальной опасности
2	1.111-1.779	Средняя степень потенциальной опасности
3	1.780-2.449	Высокая степень потенциальной опасности

Важной характеристикой получаемого результата является мера его неопределенности. Она тем больше, чем в большем числе случаев в анализируемом массиве источников отсутствуют сведения об оценке для наночастицы того или иного признака по каждому из функциональных блоков. Для того чтобы охарактеризовать неопределенность количественно, рассчитывается «коэффициент неполноты» оценки (U) по формуле 3:

$$U = \frac{\sum_{i=1}^{25} u_i \varphi_i}{\sum_{i=1}^{25} \varphi_i} \quad (3)$$

$$U = \sum_{i=1}^{25} U_i \varphi_i / \sum_{i=1}^{25} \varphi_i$$

где u_i принимает значение «1», если i -тый признак признаётся неопределённым и «0» – при любой другой его оценке; φ_i – величина «взвешивающей функции» для данного признака. Суммирование ведётся по всем 25 признакам шести функциональных блоков, представленных в ГОТ. Конечная характеристика неполноты оценки опасности проводится в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3

Значения коэффициента неполноты оценки опасности наноматериала

№ п/п	Значение U	Характеристика
1	0-0.250	Оценка достоверна. Имеющихся данных достаточно для выявления степени опасности наноматериала
2	0.251-0.750	Оценка сомнительна. Ряд важных параметров, характеризующих опасность наноматериала, в использованных источниках не исследован
3	0.751-1.000	Оценка недостоверна. Имеющихся данных крайне недостаточно для выявления степени опасности наноматериала. Необходим дополнительный поиск источников или проведение экспериментальных исследований.

Результаты и их обсуждение

Итогом проведенных работ стала документальная, централизованная, реляционная база данных «Биологическая безопасность наноматериалов» (рис. 1).

Она представляет собой совокупность самостоятельных материалов (статей, учебных и методических пособий, нормативных актов, монографий и т. д.), систематизированных таким образом, чтобы эти материалы могли быть найдены и обработаны с помощью электронной вычислительной машины. В базу данных вошло большое число материалов по токсичности наночастиц как российских, так и зарубежных авторов (представлены на английском языке).

Преимуществами данного проекта перед существующими аналогами является наличие полнотекстовых версий документов, возможность редактирования пользователем содержимого базы данных.

База данных «Биобезопасность наноматериалов» может быть полезна для преподавателей и студентов, специализирующихся в сфере экологии, медицины промышленной безопасности, нанотехнологий, а также широкому кругу лиц, интересующихся состоянием современной науки в этих областях.

При подготовке контента проанализировано более 700 источников. В результате для включения в базу данных отобран 151 документ.

Логическая структура базы данных включает:

- три таблицы, содержащие полную информацию о печатных и электронных изданиях;
- пять запросов, которые обеспечивают системный поиск в базе данных по нескольким критериям;
- пять отчетов, позволяющих предоставлять пользователю информацию в сжатой форме;

– три формы, предназначенные для представления пользователю служебной информации о базе данных.

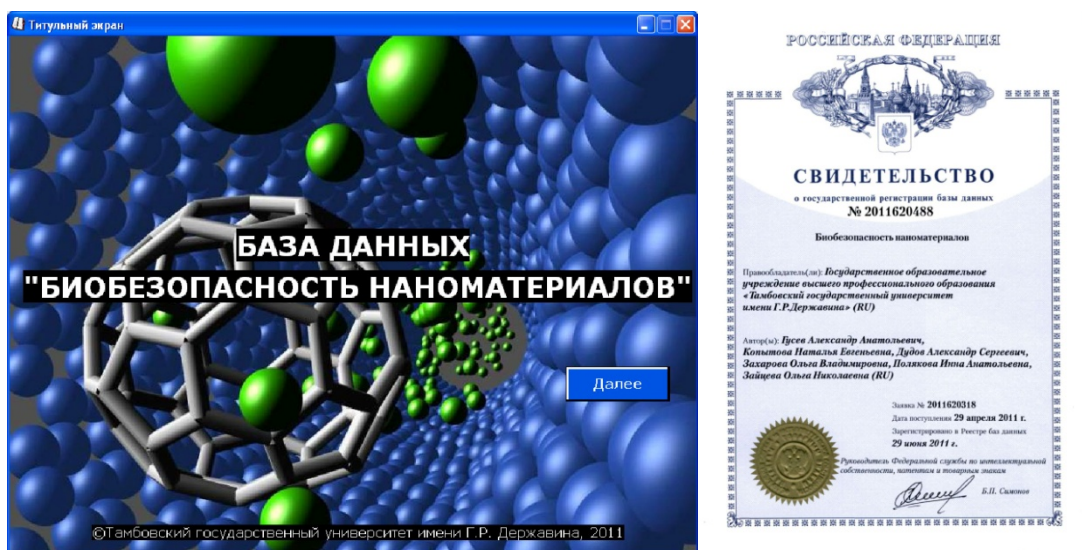


Рис. 1. Внешний вид графической оболочки базы данных «Биобезопасность наноматериалов» и свидетельство о регистрации базы данных

Созданная программная оболочка обеспечивает следующие функциональные возможности: разграничение доступа, просмотр, сортировка, фильтрация, возможность перехода к полнотекстовому варианту издания, редактирование элементов базы данных, возможность прикрепления файлов.

Пользовательская версия электронной базы данных, функционирует при наличии на компьютере пользователя предустановленных программ «Microsoft Access 2007» и «Adobe Reader 9» (или более поздних версий этих программ), а также соответствие следующим системным требованиям: IBM PC, MS Windows XP и выше, процессор не ниже Pentium 1200 Гц, 256 Мбайт ОЗУ, SVGA – видеокарта (1024x768, High Color 16 бит).

В настоящее время база данных зарегистрирована Федеральной службой по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам [7].

В качестве источника аналитических материалов база данных «Биобезопасность наноматериалов» была использована при расчете степени потенциальной опасности углеродного наноструктурного материала методом математического моделирования согласно вышеприведенной методике [6].

Применительно к многостенным углеродным нанотрубкам ГОТ приобретает следующий вид (табл. 4).

Таблица 4

Данные для выявления потенциальной опасности многослойных углеродных нанотрубок

1 Блок. Геометрические характеристики					
№ п/п	Признаки	Ранг	Взвешивающая функция φ	Оценка	Балл R
1	2	3	4	5	6
1	Минимальный размер частицы в одном из измерений	1	2	Преобладают частицы менее 5 нм	4
2	Формфактор (отношение максимального размера к минимальному)	1	2	Частицы крайне несферичны (формфактор > 100)	4
2 Блок. Физико-химические свойства					
1	Растворимость в воде	1	2	Нерастворимы	4
2	Растворимость в биологических жидкостях	2	1	Малорастворимы	2
3	Заряд	1	2	Положительный	4

Окончание таблицы 4

1	2	3	4	5	6
4	Адсорбционная ёмкость	3	0,75	Неизвестно	3
5	Устойчивость к агрегации	3	0,75	Высокая	4
6	Гидрофобность	4	0,5	Гидрофобны	4
7	Адгезия к поверхностям	5	0,3125	Неизвестно	3
8	Способность генерировать свободные радикалы	2	1	Выявлена	4
3 Блок. Молекулярно-биологические свойства					
1	Взаимодействие с ДНК	1	2	Выявлено	4
2	Взаимодействие с белками	3	0.75	Неизвестно	2.5
3	Взаимодействие с мембранами	2	1	Выявлено	4
4 Блок. Цитологические свойства					
1	Способность к накоплению в клетках	2	1	Накапливается только в органеллах	3
2	Трансформирующая активность	1	2	Неизвестно	2
3	Влияние на протеомный и(или) метаболомный профиль	3	0.75	Выявлена	4
4	Токсичность для клеток	1	2	Вызывает летальные изменения в нормальных клетках	4
5 Блок. Физиологические свойства					
1	Проникновение через барьеры организма	4	0.5	Выявлено	4
2	Накопление в органах и тканях	2	1	Накапливается в отдельных органах и тканях	3
3	Усиление проницаемости барьеров организма для посторонних токсикантов	3	0.75	Неизвестно	3
4	Острая токсичность	1	2	1 класс (чрезвычайно опасно) и 2 класс (высоко опасно)	4
5	Хроническая токсичность	1	2	Токсично для человека и теплокровных животных	4
6	Специфические и отдалённые эффекты токсичности (канцерогенный, мутагенный, тератогенный, гонадотоксический, эмбриотоксический, иммуноотоксический. аллергенный)	1	2	Неизвестно	2.5
6 Блок. Экологическая характеристика					
1	Массовость производства в мире	1	2	Массово выпускаемый продукт (1-1000 т)	3
2	Возможность экспонирования людей (категории населения)	1	2	Персонала массового производства	2
3	Данные о накоплении в организмах	2	1	Неизвестно	2
4	Данные о накоплении в объектах внешней среды (почвы, грунтовые воды, донные отложения)	3	0.75	Неизвестно	3

Частные опасности по блокам 1-6 принимают значения:

$$\text{Блок 1. } D_1 = (4 \times 2 + 4 \times 2) / (4 \times 2 + 4 \times 2) = 1.000$$

$$\text{Блок 2. } D_2 = (4 \times 2 + 2 \times 1 + 4 \times 2 + 3 \times 0.75 + 4 \times 0.75 + 4 \times 0.5 + 3 \times 0.3125 + 4 \times 1) / (4 \times (2 + 1 + 2 + 0.75 + 0.75 + 0.5 + 0.3125 + 1)) = 0.907895$$

$$\text{Блок 3. } D_3 = (4 \times 2 + 2.5 \times 0.75 + 4 \times 1) / (4 \times (2 + 0.75 + 1)) = 0.925$$

$$\text{Блок 4. } D_4 = (3 \times 1 + 2 \times 2 + 4 \times 0.75 + 4 \times 2) / (4 \times (1 + 2 + 0.75 + 2)) = 0.782609$$

$$\text{Блок 5. } D_5 = (4 \times 0.5 + 3 \times 1 + 3 \times 0.75 + 4 \times 2 + 4 \times 2 + 2.5 \times 2) / (4 \times (0.5 + 1 + 0.75 + 2 + 2 + 2)) = 0.856061$$

$$\text{Блок 6. } D_6 = (3 \times 2 + 2 \times 2 + 2 \times 1 + 3 \times 0.75) / (4 \times (2 + 2 + 1 + 0.75)) = 0.619565$$

Значение опасности наноматериала составляет:

$$D = \sqrt{(1^2 + 0.907895^2 + 0.925^2 + 0.782609^2 + 0.856061^2 + 0.619565^2)} = 2.099779761$$

При определении коэффициента неполноты учитываем неопределенность ответа по признакам 3 и 7 в блоке 2, признаку 2 в блоках 3 и 4, 3 и 6 – в блоке 5 и 3, 4 в блоке 6.

$$\text{Соответственно, } U = (0.75 + 0.3125 + 0.75 + 2 + 0.75 + 2 + 1 + 0.75) / (2 + 2 + 2 + 1 + 2 + 0.75 + 0.75 + 0.5 + 0.3125 + 1 + 2 + 0.75 + 1 + 1 + 2 + 0.75 + 2 + 0.5 + 1 + 0.75 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 1 + 0.75) = 0.239092496$$

При сравнении с данными таблиц 2 и 3 заключаем, что данный наноматериал обладает высокой степенью опасности и данная оценка опасности достоверна.

Высокая степень потенциальной опасности, согласно Методическим рекомендациям МР 1.2.2522-09 [6] предполагает проведение полного комплекса токсикологических исследований.

Заключение

Нами разработана база данных «Биобезопасность наноматериалов», в которую входит большое число актуальных материалов по токсичности наночастиц как российских (представлены на русском языке), так и зарубежных авторов (представлены на английском языке). Функциональные возможности базы данных обеспечивают выполнение следующих задач: просмотр, пополнение, изменение, поиск нужных сведений, создание выборок, осуществление сортировки в любом порядке. База данных «Биобезопасность наноматериалов» может быть полезна для преподавателей и студентов, специализирующихся в сфере нанобиотехнологий, наномедицины и нанотоксикологии, а также широкому кругу лиц, интересующихся состоянием современной науки в этих областях.

В рамках практического применения базы данных «Биобезопасность наноматериалов» проведена оценка уровня опасности промышленно производимого углеродного наноматериала на основе многостенных углеродных нанотрубок методом математического моделирования с использованием контента базы данных. Показано, что указанный наноматериал обладает высокой степенью опасности и данная оценка опасности достоверна.

Список литературы

1. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ Г.Г. Онищенко No. 79 от 31.10.2007 «Об утверждении Концепции токсикологических исследований, методологии оценки риска, методов идентификации и количественного определения наноматериалов».
2. Цымбал М.В., Юшкевич Л.С. К вопросу об экологической безопасности наноматериалов, применяемых в строительстве // Успехи современного естествознания. – 2011. – № 1 – С. 92-93.
3. [Электронный ресурс]. - Режим доступа. - http://195.178.207.3/GM_1/GM.aspx.
4. [Электронный ресурс]. - Режим доступа. - <http://nanobase.mgupr.ru/index.php>.
5. Буковский М.Е., Коломейцева Н.Н. Подходы к оценке качества поверхностных вод с помощью методов биоиндикации // Решение региональных экологических проблем: материалы международной научно-практической конференции – Тамбов: Изд-во ИП Чеснокова А.В., 2011. С. 128-132.
6. Методические рекомендации по выявлению наноматериалов, представляющих потенциальную опасность для здоровья человека. Методические рекомендации МР 1.2.2522-09 – М.: Федеральный Центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009 – 35 с.
7. Гусев А.А., Копытова Н.Е., Дудов А.С., Захарова О.В., Полякова И.А., Зайцева О.Н. База данных «Биобезопасность наноматериалов» № 2011620488 от 29.06.2011

APPLICATION OF THE METHOD OF MATHEMATICAL SIMULATION AND AN ELECTRONIC DATABASE IN ECOTOXICOLOGICAL ASSESSMENT OF THE POTENTIAL DANGER OF CARBON NANOSTRUCTURED MATERIALS

**A.A. Gusev, N.E. Kopytova
A.S. Dudov, O.V. Zakharova
I.A. Polyakova, O.N. Zaitseva
A.V. Emelyanov**

*G.R. Derzhavin Tambov State
University,
Internatsionalnaya St., 33,
Tambov, 392000, Russia
E-mail: nanosecurity@mail.ru*

Using the information from the world scientific literature included in the content of the database Biosafety of nanomaterials', the level of risk of industrially produced carbon nanomaterial based on multiwalled carbon nanotubes by mathematical modeling, was assessed. It is shown that this nanomaterial has a high degree of risk and this risk assessment is reliable.

Key words: database, nanomaterials, multiwall carbon nanotubes, mathematical modeling, ecotoxicology, nanotoxicology.

ХИМИЯ

УДК 581.192:582.736.3

ФИТОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЛИСТЬЕВ И ПЛОДОВ *AMORPHA FRUTICOSA* L. ВО ВТОРИЧНОМ АРЕАЛЕ

А.Г. Куклина
О.В. Шелепова

Главный ботанический сад
им. Н.В. Цицина РАН,
Россия 127276, Москва,
ул. Ботаническая, 4
E-mail: alla_gbsad@mail.ru;
shelepova-olga@mail.ru

Установлено, что листья и плоды *Amorpha fruticosa* из популяций вторичного ареала содержат от 0.19 до 1.55% суммы флавоноидов, 1.02–1.21% водорастворимых моносахаров и 0.83–1.01% водорастворимых полисахаров, являются накопителями Ni, содержание Fe, Mn, Zn, Cu и Cr ниже средних уровней, характерных для растений Нечерноземной зоны РФ. Обнаружена тесная корреляционная связь между суммой флавоноидов и содержанием в растениях Fe, Mn, Cu, Co и Cr.

Ключевые слова: *Amorpha fruticosa*, микроэлементы, углеводы, флавоноиды, обмен веществ.

Введение

Аморфа кустарниковая (*Amorpha fruticosa* L., Fabaceae) – раскидистый кустарник высотой 2–3 м с непарноперистосложными листьями (длиной 25–30 см), которые имеют по 11–25 листочков, завершающихся коротким шипиком. Верхушечное соцветие обычно состоит из трех узких кистей с мелкими темно-фиолетовыми цветками. Плод длиной 6–8 мм – нераскрывающийся почковидно выгнутый боб с железками в виде бородавочек [1]. Естественный ареал вида – Северная Америка: в США шт. Северная Каролина, Индиана, Айова, Миссури, Небраска, Канзас [2].

В Европе *A. fruticosa* культивируется с XVIII века. В 1724 году ее завезли в Англию в качестве декоративного растения [3]. К 1907 году аморфа стала настолько обычной в континентальной Европе, что даже обнаружила склонность к дичанию, а в середине XX столетия натурализовалась во многих европейских странах [4, 5]. Вид широко распространен в Австралии и культивируется на родине в Северной Америке [1, 3]. В России *A. fruticosa* впервые появилась в конце XVIII века в ботаническом саду Санкт-Петербурга, с середины XX века ее обычно выращивают южнее Воронежа. В настоящее время *A. fruticosa* считают потенциально опасным инвазионным видом, поскольку активно разрастается за счет корневой поросли и легко распространяется после вырубki. Из-за того, что *A. fruticosa* способна образовать одновидовые, трудно искореняемые заросли, вид представляет угрозу естественному биоразнообразию [6].

В Москве (ГБС РАН) *A. fruticosa* с 1938 года [7] проявляет себя как относительно зимостойкий вид: ежегодно в начале июля цветет и плодоносит. Плоды появляются в августе, но только к октябрю буреют, распространяя сильный терпкий запах. Согласно литературным сведениям, в листьях и плодах присутствуют эфирные масла (3.5%) с терпенами [5, 8]. Для кожевенной промышленности из аморфы можно получать дубильные вещества. В семенах содержатся технические жиры (18–22%), подобные которым используются в производстве олифы [9, 10]. Плоды *A. fruticosa* – источник эфирного масла, перспективного для лакокрасочной и мыловаренной промышленности. В эфирной вытяжке плодов содержится до 94% смол, применяемых в медицине, при изготовлении резины и пластмассы. Шрот масла в виде обезжиренной муки, полученный при экстракции, насыщен белковым азотом (4.37%), водорастворимыми углеводами (12.5%) и крахмалом (6.4%); в семенах выделены витамин E, белок и углеводы [10, 11].

В зрелых плодах обнаружен гликозид аморфин (фрутицин) [12], его концентрация варьирует в пределах 0.65–0.76% [13]. Аморфин не только воздействует на центральную нервную систему человека как седативное и кардиотоническое средство [14], но и является эффективным инсектицидом против 29 видов насекомых-вредителей. Отмечено, что наиболее токсичен

сичны плоды, на которых много крупных бородавчатых железок [15]. В плодах обнаружены и другие ротеноидные гликозиды – аморфигенин [16] и аморфигенол [17, 18]. В растении имеются биологически активные флавоноиды: апигенин, обладающий желчегонным и спазмолитическим воздействием; кемпферол с капилляроукрепляющими, тонизирующими и противоспалительными свойствами; кверцетин является антиоксидантом, подобно рутину [14, 19]. Для оценки лекарственных и кормовых достоинств *A. fruticosa* фитохимических сведений недостаточно, отсутствуют данные о наличии микроэлементов.

Целью работы было изучение содержания биофлавоноидов, водорастворимых сахаров и микроэлементов в образцах аморфы кустарниковой из популяций вторичного ареала в России и Словакии.

В задачи исследования входило определение концентраций полисахаров и моносахаров в листьях растений; проведение анализа содержания суммы флавоноидов, зольности и микроэлементов в листьях и плодах; обнаружение корреляционной зависимости между суммой флавоноидов и концентрацией микроэлементов.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования служили 7 образцов *A. fruticosa*, собранных в июле 2011 году А.Г. Куклиной и Ю.К. Виноградовой: 1–3) Россия, Москва, дендрарий Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН (ГБС РАН), листья с трех кустов; 4–7) Словакия, окрестности г. Нитра, листья и плоды с четырех кустов.

Образцы сушили в затененном месте с хорошей вентиляцией до воздушно-сухого состояния. В дальнейшем после стандартной подготовки в образцах спектрофотометрически определяли содержание суммы флавоноидов (ВФС 42-1777-87) и водорастворимых углеводов (Патент на изобретение №2406293 от 14.12.2007). Анализ 7 эссенциальных (*Fe, Mn, Zn, Cu, Co, Ni, Cr*) и 2 условно эссенциальных (*Pb, Cd*) микроэлементов проводили методом атомно-адсорбционной спектрометрии согласно ГОСТу 27262-97 на спектрофотометре Hitachi Z-6000. Аналитическая повторность опытов 3-х кратная. Полученные результаты статистически обработаны и использованием стандартной программы Microsoft Excel, $P \leq 5\%$.

