

№21 (92) 2010  
Выпуск 13

НАУЧНЫЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ ЖУРНАЛ

Основан в 1995 г.

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

**Учредитель:**

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Белгородский государственный университет»

**Издатель:**

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

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ  
ЖУРНАЛА**

Главный редактор

**Дятченко Л.Я.**

ректор Белгородского государственного  
университета, доктор социологических наук,  
профессор

Зам. главного редактора

**Пересыткин А.П.,**

проректор по научной работе Белгородского  
государственного университета, кандидат  
педагогических наук

Ответственные секретари

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

**Боруха С.Ю.,** кандидат педагогических  
наук, доцент (Белгородский  
государственный университет)

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ  
СЕРИИ ЖУРНАЛА**

Председатель редколлегии

**Дятченко Л.Я.**

ректор Белгородского государственного  
университета, доктор социологических наук,  
профессор

Главный редактор

**Присный А.В.**

доктор биологических наук, доцент  
(Белгородский государственный  
университет)

Заместители главного редактора:

**Лебедева О.Е.**

доктор химических наук, профессор  
(Белгородский государственный  
университет)

**Корнилов А.Г.**

доктор географических наук, профессор  
(Белгородский государственный  
университет)

## НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ

Белгородского государственного университета

Естественные науки

Belgorod State University  
Scientific Bulletin  
Natural sciences

### СОДЕРЖАНИЕ

#### БИОЛОГИЯ

О находке и экологической характеристике *Scolochloa festucea* (Poacea) на юге Курской области. **А.В. Галяс 5**

Особенности морфологии и анатомии листа *Morus alba* L.  
**С.С. Богданов, А.В. Лазарев 8**

Паренхимные ткани вторичной ксилемы древесных видов полупустынь Восточного Кавказа (Чеченская республика). **М.У. Умаров, Е.С. Чавчавадзе, А.Д. Абубакаров 13**

Анализ инвазионных видов растений Средней России. **В.К. Тохтарь, Н.В. Мазур 20**

Соотношение синантропных элементов в семействе Лютиковые (Ranunculaceae Juss.). **А.В. Лазарев 24**

Структура урбанофлоры города Белгорода. **О.В. Фомина, В.К. Тохтарь 28**

Способ классификации и идентификации коллекционных образцов бобов. **Ю.Н. Куркина 23**

Урожайность отборных форм *Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl. при интродукции в ботаническом саду Белгородского государственного университета. **И.А. Навальнева, В.Н. Сорокопудов 38**

Влияние срока сбора плодов шиповника иглистого на всхожесть семян. **А.К. Кудайбергенова 42**

Фенологические особенности смородин подродов *Eucoreosma* Jancz., *Ribesia* (Berl.), *Berisia* (Spach) Jancz., и *Symphocalyx* Berl. в условиях Белгородской области. **Е.И. Шапошник, Л.А. Тохтарь, В.Н. Сорокопудов, Т.А. Резанова, Ю.В. Бурменко, Н.И. Михневич, В.В. Карпушинский, А.В. Трегубов 45**

Сравнительная оценка реологических свойств муки и шрота мягкой пшеницы на приборе Mixolab. **В.П. Нецветаев, М.Ю. Третьяков, О.В. Лютенко, Л.С. Пащенко, И.И. Попкова 56**

К изучению жесткокрылых-ксилобионтов (Coleoptera) юга Среднерусской лесостепи, связанных с видами рода *Populus*. **Я.Н. Коваленко 62**

Аберрационная изменчивость рисунка надкрылий рода *Agrilinus* (Aphodiidae, Coleoptera) в условиях Центрального Черноземья. **С.О. Негрбов 69**

Морфофункциональные особенности форменных элементов гемолимфы виноградской улитки (*Helix pomatia*). **А.А. Присный, Т.А. Пижалева, С.В. Кулько 73**

Изучение возможности применения высокочастотного излучения для дезинсекции зерна. **А.А. Мищенко, А.Т. Куцан, О.А. Малинин, Б.Т. Стегний, В.А. Кутовой, А.В. Присный 77**

Зависимость плотности населения и видового состава птиц луговых комплексов от степени увлажненности местообитаний. **А.Ю. Соколов, П.Д. Венгеров 82**

Ответственный секретарь:**Куркина Ю.Н.**кандидат сельскохозяйственных наук,  
доцент (Белгородский государственный  
университет)Члены редколлегии:**Балятинская Л.Н.**, доктор химиче-  
ских наук, профессор (Белгородский  
государственный университет)**Батлуцкая И.В.**, доктор биологиче-  
ских наук, доцент (Белгородский  
государственный университет)**Везенцев А.И.**, доктор технических наук,  
профессор (Белгородский  
государственный университет)**Виттиг Р.**, доктор, профессор  
(Университет им. И.В. Гете, Франкфурт-  
на-Майне)**Колчанов А.Ф.**, кандидат биологических  
наук, профессор (Белгородский  
государственный университет)**Лисецкий Ф.Н.**, доктор географических  
наук, профессор (Белгородский  
государственный университет)**Лукин С.В.**, доктор географических  
наук, профессор (Белгородский  
государственный университет)**Петин А.Н.**, доктор географических наук,  
профессор (Белгородский  
государственный университет)**Сергеев С.В.**, доктор технических  
наук, профессор (Белгородский  
государственный университет)**Сорокопудов В.Н.**, доктор  
сельскохозяйственных наук, профессор  
(Белгородский государственный  
университет)**Тохтарь В.К.**, доктор биологических  
наук, старший научный сотрудник  
(Белгородский государственный  
университет)**Федорова М.З.**, доктор  
биологических наук, профессор  
(Белгородский государственный  
университет)**Чендев Ю.Г.**, доктор  
географических наук, профессор  
(Белгородский государственный  
университет)**Шилова В.С.**, доктор педагогических  
наук, профессор (Белгородский  
государственный университет)Оригинал-макет *А.В. Присный,**Н.А. Гапоненко*E-mail: *prisniy@bsu.edu.ru*

Подписано в печать 10.12.2010

Формат 60×84/8

Гарнитура Georgia, Impact

Усл. п. л. 21,85

Тираж 1000 экз.

Заказ 236

Подписные индексы в каталоге агентства :

«Роспечать» – 81466,

в объединенном каталоге

«Пресса России» – 39723

Оригинал-макет тиражирован

в издательстве Белгородского

государственного университета

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

Опыт разработки программы изучения территориального поведения  
бобра обыкновенного (*Castor fiber* Linnaeus, 1758).**А.В. Емельянов 89**

Адаптация кур к факторам промышленного содержания.

**Л.К. Бусловская, А.Ю. Ковтуненко, Е.Ю. Беляева 96**Реакции лейкоцитов крови крыс на растворимые и нерастворимые  
формы металлов в опытах in vivo и in vitro. **Н.А. Павлов,  
С.В. Надеждин 103**Половые различия физиологического эффекта углеродного нанострук-  
турного материала – перспективного носителя лекарственных препаратов  
в эксперименте на лабораторных мышках. **А.А. Гусев, И.А. Полякова,  
Е.Б. Горшеница, А.Г. Ткачев, А.В. Емельянов, С.В. Шутова,  
О.Н. Зайцева, А.В. Федоров, Т.В. Васильева 107**

Изучение флавоноидного состава цветков клевера лугового.

**О.О. Новиков, Д.И. Писарев, В.Н. Сорокопудов, М.А. Жура-  
вель, Н.Н. Нетребенко, Н.В. Автина 113**Изучение черёмухи виргинской - *Padus virginiana* как перспективного  
источника биологически активных полифенолов. **Д.И. Писарев,  
О.О. Новиков, М.Д. Безменова, В.Н. Сорокопудов,  
Д.В. Бурлуцкая, Н.Н. Нетребенко, М.А. Халикова,  
Н.В. Автина 118****ХИМИЯ**Исследование поверхности различных сорбентов методом электронной  
микроскопии. **Н.Г. Габрук, И.И. Олейникова, В.А. Рюшина,  
А.В. Давиденко, А.В. Метелев 123**Изучение агрегации в водных растворах оксиэтилированных неионо-  
генных поверхностно-активных веществ методом динамического  
светорассеяния. **А.А. Тихова, Н.А. Глухарева,  
Е.Н. Колесникова 127**

Сорбция ионов цезия-37 и стронция-90 препаратом «Экос».

**В.Д. Буханов, В.Н. Скворцов, А.И. Везенцев, А.А. Шапошников,  
Л.А. Козубова, Г.В. Фролов 131**Масла с конъюгированными двойными связями: масла косточек вишен  
и родственных родов семейства Rosaceae. **А.В. Туртыгин,  
И.П. Анисимович, Л.А. Дейнека, В.И. Дейнека,  
В.Н. Сорокопудов, С.М. Шевченко 135**Спектральный и хроматографический анализ ксантофиллов в различ-  
ных растительных добавках и их влияние на накопление лютеина  
и зеаксантина в желтке перепелиных яиц. **В.И. Дейнека,  
А.А. Шапошников, Л.А. Дейнека, С.М. Вострикова,  
Л.Р. Закирова, И.Е. Олейникова 143****НАУКИ О ЗЕМЛЕ**Использование геоинформационных технологий в системах поддержки  
принятия решений при управлении водными ресурсами (на примере  
Белгородской области). **М.А. Петина 150**Исследование связи между спектральными отражательными свойства-  
ми лесных насаждений Белгородской области и их лесотаксационными  
параметрами. **Э.А. Терехин 157**Оценка эстетико-потребительских параметров ландшафта в условиях  
современного землепользования (на примере поселков городского типа  
Белгородской области). **А.Г. Корнилов, А.П. Федутенко,  
Е.М. Лопина 168****МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**Разработка экологических троп в особо охраняемых природных терри-  
ториях различных природных регионов. **М.С. Оборин,  
В.В. Непомнящий 174****НАШИ ЮБИЛЯРЫ**

Ткаченко Иван Константинович 181

Сведения об авторах 183

Информация для авторов 186

Founded in 1995

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

**Founder:**

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

**Publisher:**

Belgorod State University  
BSU Publishing house

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

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

**Editorial board of journal**

Editor-in-chief

**L.J. Djatchenko**

Rector of Belgorod State University, doctor of sociological sciences, professor

Deputy editor-in-chief

**A.P. Peresyarkin**

Vice-rector for scientific research of Belgorod State University, candidate of pedagogical sciences

Assistant Editor

**V.M. Moskovkin**, doctor of geographical sciences

**S.Yu. Borukha**, candidate of pedagogical sciences

**Editorial board of journal series**

Chairman of editorial series

**L.J. Djatchenko**

Rector of Belgorod State University, doctor of sociological sciences, professor

Chief editor:

**A.V. Prisyi**

Doctor of biological sciences, professor (Belgorod State University)

Deputies of chief editor:

**O.E. Lebedeva**

Doctor of chemical sciences, professor (Belgorod State University)

**A.G. Kornilov**

Doctor of geographical sciences, professor (Belgorod State University)

Responsible secretary:

**Yu.N. Kurkina**

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

**НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ**

**Белгородского государственного университета**

**Естественные науки**

CONTENTS

BIOLOGY

Concerning Finding and Ecological Characteristic of the *Scolochloa festuacea* (Poacea) in the South of Kursk Region. **A.V. Galyas 5**

Features of Morphology and Anatomy of the Leaf of the *Morus alba* L. **S.S. Bogdanov, A.V. Lazarev 8**

Parenchymal Tissues of Secondary Xylem of Arboreous Species of Semideserts of the East Caucasus (Chechen Republic). **M.U. Umarov, E.S. Chavchavadze, A.D. Abubakarov 13**

An Analysis of Invasive Plant Species of Central Russia. **V.K. Tokhtar', N.A. Mazur 20**

The Ratio of Sinantropic Elements in the Ranunculaceae Family (Ranunculaceae Juss.). **A.V. Lazarev 24**

The Structure of the Urbanoflora of Belgorod City. **O.V. Fomina, V.K. Tokhtar 28**

A Way of Classification and Identification of Collection Samples of Faba Beans. **Yu.N. Kurkina 33**

Yielding Ability of the Select Forms of *Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl. at Its Introduction in the Botanical Garden of Belgorod State University. **I.A. Navalneva, V.N. Sorokopudov 38**

An Influence of Term of Harvesting of Prickly Hips on the Germinability of Seeds. **A.K. Kudaibergenova 42**

Phenological Features of Currants from the Subgenera *Eucoreosoma* Jancz., *Ribesia* (Berl.), *Berisia* (Spach) Jancz., and *Symphocalix* Berl. under the Conditions of Belgorod Region. **E.I. Shaposhnik, L.A. Tohtar, V.N. Sorokopudov, T.A. Rezanova, Yu.V. Burmenko, N.I. Mikhnevich, V.V. Kartushinsky, A.V. Tregubov 45**

Comparative Evaluation of Rheological Properties of Flour and Meal from Winter Bread Wheat by Mixolab Instrument. **V.P. Netsvetaev, M.Yu. Tretyakov, O.V. Lyutenko, L.S. Pashchenko, I.I. Popkova 56**

Contribution to the Knowledge of the Fauna of Xylobionts Beetles (Coleoptera) Associated with Species of the *Populus* Genus in the Middle Russian Forest-Steppe Zone. **Ya.N. Kovalenko 62**

Aberrational Variability of Patterns in Elitres of the *Agriinus* genus (Aphodiidae, Coleoptera) in the Central Chernozem Region. **S.O. Negrobov 69**

Morphophysiology Features of Hemolymph Elements of the Grape Snail (*Helix pomatia*). **A.A. Prisyi, T.A. Pigaleva, S.V. Kulko 73**

Study of a Possibility of Application of High-Frequency Radiation for Desinsection of Grain. **A.A. Mistchenko, A.T. Kutsan, O.A. Malinin, B.T. Stegny, V.A. Kutovoy, A.V. Prisyi 77**

Dependence of the Population Density and Bird Species Collection in Meadow Complexes on the Moisture Degree of the Habitats. **A.Yu. Sokolov, P.D. Vengerov 82**

## Members of editorial board:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Page layout by A.V. Prisniy  
N.A. Gaponenko  
E-mail: prisniy@bsu.edu.ru  
Passed for printing 10.12.2010  
Format 60×84/8  
Typeface Georgia, Impact  
Printer's sheets 21,85  
Circulation 1000 copies  
Order 236

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

An Experience of Working out of the Program of Study of Beaver (*Castor fiber* Linnaeus, 1758) Territorial Behaviour. **A.V. Emelyanov 89**  
Hens Adaptation to Factors of Industrial Housing. **L.K. Buslovskaya, A.Y. Kovtunenka, E.Y. Belayeva 96**

Rats Leukocytes Response to Soluble and Insoluble Forms of Metals Experiments *in vivo* and *in vitro*. **N.A. Pavlov, S.V. Nadezhdin 103**

Sexual Difference of the Physiological Effect of Carbon Nanostructural Material – a Perspective Carrier of Medication in Experiment on Laboratory Mice. **A.A. Gusev, I.A. Polyakova, E.B. Gorsheneva, A.G. Tkachev, A.V. Emeliyanov, S.V. Shutova, O.N. Zayceva, A.V. Fedorov, T.V. Vasilieva 107**

Study of Flavonoid Composition of Flowers of Meadow Clover. **O.O. Novikov, D.I. Pisarev, V.N. Sorokopudov, M.A. Zhuravel, N.N. Netrebenko, N.V. Avtina 113**

Study of Common Choke-Cherry – *Padus virginiana* as a Promising Source of Biologically Active Polyphenols. **D.I. Pisarev, O.O. Novikov, V.N. Sorokopudov, D.A. Burlutskaya, N.N. Netrebenko, M.A. Khalikova, N.V. Avtina 118**

## CHEMISTRY

Research of the Surface of Various Sorbents by the Method of Electronic Microscopy. **N.G. Gabruk, I.I. Oleynikova, V.A. Ryushina, A.V. Davidenko, A.V. Metelev 123**

Study of Aggregation of Ethoxylated Nonionic Surfactants in Aqueous Solutions by Dynamic Light Scattering. **A.A. Tikhova, N.A. Glukhareva, E.N. Kolesnikova 127**

Sorption of Cesium-37 and Strontium-90 Ions by «Ekos» Preparation. **V.D. Bukhanov, V.N. Skvortzov, A.I. Vezentsev, A.A. Shaposhnikov, L.A. Kozubova, G.V. Frolov 131**

Conjugate Double Bond Oils: Cherry Pit Oils and Affined Plants From the Rosaceae Family. **A.V. Turtyguin, I.P. Anisimovitch, L.A. Deineka, V.I. Deineka, V.N. Sorokopudov, S.M. Shevchenko 135**

Spectral and Chromatographic Analysis of Xanthophylls in Various Plant Additions and Their Influence on Lutein and Zeaxanthin Accumulation in a Quails Yolks. **V.I. Deineka, A.A. Shaposhnikov, L.A. Deineka, S.M. Vostrikova, L.R. Zakirova, I.Y. Oleynikova 143**

## EARTH SCIENCES

Using of Geoinformation Technologies in Expert Systems of Decision-making Support in Water Resources Management (by the Example of Belgorod Region). **M.A. Petina 150**

Research of Relations Between Reflection Spectral Properties of Wood Plantations of the Belgorod Region and Their Stratum Parameters. **E.A. Terekhin 157**

Evaluation of Aesthetic and Consumer Parameters of the Landscape in the Modern Land-Utilization (by the Example of Townships in Belgorod Region). **A.G. Kornilov, A.P. Fedutenko, E.M. Lopina 168**

## METHODS OF TEACHING OF NATURAL SCIENCES

Development of Ecological Paths in Natural Preserves in Different Natural Regions. **M.S. Oborin, V.V. Nepomnjaschy 174**

## OUR SCIENTISTS WHOSE ANNIVERSARY IS CELEBRATED

Tkachenko Ivan Konstantinovich **181**

Information about Authors **183**

Information for Authors **186**

## БИОЛОГИЯ

УДК 582.542.1:581.95(470.323):581.52

### О НАХОДКЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ *SCOLOCHLOA FESTUCACEA* (РОАСЕАЕ) НА ЮГЕ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

#### А. В. Галяс

Курский государственный университет,  
Россия, 305000,  
г. Курск, ул. Радищева, 33

E-mail: galasart@gmail.com

Приведены данные о находке в Курской области редкого для Центрально-Черноземного региона вида сем. Злаки – *Scolochloa festucacea* (Willd.) Link., найденного в пойме реки Псёл вблизи села Уланок Суджанского района. Это является вторым, наиболее южным местонахождением *Sc. festucacea* в Курской области. В ходе исследований определены основные экологические и геоботанические характеристики данного вида.

Ключевые слова: *Scolochloa festucacea*, экологическая характеристика, Курская область, река Псёл.

Летом 2009 года в Суджанском районе Курской области было найдено новое местонахождение редкого для Центрального Черноземья водно-болотного вида *Scolochloa festucacea* (Willd.) Link (= *Arundo festucacea* Willd.) [8]. Вид принадлежит к монотипному роду *Scolochloa* Link семейства Poaceae [7].

Распространение вида связано с местами повышенной влажности: окраинами болот, мелководьями водоемов и речных заводей. Природный ареал *Sc. festucacea* охватывает Европу, Азию и Северную Америку [7]. В России вид встречается во всех флористических районах Европейской части и Западной Сибири, в Восточной Сибири отмечен в Лено-Колымском, Ангаро-Саянском и Даурском районах флоры [2].

Для Центрального Черноземья вид является довольно редким, и в списке флоры Курской области до недавнего времени не значился [3–5].

В 2003 году, впервые в Курском регионе, вид был найден Н. Золотухиным [1], который описал его единственное местонахождение на территории памятника природы «Гладиолусовые луга» в Глушковском районе Курской области. На этом участке *Sc. festucacea* произрастает в манниково-осоковом болоте, расположенном в ложбине поймы правого берега р. Сейм вблизи с. Карыж [1, 6].

На основании описания Золотухина и собранного им гербарного материала *Sc. festucacea* в 2005 году была включена в список флоры Курской области [6], где вид был охарактеризован как редкий для всего Центрально-Черноземного региона.

Нами вид был обнаружен на нескольких участках заболоченной поймы правого берега реки Псёл в окрестностях с. Уланок Суджанского района Курской области в ходе эколого-ботанических исследований водно-болотной растительности. Найденное нами местонахождение *Sc. festucacea* расположено значительно юго-восточнее сборов Н. Золотухина.

Географические координаты района исследования – 35°20' в.д., 51°08' с.ш. Высота над уровнем моря – 166 м. В месте исследования русло реки Псёл слабоизвилистое, шириной до 75 м с преобладающими глубинами до 3-х м. Берега пологие, сложены преимущественно покровными отложениями.

На исследованном участке *Sc. festucacea* вместе с *Acorus calamus* L. встречается среди прибрежно-водной растительности повсеместно, входя в состав ассоциаций геолофитов: рогоза узколистного с водными растениями (*Typha angustifoliae* aqui-

herbosum) и ежеголовника всплывающего с водными растениями (*Sparganium simplex aquiherbosum*).

*Sc. festucacea* произрастает вдоль берега до глубины 60 см в виде небольших разреженных групп, вкрапленных в основной фон других растений. Общее проективное покрытие вида в надводном ярусе растительности – менее 15%. Обилие по Друде – Sp. Gr. Жизненность вида по Воронову – 3а.

У исследованных экземпляров *Sc. festucacea* (см. рисунок) стебли прямые, высокие (длиной 140–150 см), толстые (в средней части диаметр около 0.9 см). Ползучие анизотропные простые корневища, диаметром 0.7–0.8 см и длиной более 20 см, расположены в приповерхностном слое ила на глубине 10–15 см. Придаточные корни обильные, тонкие, длиной 11–12 см; корни, расположенные в узлах корневищ, имеют светло-серо-коричневого цвет, а растущие на стебле – зеленовато-серый. Листья светло-зеленые, широкие (0.9–1 см), плоские, гладкие, на конце длинно-заостренные. Метелки серебристо-белые, с раскидистыми ветвями.