Результаты и их обсуждение

Содержание суммы флавоноидов в проанализированных образцах изменялось в достаточно широком диапазоне – от 0.19 до 1.55%. Повышенные уровни флавоноидов зафиксированы в образцах листьев, собранных в Москве (1.24–1.55%), в то время как для образцов из Словакии характерно более низкое содержание данных соединений (0.86–1.04%). Минимальные уровни суммы флавоноидов зафиксированы в плодах аморфы (0.1–0.29%), они в 3–5 раз меньше, чем в листьях растения. Сравнение этих данных с аналогичными у *Robinia pseudoacacia* [20] показало, что листья *A. fruticosa* в 1.8–2.0 раза беднее флавоноидами, а плоды обоих видов содержат в целом одинаковое количество полифенолов (рис. 1).

В листьях аморфы кустарниковой в основном преобладают свободные водорастворимые моносахара, представленные глюкозой, ксилозой и фруктозой, – их содержание колеблется от 1.02 до 1.21%, тогда как количество водорастворимых полисахаридов (сахарозы и раффинозы) не превышает 1.01%.

Известно, что растениям свойственна дискретность микроэлементного состава. С учетом того, что микроэлементы являются важнейшими биологически активными веществами, определяющими интенсивность протекания практически всех видов обмена веществ, выделение видов растений, способных аккумулировать отдельные микроэлементы является весьма актуальной и не до конца реализованной задачей. Важность и сложность решения этой проблемы связана с тем, что микроэлементный профиль растения формируется как под влиянием генетически сложившегося видоспецифического аккумулятивно-химического аппарата растения, так и биогеохимических условий произрастания. Так, в почвах Нечерноземной зоны РФ отмечено низкое содержание *Zn, Cu, Mn* и ряда других элементов. В условиях дисбаланса микроэлементов в почвах чрезвычайно интересно проследить, характерна ли виду растения, произрастающему в разных регионах, аккумуляционная способность в отношении того или иного микроэлемента.

В проанализированных образцах наиболее значительно варьировало содержание *Co* (в 6.4 раза), *Cr* (в 4.8 раза) и *Mn* (в 4.5 раза) (табл.). Концентрация *Cu* изменялась не столь значительно – в 1.9 раза, *Zn* – 2.2 и *Fe* – 2.1. Количество таких техногенных элементов, как *Pb* и *Cd*, было на уровне, характерном для незагрязненных сообществ, менее 0.5 мг/кг (*Pb*) и 0.1 мг/кг (*Cd*).

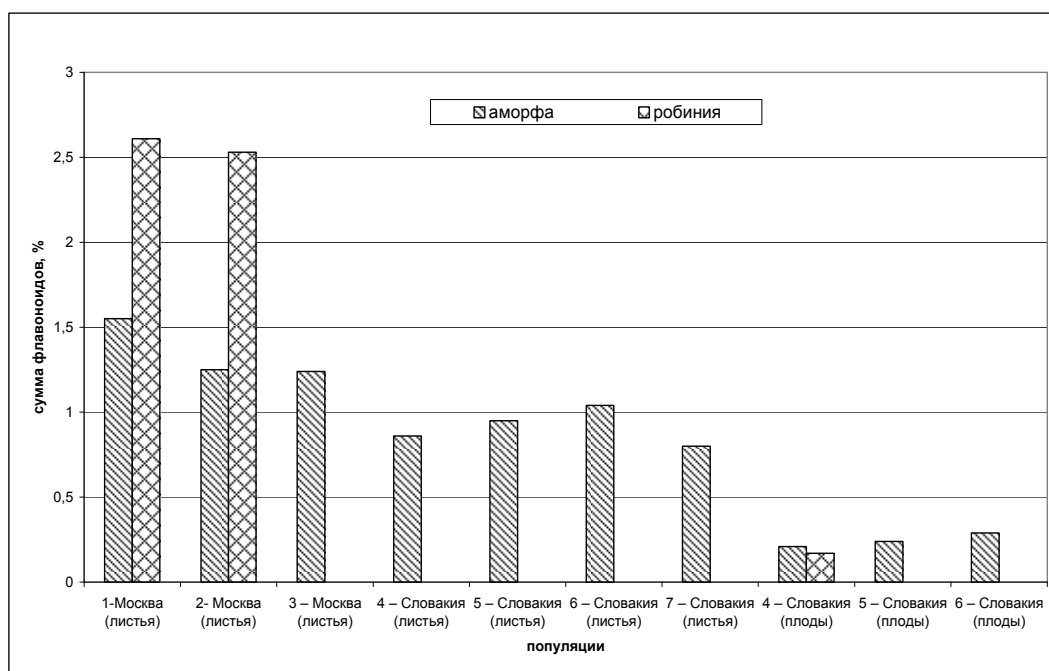


Рис. 1. Сумма флавоноидов (%) в листьях и плодах *Amorpha fruticosa* и *Robinia pseudoacacia*

Fe – железо играет важную биологическую роль в жизнедеятельности всех живых организмов. Этот элемент участвует в регуляции обмена веществ, процессах транспорта кислорода, тканевого дыхания, активации и ингибирования ферментных систем, в поддержании иммунологической устойчивости. Железо является необходимым биохимическим компонентом ключевых процессов метаболизма и роста клеток. Содержание железа в проанализированных образцах варьировало от 44.82 мг/кг до 21.13. Это в 9.4 раза ниже среднего показателя по данному элементу, характерному для Нечерноземной зоны (319.2 мг/кг) [20]. Причем концентрация элемента была ниже в образцах листьев из Словакии. Плоды аморфы обогащены железом (21.1–30.0 мг/кг).

Таблица
Содержание микроэлементов (мг/кг) в листьях и плодах *Amorpha fruticosa*, $P \leq 5\%$

Популяции	Образцы	Зольность, %	Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	Co	Cr
Россия, Москва, ГБС РАН	Листья с 1-го куста	5.72	44.82	28.70	30.06	9.29	2.684	1.163	0.184
	Листья с 2-го куста	5.49	43.35	34.26	25.37	8.33	2.945	1.133	0.161
	Листья с 3-го куста	5.97	37.64	32.83	29.92	6.21	2.473	0.909	0.139
Словакия, окрестности г. Нитра	Листья с 1-го куста	8.17	37.31	20.12	15.51	5.99	1.716	0.712	0.086
	Листья с 2-го куста	8.68	29.56	18.84	13.85	6.02	1.137	0.862	0.098
	Листья с 3-го куста	7.96	28.79	16.36	14.13	6.13	1.135	0.515	0.078
	Листья с 4-го куста	7.36	31.78	19.98	15.66	5.83	1.011	0.445	0.072
	Плоды с 1-го куста	5.34	30.03	9.48	22.78	4.92	1.639	0.287	0.050
	Плоды с 2-го куста	5.16	24.74	9.16	20.23	5.33	1.499	0.249	0.042
	Плоды с 3-го куста	5.58	21.13	8.15	19.49	5.02	1.788	0.234	0.046
Плоды с 4-го куста	5.55	27.02	7.66	18.95	5.01	1.730	0.179	0.036	

Mn – марганцу принадлежит важная роль в жизнедеятельности каждого организма: многочисленные реакции углеводного, белкового и фосфорного обмена катализируются ферментами, активируемыми ионами марганца. Его дефицит отрицательно влияет на стабильность мембран клеток. В нашей выборке растений содержание элемента в растениях изменялось от 34.26 до 7.66 мг/кг, что ниже аналогичного показателя, характерного для Нечерноземной зоны РФ (101.5 мг/кг). Более высокая концентрация марганца отмечена в листьях (в среднем 31.93 мг/кг в образцах из Московского региона и 18.83 – из Словакии) по сравнению с плодами, где его концентрация в 2-3 раза ниже.

Zn – цинк входит в состав ферментов, которые катализируют процессы биосинтеза и

метаболизма нуклеиновых кислот, белка и энергообразования, контролирует действие ряда витаминов и фолиевой кислоты. Концентрация элемента варьировала от 30.06 до 13.85 мг/кг, что несколько ниже среднего содержания элемента в Нечерноземной зоне РФ (36.8). Наиболее обогащены цинком листья растений, собранных в Московском регионе. Также зафиксировано, что плоды аморфы являются концентраторами цинка, так как в плодах элемента в 1.5–1.2 раза больше, чем в вегетативных органах.

Cu – медь наряду с железом участвует в окислительно-восстановительных процессах, проходящих в организмах. Она является кофактором ряда важных ферментов, роль которых особо возрастает при возникновении в организме воспалительных процессов. Медь наряду с цинком входит в состав фермента супероксиддисмутаза, который расщепляет чрезвычайно токсичное соединение – супероксидный радикал кислорода, что способствует усилению защитных функций организма. Роль элемента возрастает при дефиците железа. Концентрация элемента изменялась от 9.29 до 4.92 мг/кг, что ниже среднего уровня элемента (12.2 мг/кг) в растениях Нечерноземной зоны РФ. Более значительный уровень меди обнаружен в листьях аморфы Московского региона, тогда как в образцах из Словакии содержание элемента в 1.3–1.5 раза ниже. Следует отметить, что содержание меди в плодах аморфы практически на одном уровне с содержанием элемента в листьях растений.

Ni – никелем активизируется ряд ферментов, связанных с углеводным обменом. Кроме того, он стабилизирует структуру рибосом, оказывает неспецифическое действие на такие ферментные комплексы как нитратредуктаза, пептидаза и ряд других. Содержание элемента колебалось от 1.01 до 2.95 мг/кг. Эти величины превышают среднее содержание элемента (1.06 мг/кг) в выборке растений Нечерноземной зоны РФ. Аккумуляторами никеля являются как листья, так и плоды аморфы – для элемента характерен базипетальный тип распределения по растению.

Co – незаменимость кобальта является следствием его участия в образовании витамина B_{12} – одного из главных компонентов процесса кроветворения. Кроме того, он участвует в углеводном обмене, а также в обмене жирных и фолиевой кислот. Концентрация элемента в проанализированных образцах варьировала очень значительно – от 0.18 до 1.16 мг/кг и в Московском регионе в среднем составила 1.07 мг/кг, что выше аналогичного показателя в Нечерноземной зоне РФ (0.96 мг/кг), т. е. листья аморфы являются накопителем данного элемента. Содержание кобальта у аморфы из Словакии несколько ниже в листьях – в среднем 0.64 мг/кг и в плодах – в среднем 0.24 мг/кг.

Cr – хром играет важную роль в утилизации углеводов, так как именно иону хрома (III) присуща способность связывать молекулу инсулина с инсулинзависимыми рецепторами биомембран клеток. Также он участвует в метаболизме холестерина, что препятствует развитию сердечно-сосудистых заболеваний и атеросклероза. Концентрация хрома у изученных образцов аморфы колебалась от 0.04 (плоды) до 0.18 (листья) мг/кг, что ниже среднего содержания элемента в растениях Нечерноземной зоны РФ (0.26 мг/кг).

Содержание большинства элементов было выше в листьях аморфы, собранных в Московском регионе, в то время как зольность московских образцов была значительно ниже (в 1.4 раза) и соответствовала уровню зольности образцов с плодами из Словакии.

Проведенный корреляционный анализ показал наличие тесной связи между суммой флавоноидов и содержанием *Fe* ($r_{0.95}=0.83$), *Mn* ($r_{0.95}=0.91$), *Cu* ($r_{0.95}=0.85$), *Co* ($r_{0.95}=0.93$) и *Cr* ($r_{0.95}=0.93$). С учетом того, что микроэлементы являются катализаторами, определяющими интенсивность синтеза большинства биологически активных веществ, выявление корреляционных связей между этими показателями весьма актуально.

Заключение

Полученные данные расширяют представление о биохимическом составе листьев и плодов *A. fruticosa*, собранных в популяциях вторичного ареала. Растения содержат от 0.19 до 1.55% суммы флавоноидов, 1.02–1.21% водорастворимых моносахаров и 0.83–1.01% водорастворимых полисахаров. Концентрация *Fe*, *Mn*, *Zn*, *Cu* и *Cr* в листьях аморфы не превышает референтных значений, характерных для выборки растений Нечерноземной зоны РФ, в то же время листья и плоды являются накопителем *Ni*. Содержание всех элементов выше в растениях аморфы, собранных в Московском регионе, что, по-видимому, обусловлено биогеохимическими условиями произрастания. Нами обнаружена корреляционная связь между суммой флавоноидов и концентрацией *Fe* ($r_{0.95}=0.83$), *Mn* ($r_{0.95}=0.91$), *Cu* ($r_{0.95}=0.85$), *Co* ($r_{0.95}=0.93$) и *Cr* ($r_{0.95}=0.93$). Фитохимическое исследование подтверждает целесообразность дальнейшего изучения этого объекта в качестве продуцента важных биологически-активных соединений.

В заключение авторы выражают благодарность зам. директора ГБС РАН Ю.К. Виноградовой за сбор растительных образцов в Словакии и С.Л. Рысину за предоставлен-

ную возможность сбора образцов *A. fruticosa* в дендрологической коллекции ГБС РАН, а также Т.В. Воронковой за помощь в проведении биохимических анализов.

Список литературы

1. Соколов С.Я., Шипчинский Н.В. Аморфа – *Amorpha L.* // Деревья и кустарники СССР. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1958. – Т. 4. – С. 135–140.
2. Torrey J., Gray A. *Flora of North America*. – New-York: Wiley & Putman, 1838. – 712 p.
3. Rehder A. *Manual of cultivated trees and shrubs hardy in North America*. – N.-Y: MacMillan Company, 1949. – 996 p.
4. Ball P.W. *Amorpha L.* // *Flora Europaea*. – 1968. – Vol. 2. – P. 127.
5. Hegi G. *Amorpha L.* // *Illustrierte Flora von Mittel-Europa*. – Berlin @ Hamburg: Verlag Paul Parey, 1975. – Vol. 4. – Н. 3. – P. 1385–1386.
6. Виноградова Ю.К., Куклина А.Г., Ткачева Е.В. Плодоношение некоторых видов рода *Amorpha L.* во вторичном ареале // *Древесные растения: фундаментальные и прикладные исследования*. – М: Астра-Полиграфия, 2012. – Вып. 2. – С. 23–31.
7. *Древесные растения Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина Российской академии наук*. – М.: Наука, 2005. – 586 с.
8. Lis A., Gora J. Essential oil *Amorpha fruticosa L.* // *J. Essential Oil Res.* – 2001. – Vol. 13. – № 5. – P. 340–342.
9. Беляев Н. Семена и масло *Amorpha fruticosa* // *Маслободно-жировое дело*. – 1933. – № 9. – С. 26–27.
10. Аморфа – ценная техническая культура // *Лесное хозяйство*. – 1957. – № 6. – С. 94.
11. Земляничский Л.Т. Перспективы использования аморфы в агролесомелиорации и промышленности // *Ботан. журн.* – 1951. – Т. 36. – № 3. – С. 299–302.
12. Захаров В.П., Либизов Н.И., Асланов Х.А. Лекарственные вещества из растений и способы их производства. – Ташкент: Изд-во «ФАН», 1980. – 232 с.
13. Касымов А.У., Кондратенко Е.С., Абубакиров Н.К. Спектрофотометрическое определение содержания аморфина в плодах *Amorpha* // *Химия природных соединений*. – Ташкент: Изд-во «ФАН», 1969. – № 3. – С. 177–178.
14. Головкин Б.Н. Биологически активные вещества растительного происхождения. М.: Наука, 2001. – Т. 1-2. – 764 с.
15. Васина А.Н. Инсектисидные свойства растений аморфы // *Природа*. – 1950. – Т. 39. – № 7. – С. 66–67.
16. Аморфигенол-β-D-глюкопиранозид из *Amorpha* / А.У. Касымов, Е.С. Кондратенко, Я.В. Рашкес, Н.К. Абубакиров // *Химия природных соединений*. – Ташкент: Изд-во «ФАН», 1970. – № 2. – С. 197–201.
17. Касымов А.У., Кондратенко Е.С., Абубакиров Н.К. Аморфигенин-β-D-глюкозид из *Amorpha* // *Химия природных соединений*. – Ташкент: Изд-во «ФАН», 1968. – № 5. – С. 326–327.
18. Cromble L., Dewick P.M., Whiting D.A. Biosynthesis of Rotenoids. Chalcone, Isoflavone, and Rotenoid Stages in the Formation of Amorphigenin by *Amorpha fruticosa* Seedlings // *J. Chemical Society. Perkin Transactions I*. – 1973. – Vol. 12. – P. 1285–1290.
19. Клышев Л.К., Бандюкова В.А., Алюкина Л.С. Флаваноиды растений. – Алма-Ата: Наука, 1978. – 220 с.
20. Cromble L., Dewick P.M., Whiting D.A. Biosynthesis of Rotenoids. Chalcone, Isoflavone, and Rotenoid Stages in the Formation of Amorphigenin by *Amorpha fruticosa* Seedlings // *J. Chemical Society. Perkin Transactions I*. – 1973. – Vol. 12. – P. 1285–1290.

PHYTOCHEMICAL ANALYSIS OF LEAVES AND FRUITS OF *AMORPHA FRUTICOSA* IN THE SECONDARY HABITAT

A.G. Kuklina
O.V. Shelepova

N.V. Tsitsin Main Botanical Garden of RAS, Botanicheskaya St., 4, Moscow, 127276, Russia
E-mail: alla_gbsad@mail.ru;
shelepova-olga@mail.ru

It has been established that leaves and fruits of *Amorpha fruticosa* collected in the secondary habitat contain from 0.19 to 1.55% of flavonoids, 1.02 to 1.21 % of water-soluble monosacharides, and 0.83 to 1.01% of water-soluble polysacharides, and accumulate Ni. Content of Fe, Mn, Zn, Cu and Cr is less than average observed in plants of Non-Black Earth zone of the Russian Federation. A close correlation between the density of flavonoids and that of microelements (Fe, Mn, Cu, Co, Cr) has been observed.

Key words: *Amorpha fruticosa*, microelements, carbohydrates, flavanoids, metabolism.

СОДЕРЖАНИЕ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ И АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ В ПРОРОСТКАХ ВИКИ В ПРИСУТСТВИИ ХЛОРИДА НИКЕЛЯ

Э.А. Абрамова
В.В. Иванищев

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

Исследовали содержание фотосинтетических пигментов и аскорбиновой кислоты в проростках вики, выращенных в присутствии различных концентраций хлорида никеля в среде. Установлено, что при низких концентрациях соли содержание пигментов было более высоким, чем в контроле. При высоких концентрациях соли наблюдали резкое снижение исследованных показателей, возможно, из-за негативного действия ионов соли на активность и/или биосинтез ферментов метаболизма пигментов и аскорбиновой кислоты.

Ключевые слова: проростки вики, хлорофилл, каротиноиды, аскорбиновая кислота.

Введение

При изучении влияния загрязняющих веществ или других стрессоров большое внимание уделяется сельскохозяйственным растениям, поскольку роль последних важна не столько в геохимическом круговороте элементов, сколько в поступлении поллютантов в пищевые цепи, включающие человека [1]. Загрязняющие вещества, нарушая физиологические процессы в растениях, оказывают не только прямое отрицательное воздействие, но и сужают пределы толерантности организмов к естественным факторам среды.

Общим следствием любого стрессового воздействия на организм растения является образование свободных радикалов. Антиоксидантная система растений обеспечивает работу механизмов противостояния окислительному стрессу и включает в себя как низкомолекулярные антиоксиданты (пигменты, аскорбиновую кислоту, флавоноиды и др.), так и специфические ферменты. Многие современные исследования направлены на изучение низкомолекулярных антиоксидантов как биохимических индикаторов загрязнения окружающей среды, а также как биомаркеров физиологического состояния растений, произрастающих в стрессовых условиях [2].

Незначительное количество данных о влиянии ионов никеля на особенности противостояния окислительному стрессу двудольных растений позволили сформулировать цель исследования, связанную с изучением содержания пигментов и аскорбиновой кислоты в проростках вики на ранних этапах онтогенеза.

Объект и методы исследования

Объектом исследования служили первые листья 14 дневных проростков вики яровой сорта Орловская-84. Растение выращивали в виде водной культуры, используя дистиллированную воду в контрольном варианте и с добавлением ионов металла (NiCl_2) в опытных пробах.

Экстракцию хлорофилла проводили 96%-ным этиловым спиртом. Полученные вытяжки пигментов подвергали колориметрированию на КФК-3 при длинах волн 665, 654, 649 и 470 нм.