Рис. Внешний вид растения *Scolochloa festucacea*. а – подводная часть растения; б – метелка; в – часть стебля с листом; г – зерновка (1 – в окружении колосковых чешуй, 2 – без чешуй)

На 7 пробных участках размером 1?1 м была установлена средняя плотность произрастания – 8 побегов на кв. м, отобраны образцы для определения зольности, сырой и воздушно-сухой массы, а также массы сухого вещества (после выдерживания в термостате при 105?С). Результаты соответствующих камеральных измерений приведены в таблице.

Таблица

Масса и зольность различных частей растения *Scolochloa festucacea*

Органы растения	Сырая масса, г	Воздушно-сухая масса, г	Сухое вещество, г	Зольность, %
Стебли	30.796	8.022	6.758	7.13
Корни	7.517	1.267	1.036	25.82
Корневища	12.845	6.062	4.958	9.42
Листья	24.623	6.367	5.303	12.67
Растение в целом	75.781	21.718	18.055	9.89

Находка *Sc. festucacea* дополняет и уточняет сведения о распространении вида, так как обнаруженное местонахождение находится на южной границе его ареала в Европейской части России. Полученные данные о проективном покрытии, жизненности, особенностях размещения и участия в фитоценозе, обилии, плотности и биомассе *Sc. festucacea* являются основой для последующих экологических исследований этого, пока малоизученного, вида.

### Список литературы

1. Золотухин Н.И., Золотухина И.Б. Особо охраняемые сосудистые растения в пределах памятников природы на юго-западе Курской области // Особо охраняемые природные территории Курской области: Материалы научной конференции, г. Курск, 14 окт. 2004 г. – Курск, 2004. – С. 50–61.
2. Лисицына Л.И., Папченков В.Г. Флора водоемов России: Определитель сосудистых растений. – М.: Наука, 2000. – 237 с.
3. Падеревская М.И. Список флоры Курской области. – Курск: КГПИ, 1979. – 108 с.
4. Полуянов А.В. Флора Курской области. – Курск: КГУ, 2005. – 264 с.
5. Полуянов А.В. Флора Курской области: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – М., 1997. – 16 с.
6. Прудников Н.А., Полуянов А.В. Сосудистые растения Курской области. – Курск, 1993. – 82 с.
7. Цвелев Н.Н. Злаки СССР. – Л.: Наука, 1976. – 788 с.
8. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). – СПб.: Мир и семья, 1995. – 990 с.

## CONCERNING FINDING AND ECOLOGICAL CHARACTERISTIC OF THE *SCOLOCHLOA FESTUCACEA* (POACEAE) IN THE SOUTH OF KURSK REGION

A. V. Galyas

Kursk State University,  
33 Radishcheva St.,  
305000, Kursk, Russia

E-mail: galasart@gmail.com

It is reported on a finding in Kursk region of the *Scolochloa festuacea* (Willd.), Link., a species from grass family rare in Central Chernozem region. *Scolochloa. festuacea* is found in the bottom land of the Psyol River, near the village of Ulanok in Sudzha district in Kursk region. This locality of the species is the second one, the southernmost, known in the region. During researches the basic ecological and geobotanical characteristics of the given species were defined.

Key words: *Scolochloa festuacea*, ecological characteristics, Kursk region, the Psyol River





## ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИИ И АНАТОМИИ ЛИСТА *MORUS ALBA* L.

**С. С. Богданов,  
А. В. Лазарев**

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

E-mail: lazarev@bsu.edu.ru

Данная работа посвящена проблеме изучения морфологии и анатомии листа *Morus alba* L. Изучено жилкование, опушение листа. Волоски – простые и железистые. На свету лист – дорзовентральный, в тени – изолатеральный. Эпидермис бугорчатый. Тип устьиц – аномоцитный.

Ключевые слова: шелковица, волоски, устьица, лист.

### Введение

Эволюционная пластичность листа, его полиморфность в пределах одного семейства, а во многих случаях даже рода – одна из характерных особенностей цветковых растений. Листья очень чутко реагируют на освещение и влажность [1]. Многими авторами отмечается, что биометрический анализ морфологических признаков большинства растений показывает связь количества их на растении, площади листовой пластинки, размеров листа и даже формы с экологическими условиями произрастания [2]. Их колебания отражаются не только на форме и размерах листа, но также на его строении, в частности на строении мезофилла, устьиц, кутикулы и характере жилкования [3, 4, 5].

У видов рода *Morus* наблюдается сходство в анатомии и органографии листа, но есть определенные принципиальные отличия по форме и опушению пластинки [6, 7].

Листья шелковицы ценны не только как корм для шелкопряда. В листьях содержатся альдегиды, органические кислоты (щавелевая, яблочная, винно-каменная, янтарная, лимонная и др.), стероиды, дубильные вещества, флавоноиды, высшие жирные кислоты, витамин С и каротин. Согласно фармакологическим испытаниям, установлено, что смолистые вещества из листьев шелковицы белой способны снижать кровяное давление [8].

Сушеные листья шелковицы измельчают в порошок и посыпают ими пищу – творог, винегрет по 1/2 чайной ложки 1–2 раза в день. В листьях шелковицы большой набор витаминов: тиамин, рибофлавин, пиридоксин, никотиновая кислота, а также бета-ситостерин. Во Вьетнаме из листьев шелковицы готовится препарат фомидол, который используют как средство, повышающее защитные силы организма при лечении кожных заболеваний и ревматизма.

В Китае из них готовят приятный прохладительный напиток. На Яве молодые листья причисляют к овощам. В листьях найдены витамины группы В, РР, стерины, пальмитиновая и фумаровая кислоты, оксикумарин, биофлавоноиды, метилсалицилат. Листья целебны. В народной медицине при сердечнососудистых нарушениях, в качестве мочегонного средства издавна применяют листья и кору ветвей. Поэтому изучение листьев имеет большое значение для медицины, экологии и физиологии растений. Целью исследования является изучение строения листьев шелковицы в зависимости от экологических условий роста растений.

### Материал и методика исследований

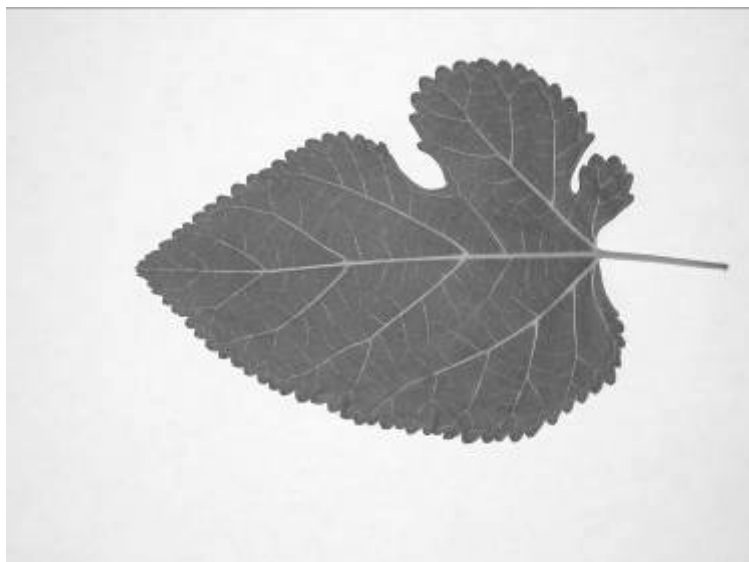
Изучались морфология и анатомическое строение листа видов, относящихся к роду *Morus*. Производился сравнительный анализ морфологии и анатомии световых и теневых листьев *Morus alba*. Использовались методики С.Р. Metcalfe, Л.К. Chalk [4], В.Ф. Лейсле [5], А.А. Фёдорова, М.Э. Кирпичникова, З.Т. Артющенко [9], Н.П. Соколовой [10]. При проведении исследования применяли оборудование Quanta 200 3D.



### Результаты исследований

Лист (*folium*), орган высших растений, выполняет функции фотосинтеза и транспирации, а также обеспечивает газообмен с воздушной средой и участвует в других важнейших процессах жизнедеятельности шелковицы. Лист наиболее изменчив по форме, размерам, окраске и другим признакам даже на одном побеге. Он морфологически отличается обычно дорзовентральной симметрией, боковым положением и, как правило, ограниченным ростом. Листья простые, черешчатые, цельные, лопастные (из 3–11 лопастей) или рассеченные. Листья кожисто-бумажные, крупно пильчато-зубчатые с глубоко сердцевидным основанием (рис. 1), черешок 0.5–2.5 см длиной (*M. nigra*), 3 см и более (*Morus alba*) или тупые в ряде случаев заостренные, тупомногопильчатые (*M. alba*). Кроме листьев, развиваются обычно парные симметрично расположенные прилистники, рано опадающие. В зависимости от характера и глубины расчленения пластинки различают цельные (*M. nigra*), или цельные, лопастные, отдельные, рассеченные листья (*M. alba*) [7]. Большое значение имеет характер расположения жилок в пластинке, т. е. жилкование. Строение листа различается даже в пределах одного вида, однако в общих чертах оно единообразно. Обычно пластинка листа с обеих сторон снабжена однослойной покровной тканью — кожицей, или эпидермисом. Между верхним и нижним эпидермисом располагается основная ткань, или мезофилл. Он дифференцирован на столбчатую, или палисадную, состоящую из удлинённых клеток с хлоропластами и занимающую верхнюю, обращенную к свету часть, и губчатую, сложенную из клеток с большими межклетниками и заполняющую нижнюю часть его. Лист пронизан жилками — проводящими пучками, которые наряду с механическими тканями создают остов листа [11, 12].

Нами впервые изучено жилкование листа шелковицы (рис. 1). Проводящая система листа шелковицы представляет собой довольно сложную картину, в которой более или менее ясно выделяются жилки разного порядка ветвления. Размещение проводящих пучков то есть жилкование, придает листьям характерный вид. Слово «жилкование» происходит от термина жилка, который применяется в ботанике либо к проводящему пучку или группе тесно сближенных пучков, либо к пучкам совместно с пространственно объединенной с ними непроводящей тканью. Это перистонервные листья (от лат. *nervus* — жила, нерв). Боковые (вторичные) жилки отходят от средней (первичной) под более или менее острым углом (рис. 2). В зависимости от экологических условий средняя жилка, а также черешок бывают развиты в большей или меньшей степени. Усиление черешка связано с повышением его механических функций.



Боковые жилки у листьев с перистым жилкованием ведут себя по-разному. У шелковицы боковые жилки тянутся прямо до края пластинки и оканчиваются здесь в лопастях, концах зубчиков. Это так называемое перистокраевое или краепедодромное (от греческого *kraspedon* — край, окраина и *dromos* — бег) жилкование.

Рис. 1. Жилкование листа шелковицы *Morus alba* L.



Рис. 2. Образование ареолей

Мелкие жилки, напротив, проходят по самой толще мезофилла, образуя между крупными жилками густоразветвленную сеть. Они располагаются в средней части мезофилла, обычно, под палисадными клетками, то есть иными словами находятся в верхнем слое губчатой паренхимы.

Для листа может быть характерно наличие одной, двух или более жилок.

Жилка первого порядка представляют собой самую толстую, главную жилку листа. Это средняя жилка, представляющая непосредственное продолжение черешка.

От первичных жилок отходят более тонкие вторичные жилки. Из них две отходят от основания листа. Еще более тонкие жилки, ответвляющиеся обычно от вторичных жилок, а также непосред-

ственно от первичных, называются третичными жилками. Далее могут быть жилки четвертого, пятого и даже следующих порядков [13].

Отходящие от первичных жилок ветви разных порядков анастомозируют между собой и образуют сложную сеть, густо покрывающую всю пластинку листа. Большой интерес представляет строение сети мелких жилок, так как они играют большую роль в передвижении веществ [14]. Рассматривая эту сеть при большом увеличении микроскопа, мы заметим, что она состоит из более или менее ясно выраженных ячеек, или ареолей (от латинского *areola* - площадка) (см. рис. 2).

Листья рассматриваемых видов по окраске относятся к одноцветным, т. е. с однородно окрашенной с обеих сторон листовой пластинкой, хотя нижняя часть листа на несколько тонов светлее верхней части. Механические ткани, придают листу прочность, чаще располагаются у крупных жилок.

1. Формативное разнообразие листьев зависит от многих факторов: радиационного режима, засоления почвы, влажности, освещения и т.д. Есть исследования, доказывающие разнолистность шелковицы в зависимости от освещенности, в которых прослеживается изменение размеров листовой пластинки, рассеченности, расположение относительно стебля, размеров черешка листа [15].

2. Клетки эпидермиса часто бесцветные, тесно примыкают друг к другу: они живые и, за исключением расположенных в эпидермисе устьичных клеток, лишены хлорофилла. Снаружи эпидермис обычно покрыт кутикулой, а иногда и восковым налетом, что определяет защитную функцию эпидермиса [15, 16].

У шелковицы черной на нижней стороне листовой пластинки, на поверхности сосудисто-волокнистых пучков имеются трихомы. Их длина колеблется от 109, 86 нм до 482,29 нм. Ширина также варьирует от 30,50 нм до 40,39 нм.

Анатомическая структура листа рода *Morus* отражает сложные и многообразные функции. Однослойный эпидермис имеет волнистые очертания. Поверхность эпидермиса покрыта тонкой кутикулой, размеры которой определяются видовой принадлежностью растения и условиями его местообитания. Кутикула имеет восковое покрытие.

Устьица расположены на нижней поверхности листа, на одном уровне с эпидермальными клетками или несколько погружены в эпидермис. Устьица имеют бобовидную форму [9]. На нижней поверхности листа можно встретить устьица, которые находятся на разной стадии своего развития. Размер устьиц: щель – 16,37 нм в длину, 4,08 нм шириной, ширина устьица 15,40 нм. Тип устьиц аномоцитный, т. е. устьице не имеет четко выраженной закономерности расположения побочных

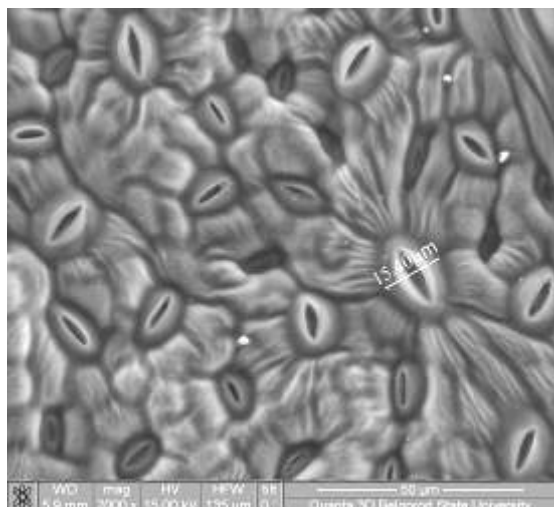


Рис. 3. Расположение устьиц на нижней стороне листа

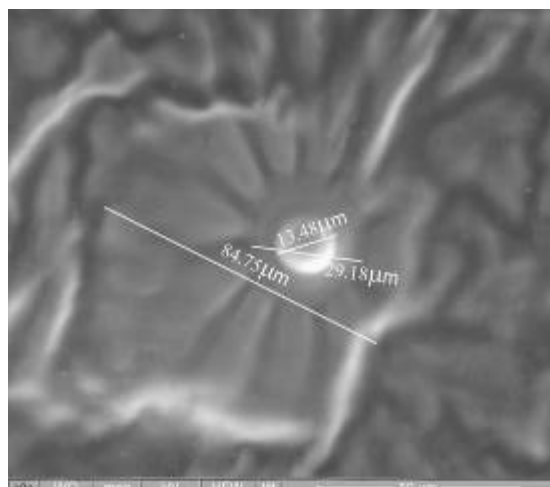


Рис. 4. Волосок на верхней поверхности листа

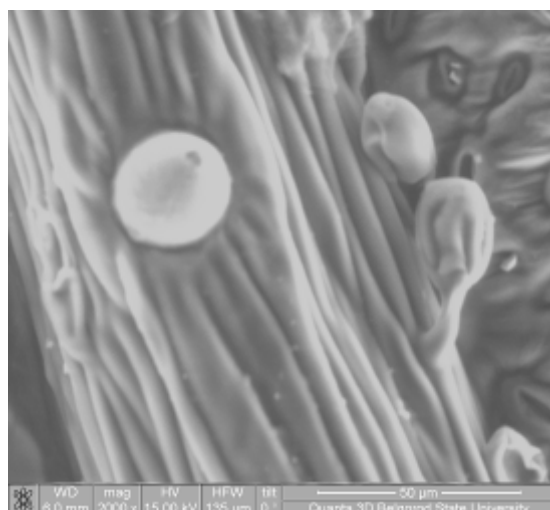


Рис. 5. Простой и железистые волоски на жилке листа

клеток (рис. 3) [15]. Однако на фотографии заметно большое количество устьиц, а прилегающие к устьицу клетки ребристые и часто удлинненные и достигают соседних устьиц.

Поверхность листа шелковицы покрыта в разной степени простыми волосками с небольшим шипиком (сверху), простыми и железистыми волосками с нижней поверхности, особенно по жилкам (рис. 4, 5).

### Выводы

1. Лист шелковицы по анатомическому строению в зависимости от освещения бывает дорзовентральным или изолатеральным.

3. Анатомическое строение листа типичное для древесных растений.

4. Устьица расположены как на уровне эпидермиса, так и слегка погруженные. Размеры их различны. Тип устьиц аномоцитный, устьица разнообразны по положению.

5. Жилкование перистонервное, с образованием ареолей.

*Благодарим за помощь в проведении исследований Центр коллективного пользования научным оборудованием БелГУ «Диагностика структуры и свойств наноматериалов».*

### Список литературы:

1. Chatterton N. Hanny W.W., Powell J. B., Lee D. R. Photosynthesis and transpiration of bloom and bloomless sorghum // *Can. J. Plant Sci.* – 1988. – Vol. 55. – № 2. P. 641–643.

2. Wolpert A. Heat transfer analysis of factors affecting plant leaf temperature significance of leaf hair // *Plant Physiol.* – 1962. – Vol. 37. – № 2. – P. 113-119.

3. Ботаника: в 2 – х т. Т.1. Анатомия и морфология растений / Под общ. ред. Л.В. Кудряшова. – М.: Просвещение, 1966. – 420 с.

4. Metcalfe C.R., Chalk L. *Anatomy of the dicotyledons: 2 vols.* – Oxford: Clarendon press, 1950. – Vol. 1-2. – 535 p.

5. Лейсле В.Ф. Ботаника [Учебник]. – М.: Высшая школа, 1966. – 349 с.

6. Лазарев А.В. Структура листьев шелковицы белой (*Morus alba* L.) // Реф. научн.-техн. сб. «Шелк». УзНИИТИ. – Ташкент, 1974. – №4. – С. 7.

7. Лазарев А.В. О методике описания сортов шелковицы. Сообщение 3. Морфологическое описание листа шелковицы // Реф. научн.-техн. сб. «Шелк». УзНИИТИ. – Ташкент, 1989. – №5 (146). – С. 5-7.



8. Гаммерман А.Ф., Кадаев Г.Н., Яценко-Хмелевский А.А. Лекарственные растения [справочное пособие]. – М.: Высшая школа, 1983. - С. 314-315.
9. Фёдоров А.А., Кирпичников М.Э., Артюшенко З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. Т. 1-4. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1956-1979; Наука, 1986-1990. – 352 с.
10. Соколова Н.П. Практикум по ботанике. – М.: Агропромиздат, 1990. – 205 с.
11. Хржановский В.Г. Курс общей ботаники (цитология, гистология, органография, размножение). Учебник для сельхозвузов. – М.: Высшая школа, 1976. – 470 с.
12. Серебряков И. Г.. Морфология вегетативных органов высших растений. – М.: Гос. изд-во «Советская наука», 1952. – 290 с.
13. Деулина М. К. Интенсивность транспирации и развитие сети жилок у некоторых видов рода *Ranunculus* // Тр. Ботан. опыт. ст. – 1929. – Вып. 1. – С. 28–32.
14. Ботаника с основами фитоценологии: Анатомия и морфология растений. Учеб. для вузов / Т.И. Серебрякова, И.С. Воронин, А.Г. Еленевский и др. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2006 – 543 с.
15. Лотова Л. И.. Ботаника: Морфология и анатомия высших растений: Учебник. – М.: Комкнига, 2007. – 512 с.
16. Эзау. К. Анатомия семенных растений. – М.: Изд-во «Мир» 1980. – 218 с.

## FEATURES OF MORPHOLOGY AND ANATOMY OF THE LEAF OF THE *MORUS ALBA* L.

S. S. Bogdanov,  
A. V. Lazarev

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

E-mail: lazarev@bsu.edu.ru

This work is devoted to the problem of study of morphology and anatomy of the leaf of the *Morus alba* L. The venation and pubescence of the leaf are studied. The hairs are simple and ferruteros. In the light a leaf is dorsiventral, in the shade it is isolateral. The epidermis is grumous. The type of stoma is anomocytic.

Key words: mulberry, hairs, stoma, leaf.



УДК 581.8(252)(470.661)

## ПАРЕНХИМНЫЕ ТКАНИ ВТОРИЧНОЙ КСИЛЕМЫ ДРЕВЕСНЫХ ВИДОВ ПОЛУПУСТЫНЬ ВОСТОЧНОГО КАВКАЗА (ЧЕЧЕНСКАЯ РЕСПУБЛИКА)

**М. У. Умаров**<sup>2</sup>,  
**Е. С. Чавчавадзе**<sup>1</sup>  
**А. Д. Абубакаров**<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ботанический институт РАН,  
Россия, 197376,  
г. Санкт-Петербург,  
ул. проф. Попова, 2

<sup>2</sup>Комплексный НИИ РАН,  
Россия, 364051, г. Грозный,  
Старопромысловое шоссе, 21 а

Изучены паренхимные ткани – аксиальная (продольная) и лучевая (горизонтальная) паренхимы древесины 39 видов дендрофлоры полупустынных местообитаний. Выявлены их структурные особенности и частота встречаемости конкретных вариантов проявления.

Ключевые слова: ксилема, структура древесины, набор признаков, частота встречаемости, аксиальная и лучевая паренхимы, структурные особенности.

### Введение

Одним из ведущих факторов, определяющих способность растений поселяться и нормально функционировать в конкретных экологических условиях, является особенности структурной организации вторичной ксилемы – древесины [1-8]. От эффективности функционирования этой комплексной ткани, выполняющей проводящую, запасающую и механическую функции, во многом зависят жизненные процессы, протекающие в теле растения (продвижение воды и минеральных солей, фотосинтез, дыхание и др.).