Расчеты проводили с использованием соответствующих формул [3]. Содержание аскорбиновой кислоты (АК) определяли по известному методу [4].

Результаты и их обсуждение

Исследование содержания зелёных пигментов показало, что при минимальной концентрации 10^{-6} М ионов хлорида никеля содержание хлорофилла (Хл) было выше, чем в контрольном варианте. Увеличение содержания ионов металла в питательном растворе приводило к снижению количества выделяемого пигмента (рис. 1).

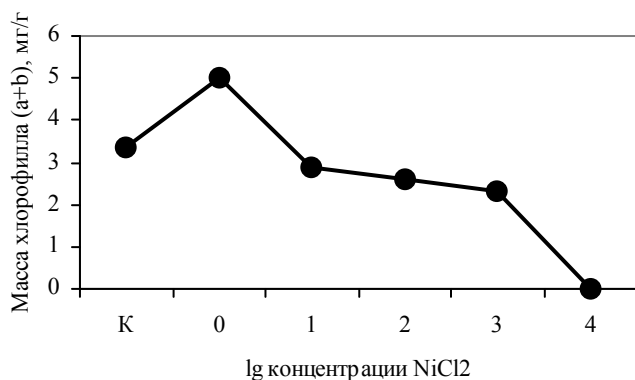
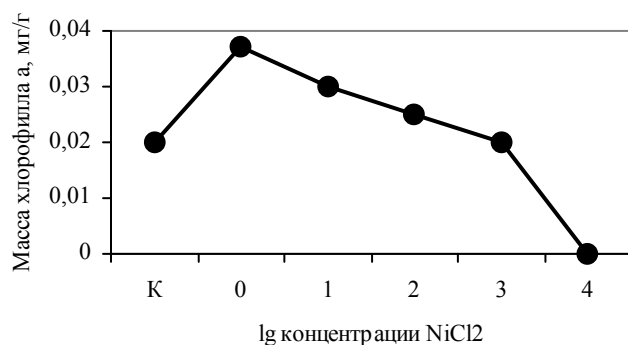
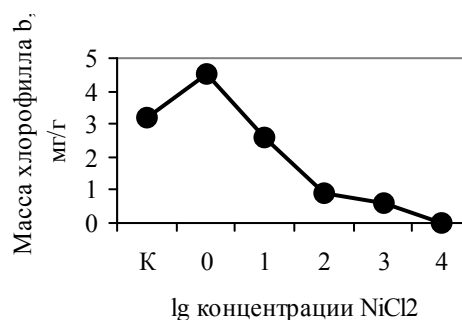


Рис. 1. Влияние хлорида никеля на содержание суммарного хлорофилла в проростках вики (К – контроль)

более высокий показатель, чем в контроле. Затем следовало резкое и весьма значительное снижение показателя (рис. 2b).



а



б

Рис. 2. Влияние хлорида никеля на содержание хлорофиллов а и б в проростках вики (К – контроль)

Такая картина свидетельствует о разной чувствительности синтеза компонентов пигментной системы вики к присутствию ионов никеля.

Наличие пигментов фотосинтетического процесса – хлорофиллов является важнейшей биохимической характеристикой возможностей фотосинтетического аппарата растений, поскольку хлорофилловые пигменты отвечают за поглощение энергии света и ее трансформацию в энергию химических связей. В литературе имеются многочисленные данные о влиянии катионов тяжелых металлов на накопление хлорофилла в высших растениях [5]. Однако сведений о влиянии ионов никеля очень мало.

Возрастание содержания зелёных пигментов при минимальной концентрации ионов металла свидетельствует о необходимости его присутствия для общего метаболизма, в частности – белков [6]. Резкое снижение содержания обеих форм пигмента с увеличением концентрации ионов никеля может быть связано с нарушением синтеза и/или активности необходимых ферментов [7], поскольку ионы никеля достаточно легко проникают в растения и накапливаются в цитоплазме [8].

Важным показателем сбалансированности фотосинтетического процесса является соотношение форм хлорофилла, поскольку Хл а связан с реакционными центрами фотосистем, а форма б – со светособирающим комплексом фотосистемы II [8]. Резкое снижение последней формы хлорофилла с увеличением содержания ионов никеля в среде свидетельствует о существенных изменениях в процессах поглощения света и, следовательно, эффективности процесса запасаения энергии и накопления биомассы.

Исследование содержания каротиноидов показало, что в сравнении с хлорофиллом максимальное стимулирующее влияние ионов хлорида никеля наблюдали при концентрациях NiCl₂ до 10⁻⁵ М (рис. 3), т. е. наибольшее увеличение наступало при более высоких концентрациях, чем для обоих зеленых пигментов, но стимулирующий эффект был явно ниже.

Для оценки состояния пигментной системы и ее работоспособности важно знать содержание разных форм хлорофилла. Поэтому рассчитывали содержание форм а и б в выделенных экстрактах. Результаты исследования показали следующее. Содержание хлорофилла а оставалось более высоким в сравнении с контролем не только при начальных концентрациях ионов никеля в растворе, но даже в присутствии высоких концентраций металла (10⁻³ М) (рис. 2а).

В то же время содержание хлорофилльной формы б оказалось более чувствительным к исследуемому фактору: только при минимальной концентрации ионов никеля наблюдали

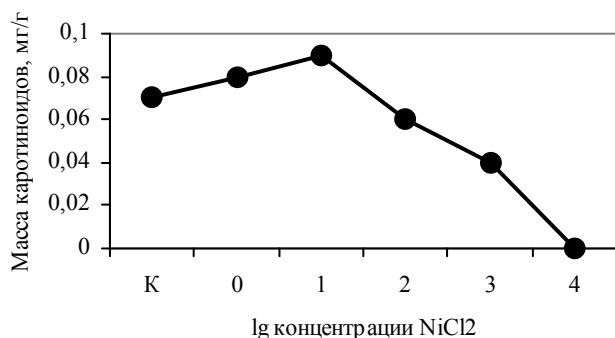


Рис. 3. Влияние хлорида никеля на содержание каротиноидов в проростках вики (К – контроль)

вина, восстановительными эквивалентами (АТФ и НАДФ•Н). В результате нарушаются процессы роста и развития растений.

Экспериментальные данные определения содержания аскорбиновой кислоты в проростках вики представлены на рис. 4.

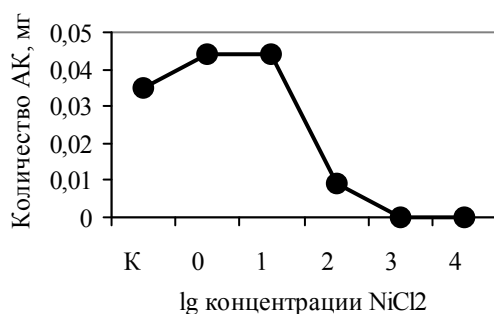


Рис. 4. Влияние хлорида никеля на содержания аскорбиновой кислоты в проростках вики

Дальнейшее увеличение концентрации соли приводило к резкому падению исследованного показателя. Такие результаты свидетельствуют, с одной стороны, о меньшей чувствительности ферментов синтеза каротиноидов к низким концентрациям соли, с другой – об активной роли каротиноидов в нейтрализации активных форм кислорода, уровень которых возрастает в стрессовых для растения условиях [8].

Снижение содержания каротиноидов также приводит к нарушению работы светособирающего комплекса пигментных систем, обеспечивающих анаболические процессы, в т. ч. цикл Каль-

Анализируя приведенные результаты можно сделать вывод о том, что при концентрациях NiCl₂ 10⁻⁶ – 10⁻⁵ М происходило увеличение содержания витамина С в проростках вики по сравнению с контролем, что может служить ответной реакцией организма, обеспечивающей нейтрализацию образующихся активных форм кислорода вследствие повышения содержания ионов металла в цитоплазме [8]. При повышении концентрации исследованный показатель резко снижался, а при наиболее высоких концентрациях – аскорбиновая кислота в проростках не обнаружена. Это может быть связано с ингибирующим эффектом ионов металла на активность ферментов метаболизма аскорбиновой кислоты и полным исчерпанием её пула в нейтрализации активных форм кислорода [7].

Заключение

Таким образом, исследование показало, что присутствие ионов никеля в среде в минимальных количествах необходимо для активации процессов роста и развития растений вики. В то же время высокие концентрации металла резко нарушают физиологические процессы в растениях, по-видимому, за счёт прямого действия на активность и/или синтез ферментов метаболизма пигментов и аскорбиновой кислоты.

Список литературы

1. Третьяков Н.Н., Кошкин Е.И., Новиков Н.Н. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений. – М.: Колос, 2005. – 640 с.
2. Харборн Дж. Введение в экологическую биохимию: пер. с англ. – М.: Мир, 1985. – 312 с.
3. Гавриленко В.Ф., Жигалова Т.В. Большой практикум по фотосинтезу. – М.: Академия, 2003. – 256 с.
4. Грязнов В.П. Руководство к лабораторным и экспериментальным работам по физиологии растений. – Белгород: БелГУ, 2006. – 120 с.
5. 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
6. Иванов В.Б., Быстров Е.И., Серегин И.В. Сравнение влияния тяжелых металлов на рост корня в связи с проблемой специфичности и избирательности их действия // Физиология растений. – 2003. – Т. 50. – № 3. – С. 445-454.
7. Серегин И.В., Иванов В.Б. Физиологические аспекты токсического действия кадмия и свинца на высшие растения // Физиология растений. 2001. – Т. 48. – № 4 – С. 606-630.
8. Кошкин Е.И. Физиология устойчивости сельскохозяйственных культур. – М.: Дрофа, 2010. – 638 с.

THE CONTENT OF PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS AND ASCORBIC ACID IN VETCH SEEDLINGS IN THE PRESENCE OF NICKEL CHLORIDE

E.A. Abramova
V.V. Ivanishchev

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

E-mail: abramea@mail.ru

Study of the content of photosynthetic pigments and ascorbic acid in vetch seedlings growing in the presence of several nickel chloride concentrations in solution has been carried out. It was established that at low concentration of salt pigment content was higher than in control. At high salt concentrations we have observed a considerable decrease of studied parameters, possibly because of a negative salt ions influence on the activity and/or biosynthesis of enzymes for pigment and ascorbic acid metabolism.

Key words: vetch seedlings, chlorophyll, carotinoids, ascorbic acid.



УДК 636.5.033:612.015.348

БЕЛКОВЫЙ СПЕКТР КРОВИ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ ПРИ ДОБАВЛЕНИИ В РАЦИОН ЛИЗИНА СУЛЬФАТА¹

С.Д. Чернявских¹**Н.А. Мусиенко²****И.Н. Яковлева²****Ж.А. Бородаева¹**

¹ Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Россия, 308015, г. Белгород,
ул. Победы, 85
E-mail: Chernyavskikh@bsu.edu.ru

² Белгородская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Я. Горина,
Россия, 308503, Белгородская обл.,
пос. Майский, ул. Вавилова, д. 1

Изучено влияние новой добавки лизина сульфата (продукта микробиологического синтеза с использованием *Corynebacterium glutamicum*) в дозах 800 мг·кг⁻¹ и 1000 мг·кг⁻¹ массы тела на общее состояние и белковый спектр крови цыплят-бройлеров. Установлено, что добавка не оказывает отрицательного влияния на организм птицы. При добавлении в рацион лизина сульфата происходит увеличение концентрации иммуноглобулинов, альбуминов, α- и γ-глобулинов. Доза добавки 800 мг·кг⁻¹ массы тела действует эффективнее дозы 1000 мг·кг⁻¹ массы тела.

Ключевые слова: белки крови, добавка лизина сульфата, цыплята-бройлеры.

Введение

Количественный и качественный состав белков крови может служить объективным показателем при оценке физиологического состояния организма в норме и при патологии [1]. Находясь в тесной связи с белками различных тканей, они очень тонко реагируют на изменения химических и физико-химических процессов, происходящих в органах животных. Благодаря белкам сыворотки крови, которые являются важнейшей биохимической системой, кровь из сложного раствора многих веществ превращается в специализированную ткань, в которой происходит интеграция обменных процессов организма [2, 3]. От состояния и характера белкового обмена зависит интенсивность процессов клеточного протеосинтеза, непосредственно связанная с образованием всех видов продукции птицеводства [4].

Целью работы было изучение влияния новой кормовой добавки лизина сульфата на белковый спектр крови цыплят-бройлеров для обоснования возможности применения в рационах птицы.

Объекты и методы исследования

Для достижения цели был проведен физиологический опыт в условиях учебно-научной птицеводческой фермы БГСХА им. В.Я. Горина. Для опыта по принципу аналогов сформировали три группы цыплят-бройлеров по 5 птиц в каждой.

Птица контрольной группы в качестве основного рациона (ОР) получала сбалансированный по питательным и биологически активным веществам комбикорм [5, 6]. Птица первой и второй (опытных) групп наряду с основным рационом ежедневно потребляла новую кормовую добавку лизина сульфата (продукта микробиологического синтеза с использованием *Corynebacterium glutamicum*) в дозах 800 и 1000 мг·кг⁻¹ массы тела соответственно. Было организовано напольное содержание цыплят при свободном доступе к корму и воде. Световой, температурный режимы и другие параметры микроклимата соответствовали установленным ВНИТИП нормам [7]. Цыплят выращивали до 38 суточного возраста. Ежедневно наблюдали за общим состоянием бройлеров, обращая внимание на особенности поведения птиц, аппетит, состояние оперения и так далее.

По окончании опыта был проведен убой наркотизированной эфиром птицы путем декапитации, отобраны образцы крови для биохимических исследований.

¹ Выполнено при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках договора №13.G25.31.0069 от 22 октября 2010 г.

Анализы исследуемых образцов были проведены на кафедре анатомии и физиологии живых организмов НИУ «БелГУ».

В пробах крови определяли общий белок колориметрически по биуретовой реакции, белковые фракции и иммуноглобулины – нефелометрически [3, 8]. Белковый коэффициент вычисляли путем расчета альбумин-глобулинового отношения [3].

Полученные результаты обрабатывали методами вариационной статистики с использованием специальных программ на персональном компьютере [9]. Достоверность различий определяли по t-критерию Стьюдента.

Результаты и их обсуждение

В результате проведенных исследований установлено, что изучаемая кормовая добавка не оказывает отрицательного влияния на общее состояние цыплят-бройлеров.

Анализ полученных нами отдельных биохимических параметров показал, что количество общего белка, белковых фракций, иммуноглобулинов и белковый коэффициент у цыплят всех трех групп опыта находились в пределах границ физиологической нормы для птиц данного возраста и направления продуктивности [10, 11] (табл.). Это свидетельствует об отсутствии кардинального вмешательства добавки в механизмы гомеостаза.

Таблица

Концентрация общего белка и его фракций в сыворотке крови

Показатели, ед. изм.	Группы		
	I (контрольная)	I (опытная)	II (опытная)
Общий белок, г·л ⁻¹	51.33±1.86	55.25±1.03	51.83±0.79
Фракции белка, %:			
альбумины	35.55	45.98	37.05
α-глобулины	22.92	28.35	31.52
β-глобулины	36.83	14.17	26.58
γ-глобулины	4.72	11.50	4.85
Альбумин-глобулиновое отношение	0.55	0.85	0.59
Имуноглобулины, усл. ед.	0.74±0.00	2.60±0.41*	0.84±0.03*

Примечание: * – $p < 0,05$ по сравнению с контрольной группой.

Однако при изучении картины крови нельзя ограничиваться лишь физиологическими нормами. Важно также оценить роль незначительных сдвигов, происходящих именно в пределах физиологической нормы изучаемых показателей [12].

Сравнительный анализ параметров концентрации азотсодержащих метаболитов крови выявил ряд общих и частных закономерностей, причем выраженность их неодинакова. К менее выраженным изменениям можно отнести тенденцию к повышению уровня общего белка сыворотки крови на 7.6% в первой опытной группе бройлеров, по сравнению с контролем (см. табл.).

Изучаемая добавка оказала влияние на соотношение фракций белка. Так, уровень альбуминов в сыворотке крови бройлеров второй группы был на 29.3%, третьей – на 4.2% выше, чем в контроле. Полученные результаты свидетельствуют о позитивном влиянии добавки, особенно в дозе 800 мг·кг⁻¹ массы тела, так как альбумины, служат резервом аминокислот для белкового синтеза. Кроме того, благодаря большой поверхности мицелл и их высокому отрицательному заряду, белки данной фракции адсорбируют и транспортируют ряд веществ (НЭЖК, билирубин, соли желчных кислот, гормоны, токсины, значительную часть ионов кальция и др.), оказывая тем самым регулирующее влияние на метаболические процессы [1, 13-16].

Уровень α-глобулинов был выше на 23.7% и 37.5%, концентрация β-глобулинов, напротив, ниже на 61.5% и 27.8% соответственно в первой и второй опытных группах по сравнению с контролем.

Добавка в дозе 800 мг·кг⁻¹ способствовала увеличению альбумин-глобулинового отношения в сравнении с контролем практически вдвое, в дозе 1000 мг·кг⁻¹ массы тела незначительно изменяла данный показатель.

У кур первой опытной группы произошло значительное повышение γ-глобулинов: разница с контролем составила 143.6%. Белки данной фракции принимают активное участие в специфических защитных реакциях [14]. Во второй группе изучаемый показатель был на 2.8% выше контроля.

Изучаемая кормовая добавка способствовала также увеличению концентрации иммуноглобулинов в сыворотке крови цыплят опытных групп. Показатели в первой группе были практически в 4 раза выше в сравнении с контролем. Разница контроля со второй группой составила 13.5%. Известно, что иммуноглобулины сыворотки крови играют важную роль в поддержании местного иммунитета, так как они являются первичными рецепторами для антиге-

нов и характеризуют иммунную реакцию организма птицы. Функцией секреторного иммуноглобулина является обеспечение так называемого иммунного исключения, то есть препятствие проникновения в организм через слизистые барьеры различных антигенов и ингибирование колонизации эпителия бактериями и вирусами [17].

Выводы

1. Изучаемая кормовая добавка в дозах 800 и 1000 мг·кг⁻¹ массы тела в составе рациона не оказывает отрицательного влияния на общее состояние цыплят-бройлеров.
2. Добавка лизина сульфата оказывает позитивное влияние на белковый спектр крови, способствуя увеличению уровня альбуминов, α- и γ-глобулинов, альбумин-глобулинового отношения, а также активизирует иммунные процессы в организме птиц.
3. Доза добавки 800 мг·кг⁻¹ массы тела действует эффективнее дозы 1000 мг·кг⁻¹ массы тела.

Список литературы

1. Кармолиев Р.Х. Физико-химические свойства и функции белков крови: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Алма-Ата, 1984. – 39 с.
2. Кормление сельскохозяйственной птицы / В.Н. Агеев, Ю.П. Квиткин, П.И. Паньков и др. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 272 с.
3. Васильева Е.А. Клиническая биохимия сельскохозяйственных животных. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 254 с.
4. Подчалимов М.И. Оптимизация кормления кур яичных и яично-мясных кроссов: Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – Курск, 1999. – 48 с.
5. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: Часть III. Свины и птица / Под ред. акад. РАСХН А.П. Калашникова, Н.И. Клейменова и проф. В.В. Щеглова. – М.: Знание, 1993. – 176 с.
6. Скурихин В.Н., Шабаетов С.В. Методы анализа витаминов А, Д, Е и каротина в кормах, биологических объектах и продуктах животноводства. – М.: Химия, 1996. – 96 с.
7. Технология промышленного производства яиц / Под общ. ред. Г.А. Тардатьяна, М.А. Асрияна. – Загорск, 1991. – 78 с.
8. Клиническая лабораторная диагностика в ветеринарии: Справочное издание / И.П. Кондрахин, Н.В. Курилов и др. – М.: Агропромиздат, 1985. – 287 с.
9. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1980. – 293 с.
10. Солдатенков П.Ф. Кровь и кровообращение / Под ред. Н.А. Шманенкова. – Л.: Наука, 1978. – 744 с. – (Руководство по физиологии).
11. Эйдрегевич Е.В., В.В. Раевская. Интерьер сельскохозяйственных животных – М.: Колос, 1978. – 255 с.
12. Таранов М.Т. Биохимия и продуктивность животных. – М.: Колос, 1976. – 240 с.
13. Воронянский В.И. Белковый и гликопротеидный спектр крови в связи с возрастом, породной принадлежностью, условиями содержания и кормления кур // Повышение продуктивности сельскохозяйственных животных. – Харьков, 1968. – Т. 3 (19). – С. 215-223.
14. Четкин А.В. Биохимия животных. – М.: Высшая школа, 1982. – 124 с.
15. Кухта В.К. Белки плазмы крови: Патохимия и клиническое значение. – Минск: Беларусь, 1986. – 80 с.
16. Капитаненко А.М., Дочкин И.И. Клинический анализ лабораторных исследований. – М.: Воениздат, 1988. – 270 с.
17. Болотников И.А., Конопатов Ю.В. Практическая иммунология сельскохозяйственной птицы. – СПб.: Наука, 1993. – 204 с.