Цель исследований – выявить структурные особенности пахеренхимной ткани – вторичной ксилемы (древесины), и адаптивные возможности дендрофлоры, обеспечивающие этим видам возможность существования в экстремальных (засушливых) условиях полупустынь.

### Материал и методы

Изучены образцы древесины 39 видов дендрофлоры из засушливых бурунных степей Затеречья (Терско-Кумские пески, Чеченская Республика), относящихся к 32 родам и 19 семействам (табл. 1).

По анатомическим срезам и мацерированному материалу выполнены микроскопические описания древесины. Затем выбрано 20 групп структурных признаков, и по разработанной авторами методике [9] для древесины каждого из видов закодированы все варианты их проявления (каждому из которых присвоен определенный цифровой код (количество баллов). Кодирование вариантов в каждой группе признаков проводилось отдельно. Далее коды для 39 видов древесины были сведены в единую таблицу (из-за объема ее мы не приводим) и эти данные использовались для определения частоты встречаемости вариантов проявления в каждой группе признаков. Результаты подсчета приведены в табл. 2, в которой расшифрованы выявленные варианты только по 9 группам признаков структур, связанных с выполнением функции запасаения пластических веществ и проведения их в вертикальном и горизонтальном направлениях. Указана их встречаемость, в том числе и в процентном выражении.

### Результаты исследований

**Аксиальная (осевая) паренхима** в эволюционном отношении считается одной из наиболее молодых и мобильных структур древесины [5, 7, 8, 10–13, 18]. Главная ее функция – запасаение пластических веществ и проведение их в вертикальном



направлении. По топографии ее клеток в годичном кольце и наличию или отсутствию контактов клеток этой ткани с сосудами выделяют два типа аксиальной паренхимы: апотрахеальную, не связанную с сосудами, и паратрахеальную, контактирующую с сосудами. В эволюционном плане паратрахеальная паренхима считается более специализированной, нежели апотрахеальная. По распределению клеток в толще годичного слоя и характеру сгруппированности клеток по отношению друг к другу внутри апотрахеальной выделяют несколько форм: диффузную – одиночные клетки ее рассеяны в толще годичного кольца; метатрахеальную – клетки, соединяясь в горизонтальные или косо ориентированные цепочки, нередко объединяющие промежутки между смежными лучами; терминальную – одиночные, короткие или длинные (одно- или более- слойные) цепочки у внешней границы кольца. Из перечисленных форм апотрахеальной паренхимы самой примитивной считается диффузная, из которой выводится полосная и цепочечная – метатрахеальная и далее более специализированная паратрахеальная паренхима [5, 14].

Таблица 1

### Виды дендрофлоры Терско-Кумских бурунных степей

<p><b>Сем. Aceraceae – Кленовые</b>            1. <i>Acer compestre</i> L. – Клен полевой            2. <i>Acer tataricum</i> L. – Клен татарский</p> <p><b>Сем. Asteraceae – Сложноцветные</b>            3. <i>Artemisia tschernieviana</i> Bess. – Полынь Черняева</p> <p><b>Сем. Asclepiadaceae – Ластовниковые</b>            4. <i>Periploca graeca</i> L. Обвойник греческий</p> <p><b>Сем. Berberidaceae – Барбарисовые</b>            5. <i>Berberis vulgaris</i> L. – Варбарис обыкновенный.</p> <p><b>Сем. Saprifoliaceae – Жимолостные</b>            6. <i>Viburnum lantana</i> L. – Калина гордовина            7. <i>Viburnum opulus</i> L. – Калина обыкновенная            8. <i>Sambucus nigra</i> L. – Бузина черная</p> <p><b>Сем. Celastraceae – Берисклетовые</b>            9. <i>Euonitimus europaea</i> L. – Берисклет европейский</p> <p><b>Сем. Cornaceae – Кизильные</b>            10. <i>Cornus mas</i> L. – Кизил мужской            11. <i>Thelycrania australis</i> (C. A. Mey.) Sanadze. – Теликрания австралийский</p> <p><b>Сем. Corylaceae – Лещиновые</b>            12. <i>Corylus avellana</i> L. – Лещина обыкновенная</p> <p><b>Сем. Elaeagnaceae – Лоховые</b>            13. <i>Elaeagnus angustifolia</i> L. – Лох узколистный</p> <p><b>Сем. Ephedraceae – Хвойниковые</b>            14. <i>Ephedra distachyia</i> L. – Хвойник двухколосковая</p> <p><b>Сем. Fagaceae – Буковые</b>            15. <i>Quercus robur</i> L. – Дуб черешчатый.</p> <p><b>Сем. Oleaceae – Маслиновые</b>            16. <i>Fraxinus excelsior</i> L. – Ясень обыкновенный            17. <i>Ligustrum vulgare</i> L. – Бирючина обыкновенная</p> <p><b>Сем. Moraceae – Тутовые</b>            18. <i>Morus alba</i> L. – Шелковица белая</p>	<p><b>Сем. Rhamnaceae – Крушиновые</b>            19. <i>Frangula alnus</i> Mill. – Крушина ольховидная            20. <i>Rhamnus cathartica</i> L. – Жестер слабительный            21. <i>Rhamnus pallasii</i> Fisch. et Mey. – Жестер Палласа            22. <i>Paliurus spina-chisti</i> Mill. – Держи-дерево</p> <p><b>Сем. Rosaceae – Розоцветные</b>            23. <i>Amygdalus nana</i> L. – Миндаль низкий            24. <i>Rosa canina</i> L. – Роза собачья            25. <i>Cydonia oblonga</i> Mill. – Айва продолговатая            26. <i>Pyrus caucasica</i> Fed. – Груша кавказская            27. <i>Pyrus salicifolia</i> Pall. – Груша иволистная            28. <i>Malus orientalis</i> Uglitzkich ex Juz. Яблоня восточная            29. <i>Mespilus germanica</i> L. – Мушмула германский            30. <i>Crataegus ambigua</i> C.A. Mey. Ex Beck – Боярышник сомнительный            31. <i>Crataegus monogina</i> Jacq. Боярышник однопестичный            32. <i>Rosa corymbifera</i> Borbh. – Роза щитконосная            33. <i>Prunus spinosa</i> L. – Слива колючая, терн            34. <i>Prunus divaricata</i> Ledeb. – Слива растопыренная</p> <p><b>Сем. Salicaceae – Ивовые</b>            35. <i>Salix caspica</i> Pall. – Ива каспийский            36. <i>Salix capraea</i> L. – Ива козья</p> <p><b>Сем. Simarubaceae – Смарубовые</b>            37. <i>Ailanthus altissima</i> (Mii) Swingle. – Айлант высочайший</p> <p><b>Сем. Solanaceae – Пасленовые</b>            38. <i>Salanum pseudopersicum</i> Poark. – Паслен ложноперсидский</p> <p><b>Сем. Tamaricaceae – Гребенщиковые.</b>            39. <i>Tamarix ramosissima</i> Ledeb. – Гребенщик многоветвистый</p>
---	--

Исходной формой паратрахеальной паренхимы считается вазицентрическая паренхима (образующая сплошную или прерывистую обкладку вокруг сосудов), из которой возникла крыловидная (паренхимная обкладка которой образует боковые выросты – «крылья») и наиболее специализированная сомкнуто-крыловидная (боковые

выросты – «крылья» обкладок смежных сосудов смыкаются между собой). Крыловидная и сомкнуто-крыловидная формы паренхимы наиболее распространены в биотопах с теплым климатом и длительным вегетационным периодом [5].

Таблица 2

**Встречаемость структурных признаков вторичной ксилемы в древесинах растений бурунных степей Восточного Кавказа (изучено 39 видов)**

Группы и варианты проявления признаков	Цифровой код признака (баллы)	Встречаемость признаков	
		число видов	%
<b>12*. Тип аксиальной (осевой) паренхимы</b>			
апотрахеальная	1	2	5.12
апотрахеальная и паратрахеальная	3	1	2.56
апотрахеальная – диффузная	4	3	7.69
апотрахеальная – диффузная. метатрахеальная	5	6	15.38
апотрахеальная – терминальная	6	2	5.12
апотрахеальная – диффузная. метатрахеальная. терминальная	8	2	5.12
апотрахеальная – метатрахеальная	10	3	7.69
паратрахеальная – вазикентрическая	12	4	10.25
паратрахеальная – вазикентрическая. крыловидная	13	1	2.56
паратрахеальная – вазикентрическая. апотрахеальная – диффузная	18	5	12.82
паратрахеальная – вазикентрическая. апотрахеальная – диффузная и терминальная	19	3	7.69
паратрахеальная – вазикентрическая. апотрахеальная – диффузная. метатрахеальная. терминальная	22	1	2.56
апотрахеальная и паратрахеальная. вазикентрическая. терминальная	3. 20	1	2.56
апотрахеальная и паратрахеальная. метатрахеальная. терминальная	3. 22	1	2.56
апотрахеальная – диффузная. метатрахеальная. паратрахеальная – вазикентрическая	5. 12	4	10.25
<b>13. Количество аксиальной (осевой) паренхимы</b>			
отсутствуют	1	13	33.33
скудная	2	17	43.59
умеренное количество	3	1	2.56
обильная	4	7	17.94
от скудной до обильной	6	1	2.56
<b>14. Тип радиальных лучей</b>			
гетерогенные	1	20	51.28
гетерогенные с тенденцией к гомогенным	2	1	2.56
гетерогенные. гомогенные	3	4	10.25
гомогенные	4	10	25.64
гомогенные с тенденцией гетерогенности	5	3	7.69
гомогенно – палисадные и гетерогенные	6	1	2.56
<b>15. Ширина (рядность) лучей</b>			
однорядные	1	4	10.25
однорядные. двурядные. трехрядные	3	11	28.20
однорядные. двурядные. трехрядные. многорядные	4	12	30.76
однорядные. многорядные	5	5	12.82
однорядные. двурядные	6	7	17.94
<b>16. Высота (слоистость) лучей</b>			
низкие (до 20 клеток. редко выше)	1	10	25.64
среднее (до 50 клеток. редко выше)	2	21	53.84
высокие (до 50 – 100 клеток и более)	3	8	20.51





Окончание табл. 2

17. Наличие у лучей однорядных окончаний			
длинные однорядные окончания	1	11	28.20
короткие однорядные окончания	2	6	15.38
без однорядных окончаний	3	12	30.76
короткие однорядные окончания и без однорядных окончаний	4	2	5.12
без окончаний. с короткими и длинными однорядными окончаниями	5	8	20.51
18. Ярусность элементов древесины			
члеников сосудов	3	8	20.51
ярусность элементом не обнаружена	5	31	79.48
19. Наличие в клетках ткани оксалата кальция			
кристаллы	2	6	15.38
друзы	3	2	5.12
оксалат кальция не обнаружен	7	31	79.48
20. Наличие камедных ходов			
отсутствуют	2	39	100

\* Итоги анализа 11 групп признаков структур, связанных с выполнением водопроводящей и механической (скелетной) функций, изложены нами в отдельной публикации.

В дендрофлоры полупустынь Терского песчаного массива аксиальная паренхима отличается максимальной полиморфностью, наибольшей вариабельностью. Из 15 вариантов ее проявления нет ни одного резко выделяющегося варианта. Можно назвать лишь четыре варианта, которые в общей сложности встречаются у 19 видов (48,7 %): апотрахеальная – диффузная, мететрахеальная – 6 видов (15,38 %), паратрахеальная – вазицентрическая – 4 вида (10,25 %), паратрахеальная – вазицентрическая, апотрахеальная – диффузная – 5 видов (12,82 %), апотрахеальная – диффузная, метатрахеальная, паратрахеальная – вазицентрическая – 4 вида (10,24 %). Все остальные варианты встречаются не более чем у 1-3 видов.

Апотрахеальные формы паренхимы в чистом виде отмечены у 18 видов (46,2 %). Но если учесть все случаи ее присутствия (отдельно или совместно с формами паратрахеальной паренхимы), то количество видов достигнет 34 (87,2 %). Паратрахеальные формы паренхимы в чистом виде отмечены только у 5 видов (12,82 %), а с учетом присутствия ее вместе с формами апотрахеальной паренхимы – у 21 вида (53,8 %).

Разные формы аксиальной паренхимы обычно встречаются совместно и в различных сочетаниях, в зависимости от видовой принадлежности. Причем одновременно могут присутствовать формы (и типы) различных уровней структурной организации. Но наиболее распространенными среди древесин видов полупустынных степей Затеречья являются формы более примитивной апотрахеальной паренхимы (у 87,2 % видов), хотя достаточно часто присутствуют и формы более специализированной паратрахеальной паренхимы (53,8 %). В чистом виде конкретные ее формы представлены крайне редко.

По количеству аксиальной паренхимы выявлено пять вариантов. Часто она отсутствует – у 13 видов (33,3 %), либо скудно представлена – 17 видов (43,6 %). Обильно паренхима отмечена лишь у 7 видов (17,94 %), у оставшихся (5,1 %) представлена скудной, обильно, либо умеренно.

**Лучевая (радиальная) паренхима**, как и аксиальная паренхима, выполняет двоякую функцию – запасание пластических веществ и проведение их, но в радиальном направлении. Древесинные лучи различаются по составу или форме клеток, рядности (ширине), слойности (количество слоев клеток по высоте луча), наличию и размерам однорядных окончаний, наличию или отсутствию контактов с водопроводящими элементами [5, 15, 16, 17]. Лучи могут состоять только из стоячих и квадратных клеток (гомогенно-палисадный), лежачих и стоячих клеток, малоотличающихся по размерам (слабогетерогенный), из стоячих, квадратных и лежачих клеток (гетерогенный), или состоящие только лежачих клеток (гомогенный). Стоячие, квадратные и лежачие клетки различаются и функционально: стоячие и квадратные клетки лучше приспособлены для контакта с водопроводящими элементами и передачи питатель-

ных веществ из клеток лучей в сосуды [16, 17, 19]. Лежачие клетки, как правило, лишены контактов с водопроводящими элементами и лучше специализированы для запасаания питательных веществ и транспортирования их в горизонтальном направлении. По мнению Г. Брауна и его соавторов [15], лучевые клетки делятся на передающие (обычно краевые стоячие), передвигающие (внутренние лежащие) и запасающие (обычно краевые).

В дендрофлоре полупустынных степей Затеречья выявлено 6 вариантов проявления данного признака, среди которых выделяются более распространенные два: чаще всего здесь присутствуют гетерогенные лучи – у 20 видов (51.3 %), реже – гомогенные лучи – 10 видов (25.6 %). В общей сложности в древесинах 26 (66.7 %) видов присутствуют гетерогенные лучи (у некоторых из них наряду с гомогенными). Гомогенные лучи отдельно или совместно с гетерогенными отмечены у 17 видов (43.6 %). Доминирование гетерогенных лучей скорее обусловлено преобладанием в дендрофлоре кустарниковой биоморфы. Для тонкостебельных кустарников, лиан и полукустарников (например, *Artemisia tshernieviana* Bess.) характерны гомогенно-палисадные лучи.

По **ширине (рядности) лучи** бывают однорядные, двухрядные, трехрядные и многорядные. Среди 39 видов дендрофлоры полупустынных степей по этой группе признаков выявлено 5 вариантов. Только узкие (однорядные) лучи присутствуют лишь у 4 видов (10.25 %). Существенно преобладают, являются древесины с присутствием однорядных лучей, наряду с более широкими – двухрядными, трехрядными, многорядными лучами – 35 (89.7 %) видов. Но среди них особо выделяются древесины с присутствием одновременно однорядных, двурядных и трехрядных лучей – 11 видов (28.2 %) и имеющие, кроме того, и многорядные лучи – 12 видов (30.8 %). Последние два варианта вместе охватывают более половины видов дендрофлоры исследуемой территории – 23 вида (почти 60 %). Важно отметить характерное для всех изученных видов присутствие примитивных однорядных лучей (как правило, совместно с более специализированными широкими двух- и трехрядными лучами).

По **высоте (слоистости) лучи** могут быть низкие (до 20 клеток, редко выше), средние (до 50, редко выше) и высокие (50-100 клеток и более). Для древесин более половины исследованных видов – 21 (53.8 %) характерны лучи средней высоты, у 10 видов (25.6 %) – низкие, у 8 видов (20.5 %) – высокие. Преобладание лучей средней и высокой слоистости в древесинах способствует витализации ксилемы и, возможно, компенсирует функцию запасаания и перемещение пластических веществ в вертикальном направлении у видов со скудной аксиальной паренхимой.

**Присутствие или отсутствие однорядных окончаний** у (двух-, трех- и многорядных) **лучей** и их размеры – один из признаков, характеризующих уровень структурной организации этой ткани. В процессе эволюции, по мере специализации гетерогенных двух-многорядных лучей, наряду с другими структурными изменениями (уменьшение высоты клеток при увеличении их длины) происходит укорочение и элиминация их однорядных окончаний. В дендрофлоре бурунных степей этот признак проявляется в 5 вариантах. Наиболее часто (11 видов, 28.2 %) представлены древесины, лучи которых имеют длинные однорядные окончания, и с лучами без однорядных окончаний (12 видов, 30.8 %). То есть эти два варианта почти одинаково представлены. Если из 39 древесин выбрать все, имеющие длинные однорядные окончания (в том числе в сочетании с другим проявлением признака), то наберется 19 (58.7 %) видов. Аналогичное суммирование древесин с присутствием лучей с короткими окончаниями и без них показывает преобладание здесь (у 28 видов, 71.8 %) более специализированных лучей – с короткими однорядными окончаниями, либо без однорядных окончаний.

**Ярусность в расположении элементов древесин** – не очень часто встречающийся признак. У одних видов это касается водопроводящих или механических элементов, у других – лучевых элементов. В изученной дендрофлоре на примере членников сосудов такое явление отмечено только у 8 (20.5 %) видов: *Cydonia oblonga* Mill., *Euonymus europaea* L., *Crataegus monogyna* Jacq., *Malus orientalis* Uglizk., *Prunus divaricata* Ledeb., *Tamarix ramosissima* Ledeb., *Sambucus nigra* L., *Ephedra distachya* L., *E. procera* Fisch. et C.A. Mey. У остальных (79.5 %) – такого не наблюдается.



Относительно **наличия в клетках ткани оксалата кальция** нет единого мнения. Одни исследователи связывают присутствие их с экологическими условиями местообитаний, тогда они не всегда будут присутствовать в древесине. Но при их наличии форма кристаллов нередко считается специфичным признаком для определенных таксонов и используется для диагностических целей. В клетках тканей большинства древесин (31 вид, 79.5 %) бурных степей отложения оксалата кальция не обнаружены. И лишь у 6 видов (15.4 %) они отмечены в виде кристаллов и у 2 (5.1 %) – в виде друз.

Камедные ходы в древесине изученных видов не наблюдались.

Важной особенностью древесины растений засушливых полупустынных степей Затеречья является присутствие в составе большинства из них (87.2 %), наряду с сосудами, других структур, дополнительно участвующих в проведении воды, – трахеид, волокнистых трахеид, реже сосудистых трахеид. Из элементов, выполняющих механическую функцию, чаще присутствуют волокна либриформа (69.2 %), нежели волокнистые трахеиды (53.8 %), совмещающие скелетную функцию с водопроводящей. Преобладают: рассеянно-сосудистая древесина с присутствием (наряду с другими) сгруппированных сосудов (64.1 %), с округлыми очертаниями (82.2 %) и малым поперечным сечением (64.2 %); членики сосудов цилиндрической формы (66.6 %); членики сосудов с простой перфорацией (87.2 %), с короткими клювиками на концах (74.5 %) или без клювиков (89.7 %) и тонкими стенками (79.5 %) и очередной межсосудистой поровостью (94.9 %); сосуды со спиральным утолщением и ли спиральной штриховатостью на стенках (61.5 %).

В отличие от других структурных признаков древесинная (аксиальная) паренхима выделяется высоким полиморфизмом, проявляющемся большим разнообразием ее сочетаний среди видов дендрофлоры. Преобладает (чаще встречается) здесь примитивная, апотрахеальная паренхима (87.2 %), в том числе в сочетании с формами более специализированной паратрахеальной паренхимой. Однако и паратрахеальная паренхима в чистом виде, или в сочетании с другими её формами, присутствует у многих видов (53.8 %). У большей части видов она отсутствует либо скудно представлена (76.9 %).

В горизонтальной паренхиме доминируют гетерогенные лучи (в чистом виде и совместно с гомогенными лучами) – 66.7 %, что обусловлено преобладанием здесь кустарниковых жизненных форм с узкими диаметрами стволов. Гомогенные лучи отдельно или совместно с гетерогенными отмечены у древесных видов с биоморфой дерево, либо у кустарников, но с более или менее широким диаметром стволиков. Причем гомогенные лучи в чистом виде отмечены только в древесине деревьев. Характерно присутствие в древесине подавляющего большинства видов однорядных лучей, причем чаще совместно с более специализированными широкими лучами (89.7 %). Наличие наряду с однорядными также двух-, трех- и многорядных лучей, вероятно, многим видам компенсирует отсутствующую или скудно представленную аксиальную паренхиму. На фоне гетерогенизации лучей происходит и функциональное сближение стоячих и квадратных клеток лучей с клетками аксиальной (вертикальной) паренхимы. Преобладание в горизонтальной паренхиме лучей средней и высокой слоистости также способствует витализации ксилемы и перемещению пластических веществ в вертикальном направлении.

Из результатов исследований следует, что в ходе естественного отбора и приспособительной эволюции заселение засушливых полупустынных местообитаний происходило, как правило, за счет видов со структурами (члениками сосудов с простой перфорацией), специализированными для лучшего проведения воды. При этом часто сопутствующие им более примитивные элементы – трахеиды и волокнистые трахеиды, очевидно, способствуют снижению напряженности водообмена в условиях высоких летних температур и дефицита влаги. Резкое проявление гетеробатмии паренхимной ткани и ее высокий полиморфизм, в отличие от трахеальных элементов, можно объяснить различными темпами эволюционной специализации этих тканей, функциональными различиями этих структурных элементов и полифункциональностью паренхимной ткани.

Знание структурных особенностей древесины может значительно облегчить подбор видов для восстановления и создания новых противоэрозионных насаждений (лесов и лесополос) в засушливых условиях Терско-Кумских песков.

#### Список литературы

1. Дадашева Ш.Г. Анатомический анализ водопроводящего комплекса вегетативных органов древесно-кустарниковых пород пустынь и полупустынь Азербайджана. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Л., 1963. – 18 с.
2. Колосова М.Ию Фитоценотическое значение строения водопроводящей системы древесных растений // Лесоведение. – 1967. – № 4. – С. 26-35.
3. Колосова М.И. Организация древесины и водный фактор // Сообщ. по анатом. и физиол. древесных растений. Матер. к науч.-техн. конфер. - Л., 1967. – С. 9-13.
4. Умаров М.У. Влияние структуры древесины на распределение видов дендрофлоры в различных биотопах // Вестник Академии наук Чеченской Республики. – 1994. – Вып. 1. – С. 109-120.
5. Чавчавадзе Е.С., Сизоненко О.Ю. Структурные особенности древесины кустарников и кустарничков арктической флоры России / Отв. Ред. В.М. Еремин. – СПб.: Изд-во Росток, 2002. – 272 с.
6. Яценко-Хмелевский А.А. Принципы систематики древесины // Тр. Ботан. ин-та АН Арм. ССР. – 1948. – Т. 5. – С. 5-155.
7. Яценко-Хмелевский А.А. Основы и методы анатомического исследования древесины. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1954. – 337 с.
8. Яценко-Хмелевский А.А., Гзырян М.С. Анатомия древесины и экологическая эволюция двудольных // Вопр. ботаники. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1954. – Т. 2. – С. 827-839.
9. Умаров М.У., Чавчавадзе Е.С., Волкова С.В. К методике создания информационного банка данных структуры древесины покрытосеменных // Горные экосистемы и их компоненты / Тр. Междунар. конф. Ч. 3. – М.: Т-во научн. изд. КМК, 2007. – С. 143-147.
10. Тахтаджян А.Л. Морфологическая эволюция покрытосеменных. – М., 1948. – 300 с.
11. Тахтаджян А.Л. Основы эволюционной морфологии покрытосеменных. – М.; Л., 1964. – 236 с.
12. Чавчавадзе Е.С. Паренхима древесины хвойных, ее морфологические особенности и диагностическое значение // Дисс. ...канд. биол. наук. – Л., 1966. – 396 с.
13. Чавчавадзе Е.С. Древесина хвойных. – Л., 1979. – 192 с.
14. Тахтаджян А.Л. Система и филогения цветковых растений. – М.; Л., 1966. – 611 с.
15. Braun H.J. Funktionelle Histologie der skundaren Sprossachse // I. Das Holz. Berlin, – 1970. – 192 s.
16. Мигахид, М.М. Эволюция связи лучевой паренхимы с водопроводящей системой в древесине покрытосеменных двудольных. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Л., 1978. – 21 с.
17. Хумбо-Салазар К.А. Взаимосвязь признаков строения сердцевинных лучей, водопроводящей системы и осевой паренхимы в древесине. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Л., 1985. – 21 с.
18. Grosser D. Die Holzer Mitteleuropas. – Berlin, 1977. – 208 s.
19. Chattaway M.M. The development of horizontal canals in rays // Austral. J. Sci. Res. – 1951. – Vol. 4. – № 1. – P. 1–11.

## PARENCHYMAL TISSUES OF SECONDARY XYLEM OF ARBOREOUS SPECIES OF SEMIDESERTS OF THE EAST CAUCASUS (CHECHEN REPUBLIC)

M. U. Umarov<sup>2</sup>

E. S. Chavchavadze<sup>1</sup>

A. D. Abubakarov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Komarov Botanical Institute RAS  
prof. Popova St., 2, S.Pertesburg,  
197376, Russia

<sup>2</sup> Complex Research Institute,  
Staropromyslovoe Highway, 21 a,  
Grozny, 364051, Russia

Parenchymal tissues – axial (longitudinal) and radial (horizontal) wood parenchyma of 39 dendroflora species semidesert areas have been studied. Structural features and repeatability of concrete versions manifestation have been investigated.

Key words: xylema, structure of wood, set of attributes, frequency of repeatability structural features, axial and radial parenchymas, structural peculiarities.





## АНАЛИЗ ИНВАЗИОННЫХ ВИДОВ СРЕДНЕЙ РОССИИ

**В. К. Тохтарь,  
Н. В. Мазур**

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

Статья посвящена изучению инвазионных видов растений Средней России. В результате анализа инвазионных видов Средней России, выявлены характерные черты идеального растения-колониста, успешно внедряющегося в естественные фитоценозы в Средней России. В статье выделены биотипы растений, характерные для наиболее активных инвазионных видов региона.

Ключевые слова: инвазионные виды, Средняя Россия, идеальное растение-колонист

### Введение

Исследование адвентивной флоры Средней России необходимо для познания процессов внедрения и натурализации заносных видов в местную флору, а также для осуществления контроля адвентивных и карантинных видов растений, которые являются потенциально опасными для региона. По оценкам экспертов ущерб от инвазий адвентивных видов растений в мировом масштабе составляет миллиарды долларов ежегодно [1]. Локальные меры уже не приносят позитивных результатов и требуют усилий международных организаций. Экспансия неборигенных организмов происходит вне всяких границ, однако для выявления закономерностей распространения необходим анализ закономерностей формирования региональных адвентивных флор. Это позволит определить не только эколого-биологические особенности инвазионных видов, но и факторы детерминирующие успешность инвазии как на региональном уровне, так и в глобальном масштабе.

### Материалы и методика исследования

В настоящее время к инвазионным видам Средней России отнесен 51 таксон: *Acer negundo* L., *Acorus calamus* L., *Amaranthus albus* L., *A. retroflexus* L., *Anisantha tectorum* (L.) Nevski, *Atriplex tatarica* L., *Heracleum sosnowskyi* Manden., *Ambrosia artemisiifolia* L., *Amelanchier spicata* (Lam.) C. Koch, *Aster x salignus* Willd., *Bidens frondosa* L., *Cardaria draba* (L.) Desv., *Chamomilla suaveolens* (Pursh.) Rydb., *Crataegus monogyna* Jacq., *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen, *Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. et Gray., *Elaeagnus angustifolia* L., *Elodea canadensis* Michx., *Elsholzia ciliata* (Thunb.) Hyl., *Epilobium adenocaulon* Hausskn., *E. pseudorubescens* A. Skvortsov, *Erigeron canadensis* L., *E. strigosus* Muehl. ex Willd., *Erucastrum gallicum* (Willd.) O.E. Schulz, *Euphorbia pepelis* L., *Festuca trachyphylla* (Hack.) Krajina, *Fraxinus pennsylvanica* Marsh., *Galinsoga ciliata* (Rafin.) Blake., *G. parviflora* Cav., *Helianthus tuberosus* L. s.l., *Hippophae rhamnoides* L., *Hordeum jubatum* L., *Impatiens glandulifera* Royle., *I. parviflora* DC., *Juncus tenuis* Willd., *Lepidium densiflorum* Schrad., *Lupinus polyphyllus* Lindl., *Oenothera biennis* L., *Oxalis stricta* L., *Poa supina* Schrad., *Populus alba* L., *Puccinellia distans* (L.) Parl., *Reynoutria x bohémica* Chrtek et Chrtkova, *R. japonica* Houtt., *Senecio viscosus* L., *Solidago canadensis* L., *S. gigantea* Ait., *Sorbaria sorbifolia* (L.) A. Br., *Symphytum caucasicum* Bieb., *Sisymbrium wolgensense* Bier. ex Fourn., *Xanthium albinum* (Widd) H.Scholz [2, 3].

В 2009 г. нами была создана база данных «Инвазионные виды Средней России», в которой даны характеристики этих видов по 10 признакам: принадлежность к семейству; жизненная форма (однолетник, двулетник, травянистые монокарпик, тра-

вянистый поликарпик, кустарник, дерево); биотипы Раункиера (терофит, гемикриптофит, хамефит, гемитерофит, фанерофит); характеристика надземных побегов (безрозеточные, полурозеточные); характеристика подземных побегов (каудексовый, без подземных побегов, каудексово-короткокорневищный, длиннокорневищный, короткокорневищный, каудексовый); структура корневой системы (стержневая, кистевая, стержнекистевая); отношение к плодородию почв (олиготроф, мезотроф, мегатроф, мегамезотроф); отношение к водному режиму (ксеромезофит, эумезофит, гидромезофит, мезоксерофит, эуксерофит); происхождение видов (северо-американский, южно-американский, азиатский, европейский, средиземноморский, среднеевропейский).

### Результаты и их обсуждение

В результате проведенного таксономического и типологического анализа инвазионных видов была установлена структура инвазионного компонента флоры Средней России. Таксономический анализ (рис. 1.) позволяет говорить о том, что ведущими семействами в этой группе растений являются сем. Asteraceae (8% от общегло количества видов); Poaceae (5%); Brassicaceae (4%), Rosaceae (2%) и Amaranthaceae (2%) и др.

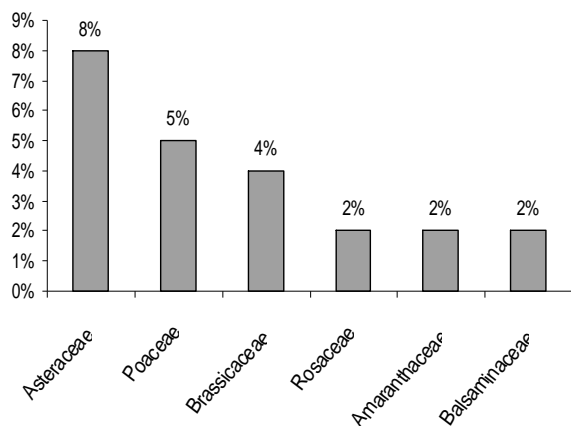


Рис. 1. Таксономический анализ инвазионных видов

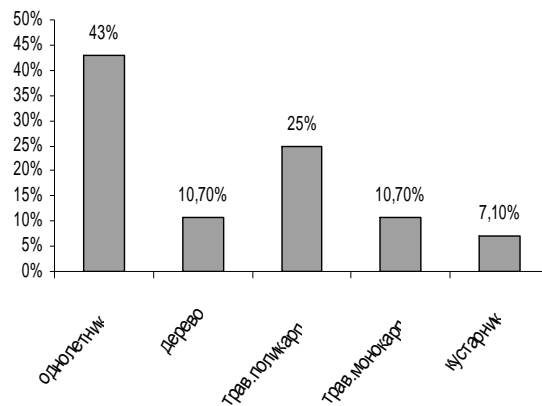


Рис. 2. Типологический анализ инвазионных видов

Типологический анализ (рис. 2) свидетельствует о том, что большинство инвазионных растений относится к однолетним видам (43.0 %), которые характеризуются быстрым жизненным циклом развития, что обеспечивает растениям этой жизненной формы конкурентное преимущество перед другими при внедрении в естественные сообщества. Второе место в спектре биотипов занимают травянистые поликарпики (25.0 %). На деревья и травянистые монокарпики приходится одинаковое процентное количество инвазионных видов (по 10.7 %), а на последнем месте находятся группа видов-кустарников (7.1 %).

Согласно анализу жизненных форм Раункиера (рис. 3.) в группе инвазионных видов первое место занимают фанерофиты, на долю которых приходится 46.0 % инвазионных растений Средней России. На втором месте находятся гемикрептофиты (23.0 %). Далее следуют фанерофиты (15.0 %); гемитерофиты (12.0 %). Наименьшая доля растений приходится на хамефиты (4.0 %).

Анализ инвазионных видов по структуре надземных и подземных побегов растений (рис. 4, 5) позволяет говорить о том, что большинство инвазионных растений Средней России являются безрозеточными (70.4 %), без подземных побегов (59.3 %); каудексовыми (18.5 %). Далее они расположились в таком порядке: полурозеточные (29.6 %), короткокорневищные (11.10 %); каудексовые, длиннокорневищные и каудексово – корневищные (по 3.7 %).

Анализ структуры корневой системы инвазионных видов, проведенный нами (рис. 6.) свидетельствует о том, что подавляющее большинство растений (83.3 %) относится к видам со стержневой корневой системой. На виды с кистевой корневой системой приходится 12.5 % растений, а стержнекистевой 4.2 %.

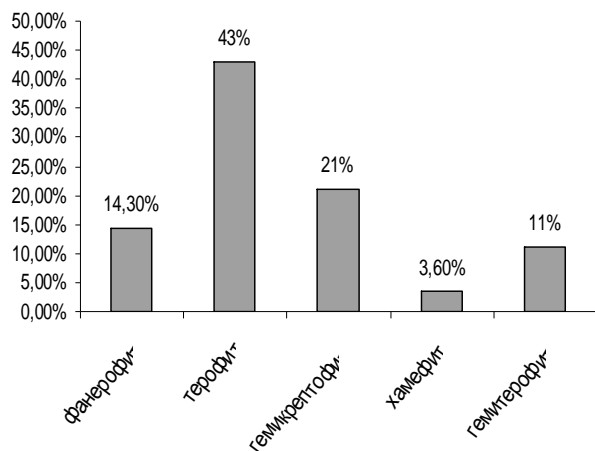


Рис. 3. Анализ инвазивных растений по жизненным формам Раункиера

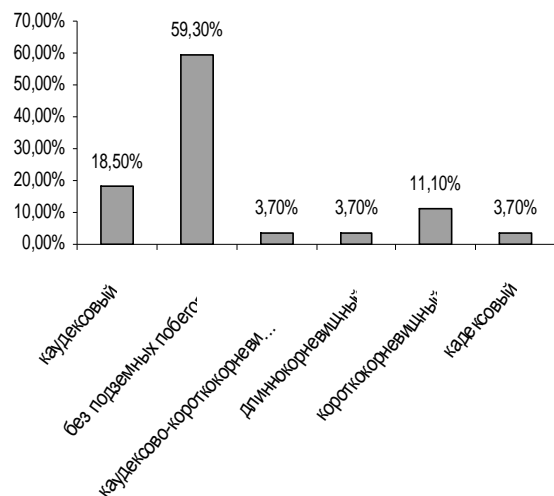


Рис. 5. Анализ инвазивных видов по типам подземных побегов

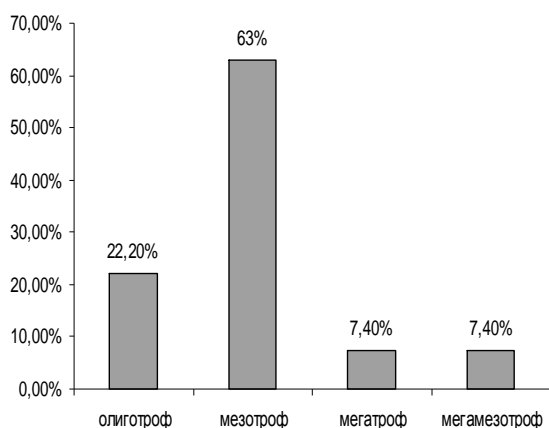


Рис. 7. Анализ инвазивных видов по отношению к плодородию почв

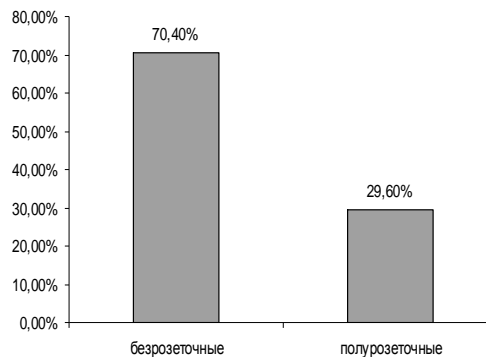


Рис. 4. Анализ инвазивных растений по типам надземных побегов

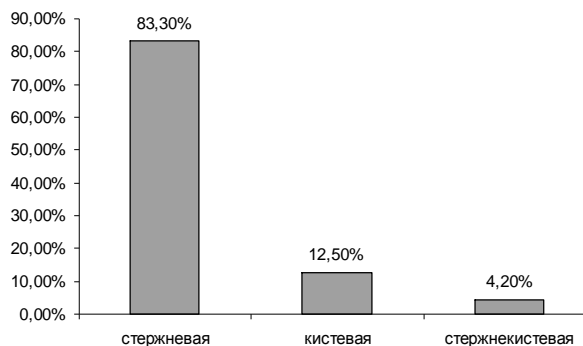


Рис. 6. Анализ инвазивных видов по типу корневой системы

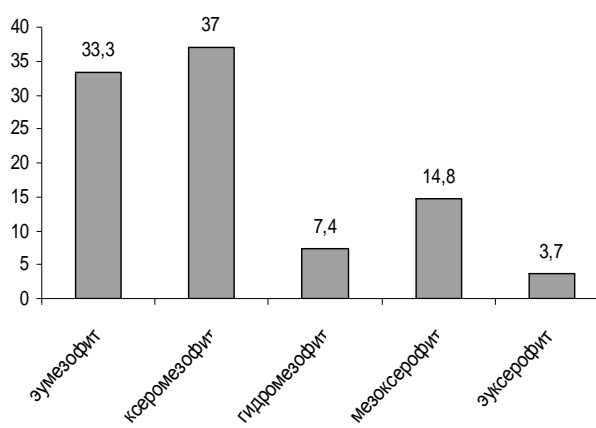


Рис. 8. Анализ инвазивных видов по отношению к водному режиму

По отношению к плодородию земли (рис. 7) растения делятся на: олиготрофы – растения способные расти на низкоплодородных почвах (22.2 %); мезотрофы – виды,



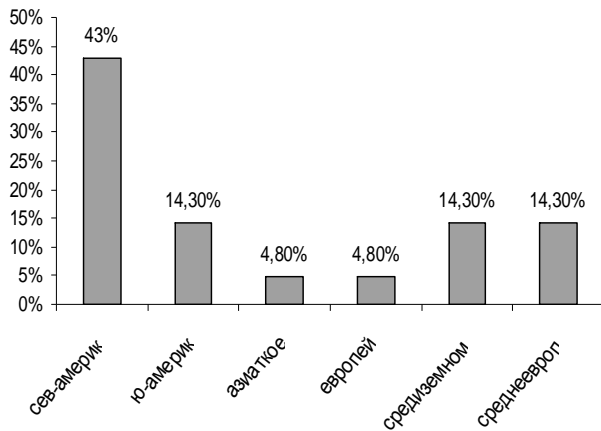


Рис. 9. Анализ инвазивных видов Средней России по происхождению

дения (43.0 %); на южноамериканские, среднеевропейские и средиземноморские виды приходится по 14.3 % от общего количества видов, а на азиатские и европейские виды – по 4.8 %. Это свидетельствует об успешности распространения североамериканских инвазивных видов в условиях Белгородской области.

произрастающие на средних по степени плодородия почвах (63.0 %), мегатрофы и мегамезотрофы – растения предпочитающие высокоплодородные почвы (7.4 %).

Анализируя растения по отношению к водному режиму (рис. 8) можно отметить, что большинство инвазивных видов Средней России относится к ксеромезофитам (37.0 %); эумезофитами (33.3 %), а так же мезоксерофиты (14.8 %); гидромезофиты (7.4 %); эуксерофиты (3.7 %).

По происхождению (рис. 9) большинство инвазивных видов Средней России относится к растениям североамериканского происхождения

### Заключение

Таким образом, всесторонний анализ инвазивных видов средней России свидетельствует о том, что в этом регионе при внедрении в естественные фитоценозы преимущество получают адвентивные виды-однолетники и травянистые поликарпики, относящиеся к семействам Asteraceae, безрозеточные, без подземных побегов, терофиты со стержневой корневой системой, мезотрофы, ксеромезофиты и/или эумезофиты североамериканского происхождения. Несомненно, что эти черты присущи идеальному растению-колонисту территорий Средней России.

### Список литературы

1. Борисова Е.А. Адвентивная флора Верхневолжского региона (автореферат). – М., 2008. – 40 с.
2. Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В. Первые итоги реализации проекта «Черная книга» Средней России // Флористические исследования в Средней России. – М., 2006. – С. 45-48.
3. Тохтарь В.К., Грошенко С.А. Глобальные инвазии адвентивных видов растений: проблемы и перспективы исследований // Научные ведомости БелГУ. Серия Естественные науки. - 2008. - № 7 (47). – Вып. 7 – С. 50-54.

## AN ANALYSIS OF INVASIVE PLANT SPECIES OF CENTRAL RUSSIA

V.K. Tokhtar',  
N.A. Mazur

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

E-mail: tokhtar@bsu.edu.ru

The paper deals with the investigation of the invasive species of plants in Central Russia.

The analysis of invasive species of Central Russia allows to reveal the peculiarities of an ideal invasive plant-colonist which introduces itself successfully into the natural phytocoenoses of Central Russia. The paper singles out the biotypes of plants, characteristic of the most active invasive species in the region.

Key words: invasive species, Central Russia, ideal plant-colonist.



УДК 582.675.1:632.51

## СООТНОШЕНИЕ СИНАНТРОПНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В СЕМЕЙСТВЕ ЛЮТИКОВЫЕ (*RANUNCULACEAE* Juss.)

**А. В. Лазарев**

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

Изучены соотношения синантропных элементов в семействе *Ranunculaceae*. По нашим данным 31 вид 12 родов лютиковых средней полосы Европейской части России встречаются на урбанизированных территориях. Большинство видов находятся в стадии перехода из естественных мест на рудеральные. Только 6 видов являются рудеральными.

Ключевые слова: семейство лютиковые, сорные растения, урбанофлора.

### Введение

Хозяйственная деятельность человека привела к отчуждению территорий, занятых естественной растительностью. Фактически мало осталось участков с природной флорой. Происходит трансформация всех компонентов экосистем. Исследование урбанофлор является одним из актуальных направлений современной флористики [1].

Сорные растения, заселяют территории, на которых дикорастущие полностью или частично уничтожены в результате хозяйственной деятельности человека. Создаются местообитания, экологические особенности которых отличаются от первоначальных. Вполне очевидно, что особенностью сорных растений является связь со вторичными местообитаниями (посевами, мусорными и прочими местами).