BROILER CHICKENS BLOOD PROTEIN SPECTRUM AS A RESULT OF LYSINE SULPHATE ADDITION TO THE DIET

**E.S.D. Chernyavskikh¹, N.A. Musienko²
I.N. Yakovleva², Zh.A. Borodaeva¹**

¹ Belgorod State National Research University,
Pobedy St., 85, Belgorod, 308015, Russia
E-mail: Chernyavskikh@bsu.edu.ru

² V.Y. Gorin Belgorod State Agricultural
Academy, Vavilova St., 1, Maysky Set.,
Belgorod Reg., 308503, Russia

This paper describes the effect of a new additive of lysine sulphate (a microbiological synthesis product using *Corynebacterium glutamicum*) in the dose of 800 mg·kg⁻¹ and 1000 mg·kg⁻¹ body weight on the general health state and blood protein spectrum of broiler chickens. It was found that the additive did not affect the birds' organism unfavorably. An increased concentration of immunoglobulins, albumens, α- and γ-globulins is recorded after lysine sulphate addition to the diet. The dose of 800 mg·kg⁻¹ is more effective than 1000 mg·kg⁻¹.

Key words: blood proteins, lysine sulphate additive, broilers.

УДК 544.723.212: 547.94: 547.97

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНТЕГРАЛЬНОЙ АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ЭКСТРАКТОВ ИМБИРЯ С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ДЕТЕКТИРОВАНИЯ¹

Н.Г. Габрук
Ле Ван Тхуан
И.И. Олейникова

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

В работе исследована интегральная антиоксидантная активность (АОА) различных экстрактов имбиря и ее зависимость от условий хранения. Показано, что антиоксидантная активность водно-спиртового экстракта имбиря примерно в 1.5 раз выше, чем водного. Оптимальным условием хранения определено содержание экстракта при низких температурах без доступа воздуха. Составлены кинетические зависимости изменения АОА от условий хранения.

Ключевые слова: имбирь, экстракт, антиоксидантная активность, кулонометрическое титрование.

Введение

Имбирь (*Zingiber officinale*) – один из важнейших национальных продуктов стран юго-восточной Азии. Он уже более 2000 лет известен как пряность, универсальное лекарство и лечебное средство. Пряный, терпкий аромат имбиря обусловлен содержащимся в нем эфирным маслом (1.2–3%), а его жгучий вкус зависит от наличия фенольных соединений типа гингерола. Имбирь, как и другие лекарственные растения, содержит очень сложную смесь фармакологически активных компонентов, среди них бета-каротин, капсаицин, кофеиновая кислота, куркумин. Кроме этого в состав имбиря входят все незаменимые аминокислоты, включая триптофан, треонин, лейзин, метионин, фениланин, валин, соли магния, кальция, фосфора, а также витамины С, В₁, В₂ и А. [1] Поскольку в его состав входит большое количество биологических активных веществ, имбирь обладает очень высокой антиоксидантной активностью. Благодаря этому в последнее время имбирь является объектом исследования многих ученых.

В настоящее время поиск альтернативных методов определения антиоксидантной активности растительных объектов и пищевых продуктов представляет актуальную задачу. В настоящее время отсутствуют методики прямого определения интегральной антиоксидантной активности растительного материала. Но существуют различные методы, позволяющие косвенно определять АОА веществ, такие как: хемилюминесцентные, электрохимические, хроматографические и реже спектрофотометрические. Однако они являются длительными, трудоемкими или дорогостоящими. Кроме того, результаты трудно сопоставимы, так как они получены в разных модельных системах [2]. В данной работе предлагается метод оценки АОА – кулонометрическое титрование с использованием электрогенерированного брома. Этот метод обладает рядом преимуществ: хорошая воспроизводимость, высокая чувствительность, отсутствие длительной пробоподготовки.

Цель данной работы – оценить воспроизводимость кулонометрического метода для определения АОА растительного сырья, а также определить АОА различных экстрактов имбиря и изучить ее зависимость от условий хранения.

Экспериментальная часть

Экстракты имбиря готовили следующим образом: навеску (10.00 г) высушенных и измельченных частей имбиря помещали в круглодонную колбу и добавляли растворитель (200 мл). Кипятили в колбе с обратным холодильником на водяной бане в течение 15 мин. Настаивали 45 мин, процеживали и центрифугировали при 3000 об/мин. Полученный экстракт разбавляли растворителем до 200 мл [3].

Электрогенерацию галогенов осуществляли на электрохимическом стенде с обработкой результатов измерений программным обеспечением MultyLab. Определение вели при постоянной силе тока 5.0 мА из водного 0.2 М растворов КВг в 0.1 М H₂SO₄ с регистрацией конца титро-

¹ Работа выполнена в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-инновационные кадры России» на 2009/2013 годы (ГК П996, тема проекта «Использование инструментальных методов анализа в оценке структурных особенностей и физико-химических свойств наноразмерных энтеросорбентов»).



вания амперометрическим методом с двумя поляризованными платиновыми электродами ($\Delta E = 300$ мВ). Рабочим электродом служил платиновый генераторный электрод, вспомогательным электродом - стеклоуглеродный электрод в трубчатой камере с пористой диафрагмой, заполненной серной кислотой H_2SO_4 0.1М.

В электрохимическую ячейку вносили 50 мл 0.2 М раствора КВг и 10 мл 0.1 М серной кислоты, в раствор погружали на 1.5–2 см платиновый генераторный, двойной платиновый индикаторный электроды и камеру со стеклоуглеродным вспомогательным электродом. Проводили предэлектролиз фонового раствора, для удаления посторонних восстановителей, в течение 5–7 с. Затем электрогенерированным раствором брома заполняли бюретку для титрования. После этого в электрохимическую ячейку вносили 20,0 мл фонового раствора (H_2SO_4), аликвоту исследуемого экстракта (0.2–5.0 мл) и титровали электрогенерированным раствором брома до резкого увеличения тока в индикаторной цепи [4]. Фиксировали изменение индикаторного тока во времени. По перегибу на индикаторных кривых находили конечную точку титрования (к.т.т.) и рассчитывали количество электричества в кулонах, затрачиваемое на 100 г продукта по формуле [3]:

$$Q = \frac{ItV_1}{V_2},$$

где I — сила тока, А; t — время достижения к.т.т., с; V_1 — объем экстракта, полученного из 100 г сырья, мл; V_2 — объем аликвоты, мл.

По результатам кулонометрического титрования полученных экстрактов рассчитывали величину бромной антиоксидантной способности экстрактов.

Обсуждение результатов

Среди электрохимических методов, используемых для определения антиоксидантной активности веществ, чаще всего выбирают кулонометрический метод с помощью электрогенерированного брома. Так как, электрохимическое окисление бромид-ионов на платиновом электроде в кислых средах может привести к образованию Br_3^- , Br_2 , а также короткоживущих радикалов брома ($Br_{эл}^-$), адсорбированных на поверхности платинового электрода [5]. Образующиеся при электроокислении соединения брома и сам бром легко вступают в радикальные и окислительно-восстановительные реакции, а также реакции электрофильного замещения и присоединения по кратным связям [6]. Это позволяет тестировать широкий круг биологически активных соединений различной структуры, обладающих антиоксидантными свойствами.

Воспроизводимость используемого метода оценили следующим образом: приготовили водный экстракт имбиря из различных навесок и измерили их бромную антиоксидантную активность. Полученные значения приведены в таблице 1.

Таблица 1
Результаты определения бромной антиоксидантной активности водных экстрактов имбиря ($p = 0.95$)

№	Бромная АОА, Кл/100 г			среднее	Sr, %
	навеска				
	10 г	15 г	20 г		
1	2565.50	2590.00	2570.50	2575.00	1.2
2	2520.00	2615.50	2540.00		
3	2590.50	2550.50	2495.50		

Показано, что относительное стандартное отклонение составляет 1.2%, что позволяет говорить, что кулоновское титрование для определения АОА растительного материала имеет хорошую воспроизводимость.

В табл. 2 представлены результаты определения АОА водного и водно-спиртового (1:1) экстрактов имбиря во времени.

Как видно, бромная АОА у водно-спиртового экстракта почти в 1.5 раза больше, чем у водного. Это говорит о том, что бромная АОА экстрактов имбиря зависит от природы растворителей. Смесь воды и спирта в различных соотношениях известно как один из лучших экстрагентов, используемых для извлечения биологически активных веществ. Кроме того, спирт является хорошим антиоксидантом. Учитывая вышеизложенное, нами была рассчитана абсолютная антиоксидантная активность экстрактов имбиря, нивелирующая действие спирта.

Таблица 2
Результат определения бромной АОА экстрактов имбиря по времени

Сутки	Бромная АОА (Кл/100 г)	
	водный	водно-спиртовой
0	2575	4325
2	2250	4075
4	2045	3025
6	1817.5	2550
8	1532.5	2410
12	1200	1615
19	0	640

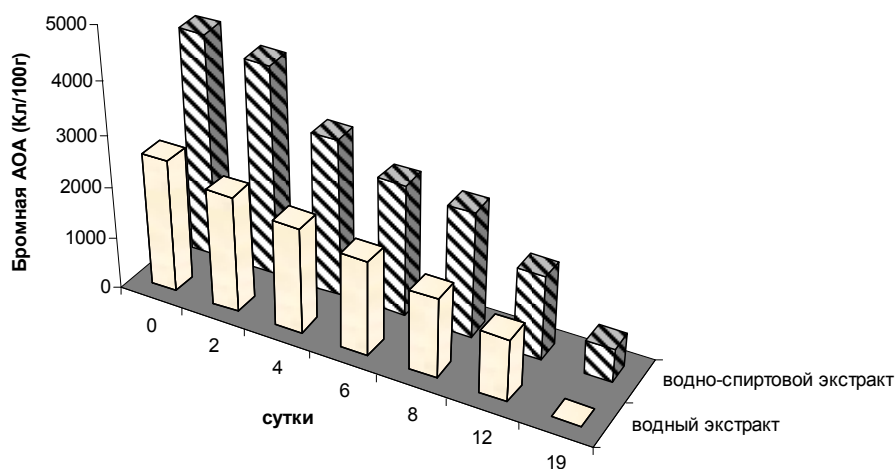


Рис. 1. Зависимость бромной АОА экстрактов имбиря от времени хранения

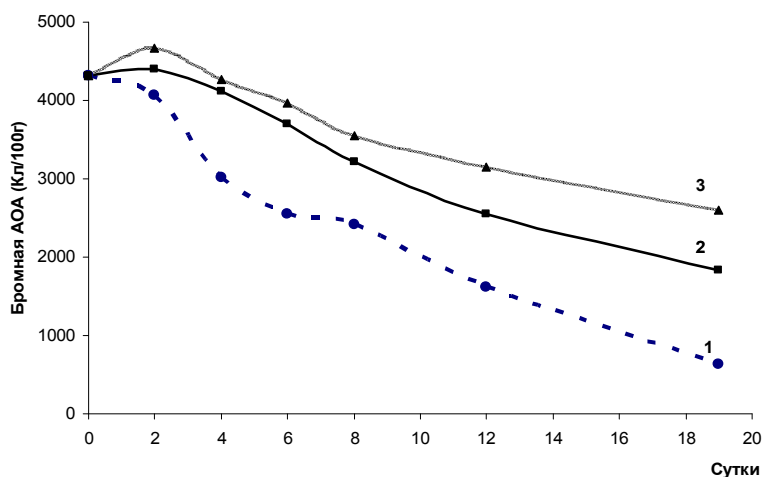


Рис. 2. Кинетическая зависимость АОА спиртового экстракта имбиря от условий хранения

На рисунке 1 показано изменение бромной АОА экстрактов имбиря во времени. Экстракты хранили при комнатной температуре на открытом воздухе. Кинетику окислительно-восстановительных процессов, протекающих в полученных экстрактах имбиря можно объяснить доступом воздуха и процессами гидролиза активных компонентов экстрактов. При этом следует отметить наибольшую стабильность водно-спиртовых экстрактов.

С целью установления оптимальных условий хранения полученных водно-спиртовых экстрактов были определены следующие параметры испытания: хранение экстрактов при комнатной температуре на воздухе (1), комнатной температуре без доступа воздуха (2) и на холоду при -10°C без доступа воздуха (3). На рис.2 представлены полученные зависимости.

Среди водно-спиртовых экстрактов имбиря, сохраненных в различных условиях, наибольшей стабильностью обладают экстракты, сохраненные при низких температурах.

Причем антиоксидантная активность экстрактов, хранившихся при комнатной температуре, как видно, уменьшается резко и примерно в шесть раз, по сравнению с первоначальным значением. Без доступа воздуха активность полученных экстрактов уменьшается плавно и динамика носит одинаковый характер.

Выводы

В работе исследована интегральная антиоксидантная активность различных экстрактов имбиря с помощью электрохимического детектирования и ее зависимость от условий хранения. Установлено, что антиоксидантная активность водно-спиртового экстракта имбиря примерно в 1,5 раз превышает соответствующее значение для водного. Со временем АОА экстрактов имбиря убывает, но степень стабильности больше при низкой температуре без доступа воздуха. Показано, что кулонометрическое титрование с помощью электрогенерированного брома является хорошо воспроизводимым методом определения антиоксидантной активности растительного материала.

антиоксидантная активность водно-спиртового экстракта имбиря примерно в 1,5 раз превышает соответствующее значение для водного. Со временем АОА экстрактов имбиря убывает, но степень стабильности больше при низкой температуре без доступа воздуха. Показано, что кулонометрическое титрование с помощью электрогенерированного брома является хорошо воспроизводимым методом определения антиоксидантной активности растительного материала.

Список литературы

1. Самченко О.Н., Чижикова О.Г. использование пряностей семейства Имбирные в качестве источника биологических активных веществ в изделиях из муки / Вестник ТГЭУ. – 2008. – № 4. – С. 67-72.
2. Абуллин И.Ф., Чернышева Н.Н., Турова Е.Н. и др. Экспрессная оценка антиоксидантной активности растительного сырья // II Всероссийская конференция Химия и технология растительных веществ. – Казань, 2002. – С. 77-78.
3. Турова Е.Н. и др. Применение электрогенерированного брома для оценки интегральной антиоксидантной способности лекарственного растительного сырья и препаратов на его основе // Журнал аналитической химии. – 2002. – № 6. – Т. 57. – С. 666-670.
4. Гундулина Т.М., Мамаева Е.А., Бакибаев А.А. и др. Электрические методы анализа. – Томск: Изд. ГПУ, 2008. – 148 с.
5. Casalbore G., Mastragostino M., Valcher S. // J Electroanal Chem. – 1978. – Vol. 87, №. 3. – P. 411-418.
6. Абуллин И. Ф., Будников Г. К. // Заводская лаборатория. – 1998. – Т. 64. – №. 1. – С. 1-12.

DETERMINATION OF INTEGRAL ANTIOXIDANT ACTIVITY OF VARIOUS EXTRACTS OF GINGER USING ELECTROCHEMICAL DETECTING

N.G. Gabruk
Le Van Thuan
I.I. Olejnikova

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

E-mail: Gabruk@bsu.edu.ru

In the work the integral antioxidant activity (AOA) of various extracts of ginger and its dependence on the conditions of storage is investigated. It is shown that antioxidant activity of a hydroalcoholic extract of ginger is approximately 1.5 times higher, than of its aqueous extract. The optimum condition of storage determines the contents of an extract at low temperatures without access of air. Kinetic dependences of the change of AOA on the conditions of storage are set.

Key words: ginger, extract, antioxidant activity, coulometric titration.

УДК 547.76837.1.07

СИНТЕЗ И СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ 1-(2-АМИНОЭТИЛ)-3Н-ПИРРОЛО [2,3-С]АКРИДИНА

Т.М. Алябьева

Белгородский университет
кооперации, экономики и права,
Россия, 308023, г. Белгород,
ул. Садовая, 116-а,
E-mail: kaf-end-zav@buket.ru

С целью поиска физиологически активных соединений осуществлен синтез 1-(2-аминоэтил)-3Н-пирроло[2,3-с]акридина. Исследованы физико-химические и спектральные характеристики синтезированной структуры.

Ключевые слова: 3Н-пирроло[2,3-с]акридин, реакция Джемпа-Клингемана, реакция Фишера, 1-(2-аминоэтил)-3Н-пирроло [2,3-с]акридина.

Введение

Ранее нами синтезирована новая гетероциклическая система 3Н-пирроло [2,3-с]акридина, где пиррольный фрагмент непосредственно конденсирован с акридиновым циклом, путем циклизации акридинилгидразона этилпирувата в условиях реакции Фишера [1].

Фармакологический аспект подобного рода гетероциклических систем представляет определенный интерес. Прежде всего, это связано со своеобразным мутагенным действием акридина на ДНК, которое имеет огромное значение для молекулярной биологии и предопределяет поиск в этом ряду противоопухолевых препаратов нового типа [2]. Появление в конденсированной системе пирролоакридина индольного фрагмента, с его не менее известным спектром физиологического действия, дает возможность предполагать появление в этом ряду новых биологически активных веществ.

Среди соединений индольного ряда наиболее интересными физиологически активными соединениями можно считать триптамин, серотонин и их производные. Биогенный амин эпифиза-5-метокситриптамин обладает высокой радиозащитной и психотропной активностью, индопан является стимулятором центральной нервной системы. Не менее интересны и другие структурные аналоги триптамина – буфотенин, псилоцин и псилоцибин [3].

В связи с этим, представляет интерес синтез аналога триптамина на основе новой гетероциклической системы 3Н-пирроло[2,3-с]акридина, исследование его физико-химических и спектральных характеристик и физиологической активности.

Объекты и методы исследования

Для синтеза соединений использовались химически чистые реактивы и их растворы.

ИК спектры сняты на приборе UR-20 в суспензии с вазелиновым маслом или в растворителе, который указан в каждом конкретном случае.

УФ спектры получены на приборе Spesord в этаноле.

Спектры ЯМР ¹H сняты на спектрометрах HA-100D фирмы «Varian» и WP-360 фирмы «Bruker», внутренний стандарт ГМДС, растворитель указан в каждом конкретном случае.

1-(2-Нитровинил)-3Н-пирроло[2,3-с]акридин (2). В 5 мл этанола растворяют 0.49 г (2 ммоль) 1-формил-3Н-пирроло[2,3-с]акридина, добавляют 2 мл нитрометана и 0,2 г ацетата аммония. Смесь кипятят в течение 2 часов. Через 0,5 часа наблюдается выпадение осадка оранжевого цвета. Смесь охлаждают, осадок отфильтровывают, промывают водой и сушат. Очищают хроматографически на колонке с силикагелем, элюент-эфир. Выход 0.47 г (96%), температура плавления 244-246°C (из этилацетата). ИК спектр (вазелиновое масло), $\nu_{\text{макс}}$: 1315 (NO_2), 3320 cm^{-1} (NH). УФ спектр, $\lambda_{\text{макс}}(\text{lg}\epsilon)$: 218 (4.61), 261 (4.75), 290 (4.69), 342 (4.31), 418 нм (4.14). Найдено: С 70.25; Н 3.58; N 14.14%. $\text{C}_{17}\text{H}_{11}\text{N}_3\text{O}_2$. Вычислено: С 70.61; Н 3.82; N 14.50%. Данные ЯМР ¹H спектра представлены в таблице 1.