Целью нашего исследования является изучение соотношения синантропных элементов в семействе Лютиковые. Его представители имеют большое значение для человека. Среди них много лекарственных, ядовитых, декоративных представителей [2-5].

### Материал и методика исследований

Наличие, распространенность и встречаемость Лютиковых (*Ranunculaceae*) оценивались по результатам собственных наблюдений, гербарным материалам и по литературным данным [6-13]. Учтены также виды, приведенные для Белгородской области П.Ф. Маевским [14]. В полевых учетах использовался традиционный маршрутный метод. При распределении сорных растений семейства лютиковых по условиям местообитания использовались классификации сорных растений А.И. Мальцева, С.А. Котта, В.В. Никитина, Ф.-Г. Шрёдера [15-18].

### Результаты исследований

В результате проведенного анализа были собраны следующие сведения. По данным В.В. Никитина к сорным растениям следует относить 19 видов 6 родов лютиковых флоры СССР (*Nigella* L., *Leptopyrum* Reichenb., *Consolida* (DC) S.F. Gray., *Myosurus* L., *Ranunculus* L., *Adonis* L.) [14].

По нашим данным 31 вид 12 родов лютиковых средней полосы Европейской части России встречаются на урбанизированных территориях: Чернушка (*Nigella* L. – 2 вида), Сокирки (*Consolida* (DC) S.F. Gray – 4 вида), Лютик (*Ranunculus* L. – 11 видов), Адонис, Горлицы (*Adonis* L. – 1 вид), Мышехвостник (*Myosurus* L. – 1 вид), Рогозлавник (*Ceratosephala* Moench. – 1 вид), Чистяк (*Ficaria* Guett. – 1 вид), Прострел (*Pulsatilla* Mill. – 4 вида), Ветреница, Анемона (*Anemone* L. – 1 вид), Живокость (*Delphinium* L. – 3 вида), Водосбор (*Aquilegia* L. – 1 вид), Борец, Аконит (*Aconitum* L. – 1 вид).

Классификация сорных растений сем. Лютиковые по условиям местообитания [14]:

1. Пашенная или сорнополевая (сегетальная) растительность. Сегетальные – связанные в своем распространении преимущественно с одним или несколькими культурными растениями, как правило, не произрастающие на необрабатываемых землях, вне посевов и посадок. Таких видов не обнаружено.

2. Мусорная (рудеральная) растительность. Рудеральные – поселяющиеся на необрабатываемых местах, где по тем или иным причинам естественный растительный покров изрежен или чаще полностью уничтожен. К ним относятся также растения, произрастающие на свалках. Апофиты: **Лютик шероховатоплодный** (*R. trachycarpus* Fisch. et Mey.) – однолетник, окраины полей, у дорог. Заносное. Распр.: Моск. **Лютик сардинский** (*R. sardous* Crantz (*R. pseudo-bulbosus* Schur) – двулетник, многолетник, по обочинам дорог. Заносное. Распр.: Иван., Морд., Моск., Ряз.

3. Рудерально-сегетальные – встречающиеся чаще на рудеральных местообитаниях, реже обнаруживаемые в посевах; присутствие их на полях, где применяется высокая агротехника, ничтожно. Апофиты: **Сокирки восточные** (*C. orientalis* (J. Gay ex Des Moul.) Schrodinger (*Delphinium orientalis* J. Gay ex Des Moul) – однолетник, пустыри, обочины дорог, поля, огороды, сады, газоны, культивируется. Заносное. Обл.: Иван., Моск., Тул.

4. Сегетально-рудеральные – предпочитающие селиться на обрабатываемых территориях среди культурных растений, но могущие встречаться и на рудеральных местообитаниях. Апофиты: **Чернушка полевая** (*N. arvensis* L.) – однолетник, поля, обочины дорог, пустыри, газоны. Заносное. Области: Курск, Моск., Пенз. **Адонис, Горицвет летний** (*A. aestivalis* L. – Однолетник, поля, пустыри, вдоль дорог и жд. насыпей. Заносное. Во всех обл. **Лютик полевой** (*R. arvensis* L.) – Однолетник, поля, обочины дорог, газоны. Заносное. Распр.: Ворон., Моск.

5. Естественно-сегетально-рудеральные. Апофиты: **Сокирки Аякса** (*C. ajacis* (L.) Schur (*Delphinium ajacis* L.) – однолетник, луга, пустыри, обочины дорог, поля, огороды, сады, газоны, культивируется. Заносное. Области: Ворон., Курск., Моск., Тул. **Мышехвостник малый** (*M. minimus* L.) – однолетник, пашни, поля, вдоль дорог, берега рек. Во всех обл. **Лютик ползучий** (*R. repens* L.) – многолетник, влажные луга, леса, болота, берега водоемов, канавы, рудеральные места, поля, огороды, сады. Во всех обл. **Сокирки метельчатые** (*C. paniculata* (Host) Schur (*C. regalis* ssp. *paniculata* (Host) Soo., *Delphinium paniculata* Host.) – однолетник, степи, луга, склоны балок и оврагов, пустыри, вдоль дорог, поля, посева. Области: Белг., Ворон. **Сокирки великолепные, полевые** (*C. regalis* S.F. Gray. (*Delphinium consolida* L.) – однолетник, поля, огороды, пустыри, обочины дорог, посевах зерновых, луга, степи, выходы известняка, культивируется. Во всех обл.

6. Естественно-рудеральные. Апофиты: **Рогоглавник яичковидный** (прямоугольный) (*C. testiculata* Crantz) Bess. (*C. orthoceras* DC., excl. var.) – однолетник, суходольные луга, вдоль дорог, полей. Во всех обл. **Лютик многоцветковый** (*R. polyanthemus* Rupr.) – многолетник, сухие и пойм. луга, леса, поляны, опушки, сады, парки, кустарники. Во всех обл. **Лютик шенникова** (*R. schennikovii* Ovcz. ex Tzvel) – многолетник, пойменные луга, ольшаники, лесные опушки, поляны, пустыри, парки. Распр.: Нижегород., Самар., Татар., Нижегород., Ульянов., Чув. **Лютик рощевый** (*R. nemorivagus* Jord. (*R. friesanus* Jord. (*R. friesanus* Jord., р.р.) – многолетник, лесные опушки, сухие луга, кустарники, обочины дорог. Распр.: Моск. (Занос), Смол. **Лютик близкий** (*R. propinquus* C.A. Mey.) – многолетник, лесные опушки, вырубки, поляны, сухие луга, обочины дорог. Распр.: Костр., Моск. занос, Нижегород., Смол., Твер., Ярослав. **Лютик едкий** (*R. acris* L.) – многолетник, сухие и пойменные луга, леса, опушки, поляны, просеки, пустыри, обочины дорог. Во всех обл. **Лютик остроплодный** (*R. oxyspermus* Willd.) – многолетник, степи, пустыри, обочины дорог, окраины полей. Распр.: Ворон. **Лютик ядовитый** (*R. sceleratus* L.) – влажные луга, болота, берега водоемов, придорожные канавы, пустыри, сады, огороды. Во всех обл. **Прострел раскрытый** (Сон-трава) (*P. patens* (L.) Mill. (*Anemone patens* L.) – многолетник, сосняки, луга, опушки, поляны, пески, известняки, железные дороги. Во всех обл. **Ветреница (Анемона) лютиковидная** (*A. ranunculoides* L. (*Anemonoides ranunculoides* (L.) Holub) – многолетник,



широколиственные леса, опушки, поляны, парки, сады. Во всех обл. **Живокость Литвинова** (*D. litwinovii* (*Sambuk* (*D. rossicum* Litv., non Rouy) – многолетник, листовые леса, поляны, опушки, овраги, выходы мела, парки, сады. Во всех обл. **Живокость пушистоцветковая** (*D. pubiflorum* (DC) Turcz. ex Huth.) – многолетник, лесные опушки, луга, склоны балок, кустарники, парки. Области: Саратов. **Воронец Флёрова** (*A. flerovii* Steinb.) – многолетник, смешанные, широколиственные леса, кустарники, пойменные луга, окраины полей. Области: Влад., Нижегород., Ярослав.

7. Культурно-рудеральные. Адвенты: **Водосбор обыкновенный** (*A. vulgaris* L.) – многолетник, культивируется, сады, парки, огороды, вдоль дорог, пустыри. Во всех областях. **Чернушка дамасская** (*N. damascene* L.) – однолетник, поля, парки, газоны, вдоль дорог, культивируется. Области: Влад., Воронеж., Курск., Иван., Тул., Моск., Нижегород., Твер., Ярослав. Возможно и в др. обл.

По классификации Н.Г. Ильминских все рудеральные растения относятся к урбанофлоре и подразделяются на 8 групп. Лютиковые приурочены к различным местообитаниям. Поэтому среди лютиковых только условно можно выделить следующие группы (см. описания видов):

1) эрозионная группа (обнажения, насыпи, пустыри) – **Лютик остроплодный, Чернушка полевая, Сокирки метельчатые;**

2) придорожная группа – **Чернушка дамасская, Лютик едкий, Лютик роцевый, Рогозавник ячжковидный, Лютик остроплодный, Чернушка полевая, Лютик сардинский, Сокирки метельчатые;**

3) Железнодорожная группа. **Прострел раскрытый; Адонис (Горицвет) летний.**

### Выводы

Установлено, что в семействе Лютиковые (*Ranunculaceae*) к синантропным относятся 31 вид 12 родов. Невозможно распределить представителей сорных растений семейства строго по местообитанию. Многие из них встречаются в различных местообитаниях одновременно, поэтому к чисто сорнополевым видам отнесены быть не могут. К рудеральным относятся 2 вида, рудерально-сегетальным – 1 вид, сегетально-рудеральным – 3 вида, естественно-сегетально-рудеральным – 5 видов, естественно-рудеральным – 13 видов, культурно-рудеральным – 2 вида.

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что большинство видов лютиковых осваивают рудеральные условия.

### Список литературы

1. Хмелев К.Ф., Березуцкий М.А. Состояние и тенденции развития флоры антропогенно-трансформированных экосистем // Ж. общей биологии. – 2001. – Т. 62. – № 4. – С. 339-351.
2. Гаммерман А.Ф. Кадаев Г.Н. Лекарственные растения (Растения целители) – М.: Высшая школа, 1983. – 136 с.
3. Лекарственные растения: Справочное пособие для использования в учебном процессе / Гринкевич Н.И., Гринкевич И.А., Баландина В.А. и др. Ленинградский химико-фармацевтический институт. – М.: Высшая школа, 1991. – С. 125.
4. Соколов С.Я., Замотаев И.П. Лекарственные растения: Фитотерапия. Справочник специалиста. – М.: Вита, 1993. – 351 с.
5. Губанов И.А., Киселева К.В., Новиков В.С. Дикорастущие полезные растения – М.: Изд-во МГУ, 1993. – 300 с.
6. Губанов И.А., Киселева К.В., Новиков В.С., Тихомиров В.С. Иллюстрированный определитель растений Средней России. Т. 2. – М.: Т-во научных изданий КМК, Ин-т технологических исследований. 2003. – С. 40-41.
7. Губанов И.А., Новиков В.С., Тихомиров В.С. Определитель высших растений средней полосы европейской части СССР. - М.: Просвещение, 1981 – 105 с.
8. Определитель сосудистых растений / И.А. Губанов, К.В. Киселева, В.С. Новиков, В.Н. Тихомиров. – М.: Изд-во МГУ, 1992. – 400 с.
9. Новиков В.С., Губанов И.А. Популярный атлас-определитель. Дикорастущие растения. – М.: Дрофа, 2002. – 416 с.

10. Определитель высших растений Украины / Д.Н. Доброчаева, М.И. Котов, Ю.Н. Прокудин и др. – Киев: Наукова думка, 1987. – С. 59-60.
11. Рычин Ю. В. Сорные растения. Определитель для средней полосы Европейской части СССР. – М.: Просвещение, 1959 – 65 с.
12. Флора СССР / Гл. ред. академик В.Л. Комаров. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1936. – Т. 5. – С. 386-394.
13. Еленевский А.Г., Радыгина В.И., Чаадаева Н.Н. Растения Белгородской области (конспект флоры). – М., 2004 – 120 с.
14. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. 10-е изд. – М.: Т-во научн. изданий КМК, 2006. – С. 384–405.
15. Мальцев А.И. Сорная растительность СССР. – М.: Сельхозгиз, 1932. – 268.
16. Котт С.А. Сорные растения и борьба с ними. – М.: Наука, 1955. – 35 с.
17. Никитин В.В. Сорные растения флоры СССР. – Л.: Наука, 1983. – 454 с.
18. Schroeder F.-G. Zur Klassifizierung der Antropochoren // Vegetatio. – 1969. – Bd. 16. Fasc. 5/6. – S. – P. 225–238.

## THE RATIO OF SYNANTHROPIC ELEMENTS IN THE RANUNCULACEAE FAMILY (RANUNCULACEAE JUSS.)

A. V. Lazarev

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

*E-mail: lazarev@bsu.edu.ru*

The ratio of synanthropic elements in the family Ranunculaceae has been studied. According to our data 31 species of 12 genera Ranunculaceae in the central part of European Russia are found in the urbanized territories. The majority of species are in a stage of transition from natural places to ruderal. Only 6 species are ruderal.

Key words: family Ranunculaceae, invasive plants, urbanoflora.





УДК 581.93

## СТРУКТУРА ФЛОРЫ ГОРОДСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ БЕЛГОРОДА

**О. В. Фомина,  
В. К. Тохтарь**

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

Проведено исследование таксономической и типологической структур урбанофлоры Белгорода, выявлены основные закономерности ее формирования. Установлено, что урбанофлора Белгорода насчитывает 584 вида, относящиеся к 75 семействам. Основное количество видов приходится на первые 15 семейств, что является характерной чертой синантропной флоры. Анализ географической структуры урбанофлоры свидетельствует о том, что при ее формировании преимущественно получают широкоареальные виды: плюри- и гемиплюрирегиональные, палеарктические в том числе адвентивные виды. Самой многочисленной группой в урбанофлоре Белгорода являются гемикриптофиты, что свидетельствует о зональном влиянии местной флоры. Второе место занимают виды из группы терофитов. Характерными чертами урбанофлоры Белгорода являются: присутствие достаточно большого количества адвентивных видов, в том числе эунофитов. В спектре адвентивных видов повышается роль семейства Brassicaceae, что свидетельствует о флорогенетических связях изучаемой флоры с флорами Древнего Средиземноморья. В результате урбанофлору Белгорода можно отнести к зонально обусловленному антропогенно трансформированному типу флоры.

Ключевые слова: урбанофлора, анализ структуры, Белгород.

### Введение

В настоящее время процесс урбанизации приобретает глобальные масштабы и темпы. Если в середине XIX века в городах проживало лишь 3 % населения мира, то в середине XX века – более 34 %, а в современном мире городская среда является основной средой обитания человека. В целом, в настоящее время в городах проживает около 50 %, а в России – 73 % населения.

Города принадлежат к числу важнейших антропогенно-трансформированных экосистем и отражают наиболее концентрированную форму воздействия человека на природные ландшафты. При этом формируется качественно новая урбанизированная природно-антропогенная среда.

Для урбанизированных экосистем характерна специфическая экологическая среда. Влияние антропогенного фактора достигает здесь максимального проявления. В урбаноэкосистемах складывается совершенно особый тип круговорота вещества и потоков энергии не свойственный природным экосистемам [1]. Город – своеобразная экосистема, составляющая единую группу антропогенно трансформированных сообществ [2], формирующихся на селитебных, промышленных, транспортных, аграрных и рекреационных территориях. Важное место в разработке проблемы оптимизации урбанизированной среды принадлежит и ботаникам, поскольку флора является основополагающим компонентом городской экосистемы [3]. Флорогенез в условиях урбанизированной среды является высоко специфичным процессом [4], который в значительной степени имеет спонтанный, стихийный характер. Кроме того, города в большинстве своем приурочены к стыкам различных экотопов, что при формировании городской флоры приводит, по Ильминских [5], к экотонному эффекту – увеличению разнообразия видов. Знание основных закономерностей процесса формирования флоры урбанизированных территорий позволит сознательно управлять или оптимизировать ход флорогенеза в этих условиях. В практическом плане, кроме всего прочего, урбанофлоры представляют интерес как главные очаги заноса адвентивных видов.

Возрастающий интерес к урбанофлорам очевиден, о чем свидетельствует большое количество работ по этой проблеме за последние годы. Урбанофлористика как раз-

дел ботаники начала развиваться в зарубежных европейских странах, главным образом, в государствах центральной и южной Европы: Польше, Германии, Франции, Чехии, Швейцарии, Италии. Ряд работ касается флоры городов таежной и тундровой зон Скандинавии. Описаны флоры некоторых городов Азии, Северной Америки и Австралии.

Но работ по флоре городов России все еще не так много. В частности отсутствуют обобщающие работы по флорам городов степной зоны европейской России. Слабую изученность растительного покрова российских городов можно, отчасти, объяснить сложившимся представлением о малом хозяйственном значении рудеральной флоры, малоконтурностью, недолговечностью и непривлекательными чертами рудеральных фитоценозов, сложностью изучения адвентивной флоры [6].

В настоящее время флора Белгорода остается практически неизученной, отсутствуют целостные данные о ее структуре, особенностях формирования и характерных чертах развития. Есть лишь эпизодические исследования, фрагментарные данные об адвентивной флоре и конкретных новых видах, отмеченных в городах области [7]. Исследование урбанофлоры Белгорода позволило нам выявить новые для региона виды: *Impatiens parviflora* DC., *Panicum capillare* L., *Hordeum murinum* L., *Asclepias syriaca* L., *Anisanta sterillis* (L.) Nevski, *Veronica filiformis* Smith., *Veronica polita* Fries, *Potentilla bifurca* L. и опасное карантинное растение, официально обнаруженное до нас в РФ только в Краснодарском крае, Ростовской и Волгоградской областях, *Cenchrus longispinus* (Nash.), что свидетельствует об интенсивности процессов заноса адвентивных видов в регион [8].

### Материал и методика исследования

В 2008-2010 годах нами проведено флористическое обследование городских территорий Белгорода и зеленой зоны города. При полевых исследованиях применялась методика маршрутного флористического обследования с полевой документацией, сбором гербария и выполнением стандартных процедур сушки, монтирования и камеральной обработки гербарных образцов. Исследования были выполнены с учетом основных методологических подходов к изучению антропогенно трансформированных флор, разработанных в последнее время. Повышенное внимание уделялось экологически контрастным своеобразным территориям, включая железные и автомобильные дороги, пустыри, складские территории, т.е. местам возможного заноса новых видов растений.

### Результаты и их обсуждение

В результате проведенного исследования установлено, что урбанофлора Белгорода насчитывает 584 вида, относящихся к 75 семействам, в то время, как флора Белгородской области включает около свыше 1700 видов из 131 семейств. Основное количество видов (69.8 %) объединяют первые 15 семейств. Ведущими в изучаемой флоре являются следующие 15 семейств (первая цифра – количество видов, в скобках – процент общего количества видов флоры): Asteraceae – 91 (15.6); Poaceae – 63 (10.8); Fabaceae – 40 (6.8); Brassicaceae – 34 (5.8); Lamiaceae – 25 (4.3); Apiaceae – 24 (4.1); Rosaceae – 23 (3.9 %); Caryophyllaceae – 20 (3.4); Ranunculaceae – 15 (2.6); Scrophulariaceae – 15 (2.6); Boraginaceae – 14 (2.4); Liliaceae – 13 (2.2); Polygonaceae – 12 (2.1); Chenopodiaceae – 10 (1.7); Cyperaceae – 9 (1.5) (рис. 1). Таким образом, 10 ведущих семейств по количеству видов составляют 59.9 %, а три первых семейства в видовом отношении – 33.2 %.

Доминирование немногих ведущих семейств спектра флоры является характерной чертой любой синантропной флоры. В спектре ведущих семейств преобладают семейства, типичные для флор Древнего Средиземноморья. В первую тройку входит типичное средиземноморское семейство Fabaceae. За счет инвазии родов, характерных для ксерических территорий Средиземноморской и Ирано-Туранской областей, высокое положение занимает семейство Brassicaceae. Это подтверждает существенную обусловленность экологических условий в антропогенных экотопах: большее обеспечение теплом и меньшее – влагой. Известно, что хозяйственная деятельность человека вы-



зывает аридизацию территории и, в связи с этим, - благоприятствует расширению засушливых зон.

Ареалогическая структура урбанофлоры Белгорода характеризуется повышенным содержанием гемиплюрирегиональных, адвентивных видов и видов других широкоареальных групп распространения, например палеарктической. Выяснение флорогенетических связей урбанофлоры Белгорода позволило установить, что в ее образовании принимают участие две основные категории видов: автохтонный элемент (апофиты) и аллохтонный элемент (адвентивные виды).

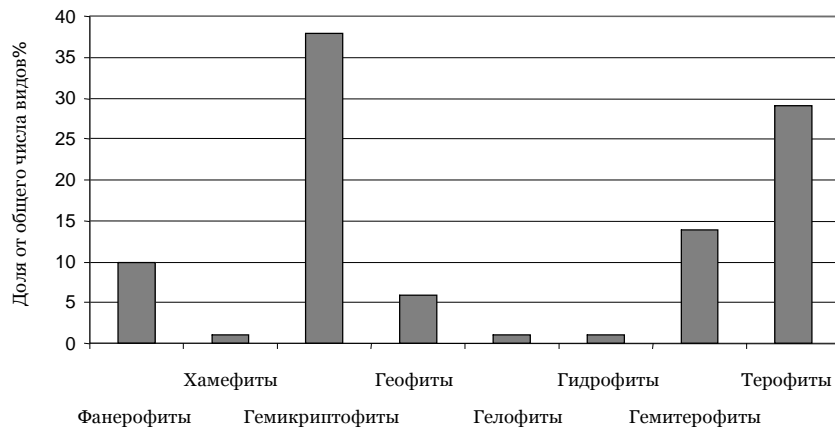


Рис. 1. Соотношение жизненных форм (по Раункиеру) в урбанофлоре г. Белгорода

Соотношение апофитов в данных группах в урбанофлоре составляет 0.25:0.16:0.27.