1-(2-Аминоэтил)-3Н-пирроло[2,3-с]акридин (3). 0.58 г (2 ммоль) 1-(2-Нитровинил)-3Н-пирроло[2,3-с]акридина растворяют в 15 мл абсолютного тетрагидрофурана и при осторожном нагревании и перемешивании добавляют 0,4 г (10 ммоль) LiAlH_4 . После окончания бурной реакции, смесь кипятят 3 часа, затем охлаждают, избыток восстановителя разлагают этилацетатом и отделяют, фильтрат упаривают и оставшийся маслообразный продукт хроматографируют на колонке с силикагелем. Элюируют вначале этилацетатом, затем смесью метанол-этилацетат

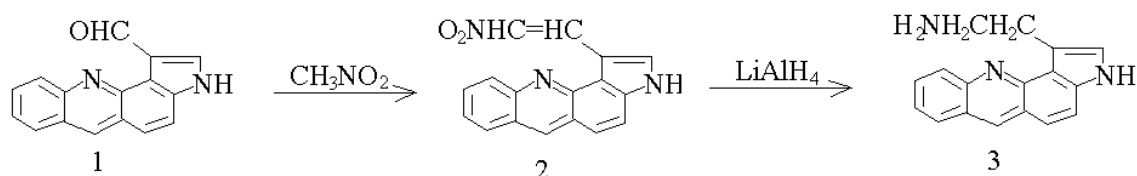
(9:1). Растворитель упаривают в вакууме. Получают 0.48 г (83%) вещества желтого цвета, температура плавления 272-276° (с разложением). ИК спектр (вазелиновое масло), $\nu_{\text{макс}}$: 3180, 3262 (NH_2), 3350 cm^{-1} (NH). УФ спектр, $\lambda_{\text{макс}}$ ($lg \epsilon$): 204 (3.41), 218 (3.49), 238 (3.45), 322 (4.58), 360 нм (4.23). Найдено: C 78.22; H 5.52; N 16.0%. $C_{17}H_{15}N_3$. Вычислено: C 78.12; H 5.71; N 16.12%. Данные ЯМР 1H спектра представлены в таблице 1.

Результаты и их обсуждение

Синтез индолилалкиламинов обычно разделяют на две группы. С одной стороны, это синтез с замыканием индольного цикла при наличии готовой боковой цепи, среди которых наиболее распространен метод, основанный на использовании реакций Джэппа-Клингемана и Фишера [4], с другой стороны – синтез индольного цикла, включающий превращение соответствующего индола в индолил-3-ацетонитрил, нитровинилиндола или индолил-3-глиоксиламида с последующим их восстановлением в триптамин [5].

Поскольку пирролоакридин синтезирован нами по реакции Джэппа-Клингемана и Фишера, была проверена возможность использования этого метода и для получения аналога триптамина. Однако многочисленные попытки провести азосочетание с этиловым эфиром α -ацетил- β -фталимидовалериановой кислоты и выделить соответствующий гидразон были безуспешны.

1-(2-аминоэтил)-3H-пирроло[2,3-с]акридин (3) был синтезирован нами на основе 1-формил-3H-пирроло[2,3-с]акридина (1) по схеме:



Конденсацию 1-формил-3H-пирроло[2,3-с]акридина с нитрометаном проводили в этаноле при 80° в течение 1 часа в присутствии каталитических количеств ацетата аммония, в результате с количественным выходом получен 1-(2-нитровинил)-3H-пирроло[2,3-с]-акридин (2). Строение нитровинильного производного установлено на основании спектральных данных и элементного анализа.

В ЯМР 1H спектре соединения 2 имеются два дублета олефиновых протонов в области 9.16 и 9.62 м.д. с константой спин-спинового взаимодействия 13.5 Гц, что указывает на их транс-расположение (табл. 1).

Таблица 1
Химические сдвиги (δ м.д.) и константы спин-спинового взаимодействия (J, Гц) пиррола[2,3-с]акридина и его производных

Соединение	Растворитель	Химические сдвиги (δ м.д.)										Константы спин-спинового взаимодействия (J, Гц)
		H_1	H_2	H_3	H_4	H_5	H_6	H_7	H_8	H_9	H_{10}	
3H-пирроло[2,3-с]акридин	CCl_4 - $DMCO-d_6$	7.19	7.31	11.28	7.5	7.59	8.63	7.9	7.42	7.42	8.13	$J_{1,2}=3.0$ $J_{2,3}=2.6$ $J_{1,3}=2.3$ $J_{4,5}=8.9$
1	$DMCO-d_6$	11.44-CHO	8.1	-	7.81	7.73	9.05	8.06	7.63	7.63	8.18	$J_{4,5}=8.0$
2	<i>d</i> -ацетон	9.16-CH 9.62-CH=NO ₂	8.26	11.89	7.78	7.92	9.01		7.6	-	8.4	$J_{4,5}=9.0$ $J_{CH,CH}=13.5$
3	$DMCO-d_6$	2.88-CH ₂ -CH ₂	7.28	11.65	7.51	7.59	8.98	7.79	7.7	7.7	8.05	$J_{4,5}=8.9$

В ИК спектре соединения 2 вместо полосы поглощения C=O группы появляется новая слабая полоса в области 1315 cm^{-1} , которую следует отнести к колебаниям группы NO_2 .

Восстановление нитровинильного производного $LiAlH_4$ в тетрагидрофуране протекает достаточно легко, и соединение 3 получено с выходом 83%.

Структура соединения подтверждена ИК спектром, где имеются две новые полосы поглощения в области 3180 и 3262 cm^{-1} , которые относятся к валентным колебаниям аминогрупп.

пы и ЯМР ^1H спектром (табл. 1), где присутствуют сигналы протонов группы $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ с средним химическим сдвигом 2,88 м.д. Данные элементного анализа соединения 3 соответствуют вычисленным.

Выводы

Осуществлен синтез 1-(2-аминоэтил)-3H-пирроло[2,3-с]акридина и подобраны оптимальные условия проведения реакции. Исследованы физико-химические и спектральные характеристики синтезированной структуры.

Список литературы

1. Алябьева Т.М., Суворов Н.Н., Хоштария Т.Е. Химия гетероциклических соединений. – 1979. – №11, – С. 1524.
2. Ауэрбах Ш.А. Проблемы мутагенеза. – М.: Мир, 1978. – 464 с.
3. Машковский М.Д. Лекарственные средства. – М.: Новая волна, 2010. – 1216 с.
4. Gilchrist T.L. Synthesis of aromatic heterocycles // J. Chem.Soc. Perkin Trans 1. – 1999. – P.2849-2866.
5. Gribble G.W. Recent developments in indole ring synthesis – methodology and applications // J. Chem. Soc. Perkin Trans 1. - 2000. - P.1045-1076.

SYNTHESIS AND SPECTRAL CHARACTERISTICS OF 1-(2-AMINOETHYL)-3H-PIRROLO(2,3-C) ACRIDINE

T.M. Alyabieva

*Belgorod University of Cooperation,
Economics and Law,
Sadovaya St., 116a, Belgorod,
308023, Russia
E-mail: kaf-end-zav@bukep.ru*

In order to search for physiologically active compositions there has been carried out a synthesis of 1-(2-aminoethyl)-3H-pirrolo(2,3-c)acridine; studies physical, chemical and spectral characteristics of synthesized structure.

Key words: -3H-pirrolo(2,3-c) acridine, Jepp-Klingeman reaction, Fisher reaction, 1-(2-aminoethyl)-3H-pirrolo(2,3-c) acridine.

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 332.37

ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО АГРОЛАНДШАФТОВ ПРИВОЛЖСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ И ДАННЫХ КОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ¹

Т.Н. Ковалева ¹
Ф.Н. Лисецкий ²

¹ Саратовский государственный университет им. Н.И. Вавилова, Россия, 410012, г. Саратов, Театральная пл., 1
E-mail: tnk2003@list.ru

² Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85
E-mail: Liset@bsu.edu.ru

На примере агроландшафтов Приволжской возвышенности обоснована необходимость проведения землеустройства сельскохозяйственных земель с использованием данных космического мониторинга. Рассмотрены вопросы дешифрирования необрабатываемых и используемых по нецелевому назначению земель, предложена методика картографирования антропогенной преобразованности агроландшафтов по материалам дистанционного зондирования Земли. Это позволяет на основе обновленного картографического материала оценить современное состояние земель сельскохозяйственного назначения; осуществлять земельный контроль и управление территориями; проводить учет, мониторинг, прогнозирование и планирование использования земель.

Ключевые слова: землеустройство, агроландшафты, картографирование, дешифрирование, космический мониторинг.

Введение

Земли Приволжской возвышенности исторически являются территорией сельскохозяйственного производства, поэтому их отличает значительная степень трансформации в результате хозяйственной деятельности человека. Из-за высокой интенсивности аграрного освоения земель и сложного рельефа местности, изрезанного разветвленной овражно-балочной сетью, сельскохозяйственные угодья подвержены водной эрозии и дефляции (рис. 1).

В 1950-1987 годах на Приволжской возвышенности активно внедряли почвозащитные системы земледелия и землеустройства, направленные на регулирование поверхностного стока воды и интенсивности водно-эрозионных потерь почвы. За годы аграрной и земельной реформ, в результате чего произошло увеличение количества новых землевладельцев и землепользователей, объем таких работ резко сократился. Как результат, часть угодий была выведена из сельскохозяйственного производства и в настоящее время находится в бросовом состоянии, зарастает травянистой и кустарниковой растительностью. Другая же часть интенсивно используется собственниками и пользователями в сельском хозяйстве, но без соблюдения научно обоснованных рекомендаций, руководствуясь конъюнктурой рынка и стремлением по получению прибыли в кратчайшие сроки.

В ежегодных отчетах Управления федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии (Росреестра) и Министерства сельского хозяйства России из-за использования устаревших плано-картографических материалов и формального проведения государственного земельного контроля и учета земель не отражается актуальная ситуация по состоянию и использованию земель сельскохозяйственного назначения.

В настоящее время правительством страны осуществляется новая государственная политика, изложенная в Концепции долгосрочного социально-экономического развития РФ на период до 2020 года (далее, Концепция 2020) [1] по обеспечению потребностей населения сельскохозяйственной продукцией и продовольствием отечественного производства за счет улучшения и повышения продуктивности используемых в сельскохозяйственном производстве

¹ Работа выполнена при грантовой поддержке РФФИ: № 11-05-90705-моб_ст.

земельных и других природных ресурсов; сохранения и улучшения природных ландшафтов; улучшения почвенного плодородия, модернизации мелиоративных систем и расширения мелиорированных земель.

Сходными проблемами по выявлению земель, пригодных для введения их в сельскохозяйственный оборот, обеспокоено и мировое сообщество. В связи с этим, такие организации как Организация ООН по вопросам продовольствия и сельского хозяйства (FAO), Европейский союз (EU), Программа по охране окружающей среды ООН (UNEP) и Министерство сельского хозяйства Соединенных Штатов (USDA) помогают как развитым, так и развивающимся странам создать актуальные и полные базы данных о землепользованиях. Трудности составления таких баз данных связаны с плохой связью между производителями специализированного программного обеспечения, поставщиками данных, уровнем освоения информационных технологий специалистами и конечными пользователями.



Рис. 1. Агрландшафты Приволжской возвышенности (южная часть Саратовского района Саратовской области) с кадастровым делением территории (снимок с геопортала kosmosnimki.ru)

Более чем полувековой опыт борьбы с почвенно-деградационными процессами в различных странах мира показал, что от внедрения отдельных почвозащитных приемов и их комплексов необходимо переходить к высокотехнологичному обоснованию территориальной организации агроландшафтов и смежных земель, в структуре которой почвозащитная система земледелия представляла бы целостную и органично вписанную подсистему [2]. В связи с этим необходимо новое проектирование или корректировка землеустройства агроландшафтов на основании точных и оперативно полученных данных по использованию и состоянию земель сельскохозяйственного назначения. Проведение таких работ возможно только путем получения в кратчайшие сроки данных крупномасштабных космических съемок, дешифрирования материалов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и создания актуального картографического материала средствами специализированных ГИС-программ для последующего проведения землеустроительных работ. А, следовательно, весьма актуальным становится совершенствование технологий в этой области.

Объекты и методы исследования

В рамках научной работы, проведенной при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) в 2011 году, нами разработана методика землеустройства антропогенно преобразованных агроландшафтов с использованием данных космического мониторинга. В НИУ «БелГУ» опорным структурным подразделением Учебно-научного и инновационного кластера «Геоинформатика и технологии дистанционного зондирования Земли в

экологии и рациональном природопользовании» является Федерально-региональный центр аэрокосмического и наземного мониторинга объектов и природных ресурсов. Центр оснащен многофункциональными аппаратно-программными комплексами, что позволяет реализовать технологии дистанционного и наземного мониторинга, обеспечивающие проведение работ в области ГИС-технологий и формировании Российской инфраструктуры пространственных данных как информационной основы устойчивого развития регионов [3].

Центром созданы информационные и технологические основы для подготовки к использованию в системе дистанционного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения актуализированной картографической и спутниковой информации, данных мониторинга фитосанитарной обстановки, агроклиматических данных, статистической информации и интеграции пространственных данных, а также апробации моделей зависимости климатических данных и показателей эффективности сельскохозяйственного производства по агроклиматическим зонам [4].

Объектом исследования выбраны агроландшафты Приволжской возвышенности. При проведении исследований использовали следующие материалы: цифровые крупномасштабные космические снимки со спутников Quick Bird (М 1:4000 с разрешением 2.4 м) и Landsat 5 (многозональные снимки с пространственным разрешением 30 м), находящиеся в открытом доступе. Также использовали архивные черно-белые крупномасштабные аэрофотоснимки, топографические и тематические карты исследуемой территории, данные полевых изысканий, проводимых на территории ЗАО «Синеньское» Саратовского района Саратовской области с 2003 года.

Цель исследования состояла в разработке методики картографирования антропогенной преобразованности агроландшафтов по материалам ДЗЗ для оценки уровня использования земель Приволжской возвышенности и масштабов их деградации, а также в обосновании путей применения данных дистанционного зондирования (ДЗЗ) для целей землеустройства сельскохозяйственных предприятий.

Исследование включало несколько этапов: предполетной камеральной; полевые изыскания; камеральный этап окончательного дешифрирования космических снимков, геоинформационного картографирования и разработки проекта землеустройства территории. Схема и последовательность работ приведены на рисунке 2. Для обработки космических снимков использованы специализированные программные продукты ENVI, ERDAS Imagine и ArcGIS.



Рис. 2. Технологические этапы землеустройства агроландшафтов с использованием ДДЗ

Результаты и их обсуждение

Как показано ранее [5], геоинформационные технологии позволяют автоматизировать обработку не только пространственно координированной информации, но и временной составляющей географических структур, обеспечивая проведение объективной классификации антропогенных модификаций ландшафта.

При проведении агроландшафтных исследований использованы космические снимки масштабного ряда (для соблюдения принципа дешифрирования от общего к частному), спектрального ряда, временного ряда (выполненные в разное время года и разное время суток), ретроспективные снимки (с интервалом съемки в несколько лет).

Обработку ДДЗ проводили в несколько этапов (рис. 3): привязка снимков к топографической основе, классификация объектов на снимке, получение тематических векторных слоев, ГИС-картографирование на территорию исследования.

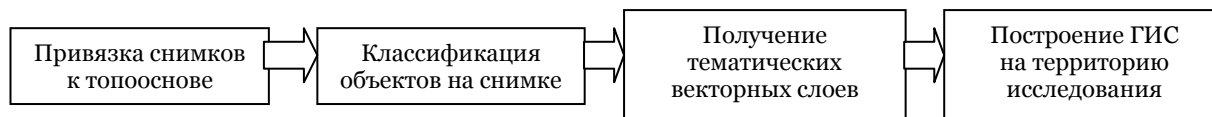


Рис. 3. Схема построения ГИС по ДДЗ

На начальном этапе выполнения проекта все спутниковые данные прошли геометрическую корректировку в программном комплексе ENVI, что необходимо для их корректного взаимного сопоставления. Затем средствами ERDAS Imagine проведена классификация объектов на основе их спектральных признаков. Для целей сельскохозяйственного картографирования процесс обработки и интерпретации ДДЗ включал следующие этапы: устранение геометрических искажений, исключение из анализа облачных областей, выделение посевов сельскохозяйственных культур, расчет и анализ вегетационных индексов, верификация результатов по данным наземных обследований, построение карт оценок состояния посевов.

При этом комплексный и оперативный характер агроландшафтных исследований достигался путем совместного использования результатов долговременных инструментальных наблюдений на стационарных площадках и временных серий космических изображений, позволяющих наблюдать за динамикой компонентов природных систем и фенологическими сменами растительного покрова. Полученные при дешифрировании классы векторизовали в тематические слои в программе ArcGIS: гидрографическая и овражно-балочная сети, сельскохозяйственные угодья (обрабатываемые и не обрабатываемые), леса и защитные лесные насаждения, застроенные территории, инфраструктура.

Вопрос выявления неиспользуемых и нерационально используемых земель крайне актуален для современной России. Кадастровый учет земель и ежегодная отчетность землепользователей не дают объективной информации об использовании земель сельскохозяйственного назначения по угодьям. В то же время, при выявлении бросовых земель (залежей) по космическим снимкам возникает проблема верификации результатов в связи со схожестью спектральных характеристик необрабатываемых земель с залежными, пастбищными и сенокосными участками.

Поэтому, нами был выбран нестандартный путь решения данного вопроса методом дедукции – от общего к частному. Для выявления неиспользуемых и нерационально используемых земель мы, в первую очередь, построили карты распределения сельскохозяйственных культур. При этом с максимальной точностью картографировали пахотные земли, применяя нормализованный разностный вегетационный индекс NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). NDVI коррелирует с плотностью растительности, всхожестью посевов, продуктивностью угодий. Индекс рассчитывается как отношение разности значений отражения в ближней инфракрасной и красной областях спектра к их сумме. Значения NDVI находятся в диапазоне от –1 до 1. Для зеленой растительности отражение в красной области всегда меньше, чем в ближней инфракрасной, за счет поглощения света хлорофиллом, поэтому значения NDVI для растительности не могут быть меньше нуля (табл. 1). Картограмма индекс NDVI являлась основой для выявления типов объектов земной поверхности.

Таблица 1

Значения NDVI для разных типов объектов [6]

Тип объекта	Коэффициент отражения в красной области спектра	Коэффициент отражения в ближней инфракрасной области спектра	Значение NDVI
Густая растительность	0.1	0.5	0.7
Разреженная растительность	0.1	0.3	0.5
Открытая почва	0.25	0.3	0.025
Облака	0.25	0.25	0
Снег и лед	0.375	0.35	-0.05
Вода	0.02	0.01	-0.25
Искусственные материалы (бетон, асфальт)	0.3	0.1	-0.5

Во время вегетационного периода отражающая способность растительности меняется в красном и ближнем инфракрасном каналах и зависит от многих факторов, в том числе от ко-



личества зеленой фитомассы и густоты растительного покрова. Расчет NDVI позволил выявить проблемные зоны угнетенной растительности, давая возможность принимать наиболее верные управленческие решения, обеспечивающие повышение урожайности возделываемых культур.

При помощи статистической обработки карт NDVI помимо определения количества фитомассы можно также выделить площади посева различных сельскохозяйственных культур. Значения NDVI растут по мере возрастания густоты растительности. Водная поверхность имеет отрицательное значение NDVI, обнаженная почва без растительности и различные породы дают значения NDVI около нуля.

В связи с этим, выявление неиспользуемых и нерационально используемых земель основано на мониторинге земель сельскохозяйственного назначения путем создания периодических карт значений NDVI на район наблюдения. Это позволяет получать текущие оценки зеленой фитомассы относительно средних многолетних значений, типичных для конкретной территории. После соединения разновременных изображений, результатов классификации спектральных яркостей, полученной по материалам дешифрирования космических снимков, с существующей картой растительного покрова землепользования и календарными данными об урожае, мы можем четко выявить границы обрабатываемых и не обрабатываемых угодий. В таблице 2 приведены данные, получаемые при дешифрировании снимков, сделанных в разные месяцы года.

Необходимо отметить, что органичная увязка возможностей ГИС-технологий и данных ДДЗ помогает проводить мониторинг состояния естественных угодий, пастбищ и сенокосов, выявлять географические особенности и темпы развития эрозионных процессов и определять приоритетные районы для внедрения противоэрозионных мероприятий [7-9].

Большое значение для создания проектов землеустройства сельскохозяйственного предприятия на основе ГИС-технологий имеет правильный подбор и полнота аналитических данных о землепользовании. Схема увязки данных об агроландшафте в тематической землеустроительной ГИС представлена на рисунке 4.

Таблица 2

Тематика данных, получаемых при дешифрировании космических снимков (КС), полученных в течение календарного года

Дата съемки	Данные, получаемые по результатам дешифрирования КС
Октябрь-март	динамика снежного покрова; оценки влагонакопления, готовности угодий к следующему сезону.
Апрель-май	степень увлажнения почв и температура поверхности; площадь земель, занятая сельскохозяйственными культурами; площадь пашни, занимаемая озимыми культурами; площадь земель без осенней послеуборочной обработки почвы; площади земель, на которых проведены инженерно-мелиоративные мероприятия; оценка состояния озимых культур для выявления и определения площади ареалов деградированных и погибших озимых; оценка качества проведения осушительной мелиорации.
Июнь-июль	площадь земель под зерновыми, пропашными и техническими культурами; площадь паров и степень их засоренности, необходимость противосорняковых мероприятий; динамика сенокосных работ; участки, требующие внесения удобрений и ядохимикатов в почву для повышения продуктивности; оценка состояния всходов; выявление очагов повышенной засоренности и поражения зерновых культур; проведение оперативной оценки состояния растительности и фитомассы урожая; проведение мониторинга и оценки качества оросительных работ; прогнозирование и предварительная оценка урожайности сельскохозяйственных культур.
Август-сентябрь	мониторинг уборочных работ и оценка готовности угодий к следующему сезону.