Коэффициент адвентизации флоры Белгорода составляет 0.28. В адвентивной фракции лидирующее положение семейств Asteraceae, Brassicaceae и Poaceae связано с большим числом заносных североамериканских, средиземноморских и евразийских видов. На 4-ом и 5-ом местах находятся семейства Fabaceae и Rosaceae, для которых

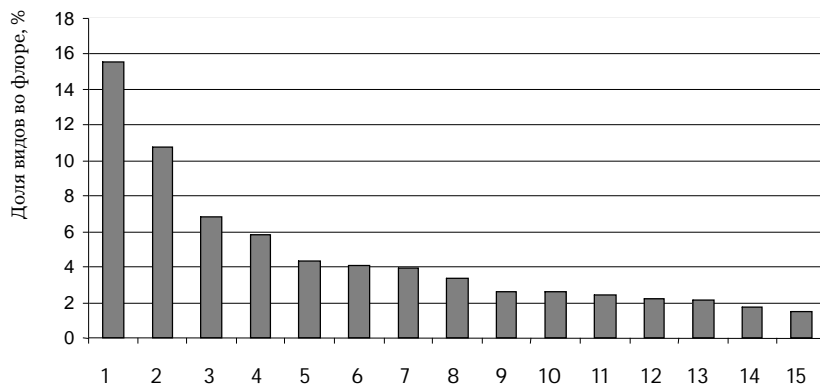


Рис. 2 Спектр ведущих семейств флоры Белгорода:

- 1 – Asteraceae; 2 – Poaceae; 3 – Fabaceae; 4 – Brassicaceae;
- 5 – Lamiaceae; 6 – Apiaceae; 7 – Rosaceae; 8 – Caryophyllaceae;
- 9 – Ranunculaceae; 10 – Scrophulariaceae; 11 – Boraginaceae;
- 12 – Liliaceae; 13 – Polygonaceae; 14 – Chenopodiaceae;
- 15 – Cyperaceae

являются гемикриптофиты (38.0 %), что свидетельствует о зональном влиянии флоры и

В группе апофитов мы выделяем эвапофиты – виды, почти или полностью перешедшие на антропогенные экотопы; гемиапофиты – виды, активно распространяющиеся на антропогенных экотопах, но сохраняющие прочные позиции в местной флоре, и апофиты случайные – виды, представляющие собой случайный антропофобный элемент антропогенных местообитаний [9].

характерно большое число эргазиофитов. Среди адвентивных видов Белгорода повышается роль видов из семейства Chenopodiaceae (10 видов, 6.1 %), доминирование которых характерно для полупустынных и пустынных территорий.

Показателем антропогенной трансформации флоры Белгорода может служить соотношение гемикриптофитов и терофитов по системе Раункиера (рис. 2).

Самой многочисленной группой во флоре Белгорода яв-

характерно для умеренной климатической зоны. Второе место занимают терофиты (29.3 %), которые наиболее явно преобладают в адвентивной фракции флоры (48.0 %), что позволяет говорить нам о несформированности и агломеративном характере растительных сообществ в городских экотопах, в первую очередь в пределах антропогенно трансформированных территорий [10]. На втором месте среди этих жизненных форм находятся гемикриптофиты (27.0 %). В адвентивной фракции по сравнению с природной усиливается позиция фанерофитов за счет «беглецов» из культуры (*Acer negundo* L., *Malus domestica* Borkh., *Salix fragilis* L., *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch., *Pyrus communis* L., *Juglans regia* L.).

Таким образом, предварительный анализ урбанофлоры Белгорода показал, что в структуре урбанофлоры увеличивается доля видов, преобладающих по тому или иному признаку. Тем самым структура флоры упрощается, теряется ее зональная специфичность. Наиболее выражена тенденция ксерофитизации основных характеристик урбанофлоры, а также ее нестабильность, что связано с повышенным участием малолетников, в частности однолетников и адвентивных растений.

### Заключение

Исследование таксономической и типологической структур урбанофлоры Белгорода позволило установить основные закономерности ее формирования и дало возможность отнести ее к зонально обусловленному антропогенно трансформированному типу флоры. Установлено, что урбанофлора Белгорода насчитывает 584 вида, относящихся к 75 семействам. Основное количество видов (69.8 %) приходится на первые 15 семейств. Ведущими в изучаемой флоре являются семейства: Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, Brassicaceae, Lamiaceae, Apiaceae, Rosaceae, Caryophyllaceae, Ranunculaceae, Scrophulariaceae. Анализ географической структуры урбанофлоры свидетельствует о том, что при ее формировании преимущества получают широкоареальные виды: плюри- и гемиплюрирегиональные, палеарктические в том числе и адвентивные виды. Самой многочисленной группой в урбанофлоре Белгорода являются гемикриптофиты (38.0 %), что свидетельствует о зональном влиянии местной флоры. Второе место занимают виды из группы терофитов (29.3 %).

Характерными чертами урбанофлоры Белгорода являются: присутствие достаточно большого количества адвентивных видов, в том числе эунеофитов. В спектре адвентивных видов большое количество видов приходится на представителей семейства Brassicaceae, что свидетельствует о флорогенетических связях изучаемой флоры с флорами Древнего Средиземноморья.

Исследования биоразнообразия в условиях городской среды Белгорода свидетельствует о том, что формирование урбанофлор происходит на фоне достаточно сильного антропогенного воздействия, которое, по-видимому, является определяющим в сравнении с природно-климатическими условиями [11]. Формирование структуры урбанофлоры зависит от взаимодействия антропогенных и зональных факторов.

Таким образом, исследование структуры урбанофлоры Белгорода позволяет выявить основные флорогенетические процессы и тенденции ее формирования. К ним относятся, с одной стороны, увеличение флористического богатства за счет заноса эвриотопных адвентивных видов вдоль путей сообщения, с другой – исчезновение или уменьшение присутствия стенотопных местных видов, не адаптированных к возникающим антропогенным условиям. На фоне общей синантропизации эти процессы сопровождаются упрощением, унификацией, вульгаризацией структуры флоры, интенсификацией антропохорных миграций заносных видов. Все эти процессы обусловлены усиливающимся антропогенным воздействием, которое способно оказывать и положительное воздействие на местные виды. Так, нами отмечено возникновение антропогенных рефугиумов в пределах городской черты Белгорода, в которых способны успешно сохраняться местные виды и сообщества редких и исчезающих растений.

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



### Список литературы

1. Морозова Г.Ю. Растения в урбанизированной природной среде: формирование флоры, ценогенез и структура популяций / Г.Ю. Морозова, Ю.А. Злобин, Т.И. Мельник // Журнал общей биологии. – 2003. – Т. 64, № 2. – С. 166-180.
2. Вахненко Д.В. Антропогенная трансформация флоры Северо-Восточного Приазовья в пределах Ростовской городской агломерации : Автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.05 Ростов н/Д, 2000. – 18 с.
3. Ильминских Н.Г. Анализ городской флоры (на примере флоры города Казани): Автореф. дис. ...канд. биол. наук. Л., 1982. – 20 с.
4. Бурда Р.И. Антропогенная трансформация флоры. – Киев: Наук. думка, 1991. – 168 с.
5. Ильминских Н.Г. Экотонный эффект и феномен урбаногенной флористической аномалии. / Мат. IV рабоч. Совещ. По сравнит. Флористике «Изучение биологического разнообразия методами сравнительной флористики». – 1993. – С. 233-243.
6. Дорогостайская Е.В. Сорные растения Крайнего Севера СССР // Растительность Крайнего Севера СССР и его освоение. Л., 1972. Вып. 13. – 172 с.
7. Еленевский А.Г., Радыгина В.И., Чаадаева Н.Н. Растения Белгородской области (конспект флоры). – М.: МПГУ, 2004. – 120с.
8. Тохтарь В.К., Фомина О.В., Грошенко С.А., Самыловский В.А., Петин А.Н. Флористические находки адвентивных видов растений в Белгородской области // Проблемы региональной экологии. – 2009. – №1. – С. 121-124.
9. Протопопова В.В. Синантропная флора Украины и пути ее развития. – Киев: Наук. думка, 1991. – 204 с.
10. Письмаркина Е.В., Силаева Т.Б., Кирюхин И.В. Анализ урбанofлоры Саранска // Бот. журн., 2006. – Т. 91, № 7. – С. 1048-1056.
11. Тохтарь В.К., Фомина О.В., Петин А.Н., Шевера М.В., Губарь Л.М. Сравнение урбанofлор различных природно-климатических зон методом факторного анализа // Проблемы региональной экологии. – 2009. – №1. – С. 27-30.

## THE STRUCTURE OF FLORA OF URBAN AGLOMERATION OF BELGOROD

O. V. Fomina,  
V. K. Tokhtar'

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

*E-mail: tokhtar@bsu.edu.ru*

The taxonomical and typological structures of the urbanoflora of Belgorod have been studied. As a result the main regularities of its formation have been revealed. According to our findings the urbanoflora of Belgorod consists of 584 species from 75 families. The first 15 families include most of plant species, which is an essential feature of synanthropic floras. The analysis of the geographical structure of the urbanoflora tells us that the species with wide area: pluri- and hemipluriregional, palearctic, including alien species gain advantages during the flora formation. The most numerous group in the urbanoflora under study is the hemicriptophytes what shows the zonal influence of the local flora. The second numerous are the species from the group of terophytes. The urbanoflora of Belgorod is characterized by the presence of many alien species in the flora structure, including species-euneophytes. The role of the family Brassicaceae grows in importance in the spectrum of the alien plant species group. This also testifies to florogenetic connections of the flora under study with floras of the Ancient Mediterranean area. As a result the urbanoflora of Belgorod can be considered as a zonally caused type of an anthropogenously transformed flora.

Key words: urbanoflora, analysis of structure, Belgorod.

## СПОСОБ КЛАССИФИКАЦИИ И ИДЕНТИФИКАЦИИ КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ БОБОВ

**Ю. Н. Куркина**

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

Исходный материал бобов, привлекаемый специалистами для селекции, характеризуется большим разнообразием. Многолетние данные, характеризующие коллекции по ряду признаков, имеющих несколько вариаций, значительно увеличивают объем работы селекционера. На основе взаимодополняющих коэффициентов вариации и наследуемости выбраны признаки с четкими вариациями по которым можно классифицировать и идентифицировать образцы коллекции: качественные ботанические признаки и хозяйственно ценные количественные характеристики, слабо варьирующие под воздействием внешних факторов. Предложен способ классификации коллекционного материала бобов путем присвоения отдельным признакам очередности, а отдельным вариациям признаков – цифр, образующим код.

Ключевые слова: бобы кормовые, овощные бобы, способ классификации, варьирование признаков, наследуемость, *Vicia faba*.

### Введение

Известно, что выращивать бобы (*Vicia faba* L.) начали на Ближнем Востоке и в Средиземноморье еще в период Неолита. Само название «фаба» с греческого переводится как «еда». Из бобов готовили множество блюд, муку и косметические средства, а также широко применяли в лечебных целях. В России бобы начали выращивать еще в 5-6 веках, вероятнее всего они попали сюда из Болгарии, за исключением Черных русских, которые имеют азиатское происхождение [1].

О широком распространении и большой любви народов мира к бобам свидетельствуют названия улиц во Франции, а также русские поговорки «чужую беду на бобах разведу, а к своей ума не приложу», «кинь бобами, будет ли за нами», и английская народная сказка «Джек и бобовый стебель», в которой упоминаются крупносеменные высокорослые формы бобов (в нашей коллекции есть сорт овощных бобов – Зеленые «Джек»). А в Германии была и остается популярной традиция запекать в новогодний пирог боб и тот, кому достается кусочек пирога с бобом, становится «бобовым королем».

Бобы – источник растительного белка. Кроме того, эти растения накапливают в почве азот и переводят в доступную форму труднорастворимые фосфаты. Еще необходимо отметить декоративное значение растений данного вида. А еще бобы это отличный медонос – с них пчелы собирают в 2 раза больше пыльцы, чем с плодовых деревьев [2].

Несмотря на то, что все многообразие известных сейчас форм бобов кормового и овощного направлений применения, относится исключительно к одному виду, исходный материал, привлекаемый специалистами для селекции, характеризуется большим разнообразием. Так, с 1978 года в Германии собрана коллекция бобов, насчитывающая свыше 2000 форм, но, крупнейшей в мире является сирийская коллекция ICARDA, включающая более 2300 образцов [3]. Изучением коллекций занимались многие русские и зарубежные ученые [4-8].

Наши исследования свидетельствуют о гетерогенности имеющегося исходного материала бобов и, следовательно, его перспективности для селекции [9]. Многолетние данные, характеризующие коллекции по ряду признаков, имеющих несколько вариаций, значительно увеличивают объем работы селекционера: например, только на оформление записей в полевом журнале необходимо много времени. Поэтому цель работы заключалась в разработке способа классификации коллекционного ма-



териала путем присвоения отдельным признакам очередности, а отдельным вариациям признаков – цифр, таким образом, образующим код.

### Материал и методы

Изучали образцы бобов, любезно предоставленные коллегами из ВНИИР им. Н.И. Вавилова, ГНУ НИИЗБК, а также местные формы, собранные в Белгородской, Волгоградской, Орловской, Рязанской (Россия) и Харьковской (Украина) областях. Исходный материал представлен селекционными и местными формами из 29 стран, а также сортообразцами, отобранными из оригинальных сортов, и гибридами, полученными методом поликросса. В условиях лесостепи Центрально-Черноземного региона изучались бобы как кормового, так и овощного назначения. Исходным материалом явились сорта, местные (дикие) и отобранные формы, поликросс-гибриды (104, 51, 20 и 25 номеров соответственно).

Статистическую обработку результатов проводили с использованием формул для расчета среднего арифметического, ошибки среднего, коэффициента вариации [10, 11]. Оценку достоверности различий проводили с использованием критерия Стьюдента и НСР. С целью выявления связей между различными исследованными признаками применяли корреляционный анализ. Наследственность была рассмотрена с помощью коэффициента наследуемости по Б.А. Доспехову [10] и Д.С. Фолкнеру [12].

Для ботанической характеристики важно охарактеризовать сортоспецифичные морфологические признаки: размер и цвет семенной кожуры и рубчика, окраска цветка и тип роста. Для описания хозяйственной ценности важны: масса 1000 семян, высота растения, семенная продуктивность и скороспелость. Все признаки, по которым предлагаемым способом можно классифицировать и идентифицировать образцы коллекции должны иметь четкие вариации. Выбор таких признаков среди качественных (цвет, тип роста) ботанических характеристик диктуется только степенью их значимости для исследователя. Но среди важных хозяйственно ценных количественных характеристик (высота растения, продуктивность семян, скороспелость) необходимо выбирать признаки, слабо варьирующие под воздействием внешних факторов. Поэтому мы применили взаимодополняющие коэффициенты вариации и наследуемости.

### Результаты и их обсуждение

Собранная и изучаемая коллекция бобов представлена генотипами различного эколого-географического происхождения и являет собой богатый исходный материал для различных направлений селекции этой культуры. Большинство образцов (за исключением отобранных форм и гибридов) сгруппированы в соответствии с их происхождением (странами, где они были созданы). Самые многочисленные группы селекции Германии и Украины. Российская группа представлена сортами Велена, Русские черные, Белорусские, Красноярские М (К-1661), Тулунские (К-1940), Пензенские 16 (К-2060), Радиомутант 8 (К-2069) и популяциями народной селекции. В коллекции представлены 13 эколого-географических групп (ЭГГ): Абиссинская, Бореальная, Горно-Африканская, Горно-Дагестанская, Египетская, Индийская, Памиро-Бадахшанская, Сванетская, Японо-Китайская, Средиземноморская, Западноевропейская, Среднеевропейская и Южноевропейская.

Данный исходный материал бобов является доказательством полиморфности вида *Vicia faba* по морфологии семян (рис. 1).

Коэффициент вариации ( $V$ , %), как основной показатель изменчивости, дает возможность сравнивать варьирование признаков разной размерности. Выявлено, что в нашей коллекции бобов минимальной изменчивостью характеризовался признак «высота растения» ( $V=13.8$  %). А показатели семенной продуктивности характеризовались высокой изменчивостью, например коэффициент вариации массы семян с растения превысил 50 %.



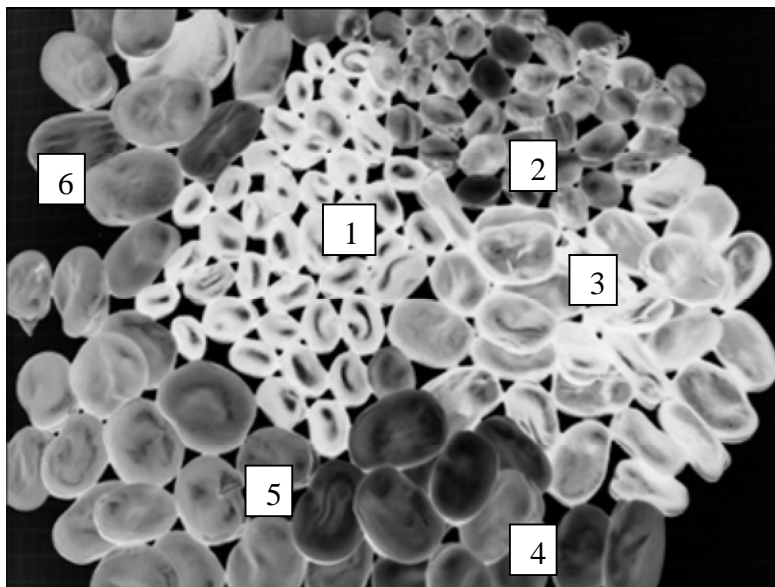


Рис. 1. Семена кормовых (формы 1-2) и овощных (сорта 3-6) бобов: 1 – форма К-1341 № 495 (Украина), 2 – Белозетковая форма (Германия), 3 – Русские черные (Россия), 4 – Хаба (Чили), 5 – Зеленые «Джек» (Россия), 6 – Белорусские (Россия)

Величина изменчивости важнейших фенотипических признаков определяется генотипической природой сорта и условиями его возделывания. Относительная доля наследственности называется наследуемостью признака. Однако, понятие «наследственности», а равно и «наследуемости», имеет два различных смысла, смотря по тому, относится ли оно к генотипическим значениям или селекционной ценности. Признак может быть «наследственным», если он определяется генотипом или передается от родителей к потомкам.

Отношение генотипической вариации к фенотипической выражает степе-

пень, в которой фенотипы особей определяются их генотипами. Это характеризует наследуемость в широком смысле, или степень генетической детерминации, которая имеет большую теоретическую, чем практическую ценность. Наследуемость в узком смысле определяет степень сходства между родственниками и степень, в какой фенотипы определяются генами, перешедшими от родителей, и потому имеет наибольшую ценность в селекционных программах [12].

В последующем изложении термин «наследуемость» мы ограничили значением наследуемости в узком смысле и использовали коэффициент наследуемости, являющийся важной характеристикой признака, с которым имеют дело селекционеры на практике [12]. Определили, что с самыми низкими коэффициентами наследуемости оказались признаки, которые теснее всего связаны с репродуктивной приспособленностью, что согласуется с данными по другим организмам [13-15].

В нашем случае коэффициенты наследуемости показали сильную генотипическую обусловленность массы 1000 семян – 98.18 %, высоты растения – 71.41, числа стеблей – 66.05 и высоты прикрепления нижнего плода – 61.04. Число продуктивных узлов и плодов на растении оказались признаками с наименьшим коэффициентом наследуемости (12.52 и 13.64 соответственно), поэтому они не могут быть применимы в кодировании.

По данным Р. Деминой (1973) разнообразие форм по скороспелости определяется межфазным периодом «всходы – цветение» [16], и по нашим данным коэффициент вариации этого периода равен 7.8 %, значит, он может быть закодирован.

На основе вышесказанного, рекомендуем выделить 10 основных признаков, вариации которых и коды представлены в таблице. На рисунке 2 представлены фотографии бобов с разной окраской венчика, с антоциановым стеблем (Б), индетерминантного (А, Б) и детерминантного типа роста (В).

Таким образом, растения сорта Русские черные (Россия) под кодом 5(6)-2-3-1-3-1-1-1-2-3 идентифицируется как образец с фиолетовыми (реже черными) семенами (код 5(6)), черным рубчиком (код 2), массой 1000 семян более 950 г (код 3), стеблем без антоциана (код 1), высотой более 100 см (код 3) и неограниченным типом роста (код 1), обычной окраской цветков (код 1), с ранним сроком зацветания (код 1), высокой продуктивностью зеленой массы (код 2) и семян (код 3). Так сокращается не только объем работы, но и размер полевого журнала, который теперь может быть карманного формата.



А

Б

В

Рис. 2. Бобы разных сортов: А – Felissa из Германии (с белыми цветками и индетерминантным типом роста); Б – Skladia из Швеции (с индетерминантным ростом, антоциановым стебелем, обычной окраской цветка с черными пятнами на крыльях венчика); В – БО-2000 из России (детерминант с коричневыми цветками)

Классификация сортообразцов бобов в условиях лесостепи Центрально-Черноземного региона выступает инструментом работы с коллекцией и позволяет выделять формы – источники хозяйственно ценных признаков (табл.).

Таблица

**Признаки и их вариации коллекционных образцов *Vicia faba* L.**

№ пп	Признак	Вариации признака*	Код вариации признака
1	2	3	4
1	Цвет семенной кожуры	Светлый (бежевый, желтоватый) Серый Коричневый Зеленый Фиолетовый Черный	1 2 3 4 5 6
2	Цвет рубчика семени	Белый (светлый) Черный	1 2
3	Масса 1000 семян	Мелкосеменные (менее 650 г.) Среднесеменные (650–950 г) Крупnoseменные (более 950 г)	1 2 3
4	Окраска стебля	Без антоциана С антоцианом	1 2
5	Высота стебля	Низкий (менее 60 см) Средний (60–100 см) Высокий (более 100 см)	1 2 3
6	Тип роста	Индетерминантный Детерминантный	1 2
7	Окраска цветка	Обычная с пятнами на крыльях Белая (без пятен на крыльях) Коричневая Фиолетовая (темная) Сиреневая (прожилки на парусе)	1 2 3 4 5
8	Скорость зацветания (число дней от всходов до цветения)	Раноцветущие (менее 38 дней) Среднезацветающие (38–43 дней) Поздноцветущие (более 43 дней)	1 2 3



Окончание таблицы

1	2	3	4
9	Продуктивность зеленой массы	Низкая (менее 400 г/раст.) Высокая (более 400 г/раст.)	1 2
10	Продуктивность семян	Низкая (менее 30 г/раст.) Средняя (30–80 г/раст.) Высокая (более 80 г/раст.)	1 2 3

\* Вариации признаков были получены в результате достоверной математической обработки результатов многолетних наблюдений автора.

### Список литературы

1. Потокина Е.К., Булынец С.В., Томоока Т., Воган Д. К вопросу о происхождении возделываемых бобов и внутривидовом разнообразии *Vicia faba* L. по результатам молекулярного маркирования генома // Сельскохозяйственная биология. – 2008. – № 3. – С. 48–57.
2. Schulz S., Keatinge J.D.H., Wells G.H. Productivity and residual effects of legumes in rice based cropping systems in a warm-temperate environment / Legum biomass production and N fixation // Field Crops Res. – 1999. – Vol. 61. – № 23. – P. 23–35.
3. Robertson L.D., El-Sherbeeng M. Distribution of discretely scored descriptors in a pure line faba bean germplasm collection // Euphytica, 1991. – Vol. 57. – № 1. – P. 83–92.
4. Муратова В.С. Бобы (*Vicia faba* L.) / В.С. Муратова. – Л., 1931. – 298 с.
5. Сидорова В.Ф. Методы селекционной работы с кормовыми бобами // Бюл. НТИ ВНИИЗБК. – Орел, 1980. – № 26. – С. 30–33.
6. Abdalla M.M., Fischbeck G. Potentiality of different subspecies and types of *Vicia faba* L. for breeding // Z. Pflanzenzucht, 1981. – Vol. 87. – № 2. – P. 111–120.
7. Hammer K., Hanelt P., Lehman C. Genetic resources and the diversity of vicia faba // Biol. Zbl., 1986. – V. 105. – № 1–2. – P. 199–205.
8. Higgins J., Evans J.L., Reed P.J. Classification of Western European cultivars of *Vicia faba* L. // J. Nat. inst. Agr. Bot., 1981. – Vol. 15. – № 3. – P. 480–487.
9. Куркина Ю.Н. Комплексный подход в селекции бобов. Монография: Белгород, ИПЦ «Политерра», 2008. – 256 с.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
11. Лакин Г.Ф. Биометрия. Учебное пособие для университетов и педагогических институтов. – М.: Высшая школа, 1973. – 343 с.
12. Фолконер Д.С. Введение в генетику количественных признаков / Пер. с англ. А.Г. Креславского и В.Г. Черданцева. – М.: ВО «Агропромиздат», 1985. – 486 с.
13. Price G.R. Fisher's fundamental theorem made clear // Ann. Him. Genet., 1972. – № 36. – P. 129–140.
14. Roberts R.C. The effects on litter size of crossing lines of mice inbred without selection // Genet. Res., 1960. – № 1. – P. 239–252.
15. Sales J., Hill W.G. Effect of sampling errors on efficiency of selection indices. 2. Use of information on associated traits for improvement of a single important trait // Anim. Prod., 1976. – № 23. – P. 1–14.
16. Демина Р.Б. Изменчивость вегетационного периода у бобов // Тр. по прикладн. ботанике, генетике и селекции. Л.: ВИР, 1973. – Т. 51. – Вып. 1. – С. 57–66.

## A WAY OF CLASSIFICATION AND IDENTIFICATION OF COLLECTION SAMPLES OF FABA BEANS

Yu. N. Kurkina

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

E-mail: kurkina@bsu.edu.ru

The initial material of beans used by experts for selection is characterized by a wide variety. The long-term data characterizing the collections on a number of signs, having some variations, considerably increase the selector's work load. On the basis of complementary factors of variation and heritability the signs with accurate variations have been chosen which permits to classify and identify the samples of a collection: these are qualitative botanical signs and economically valuable quantitative characteristics slightly varying under the influence of external factors. A way of classification of a collection material of beans by assignment to separate signs of a sequence and to separate variations of signs – of figures forming a code is offered.

Key words: faba beans, vegetable beans, a way of classification, a variation of signs, heritability, *Vicia faba*.



УДК 634.1/7

## УРОЖАЙНОСТЬ ОТБОРНЫХ ФОРМ *CHAENOMELES JAPONICA* (THUNB.) LINDL. ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ БЕЛГОРОДСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

**И. А. Навальнева,  
В. Н. Сорокопудов**

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

E-mail: irina.navalneva@mail.ru,  
sorokopudov@bsu.edu.ru

Среди генофонда рода *Chaenomeles* в условиях Белгородской области выделены перспективные формы (*Ch. japonica* формы 1-4, 2-5, 2-6, сорт «Калиф» и *Ch. maulei* форма 6-6), имеющие высокую урожайность. На примере многолетней динамики показана перспективность их выращивания в любительском и фермерском садоводстве.

Ключевые слова: *chaenomeles japonica*, *chaenomeles maulei*, масса плода, интродукция, урожайность, отборные формы.

### Введение

Род *Chaenomeles* (Thunb.) Lindl. известен с очень давних времен. *Ch. japonica* и *Ch. maulei* (Mast) с их разновидностями и садовыми формами до недавнего времени используются в качестве декоративных красивоцветущих кустарников. Хеномелес является нетрадиционной культурой для большинства регионов России. Растения в настоящее время достаточно хорошо акклиматизировались в средней полосе нашей страны. По своим биологическим свойствам айва японская превосходит большинство цитрусовых, не требовательна к внешним погодным факторам. Введение айвы японской в культуру сада является определяющим для формирования новых, хорошо адаптирующихся в данных условиях форм.

*Ch. japonica* и *Ch. maulei* – это ежегодно плодоносящие, устойчивые к болезням и вредителям культуры, хорошие медоносы, являющиеся резервом увеличения витаминной продукции [1, 2]. Хеномелес – перекрестно опыляемое растение. Не только сортовые саженцы, но и сеянцы хеномелеса вступают в плодоношение очень рано, на 2-3-й год после посадки. Однако для того чтобы получить плоды, необходимо предусмотреть совместную посадку не менее двух-трех разных форм (сортов или сеянцев) этой культуры [3, 6]. Урожай с одного куста составляет в среднем 2 кг, а при хорошем уходе может достигать до 5 кг [5, 6]. Основное плодоношение сосредоточено на ветвях трехлетнего возраста, поэтому правильно сформированный куст должен иметь 10-15 разновозрастных скелетных ветвей: от 3 до 5 однолетних, 3-4 двухлетних, 3-4 трехлетних, 2-3 четырехлетних и пятилетних. Плоды плотные, лимонно-желтого цвета, по форме напоминают яблоко или грушу, длиной до 5,5 см [6]. Созревают они в конце августа или в середине сентября. Масса некрупных плодов от 20 до 30 г и более 60 г для крупноплодных сортов. Мякоть плодов (толщиной от 10 до 15 мм) плотная с большим содержанием каменистых клеток, на вкус кислая, терпкая, ароматная, в свежем виде несъедобная или малосъедобная. Плоды хеномелеса применяют в основном для переработки [6, 8].

### Объекты и методика исследований

Материалами исследований являлись плоды семи форм популяции *Ch. japonica* (1-4, 2-3, 2-5, 2-6, 5-3, 5-20, 5-30), шесть форм популяции *Ch. maulei* (6-1, 6-4, 6-5, 6-6, 6-7, 6-9), разного эколого-географического происхождения и сорт *Ch. japonica* «Калиф», один сортообразец выделен в условиях г. Воронежа (В09), в качестве контроля взята отборная форма *Cydonia oblonga* Mill, выделенная нами в условиях города Бел-

города. В ботаническом саду Белгородского государственного университета работы по интродукции и селекции хеномелеса ведутся с 2002 года. Наблюдения за урожайностью проводились в течение пяти лет с 2005 по 2009 гг. Исследуемые формы оценивали по устойчивости к биотическим и абиотическим факторам в богарных условиях. Урожайность плодов изучали путем их взвешивания и измерений морфологических параметров, наблюдения за периодом вегетации растений в условиях г. Белгорода проводились согласно «Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур (1999г)» [7].

### Результаты исследований и их обсуждение

Урожайность хеномелеса в Ботаническом саду БелГУ определялась с 2005 по 2009 гг. Замечено, что в зависимости от возраста различные формы не начинают одновременного плодоношения.

Средняя урожайность форм хеномелеса за 2005-2009 годы исследований в условиях лесостепи Белгородской области варьировала от 0,1 у формы 6-6 до 4,4 кг/куст у формы 2-6 (табл.).

Наиболее урожайными, давшими 1,5 и более килограммов плодов с куста в 2005-2009 гг., нами отмечены формы 1-4, 2-5, 2-6 и 6-6. В связи с тем, что 2008 год выдался чрезвычайно засушливым и жарким, средняя урожайность большинства изученных форм хеномелеса в этом году оказалась ниже, чем в предшествующие годы.

Средняя масса плодов по формам в 2005-2009 гг. варьировала от 8.5 (*Ch. maulei* форма 6-6) до 84.7 г (сорт «Калиф»), наибольшая средняя масса плодов оказалась у формы *Cydonia oblonga* и составила 160.5 г. В условиях 2008 года у большинства изученных форм снижение этого показателя не наблюдалось.

Согласно Б.А. Доспехову [4], незначительные изменения средней массы плодов отмечаются для следующих сортообразцов: 1-4 (2008 г.), 2-3 (2009 г.), 2-6 (2008 г.), 5-30, 6-4, 6-6, 6-7, 6-9 и Во9 (2009 г.), для которых коэффициент вариации менее 10%. Для большинства сортообразцов наблюдается средняя изменчивость признака, коэффициент вариации колеблется в пределах от 10 до 20 %. Семь сортообразцов (1-4 (2007 г.), 2-5 (2007 г.), 5-3 (2009 г.), 6-6 (2007 г.), сорт «Калиф» (2005 г.) и айва обыкновенная) характеризуются значительными изменениями средней массы плодов. В 2008 г. для сорта «Калиф» был отмечен коэффициент вариации 70.8 %, это свидетельствует о том, что его плоды имели широкий диапазон по массе плодов.

Изменение максимальной массы плодов наблюдалось от 11.2 (*Ch. maulei* форма 6-6) до 110.2 г (сорт «Калиф»). В отношении максимальной массы плодов *Cydonia oblonga* является рекордсменом – максимальная масса его плодов доходит до 210 г.

Нами выделена перспективная форма *Ch. maulei* для дальнейшего изучения – сортообразец 6-6. Для нее отмечено нарастание урожайности с 0.1 до 2.0 кг с куста, увеличение средней массы плодов – 8.5-19.9 г., а также максимальной массы в 3 раза – 11.2-33.0 г, т.е. наблюдалась тенденция увеличения массы плода (рис. 1, 2).

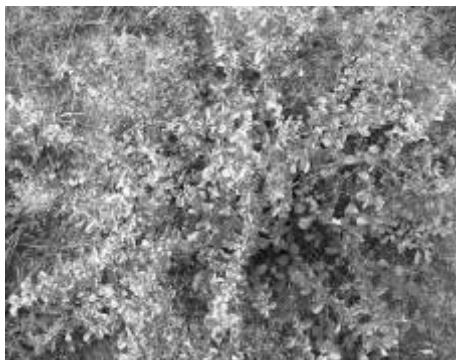


Рис. 1. *Ch. maulei* форма 6-6: куст с плодами



Рис. 2. *Ch. maulei* форма 6-6: плоды в разрезе



Таблица

## Урожайность плодов хеномелеса

Вид	Номер сортообразца	Год	Урожайность, кг/куст	Масса плода, г		Коэф-нт вариации. %
				max	средняя масса	
Ch. japonica	1-4	2005	1.7	31.8	20.3±1.8	10.2
		2006	0.4	51.4	31.1±3.6	18.6
		2007	1.1	38.7	22.6±5.5	27.8
		2008	0.5	43.5	28.9±0.9	3.4
		2009	0.5	26.3	15.0±1.5	11.5
	2-3	2008	0.3	42.9	22.8±4.0	19.9
		2009	1.2	46.3	31.6±1.7	6.3
	2-5	2006	3.3	59.6	43.2±2.8	10.4
		2007	2.7	46.0	21.0±3.9	30.0
		2008	1.1	39.8	28.9±3.1	12.3
		2009	1.9	48.7	27.6±2.5	10.2
	2-6	2006	4.4	47.5	30.1±3.0	16.2
		2007	3.6	33.6	21.3±2.0	15.3
		2008	1.2	35.0	31.5±1.9	6.8
		2009	2.6	41.2	25.5±2.4	10.6
	5-3	2009	0.6	55.3	36.9±6.6	20.4
	5-20	2009	0.7	43.3	29.5±3.5	13.6
5-30	2009	0.7	43.3	32.1±2.6	9.2	
Сорт «Калиф»	2005	1.3	110.2	84.7±16.0	21.6	
	2008	0.3	105.5	46.9±29.1	70.8	
	2009	0.3	50.4	36.3±4.9	12.0	
Вог	2009	0.8	37.5	32.7±1.4	5.0	
Ch. maulei	6-1	2009	0.3	30.2	22.2±2.9	15.0
	6-4	2009	0.6	35.8	24.2±1.7	8.0
	6-5	2009	0.6	36.3	21.7±1.9	10.2
	6-6	2007	0.1	11.2	8.5±1.1	21.5
		2008	0.9	18.4	14.5±1.8	14.0
		2009	2.0	33.0	19.9±1.5	8.7
	6-7	2007	0.2	25.0	18.9±1.6	14.0
		2008	0.4	18.0	14.4±1.8	14.3
		2009	0.5	28.3	22.7±1.8	8.9
	6-9	2008	0.4	23.6	19.3±1.8	10.7
2009		0.6	36.1	24.3±2.0	9.4	
Cydonia oblonga Mill	2008	1.2	210.6	160.5±39.0	27.7	
	2009	0.9	183.8	151.3±28.4	23.5	

В результате проведенных исследований установлено, что высокий потенциал урожайности отмечен у форм хеномелеса: 1-4, 2-5, 2-6, 6-6 и сорта «Калиф», для которых наблюдаются высокая урожайность, нарастание средней и максимальной массы плода. Данные сортообразцы могут возделываться в любительских и фермерских садах в Белогорье.

*Работа выполнена в рамках реализации федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы, проект №267 «Скрининг морфолого-биологических особенностей растений рода Chaenomeles как основа создания адаптивного сортименнта».*

## Список литературы

1. Воробьева Г.М. Айва японская в Сибири. – Искитим: ГУП ПО «Междуречье», 2001. – 48 с.
2. Воробьева, Г.М. Хеномелес в Сибири // Интродукция нетрадиционных и редких растений: материалы VIII Междунар. научн.-метод. конф. (Мичуринск – наукоград РФ, 8-12 июня 2008г.). Т. 1. Плодовые, ягодные, редкие и нетрадиционные садовые культуры: посвящается

памяти Е.П. Куминова, д. с.-х. н., проф., засл. деятеля науки РФ / ВНИИС им. И.В. Мичурина. – Воронеж: Кварт, 2008. – С. 217-219.

3. Горин Т.И. Айва. – М.: Сельхозгиз, 1953. – 92 с.

4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

5. Комар-Темная Л.Д., Рихтер А.А. Перспективность селекционных работ с хеномелесом (*Chaenomeles* Lindl.) в Крыму // Тр. 9-й Междунар. конф. садоводства (Леднице, Чешская республика, 3-6 сентября 2001г). Т.1. – Леднице, 2001. – С. 101-103.

6. Меженский В.Н. Хеномелес. – М.: ООО «Издательство АСТ»; Донецк: «Сталкер», 2004. – 62, [2] с. – (Приусадебное хозяйство).

7. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под общ. ред. акад. РАСХН Е.Н. Седова и д. с.-х. н. Т.П. Огольцовой. – Орел: Изд-во Всероссийского НИИ селекции плодовых культур, 1999. – 608 с. (С. 473-480).

8. Рупасова Ж.А. и др. Особенности биохимического состава плодов гибридных форм хеномелеса маулея (*Chaenomeles maulei* (Mast.) C.K. Schneid) при интродукции в Беларусь // Ботанические сады в 21 веке: сохранение биоразнообразия, стратегия развития и инновационные решения: матер, междунар. науч.-практ. конф., Белгород, 18-21 мая 2009 года. – Белгород: ИПЦ «ПОЛИТЕРРА», 2009. – С. 317-321.

## YIELDING ABILITY OF SELECT FORMS OF *CHAENOMELES JAPONICA* (THUNB.) LINDL. AT ITS INTRODUCTION IN THE BOTANICAL GARDEN OF BELGOROD STATE UNIVERSITY

I. A. Navalneva  
V. N. Sorokopudov

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

E-mail: irina.navalneva@mail.ru,  
sorokopudov@bsu.edu.ru

From the gene pool of the genus *Chaenomeles* in the conditions of Belgorod region some perspective forms showing a high yielding ability (*Ch. japonica* forms 1-4, 2-5, 2-6, a grade "Caliph" and *Ch. maulei* the form 6-6) have been singled out. Good prospects of their cultivation in amateur and farmer gardening have been demonstrated with long-term dynamics.

Key words: *chaenomeles japonica*, *chaenomeles maulei*, fruit weight, introduction, productivity, selected forms.





УДК 582.734(575.3)

## ВЛИЯНИЕ СРОКА СБОРА ПЛОДОВ ШИПОВНИКА ИГЛИСТОГО НА ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН

**А. К. Кудайбергенова**

Иссыкульский  
государственный  
университет им  
К. Тыныстановы,  
г. Каракол, Кыргызстан

В статье представлены результаты семенного размножения *Rosa acicularis* Lindl. в зависимости от различных факторов. Показано, что большую роль на всхожесть семян шиповника оказывает фаза развития гипантиев, а также предпосевная обработка (стратификация). Установлены оптимальные варианты прерывания всхожести семян, которые способствуют в значительной степени повышению жизнеспособности семян и эффективности семенного размножения *Rosa acicularis* Lindl. для различных хозяйственных нужд.

Ключевые слова: гипантия, эндогенные ингибиторы, стратификация, всхожесть семян.

### Введение

Изучение семенного размножения шиповника имеет как теоретическое (расширяет сведения о биологии вида), так и практическое значение. Семена шиповника являются основным посевным материалом для закладки промышленной плантации, особенно на первом этапе разведения [1, 2].

Семена шиповника, по своей биологии, относятся к числу трудно прорастаемых. Препятствует этому не только толщина и чрезмерная прочность одревесневших тканей оболочки, но и наличие свойств, глубоко покоящегося зародыша [3, 4, 5, 6, 7, 8]. Имеются также сведения о том, что состояние глубокого покоя, тесно связано с накоплением в семенах эндогенных ингибиторов роста, которые тормозят физиолого-биохимические процессы в растениях [9, 10].

Установлено, что большое влияние на прорастание семян шиповника оказывает фаза развития гипантиев, на материнском растении, на кусте. Относительно точного определения степени развития гипантиев нет, но существуют разные мнения. Одни авторы [11], указывают, на то, что повышенной способностью к прорастанию обладают семена извлеченные из гипантиев после их полного окрашивания в красный цвет, но до начала размягчения. Другие [7, 12, 13, 14, 15] склонны считать, что для этой цели необходимо извлечь гипантии в период побурения, т.е. когда зеленый цвет наружной оболочки плодов начинает переходить в оранжево-красный.

### Объекты и методы исследования

Объектом исследования служил один из перспективных витаминоносных шиповников Кыргызстана – *Rosa acicularis* Lindl. Для изучения влияния срока сбора гипантиев на всхожесть семян, плоды были собраны в разной степени зрелости: восковой (начало второй декады июня), при побурении гипантиев (начало третьей декады июля), при их интенсивном окрашивании (первая декада августа), при приобретении полного покраснения (начало второй декады сентября). Также собраны семена перезрелых гипантиев (конец первой декады октября). Извлечение семян из гипантиев производили вручную. Для каждого варианта опыта брали по 800 шт. полноценных семян в четырехкратной повторности, т.е. по 200 шт. в каждой повторности. Собранные семена высевали в грунт. Для сравнения, в опытах исследовалась также энергия прорастания семян, прошедших стратификацию. Для этого освобожденные от мякоти семена сразу же высевали в посевные ящики с песком и хранили в подвале при температуре 14.6°C. В качестве субстрата использовали крупнозернистый промытый песок, что обычно рекомендуется для проведения такого рода работы [16, 7]. Закладка семян в ящике проводилась послойно, рассыпая их на слой песка толщиной в 10–12 см. Пе-

сок в ящиках всегда поддерживали в увлажненном состоянии, что способствовало увеличению энергии прорастания семян. По окончании срока стратификации (начало ноября), семена высевались в грунт. В марте, с наступлением благоприятных погодных условий после тщательной подготовке опытного участка, производили посев.

### Результаты и их обсуждение

Результаты наших исследований представлены в таблице.

Таблица

**Всхожесть семян *Rosa acicularis* Lindl. в зависимости от степени развития гипантия**

Показатели	Фазы развития гипантиев									
	Восковая Зрелость		Побуревшие		Интенсивно окрашенные		Совершенно красные		Перезрелые	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Дата сбора гипантиев	5.VI.2008	5.VI.2008	13.VII.2008	13.VII.2008	23.VII.2008	23.VII.2008	2.IX.2008	2.IX.2008	5.X.2008	5.X.2008
Дата начала стратификации семян	-	6.VI.2008	-	13.VII.2008	-	23.VII.2008	-	2.IX.2008	-	5.X.2008
Дата посева	5.VI.2008	2.X.2008	14.VII.2008	1.X.2008	24.VII.2008	15.X.2008	12.IX.2008	29.X.2008	17.X.2008	30.XI.2008
Дата появления всходов	30.III.2009	30.III.2009	12.IV.2009	4.IV.2009	11.IV.2009	3.IV.2009	-	11.IV.2009	-	18.IV.2009
Всхожесть семян, %	11	27	21	63	15	42	-	20	-	7
Точность опыта, Р	1.9	1.4	2.4	3.5	2.2	2.9	-	2.5	-	1.6

Примечание: 1 - нестратифицированные семена; 2 - стратифицированные семена.