Составление высокоточных карт землепользований по угодьям для максимально правильного подсчета не используемых и не рационально используемых земель основывается на использовании крупномасштабных космических снимков с высоким пространственным разрешением.

Накапливая многолетние данные периодических карт значений NDVI на район наблюдения, и сопоставляя полученный планово-картографический материал, можно сделать вывод об уровне и эффективности использования каждого конкретного землепользования. Данная методика может быть использована при проведении государственного земельного контроля и при принятии решений об изъятии не рационально используемых земель для их последующего перераспределения.

По результатам проведенных нами исследований на основании дешифрирования ДДЗ по вышеизложенной методике выявлено, что 42% сельскохозяйственных угодий на изучаемой территории не обрабатывается и находится в залежном состоянии.

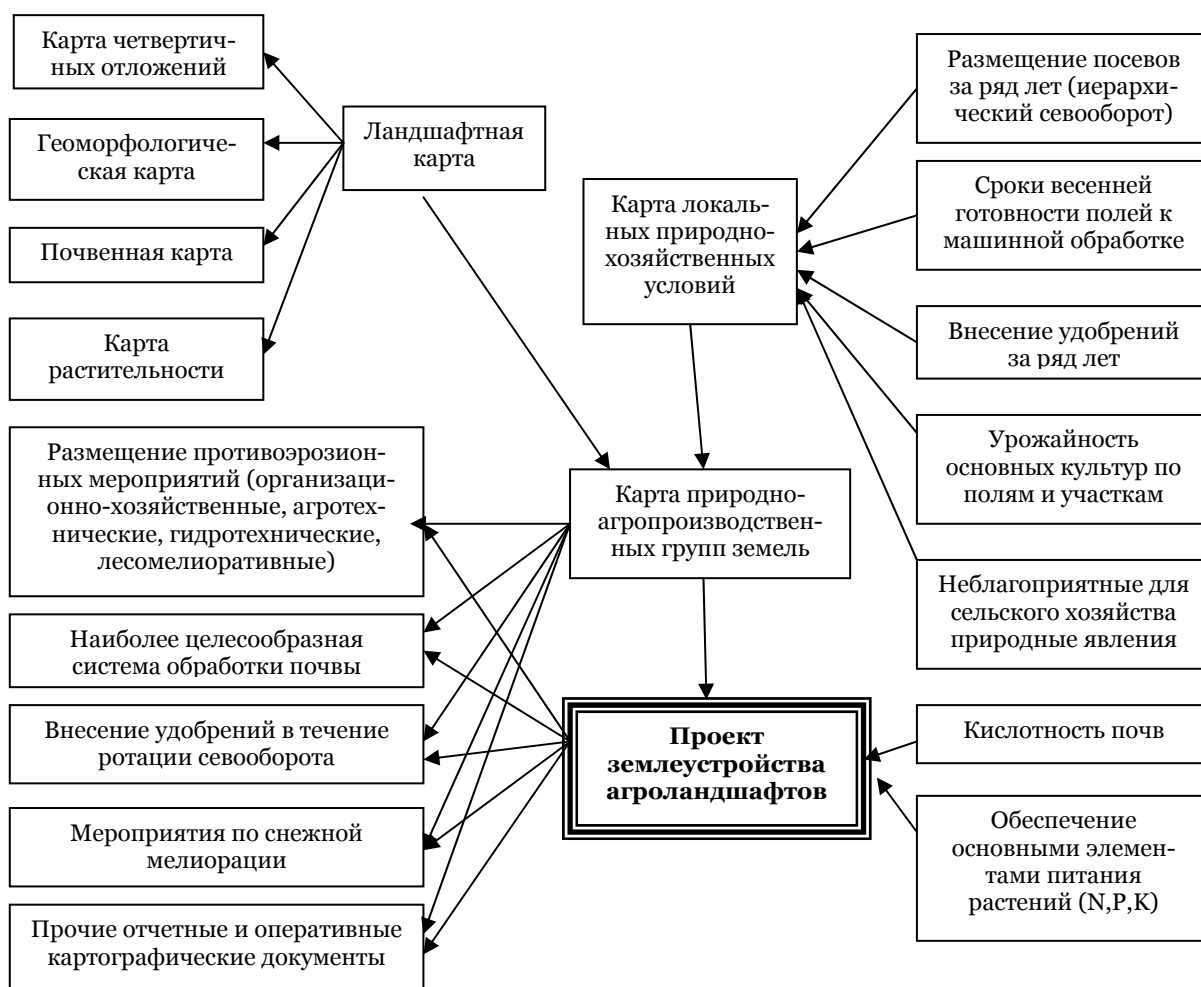


Рис. 4. Тематические карты в ГИС и их взаимосвязь при разработке проекта землеустройства агроландшафта

Большая часть этих земель расположена на склоновых землях с уклоном от 3 до 5°, снижение интенсификации их использования в сельском хозяйстве и перевод в залежное состояние способствует развитию природной степной растительности, свойственной для данной территории, повышению биологического и ландшафтного разнообразия, оздоровлению водных объектов, примыкающих к эрозионно опасным позициям агроландшафтов. Но на пахотных землях сельскохозяйственное производство часто ведется без соблюдения научно обоснованных рекомендаций, что приводит к усиленному выносу питательных элементов из почвы и дальнейшему развитию эрозионной деградации земель.

Выводы

Таким образом, внедрение результатов космического мониторинга агроландшафтов позволило уточнить данные государственного кадастрового учета земель, получить сведения о качественном состоянии земель, уровне интенсификации земледелия и развитии деградационных процессов на территории, выявить нерациональное использование и использование не по целевому назначению земель сельскохозяйственного назначения. Кроме того, удалось собрать необходимые сведения для проведения землеустройства сельскохозяйственных предприятий.

Предлагаемая методика картографирования антропогенной преобразованности агроландшафтов позволяет в кратчайшие сроки обеспечить проектные организации и органы государственной власти в сфере рационального природопользования достоверными сведениями о количественном и качественном состоянии земель сельскохозяйственного назначения, может способствовать более эффективному землеустроительному проектированию на агроландшафтной основе в соответствии с научно-обоснованными рекомендациями для каждой конкретной территории. Для этого помимо специальных программ для агроменеджмента на базе геоин-



формационных систем, а также аэрокосмических снимков востребованы такие технологии, как системы глобального позиционирования (GPS, ГЛОНАСС).

Это позволит не только реализовать Концепцию 2020, но и сделать существенный шаг к осуществлению идеи В.И. Вернадского о ноосфере, по крайней мере, для организации экологически ориентированного аграрного производства. Применение ГИС-технологий и ДЗЗ при землеустройстве сельскохозяйственных предприятий позволяет систематизировать и использовать совокупность накопленных данных и знаний, решать проблему рационального природопользования на первоначальной стадии путем формирования экологически устойчивых землепользований, рационального ведения сельскохозяйственного производства.

Список литературы

1. Распоряжение Правительства РФ № 1662-р от 17.11.2008 г. «Об утверждении концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.consultant.ru>, свободный. – Загл. с экрана.
2. Лисецкий Ф.Н. Пространственно-временная организация и почвозащитное обустройство агроландшафтов: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора географических наук. – Одесса, 1994. – 35 с.
3. Давыденко Т.М., Лисецкий Ф.Н., Пересыпкин А.П. Создание и развитие университетских учебно-научных инновационных комплексов в сфере геоинформатики и природопользования как фактор интеграции науки, образования и бизнеса // Земля из космоса: наиболее эффективные решения. – 2010. – №5. – С. 37-44.
4. Организация экологического мониторинга природно-технических систем средствами Центра коллективного пользования Белгородского госуниверситета / Ф.Н. Лисецкий, А.Э. Боровлев, С.А. Кунгурцев и др. // Экологические системы и приборы. – 2007. – №7. – С. 3-7.
5. Замураева М.Е., Нарожная А.Г., Мозговая О.М. Использование моделей геообработки для исследования антропогенных модификаций ландшафтов // Проблемы непрерывной географической освіти і картографії: Збірник наукових праць. – Харків: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2010. – Вып. 12. – С. 61-67.
6. Вегетационные индексы. Основы, формулы, практическое использование [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://mapexpert.com.ua/index_ru.php?id=20&table=news, свободный. – Загл. с экрана.
7. Ландшафтно-интерпретационное картографирование / Т.И. Коновалова, Е.П. Бессолицына, И.Н. Владимиров и др. – Новосибирск: Наука, 2005. – 424 с.
8. Перфильев С.Е. Технологии ГИС-картографирования ДЗЗ в космическом агропромышленном мониторинге. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.gisa.ru/53045.html>, свободный. – Загл. с экрана.
9. Юферев В.Г. Агролесомелиоративное картографирование и моделирование деградационных процессов на основе аэрокосмического мониторинга и геоинформационных технологий: автореферат дис. докт. с.-х. наук. Волгоград – 2009. – 24 с.

LAND MANAGEMENT OF AGROLANDSCAPES OF VOLGA UPLAND USING MODERN SOFTWARE TOOLS AND DATA OF SPACE MONITORING

T.N. Kovaleva¹
F.N. Lisetskii²

¹ *Saratov State Agrarian University,
Teatralnaya Sq., 1, Saratov, 410012,
Russia
E-mail: tnk2003@list.ru*

² *Belgorod State National Research
University, Pobedy St., 85, Belgorod,
308015, Russia
E-mail: Liset@bsu.edu.ru*

In the example of agrolandscapes of the Volga Upland the necessity of land management of agricultural territories with application of modern software and remote sensing data is proved. Authors considered questions of the decoding of not processed lands and used on no-purpose appointment; offered the technique of mapping anthropogenous changes of agrolandscapes on materials of remote sensing of the earth. It allows to estimate a modern condition and level of use of the agricultural lands on the basis of the updated maps; to carry out the operative state land control and management of territories; to keep records, to monitor, to carry out forecasting and planning of use of lands.

Key words: land management, agrolandscapes, mapping, decoding, space monitoring.

УДК 911.2+504.54

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ АНТРОПОГЕННОЙ ЭВОЛЮЦИИ ГЕОСИСТЕМ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ГОМЕЛЯ)

А.П. Гусев
С.В. Андрушко

*Гомельский государственный
университет им. Ф. Скорины,
Беларусь, 246019, г. Гомель,
ул. Советская, 104
E-mail: gusev@gsu.by*

В работе приводятся результаты геоэкологических исследований антропогенной эволюции геосистем на территории города Гомеля. Исследования проводились на трех временных срезах: 1 – начало XIX века; 2 – середина XX века; 3 – начало XXI века. Выявлены закономерности изменения структуры использования земель, рельефа, геологических процессов. Выполнена оценка экологического риска, обусловленного антропогенной трансформацией геосистем.

Установлено, что антропогенная эволюция геосистем на территории города ведет к росту экологического риска, обусловленного активизацией геологических процессов и разрушением экологического каркаса. Зонай повышенного экологического риска являются техногенные комплексы в пойменном ландшафте.

Ключевые слова: геосистема, антропогенная эволюция, землепользование, современные геологические процессы, экологический каркас, экологический риск.

Введение

Эволюция геосистем может рассматриваться как смена их инварианта, под которым чаще всего понимается морфолитогенная основа и макроклимат [1]. При относительной стабильности макроклимата на локальном уровне необратимая трансформация природных геосистем, направленная смена одних природно-антропогенных геосистем другими обусловлены изменениями морфолитогенной основы – рельефа и грунтов. Эти изменения связаны как с прямым техногенным воздействием (строительство, разработка месторождений полезных ископаемых и т. д.), так и с геолого-геоморфологическими процессами, спровоцированными деятельностью человека (оползни, эрозия, суффозия и т.д.). Диагностическим критерием эволюционных (т. е. необратимых) изменений геосистем служит степень преобразованности морфолитогенной основы. Трансформация морфолитогенной основы, в свою очередь, воздействует на ход экологических процессов, на геоэкологическую ситуацию в целом. Наиболее ярким примером антропогенной эволюции геосистем являются урбанизированные территории [2, 3].

Важной задачей является оценка экологического риска эволюционных изменений геосистем на территории городов. При этом факторами экологического риска выступают процессы преобразования морфолитогенной основы и связанная с ними деградация экологического каркаса.

Материалы и методы

Модельный район представляет собой территорию города Гомеля и непосредственно примыкающие к нему участки. Общая площадь – 137,6 км². Природно-ландшафтная структура модельного района имеет вид: моренно-зандровый ландшафт – 43,2%; аллювиальный террасированный ландшафт – 23,7%; пойменный ландшафт – 33,1%. Операционные территориальные единицы представлены выделами моренно-зандрового, правобережного аллювиального террасированного (север), левобережного аллювиального террасированного (юг) и пойменного ландшафтов.

Исследования проводились на трех временных срезах: 1 – начало XIX века; 2 – середина XX века; 3 – начало XXI века. Использованы материалы: генеральный план Белицкого уезда (1783 г.), карта окрестностей местечка Гомеля (1838 г.), аэрофотоснимки масштаба 1:25000 (1947 г.), топографические карты 1:100000 (1941 г.), 1:10000 (1979-1983 гг.), карта четвертичных отложений 1:50000, космоснимки Landsat (2006-2007 гг.), космоснимки Google Digital Globe (2005-2009 гг.). Современное землепользование, ареалы проявления экзогенных геологических процессов изучались маршрутным методом на ключевых участках. Для картографирования процессов подтопления и заболачивания использовался фитоиндикационный метод [4]. Уточнение литологии поверхностных отложений выполнялось с помощью изучения естественных обнажений и искусственных выработок (строительные котлованы, траншеи, шурфы).



Оценка состояния зданий и сооружений осуществлялась методом визуальной диагностики [5, 6]. Всего оценено состояние 262 зданий.

Для оценки антропогенной трансформации геосистем использовались ландшафтно-экологические показатели: коэффициент экологической стабильности ландшафта [7], коэффициент антропогенной преобразованности [8], коэффициент естественной защищенности [9].

Для оценки техногенной трансформации морфолитогенной основы геосистем использовались показатели: горизонтальная трансформация рельефа – удельная площадь техногенных форм рельефа (положительные формы, отрицательные формы); вертикальная трансформация рельефа – техногенное расчленение рельефа (м); площадь техногенных грунтов. Для оценки фрагментации природных экосистем использованы показатели: средняя площадь сплошного лесного массива, средняя площадь болотного массива. Оценка состояния экологического каркаса выполнялась по ряду показателей: фрагментация (средняя площадь лесного массива, км²), удельная площадь древесных насаждений; удельная площадь зеленых зон (леса, кустарники, луга, болота).

Основной картографический материал представлялся в виде набора карт, выполненных с помощью программных пакетов ArcView 3.2a и Quantum GIS (QGIS 1.6.0). Расчет площадных показателей осуществлялся на основе модулей Spatial Analyst 2.0a и fTools QGIS.

Результаты и их обсуждение

Антропогенное преобразование геосистем модельного района предположительно началось в 1 тысячелетии до н. э. В пределах изучаемой территории обнаружены городища Милоградской культуры (VII в. до н. э. – I в. н. э.): в районе городского парка (р. Гомеюк), городище Любны, Прудок и Кленки.

С момента образования г. Гомеля (Гомия) наступает новый этап антропогенного преобразования ландшафтов изучаемого. В XI в. нашей эры Гомий являлся наиболее крупным поселением городского типа в Нижнем Посожье, цитадель и окружающие посады которого занимали 10-15 га. К XIII в. численность населения составила 5.5-6.5 тысяч жителей. В XVII веке в пределах современной городской черты, кроме города Гомеля, находились Якубовка, Старая Волотова, Плесы, Титенки, Монастырек, Прудок, Мильча Попова, Новая Мильча, Верхние и Нижние Брыли, Любны.

Анализ картографического материала показал, что территория района в конце XVIII – начале XIX века представляла собой ландшафт, характеризующийся преобладанием луговых экосистем, в пределах которого располагался ряд населенных пунктов – местечко Гомель (более 5 тысяч жителей) и город Белица, а также окружавшие их села (Волотова, Прудок, Любны, Титенки, Давыдовка-Мильча, Старая Мильча и другие).

В начале XIX века на изучаемой территории преобладали сельскохозяйственные земли, представленные пашнями, пастбищами и сенокосами (более 70% площади). Природные экосистемы (леса, болота) занимали около 20% площади. Техногенное преобразование морфолитогенной основы практически отсутствовало. Даже для местечка Гомель и города Белицы была характерна малоэтажная застройка (1-2 этажа), с прилегающими к зданиям огородами, садами и т. д. Наибольшей степени антропогенной трансформации был подвержен моренно-зандровый ландшафт. Распаханность здесь составляла более 70% (в 2.7 раза выше, чем в аллювиальном террасированном ландшафте; в 20 раз выше, чем в пойменном ландшафте). Коэффициенты естественной защищенности и экологической стабильности имели минимальные значения; коэффициент антропогенной трансформации, наоборот, максимальное значение по сравнению с выделами других ландшафтов. По методике П.Г. Шищенко [8] моренно-зандровый ландшафт этого времени может быть отнесен к сильноизмененным, а остальные геосистемы – к слабоизмененным ландшафтам. Экологическая стабильность моренно-зандрового ландшафта оценивается как очень низкая ($K_c < 0.33$), остальной территории – как средняя (табл. 1).

В середине XX века Гомель представлял собой крупный промышленный центр Беларуси, население которого превысило 100 тысяч человек. Функционировали десятки промышленных предприятий («Гомсельмаш», станкостроительный завод, мыловаренный завод, спичечная фабрика, мясокомбинат, жироскомбинат, деревообрабатывающий комбинат, электротехнический завод, овощеконсервный завод и другие).

В моренно-зандровом ландшафте сельскохозяйственные геосистемы уступают место городским: доля пахотных земель сокращается (в 1.8 раза), застроенных земель увеличивается (в 8.7 раза). В аллювиальном террасированном ландшафте лесные геосистемы сменяются сельскохозяйственными (особенно в северном выделе), расширяется площадь застройки (в 3.3 раза). Лесистость здесь сокращается в 1.8 раза в южном выделе и в 4.8 раза в северном выделе. Значительных изменений в пойменном ландшафте не происходит: по-прежнему тер-

риториально доминируют (более 80%) луговые геосистемы, используемые как сенокосы и пастбища (табл. 1). Преобразование морфолитогенной основы (1.3% площади) связано со строительством мостов через реку Сож, портовых сооружений (в пойменном ландшафте), разработкой месторождений глинистого сырья, промышленным строительством (в моренно-зандровом ландшафте). В это время вся изучаемая территория, за исключением пойменного ландшафта, имеет очень низкую экологическую стабильность. По методике П.Г. Щищенко [8] моренно-зандровый ландшафт оценивается как очень сильноизмененный, аллювиальный террасированный ландшафт – как среднеизмененный, а пойменный ландшафт – как слабоизмененный.

Таблица 1

Общая характеристика антропогенной трансформации геосистем на территории города Гомеля

Показатель	Хроно-срез	Ландшафты				
		П	АТ (с)	АТ (ю)	МЗ	Общее
Структура землепользования, % от общей площади						
Застроенные земли, %	3	11.3	59.4	70.2	70.5	49.6
	2	4.0	13.7	18.8	32.9	19.3
	1	0.6	5.3	4.6	3.8	3.0
Обрабатываемые земли, %	3	8.4	9.0	4.9	7.5	7.7
	2	9.7	54.7	24.8	40.3	29.9
	1	3.6	29.8	24.2	72.2	38.0
Луга, кустарники, болота, %	3	51.8	17.9	10.7	13.6	26.3
	2	83.9	20.1	34.3	23.5	40.7
	1	81.0	9.6	32.4	17.1	40.5
Лесные экосистемы, %	3	7.1	11.2	13.9	7.3	8.5
	2	2.4	11.5	22.1	2.6	5.5
	1	3.5	55.3	38.8	6.9	14.6
Показатели фрагментации, км ²						
Средняя площадь лесного массива, км ²	3	0.19	0.05	0.11	0.02	0.04
	2	0.19	0.34	0.40	0.14	0.25
	1	0.21	1.9	2.21	1.07	0.8
Средняя площадь болотного массива, км ²	3	0.17	-	-	0.04	0.12
	2	0.32	0.30	0.35	0.12	0.22
	1	0.90	0.23	0.42	0.36	0.52
Ландшафтно-экологические показатели						
Коэффициент экологической стабильности (К _с)	3	0.41	-0.35	-0.46	-0.54	-0.19
	2	0.55	0.15	0.25	-0.11	0.12
	1	0.62	0.59	0.56	0.21	0.44
Коэффициент антропогенной трансформации (К _{ап})	3	6.46	9.71	12.32	10.67	8.84
	2	4.49	6.67	5.82	7.82	6.36
	1	4.14	4.35	4.56	6.64	5.27
Коэффициент естественной защищенности (К _{ез})	3	0.52	0.25	0.19	0.17	0.30
	2	0.60	0.43	0.49	0.38	0.43
	1	0.64	0.64	0.61	0.46	0.52

Примечание. П – пойменный ландшафт; АТ (с) – аллювиальный террасированный ландшафт (северный выдел); АТ (ю) – аллювиальный террасированный ландшафт (южный выдел); МЗ – моренно-зандровый ландшафт

Основными тенденциями во второй половине XX и начале XXI века – увеличении площади застройки и техногенной трансформации морфолитогенной основы (табл. 2). Причем, в наибольшей степени площадь застройки выросла в аллювиальном террасированном ландшафте (в 4.1 раза), а преобразованность морфолитогенной основы – в пойменном ландшафте (в 46.8 раза).

Значительная трансформация морфолитогенной основы обусловлена, прежде всего, строительством, а также дноуглубительными и карьерными работами. Для целей городского строительства в 1980-1990-х гг. были созданы намывные массивы, захоронившие исходные пойменные геосистемы в восточной и западной частях модельного района. Техногенными грунтами засыпаны овражные системы, созданные малыми реками и временными водотоками (Мильчанская канава в районе микрорайона «Давыдовка», овраг в районе ул. Братьев Лизюковых, овраг в районе ул. Жукова). Сооружена система водоемов рекреационного назначения (Волотовской пруд, Гребной канал, залив Дедно). Значительным изменениям за счет спрямления и углубления подверглось русло реки Сож. За счет его расширения площадь Сожа за пери-

од 1947-2005 гг. на территории района увеличилась в 1.4 раза. Кардинальным образом изменена конфигурация и размеры ряда старичных озер (Дедно, Любенское и др.). Значительные локальные изменения морфолитогенной основы вызваны разработкой месторождений торфа (пойменный ландшафт), строительных песков (пойменный и аллювиальный террасированный ландшафты), глин (моренно-зандровый ландшафт).

Таблица 2

**Преобразование морфолитогенной основы ландшафтов
и пораженность современными геологическими процессами**

Показатель	Хроно-срез	Ландшафты				
		П	АТ (с)	АТ (ю)	МЗ	Общее
Трансформация морфолитогенной основы ландшафтов, % от общей площади						
Техногенные грунты	3	13.9	11.3	2.9	8.8	8.3
	2	0.4	0	0	2.3	1.1
	1	0	0	0	0	0
Застройка на техногенных грунтах	3	6.4	5.6	2.9	4.2	4.9
	2	0.4	0	0	2.3	1.1
	1	0	0	0	0	0
Застройка на естественных грунтах	3	4.9	53.8	67.3	66.3	44.7
	2	3.6	13.7	18.8	30.6	18.2
	1	0.6	5.3	4.6	3.8	3.0
Положительные формы техногенного рельефа	3	18.8	65.1	70.2	75.1	53.0
	2	4.0	13.7	18.8	32.9	19.3
	1	0	0	0	0	0
Отрицательные формы техногенного рельефа	3	9.5	2.4	0.2	1.0	3.9
	2	0.1	0	0	0.7	0.2
	1	0	0	0	0	0
Современные геологические процессы, % от общей площади						
Подтопление, заболачивание	3	10.0	0.1	1.1	0.7	3.8
	2	6.9	1.9	2.8	2.7	4.1
	1	9.3	1.6	2.4	5.2	6.0
Дефляция	3	3.5	0	0	0	1.2
	2	0	0.9	5.0	0	0.6
	1	-	-	-	-	-
Водная эрозия	3	0.7	4.3	0	1.6	1.4
	2	0	5.8	1.8	4.5	2.9
	1	-	-	-	-	-

Примечание. П – пойменный ландшафт; АТ (с) – аллювиальный террасированный ландшафт (северный выдел); АТ (ю) – аллювиальный террасированный ландшафт (южный выдел); МЗ – моренно-зандровый ландшафт.

Наибольшая степень трансформации характерна для восточной части района (правобережье Сожа). Здесь в последней четверти XX века, когда началось коренное техногенное преобразование геосистемы притеррасной поймы, вызванное намывом песков (до 6 м), а также была создана системы искусственных прудов (общая площадь около 30 га), в том числе Вологовского пруда, и каналов. Поверхность поднялась до отметок 122-126 м. Территория перестала испытывать периодическое затопление паводковыми водами реки Сож, вышла из поемного режима. В 80-е гг. XX столетия центр намывного массива начал застраиваться (в этом период построены микрорайоны №11, 12, 13); в северной части участка на месте системы каналов было создано «У-образное» озеро; техногенными отложениями были засыпано более 75% площади пойменного ландшафта. В первое десятилетие XXI века удельная площадь застройки достигла свыше 35% (микрорайоны №17, 18, 19, 20, 21). Этажность зданий здесь составляет – 5-18 этажей; глубина заложения фундаментов – 2-3.4 м (свай – более 10 м). Величина техногенного вертикального расчленения рельефа – 20-65 м (естественное вертикальное расчленение – около 5 м).

В районе озера Любенское во второй половине XX века была застроена надпойменная терраса (жилая многоэтажная застройка). Этажность зданий здесь составляет – 5-16 этажей, а величина техногенного вертикального расчленения 20-55 м. Радикальным образом перепланирована пойма: озеро Любенское расширено и протокой соединено с искусственным заливом реки Сож (созданная гидросистема в 2.2 раза больше исходного озера). Для строительства объездной трассы и моста через реку создана насыпь (высота – 3-4 м; ширина – до 100 м), пересекающая поперек всю пойму. В районе урочищ Шведская Горка и Ракова Лоза в результате до-

бычи песка созданы искусственные заливы (на северной и южном берегах реки Сож), занимающие более 170 га площади.

Значительные изменения произошли в пределах надпойменной террасы на западе модельного района. В конце XX – начале XXI вв. здесь производилась разработка месторождения строительных песков. Глубина карьера достигала 10 и более м. Общая площадь техногенных форм рельефа составляет более 78 га. Болотный массив, расположенный южнее проспекта Октября, подвергся частичному осушению за счет создания сети мелиоративных каналов. В его центре создан намывной массив «Южный» (более 20 га). Западная часть пойменного болота нарушена добычей торфа и сапропеля.

В моренно-зандровом и аллювиальном террасированном ландшафтах строительство велось, преимущественно, на месте сельскохозяйственных земель, частично на месте сельской застройки. В пойменном ландшафте – на искусственных намывных массивах. Установлено, что в пойменном ландшафте около 60% застройки возведено на техногенных грунтах; в аллювиальном террасированном – 6.5%; в моренно-зандровом – 6.0%.

Пойменные геосистемы с искусственной морфолитогенной основой характеризуются активным проявлением экзогенных геологических процессов: эоловых (в пределах песчаных намывных массивов, с крайне разреженным растительным покровом) и водно-эрозионных (развитие промоин по бортам дорожных насыпей, земляных дамб). В ряде искусственных и естественных водоемов наблюдается интенсивная эвтрофикация (озеро-отстойник Дедно, озеро Малое, каналы).

Пораженность территории геологическими процессами превышает 30% площади (в 14 раз выше, чем в моренно-зандровом ландшафте, в 12 раз выше, чем в аллювиальном террасированном). Если в целом на территории города пораженность геологическими процессами за рассматриваемый период снизилась (застроены участки разведываемых песков в аллювиальном террасированном ландшафте, осушена часть заболоченных земель в моренно-зандровом ландшафте), то в пределах преобразованной поймы она возросла.

Оценка состояния зданий (жилые здания 5-12 этажей) показывает, что для микрорайонов, созданных на искусственной морфолитогенной основе, характерно увеличение случаев дефектов и повреждений (трещины в панелях стен, плитах, в швах между панелями, в кладках, блоках и перемышках панелей) в 2,5 раза по сравнению с среднероссийским показателем. В преобразованном пойменном ландшафте дефекты и повреждения зданий фиксируются в 83% случаев; в моренно-зандровом и аллювиальном террасированном ландшафтах – менее 20%. Вероятная причина отмечаемого явления – неоднородность несущей способности техногенных грунтов, обуславливающей неравномерные деформации зданий.

Таким образом, пойменные геосистемы с искусственной морфолитогенной основой представляют собой зоны повышенного экологического риска.

Застройка территории и изменение морфолитогенной основы геосистем вызывают трансформации каналов и перераспределение направления движения потоков поверхностных и грунтовых вод. В значительной степени трансформация путей транзита поверхностного стока обусловлена техногенными механическими барьерами (зданиями, насыпями и т. д.), уничтожением или перекрытием естественных дренажей. Анализ картографического материала позволил выявить погребенную сеть малых рек и оврагов на территории города (Трупица, Мильча, Халица, Дедна, Гомеюк). В ходе городского строительства русла ряда естественных водотоков были заменены на коллекторную сеть (Мильчанская канава). Негативными последствиями нарушения естественного дренирования являются подтопление зданий и сооружений, суффозионные явления в техногенных грунтах, затопление пониженных участков улиц во время ливневых осадков. В наибольшей степени указанные процессы проявляются в моренно-зандровом ландшафте, что обусловлено слабой водопроницаемостью моренных суглинков, затрудняющей инфильтрацию осадков с поверхности в грунтовые воды.

Важное значение играют изменения состояния экологического каркаса территории города (*экологический каркас города включает все виды древесных насаждений, пойменные луга и кустарники, болота, озелененную овражно-балочную сеть, водные объекты, кладбища*). В современное время близкие к природным экосистемы, которые играют роль базовых элементов экологического каркаса (леса и болота), сохранились в пойменном и аллювиальном террасированном ландшафтах. В моренно-зандровом ландшафте они полностью отсутствуют.

Оценка фрагментации растительного покрова показывает, что наиболее крупные массивы полуприродных экосистем (леса, болота) имеются в пойменном ландшафте: средняя площадь лесного массива здесь больше в 4.8 раза, чем в среднем по району; средняя площадь болотного массива – в 1.4 раза. Кроме того, в пойменном и особенно в аллювиальном террасированном ландшафте на прилегающей к городу территории расположены крупные лесные массивы. Так, например, за пределами городской черты лесистость аллювиального террасированного ландшафта составляет более 50%.

В моренно-зандровом ландшафте фрагментации максимальна: средняя площадь лесного массива составляет всего лишь 0.02 км² (табл. 1). Такие фрагменты лесных экосистем имеют незначительный средообразующий и средовосстановительный потенциал, находятся в крайне неустойчивом состоянии. Естественная гидрографическая сеть, которая должна обеспечивать непрерывность экологического каркаса, в моренно-зандровом ландшафте в значительной степени заменена искусственной (каналы, коллекторы) или погребена. За пределами городской черты моренно-зандровый ландшафт также имеет высокую степень антропогенной трансформации: распаханность – более 60%; лесистость – менее 5%; средняя площадь лесного массива – менее 0.1 км². Таким образом, экологический каркас моренно-зандрового ландшафта, как городской территории, так и за ее пределами практически отсутствует.

В пойменных геосистемах с искусственной морфолитогенной основой элементы исходного экологического каркаса были полностью уничтожены при создании намывных массивов. Последующее озеленение территории происходило за счет создания древесных насаждений и естественного самовосстановления травяного покрова в ходе сукцессионных процессов. В результате – удельная площадь зеленых зон здесь около 50%. В то же время, на значительной части территории растительный покров имеет невысокое покрытие, а площадь древесных насаждений крайне незначительна.

Таким образом, в ходе антропогенного развития геосистем на территории города происходило разрушение природно-экологического каркаса, которое в пределах моренно-зандрового ландшафта и пойменных геосистем с искусственной морфолитогенной основой не компенсировалось созданием элементов искусственного экологического каркаса.

Заключение

Исследования показали, что в моренно-зандровом и аллювиальном террасированном ландшафтах строительство велось, преимущественно, на месте сельскохозяйственных земель, частично на месте сельской застройки. В пойменном ландшафте – на искусственных намывных массивах. Установлено, что в пойменном ландшафте около 60% застройки возведено на техногенных грунтах; в аллювиальном террасированном – 6.5%; в моренно-зандровом – 6.0%.

Пойменные геосистемы с искусственной морфолитогенной основой представляют собой зоны повышенного экологического риска: оценка состояния зданий (жилые здания 5-12 этажей) показывает, что для микрорайонов, созданных на искусственной морфолитогенной основе, характерно увеличение случаев дефектов и повреждений в 2.5 раза по сравнению с среднегородским показателем (вероятная причина отмечаемого явления – неоднородность несущей способности техногенных грунтов, обуславливающей неравномерные деформации зданий).

Изучение изменения состояния экологического каркаса в ходе антропогенного развития геосистем на территории города показало, что основной тенденцией являлось разрушение природно-экологического каркаса, которое в пределах моренно-зандрового ландшафта и пойменных геосистем с искусственной морфолитогенной основой не компенсировалось созданием элементов искусственного экологического каркаса.

Таким образом, антропогенная эволюция геосистем на территории города ведет к росту экологического риска, обусловленного активизацией техноприродных геологических процессов и разрушением экологического каркаса.

Список литературы

1. Исаченко, А.Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. – М.: Высшая школа, 1991. – 366 с.
2. Гусев А.П., Андрушко С.В. Ландшафтно-экологический анализ антропогенной динамики геосистем модельного района Волотова (Гомель) // Природные ресурсы. – 2010. – №1. – С. 65-72.
3. Гусев А.П., Андрушко С.В. Ландшафтно-экологический анализ антропогенной эволюции геосистем локального уровня (на примере изменений поймы в черте г. Гомеля в XIX-XXI вв.) // Природопользование: сборник научных трудов. – Минск: Институт природопользования НАН Беларуси, 2011. – Вып. 19. – С. 103-107.
4. Гусев А.П. Фитоиндикация влажности почвогрунтов на городской территории (на примере г. Гомеля) // Природные ресурсы. – 2007. – №2. – С. 104-109.
5. Добромислов А.Н. Оценка надежности зданий и сооружений по внешним признакам. Справочное пособие. – М.: Издательство АСВ, 2004. – 72 с.
6. Калинин М.В., Сокова С.Д. Оценка технического состояния зданий: Учебник. – И.: ИНФРА-М, 2006. – 268 с.
7. Агрэкологія / под ред. В.А. Чернікова, А.І. Чекереса. – М.: Колос, 2000. – 536 с.
8. Шищенко П.Г. Прикладная физическая география. – Киев: Выща школа, 1988. – 192 с.
9. Кочуров Б.И. Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории. – Смоленск: СГУ, 1999. – 154 с.

GEOECOLOGICAL ANALYSIS OF ANTHROPOGENIC EVOLUTION OF GEOSYSTEMS (ON THE EXAMPLE OF GOMEL)

A.P. Gusev
S.V. Andrushko

*F. Skorina Gomel State University,
Sovetskaya St., 104, Gomel, 246019,
Belarus
E-mail: gusev@gsu.by*

In work results of geoecological researches of anthropogenic evolution In the work the results of geoecological researches of anthropogenic evolution of geosystems in the city territory of Gomel are given. Researches were carried out on three time intervals: 1 – the beginning of the 19th century; 2 – the middle of the 20th; 3 – the beginning of the 21st century. Laws of change of structure of land use, relief, geological processes are revealed. The assessment of the ecological risk caused by anthropogenous transformation of geosystems is made. It is established that anthropogenous evolution of geosystems in the city territory leads to increased ecological risk from the intensification of geological processes and destruction of the ecological framework. Zone of increased ecological risk are technogenic complexes of floodplain landscape.

Key words: geosystem, anthropogenic evolution, land use, modern geological processes, ecological framework, ecological risk.



УДК 504.05:664

УСТОЙЧИВОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИВНОГО РАЗВИТИЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

**Т.М. Худякова¹, Д.В. Жидких²
Ю.В. Поросенков³**

¹ Воронежский государственный педагогический университет,
Россия, 394043,
Россия, Воронеж, ул. Ленина, 86
E-mail: ekgeo@vsru.ac.ru

² Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Россия, 308015, Белгород, ул. Победы, 85
E-mail: zhidkih@bsu.edu.ru

³ Воронежский государственный университет,
Россия, 394068, Воронеж, ул. Хользунова,
40
E-mail: ecgeograf@mail.ru

Представлена проблема решения задач устойчивого природопользования в условиях интенсивного развития пищевой промышленности Белгородской области.

Ключевые слова: устойчивое природопользование, оценка воздействия на природную среду, пищевая промышленность, интенсивное развитие отраслей.

Введение

Белгородская область является районом высокоразвитой пищевой промышленности. Правительством области взят стратегический курс на развитие аграрной экономики с использованием инновационных технологий и внедрением достижений НТП в отраслях пищевой промышленности и АПК в целом [1]. На Белгородскую область приходится более 50% инвестиций Центрально-Черноземного банка – Сбербанка России. В общероссийском объеме привлеченных финансовых ресурсов на строительство и реконструкцию животноводческих комплексов в рамках приоритетного нацпроекта «развитие АПК» доля области превышает 12% [2].

Поэтому область в территориальном разделении труда в стране выделяется как крупный поставщик продовольствия. Ее удельный вес в производстве молока 10%, сахара 10.4%, растительного масла 7.6%, мяса 5%, яиц 3%, подсолнечника 2.7%, зерна 2.1%, от общего объема производства Российской Федерации [3]. В расчете на душу населения в области производится больше, чем в среднем по стране: зерна – в 2.5, картофеля в 1.8, молока в 1.6, яиц в 2.1, мяса в 3.9 раза. По объему производства мяса на душу населения Белгородская область занимает первое место среди регионов России [1].

Итак, область выделяется интенсивным развитием отраслей пищевой промышленности в РФ, занимая одно из первых мест.

Рассматривая отраслевую структуру пищевой промышленности, видим, что наибольшего развития достигли мясная, масложировая, сахарная и молочная отрасли (табл.1).

Таблица 1
Отраслевая структура пищевой промышленности Белгородской области, %*

№	Отрасли	Годы								
		1998	2000	2001	2002	2003	2004	2006	2008	
1	Сахарная промышленность	38.2	14.2	9.6	10.3	15.5	16.3	11.5	9.9	
2	Мясная промышленность	18.3	8.1	12.8	13.2	16.1	19.3	23.1	23.6	
3	Молочная промышленность	32.0	27.1	27.1	22.8	30.9	23.5	14.3	11.9	
4	Спиртовая промышленность	1.6	2.3	2.5	1.9	2.0	2.1	0.7	0.4	
5	Ликеро-водочная и винодельческая промышленность	2.5	1.8	1.7	1.5	1.2	1.1	1.2	1.3	
6	Консервная промышленность	3.9	2.5	1.2	1.3	1.5	1.1	0.7	0.3	
7	Масложировая промышленность	1.8	16.3	17.8	20.1	24.3	23.4	16.9	20.2	
8	Другие отрасли промышленности	1.7	27.7	27.3	28.9	8.5	13.2	31.6	32.4	
9	Всего:	100	100	100	100	100	100	100	100	

* Составлена на основе годовых отчетов Департамента АПК Белгородской области.

Особенно быстрыми темпами развития выделяется мясная отрасль, в которой сформировались крупнейшие холдинги по производству мяса птицы и свинины. На графике (рис. 1) показан рост производства мяса птицы и свинины за 10 лет (2001–2010 гг.).

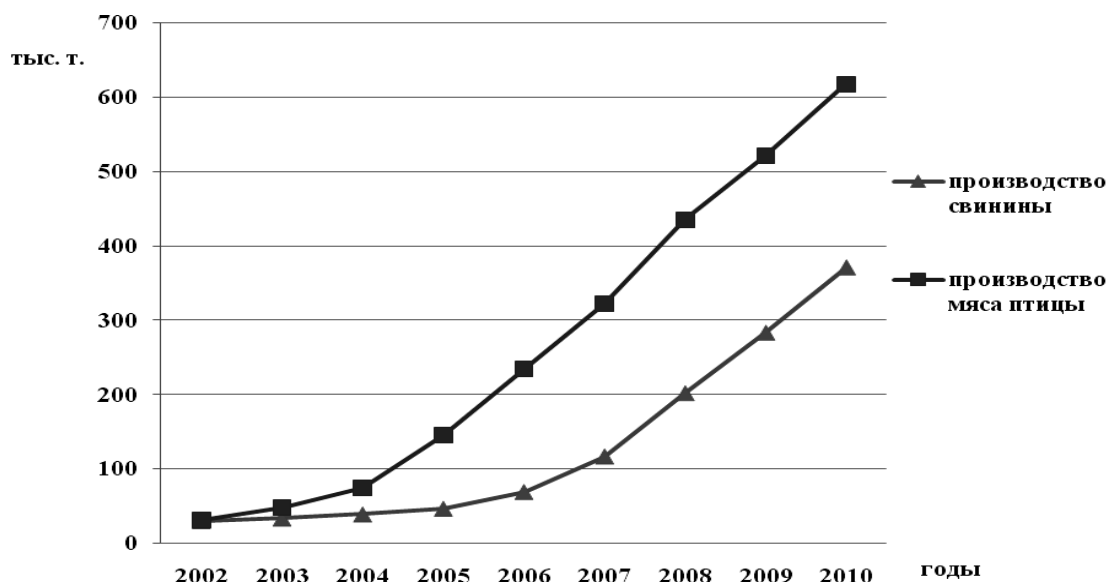


Рис. 1. Производство мяса птицы и свинины (в живом весе)

Такие масштабы развития отраслей не могут не сказаться на состоянии природной среды и приводят к острой экологической ситуации в некоторых муниципальных районах. Нарушается состояние природных процессов. Требуется решение задач устойчивого природопользования, условием которого является сохранения баланса между темпами изъятия и восстановления ресурсов территории. Следовательно, необходим тщательный анализ воздействия отдельных предприятий пищевой промышленности на природную среду с учетом технико-экономических и технологических показателей производств.

Среди отраслей современного промышленного производства пищевая промышленность выделяется разносторонним воздействием на различные компоненты ландшафта: поверхностные и грунтовые воды, почвенный покров и атмосферу. Рассмотрим особенности загрязнения окружающей среды в результате деятельности предприятий пищевой промышленности. Отметим некоторые технологические и технико-экономические особенности пищевой промышленности, определяющие влияние ее отраслей на природную среду:

1. Использование скоропортящегося сырья и получение большого количества отходов.
2. Значительное водопотребление и особо жесткие требования к качеству воды для ряда производств.
3. Загрязненность производственных стоков в связи с наличием в них органических соединений, вызывающих гнилостные процессы и повышающих показатели биологической потребности в кислороде.
4. Недостаточно совершенные способы очистки сточных вод и выбросов в атмосферу вредных веществ.
5. Необходимость сооружения полей фильтрации и отстойников для очистки производственных отходов, что приводит к изъятию земель из сельскохозяйственного оборота.
6. Повсеместное размещение предприятий большинства отраслей пищевой промышленности, что обусловлено малотранспортабельностью сельскохозяйственного сырья. Поэтому радиус его доставки невелик и предприятия рассредоточены в сельской местности.

При оценке степени влияния предприятий пищевой промышленности Белгородской области на окружающую природную среду мы рассмотрим особенности концентрации предприятий пищевой промышленности в отдельных муниципальных районах. Для выявления территориальных различий влияния пищевой промышленности на загрязнение природной среды использовались данные о сформировавшихся сочетаниях предприятий пищевой промышленности. Исторически на территории области сложилась территориальная структура пищевой промышленности, характеризующаяся различным уровнем концентрации производства и пространственным сочетанием предприятий (табл. 2). Под территориальной структурой мы понимаем взаимодействие и взаимосвязи предприятий в процессе производства конечной

продовольственной продукции и формирование производственно-территориальных сочетаний пищевой промышленности различного ранга и масштаба (комплексы, центры, пункты).

Таблица 2

**Формирование территориальной структуры предприятий пищевой промышленности
Белгородской области**

№ п/п	Наименование производственно-территориальных сочетаний	Предприятия пищевой промышленности					Обслуживающие производства				
		Переработка и хранение зерна	Молочная	Мясная	Сахарная	Масложирная	Спиртовая, винодельческая, крахмалопаточная	Флодоовощеконсервная	Автопредприятия	Хранлища, холодильники	Тарное производство
1	Алексеевско-Красногвардейское	+++	+++	+++	+++	+++	-	+	++	++	++
2	Белгородско-Шебекинское	+++	+++	+++	-	-	++	+	+++	+++	+++
3	Валуйское	++	++	++	++	++	+	-	++	+	++
4	Волоконовское	++	+++	-	++	-	-	-	++	+	++
5	Грайворонское	++	+	-	++	-	-	-	++	+	+
6	Ивнянское	+	+	-	+	-	+	-	+	+	+
7	Новооскольское	++	-	+	-	-	-	+	++	+	+
8	Прохоровское	+	+	-	-	-	+	-	+	+	+
9	Ракитянско-Краснояржское	++	+	+	++	-	-	-	++	+	+
10	Старооскольско-Губкинское	+++	+++	+++	-	+	-	+	+++	+++	++
11	Чернянское	++	++	+++	+++	+	-	-	++	++	++

Наличие производственных мощностей предприятий пищевой промышленности: (+ + +) – крупные мощности; (+ +) – средние мощности; (+) – небольшие мощности; (-) – отсутствие мощностей.

Данные таблицы показывают, что сложились различные виды производственно-территориальных сочетаний (ПТС). К наиболее мощным ПТС пищевой промышленности Белгородской области относятся следующие из них: Белгородско–Шебекинское, Алексеевско–Красногвардейское и Старооскольско–Губкинское. Они характеризуются разносторонней структурой, четкой специализацией и выполняют важную роль во внутриобластном разделении труда. Средним уровнем развития выделяются Волоконовское, Валуйское и Ракитянско–Краснояржское ПТС. Небольшие мощности имеют Новооскольское, Прохоровское, Ивнянское ПТС. В соответствии с производственными мощностями предприятий определяется и антропогенная нагрузка на ландшафт в различных частях области (рис. 2). На картосхеме отражена территориальная концентрация производств пищевой промышленности, которая свидетельствует о влиянии сложившихся производственных сочетаний на природную окружающую среду.

Используя методику Б.И. Кочурова [4], мы выявили степень влияния предприятий пищевой промышленности на природу. Наибольшая нагрузка на ландшафт наблюдается в долинах рек Оскол и Тихая Сосна. В долине реки Оскол находится 5 ПТС, отличающихся большим водопотреблением, водоотведением и отчуждением пахотных земель. За исключением Старооскольско–Губкинского ПТС, имеющего централизованное водоснабжение и городскую канализацию, остальные ПТС характеризуются несовершенством систем водоснабжения и водоотведения. Такой же уровень остроты экологической ситуации в Алексеевско–Красногвардейском ПТС, которое размещается на средней реке Тихая Сосна. В городе Алексеевка имеются локальные системы очистных сооружений для отдельных предприятий. В целом же проблемы водоснабжения и водоотведения в комплексе не решены.

Нарушенная экологическая ситуация сложилась в Ракитянско–Краснояружском, Ивнянском и Прохоровском, Грайворонском ПТС. Для них характерен средний уровень развития производства. Проблемы водоснабжения и водоотведения их предприятий решаются неудовлетворительно.

Белгородско–Шебекинское и Старооскольско–Губкинское ПТС имеют удовлетворительное состояние окружающей среды, поскольку здесь сложилась достаточно технически совершенная система водоснабжения и водоотведения в крупных промышленных узлах. Успешно решаются вопросы очистки сточных вод крупных промышленных предприятий указанных городов.

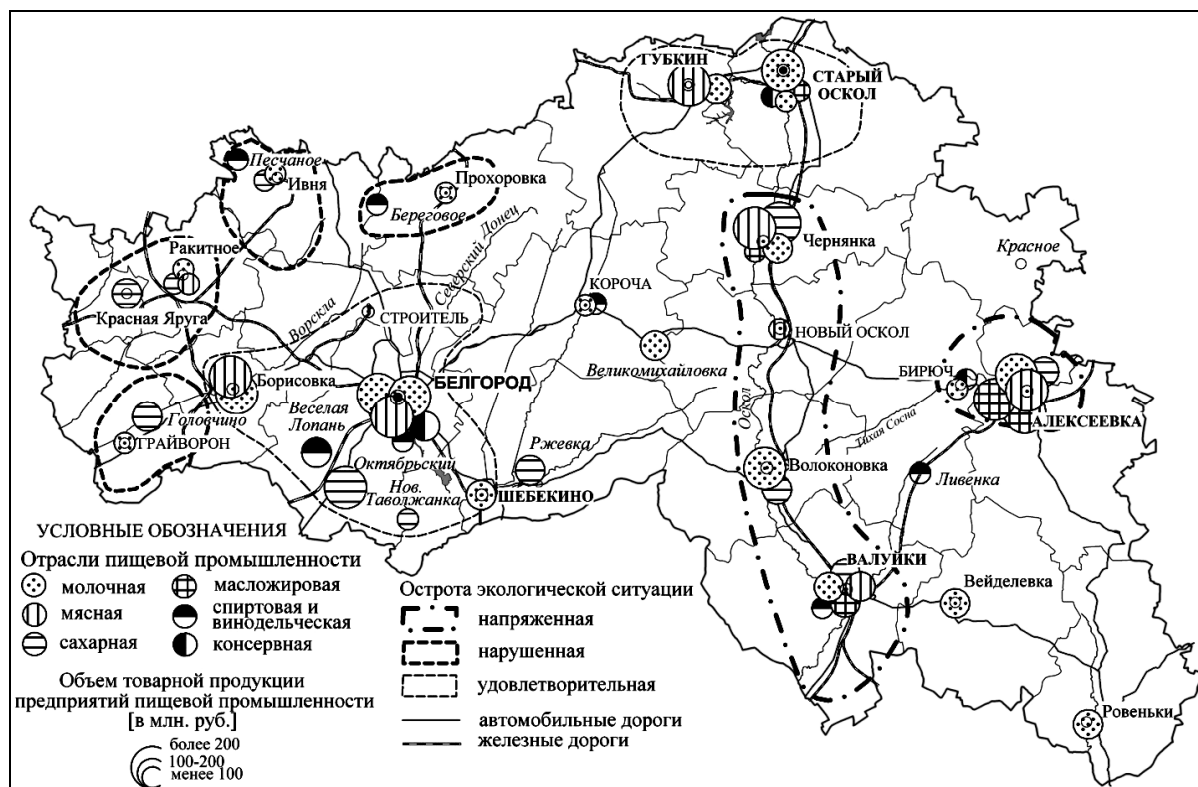


Рис. 2. Территориальная структура пищевой промышленности и степень остроты экологической ситуации на территории Белгородской области

Итак, современный этап хозяйственного развития характеризуется резко возросшим воздействием отраслей пищевой промышленности на природную среду. Всесторонний учет и анализ технико-экономических особенностей предприятий и характера взаимодействия их с окружающими природными комплексами позволяет выявить изменение отдельных компонентов ландшафта и предотвратить его отрицательные последствия.

Следовательно, задачи устойчивого природопользования в районах интенсивного развития пищевой промышленности могут быть решены путем внедрения достижений НТП, при всестороннем использовании инновационных технологий.

Список литературы

1. Савченко Е.С. Стратегический курс развития аграрной экономики – создание крупных интегрированных формирований // АПК и управление в регионах. – 2007. – № 5. – С. 2–8.
2. На пути к инновационному развитию АПК: программы, опыт, научное обеспечение (на примере областей Центрального федерального округа РФ). Под общ. ред. академика РАСХН И.Ф. Хицкова. – Воронеж: Центр духовного возрождения Черноземного края, 2010. – 776 с.
3. Регионы России. Социально-экономические показатели. Статистический сборник / Федер. служба гос. статистики (Росстат). – М., 2010. – 981 с.
4. Кочуров Б.И. Геоэкология: экодиагностика и экологохозяйственный баланс территории – Смоленск: СГУ, 1999. – 154 с.



SUSTAINABLE NATURE MANAGEMENT IN CONDITIONS OF INTENSIVE DEVELOPMENT OF THE FOOD INDUSTRY IN THE BELGOROD REGION

T.M. Khudyakova¹

D.V. Zhidkih²

Y.V. Porosyonkov³

¹ Voronezh State Pedagogical University,
Lenin St., 86, Voronezh, 394043, Russia
E-mail: ekgeo@vspu.ac.ru

² Belgorod State National Research University,
Pobedy St., 85, Belgorod, 308015, Russia
E-mail: zhidkih@bsu.edu.ru

³ Voronezh State University,
Holzunov St., 40, Voronezh, 394068, Russia
E-mail: ecgeograf@mail.ru

The issue of the solution of problems of sustainable nature management in conditions of intensive development of the food industry in the Belgorod region is presented.

Key words: sustainable nature management, estimation of influence on environment, food industry, intensive development of industries.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- А.Ф. Колчанов** – кандидат биологических наук, профессор; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Абрамова Э.А.** – аспирант, преподаватель; Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого, г. Тула, Россия
- Алябьева Т.М.** – кандидат химических наук, доцент; Белгородский университет кооперации, экономики и права, г. Белгород, Россия
- Андреевский Г.В.** – кандидат химических наук; Институт физиологически активных соединений, Харьков, Украина
- Андрушко С.В.** – аспирант; Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, г. Гомель, Украина
- Артемяева Е.А.** – доктор биологических наук, доцент; Ульяновский государственный педагогический университет им. И.Н. Ульянова, г. Ульяновск, Россия
- Афанасенкова О.В.** – научный сотрудник; ботанический сад Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия
- Болдин А.А.** – директор; Львовская опытно-селекционная станция ВНИИСС РАСХН, Курская область, Львовский район, пос. Селекционный, Россия
- Бородаева Ж.А.** – студент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Буковский М.Е.** – кандидат географических наук; Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина, г. Тамбов, Россия
- Волкова Т.О.** – доктор биологических наук, доцент; Петрозаводский государственный университет, г. Петрозаводск, Россия
- Габрук Н.Г.** – кандидат биологических наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Гнеушева Т.М.** – аспирант; Уральский государственный лесотехнический университет, г. Екатеринбург, Россия
- Горбунов Ю.Н.** – доктор биологических наук; Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, г. Москва, Россия
- Гуркова Я.О.** – младший научный сотрудник; Институт биологии УНЦ РАН, г. Уфа, Россия
- Гусев А.А.** – кандидат сельскохозяйственных наук; Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, г. Тамбов, Россия
- Гусев А.П.** – кандидат геолого-минералогических наук, доцент; Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, г. Гомель, Украина
- Давыдовский А.Г.** – кандидат биологических наук; Республиканский научно-практический центр гематологии и трансфузиологии. Минск, Беларусь
- Демидова Н.А.** – кандидат биологических наук; Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, г. Архангельск, Россия
- Денисов Н.И.** – Доктор биологических наук, профессор; Ботанический сад-институт ДВО РАН; г. Владивосток, Россия
- Дудов А.С.** – студент; Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, г. Тамбов, Россия
- Дунаев А.В.** – кандидат сельскохозяйственных наук; природный парк «Нежеголь», Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия
- Дунаева Е.Н.** – кандидат сельскохозяйственных наук; природный парк «Нежеголь», Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия
- Емельянов А.В.** – кандидат биологических наук; Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, г. Тамбов, Россия
- Ермаков М.А.** – агроном; Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, г. Москва, Россия
- Жигунова С.Н.** – кандидат биологических наук; Институт биологии УНЦ РАН, г. Уфа, Россия
- Жидких Д.В.** – старший преподаватель; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Зайцева О.Н.** – аспирант; Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, г. Тамбов, Россия



- Зайцева Ю.Г.** – аспирант; Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, г. Новосибирск, Россия
- Захарова О.В.** – студент; Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, г. Тамбов, Россия
- Иванищев В.В.** – доктор биологических наук, старший научный сотрудник; Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого, г. Тула, Россия
- Калугина С.В.** – старший преподаватель; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Каракулов А.В.** – кандидат биологических наук; Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, г. Новосибирск, Россия
- Ковалева Т.Н.** – кандидат экономических наук, доцент; Саратовский государственный университет им. Н.И. Вавилова г. Саратов, Россия
- Кожевников А.П.** – доктор сельскохозяйственных наук, доцент; Уральский государственный лесотехнический университет, Ботанический сад УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия
- Коломейцева Н.Н.** – магистрант; Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина, г. Тамбов, Россия
- Копытова Н.Е.** – кандидат химических наук; Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, г. Тамбов, Россия
- Косьминова Л.А.** – врач-лаборант; Белгородская областная клиническая больница святителя Иосафа, г. Белгород, Россия
- Коцарева Н.В.** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент; Белгородская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Я. Горина, Белгородская область, п. Майский, Россия
- Крутов М.В.** – студент; Уральский государственный лесотехнический университет, г. Екатеринбург, Россия
- Куклина А.Г.** – кандидат биологических наук; Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, Москва, Россия
- Куликова М.А.** – кандидат сельскохозяйственных наук; Белгородская государственная сельскохозяйственная академия, Белгородская область, пос. Майский, Россия
- Кулько С.В.** – аспирант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Куркина Ю.Н.** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Ле Ван Тхуан** – магистрант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Левандовский Г.С.** – кандидат биологических наук; Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, г. Москва, Россия
- Лисецкий Ф.Н.** – доктор географических наук, профессор; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Россия
- Михайленко О.И.** – кандидат химических наук, доцент; Уфимский государственный нефтяной технический университет, Уфа, Россия
- Муравьев И.В.** – кандидат биологических наук, доцент; Ульяновский государственный педагогический университет им. И.Н. Ульянова, г. Ульяновск, Россия
- Мусиенко Н.А.** – кандидат биологических наук, профессор; Белгородская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Я. Горина, Белгородская область, пос. Майский, Россия
- Нго Тхи Зиен Киеу** – магистрант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Негин Е.В.** – аспирант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Нецветаева О.В.** – кандидат биологических наук; ботанический сад Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия
- Нилов В.Н. (умер)** – Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, г. Архангельск, Россия
- Новикова Т.И.** – доктор биологических наук; Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, г. Новосибирск, Россия

- Олейникова И.И.** – кандидат педагогических наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Полякова И.А.** – соискатель; Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, г. Тамбов, Россия
- Поросенков Ю.В.** – доктор географических наук, профессор; Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия
- Присный А.А.** – кандидат биологических наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Присный А.В.** – доктор биологических наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Р.А. Колчанов** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Семенщеников Ю.А.** – кандидат биологических наук, доцент; Брянский государственный университет им. акад. И.Г. Петровского, г. Брянск, Россия
- Скоркина М.Ю.** – кандидат биологических наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Сладкова Е.А.** – аспирант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Сорокопудов В.Н.** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Ступаков А.Г.** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор; Белгородская государственная сельскохозяйственная академия, Белгородская область, пос. Майский, Россия
- Тшикина Е.А.** – кандидат сельскохозяйственных наук; Уральский государственный лесотехнический университет, Ботанический сад УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия
- Тохтарь В.К.** – доктор биологических наук, старший научный сотрудник; Белгородский государственный университет, г. Белгород, Россия
- Тохтарь Л.А.** – кандидат биологических наук; ботанический сад Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия
- Трегубов А.В.** – аспирант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Федоров Н.И.** – доктор биологических наук; Институт биологии УНЦ РАН, г. Уфа, Россия
- Федорова М.З.** – доктор биологических наук, профессор; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Хайлова О.В.** – кандидат биологических наук, доцент; Институт лесного и лесопаркового хозяйства ФГОУ ВПО «Приморская государственная сельскохозяйственная академия», г. Усурийск
- Худякова Т.М.** – доктор географических наук, профессор; Воронежский государственный педагогический университет, г. Воронеж, Россия
- Чернышова А.П.** – старший научный сотрудник; Львовская опытно-селекционная станция ВНИИСС, Курская область, Львовский район, пос. Селекционный, Россия
- Чернявских С.Д.** – кандидат биологических наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Шапошников А.А.** – доктор биологических наук, профессор; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Швецов А.Н.** – Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, г. Москва, Россия
- Шелепова О.В.** – кандидат биологических наук; Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, Москва, Россия
- Ширинкин С.В.** – Кандидат медицинских наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Эрст А.А.** – кандидат биологических наук; Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, г. Новосибирск, Россия
- Языкова В.В.** – аспирант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Яковлева И.Н.** – кандидат биологических наук, доцент; Белгородская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Я. Горина, Белгородская область, пос. Майский, 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.