Данные приведенные в таблице, показывают, что большое влияние на всхожести семян шиповника оказывает не только предпосевная обработка (стратификация), но и, в значительной степени, фаза развития гипантиев. Из наших данных вытекает, что наиболее всхожими оказались семена, извлеченные из еще незрелых, но интенсивно побуревших плодов, их всхожесть составляла 11 %. После завершения стратификации всхожесть семян увеличивалась до 20 %, а у перезревших семян – составляла 7 %.

### Заключение

Анализируя вышеизложенный материал, можно сделать вывод, что на всхожесть семян *R. acicularis* Lindl. существенное влияние оказывает твердость семенной оболочки. Для получения семян, обладающих повышенной всхожестью, необходимо



собрать их из гипантиев шиповника в фазе побурения. В это время семена шиповника достигают полной зрелости, а кожура еще не успевает затвердеть, как это наблюдается у семян зрелых или перезрелых плодов. При преодолении этих препятствий (путем проведения предварительной стратификации) можно в значительной степени повысить жизнеспособность семян и эффективность семенного размножения шиповника.

### Список литературы

1. Косоуров Ю.Ф. Итоги опытов по выращиванию сеянцев витаминного шиповника в питомнике // Сб. тр. Башкирск. лесн. опытной станции. – 1964. – Вып. 7. – С. 71-82.
2. Нежевенко Г.И. Географический полиморфизм шиповника морщинского (*Rosa rugosa* Thun.) на континентальном побережье Дальнего Востока // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Новосибирск. – 1963. – 23 с.
3. Хржановский В.Г. Розы. – М.: Сов. наука, 1958. – 497 с.
4. Спонкевич П.В. Покой семян некоторых древесных и кустарниковых растений. – Краснодар, 1960. – 132 с.
5. Николаев М.Г. Физиология глубокого покоя семян. – Л.: Наука, 1967. – 206 с.
6. Мамадризохонов А.А., Курбонмамадова С.А. Проблема семенного размножения шиповника // IV съезд общества физиологов растений России. – М., 1999. – Т. 2. – С. 615.
7. Мамадризохонов А.А. Биологические особенности видов рода Роза (*Rosa* L.) в условиях Горного Бадахшана (Памир) / Под ред. С.Е.Коровина. – М.: Росагроснаб, 2001. – 132 с.
8. Мамадризохонов А. Шиповники Западного Памира. – Душанбе, 2005. – 181 с.
9. Кефели В.И. Природные ингибиторы роста и фитогормоны. - М.: Наука, 1974. – 253 с.
10. Предпосевная обработка семян алтея лекарственного гибберелином. Шаин С.С., Гейер Н.И., Биринджан П.Е., Бондарено А.К., Бондаренко Б.С. // Вопросы лекарственного растениеводства. – М., 1980. – С. 115-119.
11. Михнева Т.Н. Вегетативное размножение роз в условиях г. Алма-Ата // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Алма-Ата, 1972. – 22 с.
12. Кичунов Н.И. Розы. – Л.: Изд-во Всесоюз. ин-т. прикладной ботаники и новых культур, 1929. – 284 с.
- 13; Ижевский С.А. Розы. – М.: Сельхозгиз, 1958. – 335 с.
14. Озолин П.К., Кравченко Л.К. Культура роз в Узбекистане. – Ташкент, 1965. – 48 с.
15. Русанов Ф.Н. Род *Rosa* L. Дикорастущие виды шиповника, интродуцированные в Ташкентским ботаническим садом АН Узб. ССР // Дендрология Узбекистана. – Ташкент: Фан, 1972. – Т. 4. – С. 5-195.
16. Шогенов К.И. О выращивании подвоев для роз. – М.: Колос, 1965. – С. 91-101.

## AN INFLUENCE OF TERM OF HARVESTING OF PRICKLY ROSE ON THE GERMINABILITY OF SEEDS

A. K. Kudaibergenova

*Issyk-Kul State University after  
K. Tynystanova. Karakol,  
Kyrgyzstan*

The article deals with the results of the seed multiplication of *Rosa acicularis* Lindl, depending on different factors. It was shown that the main role in the germinability of seeds of brier belongs to the phase of development of hypanthium, and also to the pre-sowing treatment (stratification). The best variants of the interruption of the germinability, which contribute to a large extent to the enhancement of the vitality of the seeds and to the efficiency of the seed multiplication of *Rosa acicularis* Lindl for different economic needs have been established.

Key words: hypanthium, endogenous inhibitors, stratification, germinability.

УДК 631.529 : 582.717.7

## ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СМОРОДИН ПОДРОДОВ *EUCOREOSMA* JANCZ., *RIBESIA* (BERL.), *BERISIA* (SPACH) JANCZ., И *SYMPHOCALYX* BERL. В УСЛОВИЯХ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

**Е. И. Шапошник, Л. А. Тохтарь,  
В. Н. Сорокопудов, Т. А. Резанова,  
Ю. В. Бурменко, Н. И. Михневич,  
В. В. Картушинский, А. В. Трегубов**

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

E-mail: sorokopudov@bsu.edu.ru

Изучены виды рода *Ribes* L (38 сортообразцов смородины черной, 27 смородины красной, 25 смородины золотистой, 93 смородины американской) при интродукции в Белгородскую область. Выявлено, что при выращивании в культуре смородины из разных зон, наблюдаемые в естественных условиях закономерности в наступлении фенофаз в первой половине вегетационного периода сохраняются незначительно. Это указывает на модификационный характер изменчивости. Наибольшая разница отмечается в наступлении сроков листопада и в продолжительности периода вегетации.

Ключевые слова: смородина черная, смородина красная, смородина золотистая, смородина американская, фенология, изменчивость, вегетация, цветение, плодоношение, листопад.

### Введение

Род Смородина (*Ribes* L.) включает 110 видов, объединенных в 8 подродов. Наибольшее значение в практическом садоводстве нашли смородина черная, красная и золотистая. Эти растения мезофиты, естественные ареалы которых находятся в северных и умеренно влажных климатических зонах [15].

Наиболее популярна среди ягодных растений черная смородина. Все части этого растения находят применение в народной медицине. Целебные свойства ее признаны также традиционной медициной. Плоды черной смородины являются универсальным диетическим продуктом и отличным сырьем для переработки. Черная смородина – поливитаминная культура, содержащая в свежих плодах около 300 мг% аскорбиновой кислоты, 0.7 мг% провитамина А (каротина), 0.06 мг% витамина В (тиамина), но особого внимания заслуживает наличие витамина В<sub>9</sub> и группы Р-активных веществ, представленных катехинами и флавонами, которых содержится от 100 до 450 мг%. Красная смородина беднее черной по содержанию в ягодах витамина С, но в ней много сахаров (до 9 %), и она также содержит большое количество пектина (до 0.43 %) [14].

В оценке перспективности интродукции растений в новых условиях существования значительная роль отводится ритму сезонного развития, определяющего устойчивость растений к неблагоприятным условиям и способность давать полноценное семенное потомство [4, 6, 7, 8, 10, 11, 16].

Обсуждая вопросы теории и методы акклиматизации и интродукции растений, С.Я. Соколов [12] писал: «Метод изучения истории климата естественных ареалов видов сравнительно с изучением климата в области будущего искусственного ареала этих видов может служить и служит более или менее надежной предпосылкой для выбора видового состава интродуцентов».

В Белгородской области нет местных дикорастущих видов смородины, но существующая дифференциация видов позволяет в процессе интродукции выделить разновидности и сортообразцы, наиболее приспособленные к условиям Белгородской области.

Наиболее приемлемым для достижения этой цели является метод родовых комплексов, когда привлекаются для испытания в конкретных условиях виды данного рода. При этом исследуется фенология растений и экология как отношение к местным условиям, биология цветения и плодоношения [9].



Процесс интродукции любых растений начинается с изучения фенологии. По мнению И.Ю. Коропачинского и Т.Н. Встовской [3], фенологические наблюдения являются обязательной составной частью процесса изучения растений, вводимых в культуру в новых условиях. Они помогают вскрыть эколого-физиологическую перестройку интродуцируемых растений, что очень важно в практическом отношении. В настоящее время разработаны методы предварительной оценки интродукции деревьев и кустарников, основанные на фенонаблюдениях [6].

Начало роста смородины зависит от сроков наступления весны, а также от состояния физиологического (органического) покоя растений. Т.С.Коробкова [1, 2] отмечал у растений фазу органического и вынужденного покоя, подразумевая под органическим покоем замедленное или полное прекращение на некоторое время роста, обусловленного обменом веществ. А задержку или прекращение роста, вызванных исключительно влиянием внешних воздействий, среди которых температура играет определяющую роль, он считал вынужденным покоем.

Известно, что глубина и продолжительность периода покоя — это наследственный признак, выработавшийся у растений в процессе их приспособления к условиям существования.

Черная смородина имеет короткий органический покой и удерживается в состоянии вынужденного при длительном морозном периоде.

Сезонный ритм развития видов растений в определенной степени отражает историю формирования их в тех или иных природных условиях, в связи с чем они имеют разные жизненные циклы [5, 10, 11]. Изучение ритмики развития растений, таким образом, помогает глубже познать сущность видов.

Известно, что изменение фенологического состояния растений связано с климатическими условиями места произрастания и климатическими условиями естественной среды происхождения и произрастания вида.

Наиболее сильное влияние на наступление фенофаз оказывает температура в первой половине вегетационного периода [5].

Эколого-географические закономерности изменчивости многих признаков растений (в том числе и сезонного развития) при перенесении их из разных мест ареала изучались в классических работах [3, 5, 7, 9]. Турессоном установлено, что на севере у растений наблюдается раннее цветение и умеренный рост, на юге — позднее цветение с более высоким ростом, на западе — позднее цветение и низкий рост, на востоке — раннее цветение и высокий рост. В сезонном развитии смородины при перенесении в одинаковые условия культуры при интродукции наблюдаются те же закономерности.

### Объекты исследований

Объектами исследований являлись представители подродов *Eucoreosma* Jancz., *Ribesia* (Berl.) Jancz., *Symphocalyx* Berl., *Berisia* (Spach) Jancz.

Для исследования были использованы растения, произрастающие в Ботаническом саду Белгородского государственного университета и представляющие собой не дикорастущие виды, взятые непосредственно из естественных мест произрастания, а уже в некоторой степени отселектированные формы и сортообразцы. Изученные растения относятся к следующим генетическим группам:

- I — *Ribes nigrum ssp. scandinavicum* — смородина черная скандинавский подвид;
- II — *Ribes nigrum ssp. europaeum* x *Ribes nigrum ssp. sibirikum* x *Ribes dikuscha*;
- III — Сортообразцы, полученные с участием скандинавского подвида и 2 группы;
- IV — *Ribes aureum* Pursh. — смородина золотистая;
- V — *Ribes americanum* Mill. — смородина американская;
- VI — *Ribes alpinum* L. — смородина альпийская;
- VII — *Ribes rubrum* L. — смородина красная сорт Голландская розовая;
- VIII — *Ribes warscewiczii* Jancz. — смородина Варшевича сорт Виксне;
- IX — *Ribes rubrum* L. x *Ribes petraeum* Wulf. — смородина красная сорт Нива;
- X — *Ribes rubrum* L. x *Ribes petraeum* Wulf. x *Ribes multiflorum* Kit. — смородина красная сорт Баяна.



### Феноклиматическая характеристика условий интродукции

Исследования проводились на базе Ботанического сада Белгородского государственного университета. Почва участка – чернозем выщелоченный, среднетяжелый, малогумусный, слабосмытый. Почвообразующая порода – лессовидный суглинок. Содержание гумуса в верхнем (А) горизонте 4.8–5.1 %. Мощность гумусового горизонта составляет 68–70 см. Реакция рН почвы – 6.3, т.е. ближе к щелочной.

Климат Белгородской области характеризуется значительной континентальностью: жарким летом и холодной зимой. Средняя температура января –8, –9 °С. Средний из абсолютных минимумов составляет –26–28 °С, в наиболее холодные зимы температура падает до –36–38 °С. Морозные дни зимой часто сменяются оттепелями. В среднем в январе насчитывается 6–8 дней с оттепелью, а в теплые зимы их может быть 12–14. Максимальные температуры зимой чаще бывают от 0.1 до 2.0 °С, а в 3–4 случаях из 10 поднимаются выше 2 °С. Летом же наблюдается повышение температуры до 40–43 °С. Однако такие высокие и низкие температуры наблюдаются редко, менее чем в 5 % лет. В 90 % лет абсолютный максимум бывает 32–34 °С, а абсолютный минимум –22–24 °С. Годовая амплитуда температуры достигает 76–81 °С. Для исследования использовалось подекадное значение температур в условиях г. Белгорода (по данным метеостанции пос. Гонки Белгородский район).

При проведении фенологических наблюдений необходимо определить зависимость сроков прохождения фазы от условий окружающей среды. Издавна при оценке температурных условий данной местности пользуются показателем суммы эффективных температур (за порог вегетации для смородины приняли температуру +2 °С [9]).

Боковые почки кустарников черной смородины в Западной Европе вообще прекращают рост с конца июля, и затем наступает зимний покой, в течение которого никакое морфологическое развитие не происходит [17, 18]. Чтобы прерывать состояние покоя, требуется охлаждение в течение 12–15 недель при 2 °С – это отвечает условиям стратификации, перезимовке зародышей черной смородины, хотя существуют некоторые различия культурных сортов растений. В некоторых районах зимние температуры могут быть слишком высокими, чтобы соответствовать условиям стратификации [17]. Подобная ситуация может быть характерна для красных смородины. Кроме того, растения и отдельные почки на них отличаются по состоянию органического покоя, таким образом, переменные холодные и умеренные условия могут привести к более раннему распусканию почек, в то время как другие на тех же самых растениях остаются бездействующими [17, 18]. Это неизбежно приводит к неравному росту и, в конечном счете, неравномерному созреванию плодов на растениях. Еще должны быть приняты во внимание последствия – раннее пробуждение почек может привести к большому ущербу при весенних заморозках [1, 17, 18].

### Результаты исследований и их обсуждение

В годы исследований вегетация начиналась у растений рода Смородина в II–III декадах марта, что на 12–15 дней раньше обычного наступления периода вегетации [13]. Это изменение начала вегетации отражает реакцию растений на изменения условий среды, так как в период 2007–2008 гг. наблюдалась достаточно ранняя весна и высокая солнечная активность, температура днем в марте часто достигала +10–12 °С и иногда доходила даже до +15–17 °С (табл., рис.).

Наиболее ранняя вегетация растений в 2008 г. наблюдалась у *R. americanum* во второй декаде марта. В то время как в 2007 г. вегетация отмечена только с третьей декады. Для *R. americanum* показатель суммы эффективных температур для начала вегетации отмечен при 79–106 °С, однако в 2008 г. вегетация началась на 13 дней раньше, чем в 2007 г., при накоплении тепла 86–97 °С.

В 2007–2008 гг. исследований сроки прохождения фазы начала вегетации в условиях лесостепи Белгородской области у *R. alpinum*, относящейся к подроду *Berisia*, совпадают со сроками у *R. nigrum* (рис.), но значительно отличаются от сроков,



представленных для Новосибирской и Московской областей. Начало вегетации отмечается достаточно рано, в третьей декаде марта, при накоплении 87–111 °С (см. табл.).

Самое позднее начало вегетации наблюдалось у *R. aureum*, относящейся к подроду *Symphocalyx*, в 2007 г. при этом сумма эффективных температур составляла 218–327°С. Для марта 2007 года характерны низкие положительные среднесуточные температуры и практически отсутствие осадков. Растения *R. aureum* отреагировали на погодные условия 2007 года, при этом разница прохождения фенологических фаз отразила некоторые особенности физиологии, приобретенные на протяжении всего филогенетического развития. В 2008 г. вегетация началась достаточно рано, как и у остальных представителей рода *Ribes*, раньше обычного на 10–15 дней.

За годы исследований вегетация у изучаемых образцов подрода *Ribesia* обычно начиналась в I–II декадах апреля при сумме эффективных среднесуточных температур 113–174 °С (табл.). В 2006 г. в марте наблюдались отрицательные среднесуточные температуры, и количество осадков превышало норму на 50 %, и предшествующий февраль так же отличался жесткими условиями с низкими отрицательными температурами в сочетании с большим количеством осадков. Поэтому в 2006 г. начало вегетации растений подрода *Ribesia* наблюдалось позже на 5–10 дней при сумме эффективных температур 124–154 °С. В условиях 2008 года у всех образцов вегетация началась раньше на 1–6 дней. У таких сортов как Нива, Виксне, начало вегетации отмечено в последних числах марта, при этом сумма эффективных среднесуточных температур составила 146–153 °С. Это связано с тем, что в марте 2008 года максимальные дневные температуры часто достигали отметки +12 °С, а иногда доходили до +17 °С.

В 2007–2008 гг. наиболее постоянные сроки вступления в фазу начала вегетации наблюдались у культиваров подрода *Ribesia* и образцов *R. nigrum*. Одними из первых начинают вегетацию растения *R. americanum*, за ними при благоприятных условиях – растения *R. aureum* и *R. alpinum*, при этом *R. alpinum* меньше зависит от погодных условий.

Таким образом, начало вегетации зависит от комплекса метеорологических факторов, предшествующих данной фазе развития растений. Для наступления вегетации растениям требуется определенная сумма среднесуточных положительных температур. Отклонения в сроках начала вегетации по виду из-за погодных условий составляли до трех недель, однако в течение одного сезона разница в сроках начала вегетации для различных видов находилась в пределах двух недель.

У сортов, полученных путем гибридизации следующих подвидов смородины черной: *Ribes nigrum ssp. scandinavicum* и *Ribes nigrum ssp. europaeum*? *Ribes nigrum ssp. sibirikum*? *Ribes dikuscha*, вегетация начинается рано: в конце второй – начале первой половины третьей декады марта, при небольшом количестве тепла, когда сумма эффективных среднесуточных температур составляет 70–120 °С. У этих растений умеренная климатическая зона Ботанического сада БелГУ является совпадающей с их естественным ареалом, в результате этого проявляются свойства, приобретенные на протяжении всего филогенетического развития вида. С позиции оценки термического режима суммой температур некоторое ускорение прохождения фаз в эти годы также связано с высокой солнечной активностью и достаточно высокими для этого периода температурами, в таких условиях быстрее может накопиться необходимая для роста сумма температур.

При позднем начале роста фаза распускания почек заканчивалась в течение 5–7 дней. Сокращение межфазных периодов у смородины – одна из особенностей роста интродуцентов в новых условиях. Объясняется эта биологическая особенность растений резким возрастанием солнечной радиации в конце марта-начале апреля, а также высокой степенью дифференциации почек в летне-осенний период.

В 2005–2006 гг. у сортов *R. nigrum*, имеющих разное эколого-географическое происхождение, вегетация начиналась в I–II декадах апреля (см. рис.), при достижении суммы эффективных температур 48–191°С (табл.). Позднему вступлению в фазу

вегетации растений черной смородины в 2006 г. предшествовала холодная погода в феврале и марте месяце с большим количеством осадков (температура в марте по сравнению с 2005 г. ниже на 5,9 °С).

Рост у растений, относящихся к I–III и V–VI генетическим группам, начинается в третьей декаде марта. У сортов смородины красной VII–X генетических групп, а также у смородины золотистой (IV группа), разница между органическим и вынужденным покоем меньше, чем у смородины черной I–III генетических групп, поэтому они незначительно реагируют на оттепели, позже начинают рост.

При выращивании в культуре образцов смородины из разных зон, наблюдаемые в естественных условиях, закономерности в наступлении фенофаз в первой половине вегетационного периода в культуре сохраняются незначительно. Это указывает на модификационный характер изменчивости. Наибольшая разница отмечается в наступлении сроков листопада и в продолжительности периода вегетации.

За годы исследований вегетация у изучаемых сортов красной смородины обычно начиналась в I–II декадах апреля при сумме эффективных среднесуточных температур +113–174 °С. Однако в условиях 2008 г у всех сортов вегетация началась раньше на 1–6 дней, а у таких сортов как Нива, Виксне начало вегетации было отмечено в последних числах марта, при этом сумма эффективных среднесуточных температур составила +146–153 °С. Это связано с тем, что в марте 2008 года максимальные дневные температуры часто достигали отметки +12 °С и доходили до +17 °С.

В 2007 г. цветение растений смородины красной (VII–X генетические группы) происходило с III декады апреля до конца I декады мая (при сумме температур +169–194 °С). Однако в 2008 г у всех сортов смородины красной цветение началось во II декаде апреля, а завершалось в III декаде того же месяца (при сумме температур +170–192 °С). Продолжительность цветения в среднем за 2007–2008 годы исследований составила в среднем 11,3 дней.

Сопоставление сроков созревания сортов красной смородины выявило большие различия начала и окончания этой фазы за годы исследований. Так, если в 2007 г. созревание у большинства сортов начиналось в I декаде июля и оканчивалось во второй декаде этого же месяца, то в условиях вегетационного периода 2008 г. созревание сортов, относящихся к VII, IX и X генетическим группам, началось во II декаде июня и завершилось уже в конце III декады этого месяца, а у сорта Виксне (VIII группа) – наблюдалось в I–II декадах июня.

Созревание продолжалось от девяти до пятнадцати дней. Наступление листопада отмечено в II–III декадах сентября.

На основании сравнения сроков прохождения фаз развития исследуемых сортов смородины красной в условиях 2007–2008 годов было выявлено, что в 2008 году вегетационный период у всех сортов начинался на 7–15 дней раньше, чем в предшествующие годы. Наступление фазы цветения и созревания у всех сортов также отмечено в более ранние сроки.

Наиболее рано начинающим вегетацию из исследуемых сортов смородины красной является Виксне. Остальные сорта характеризуются практически одинаковыми сроками начала вегетации.

Вид	Год	март			апрель			май			июнь			июль			август			сентябрь			октябрь				
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	I		
<i>Ribes nigrum</i> L.	2005																										
	2006																										
	2007																										
	2008																										
<i>Ribes aureum</i> Pursh.	2007																										
	2008																										
<i>Ribes americanum</i> Mill.	2007																										
	2008																										
<i>Ribes alpinum</i> L.	2007																										
	2008																										
<i>Ribes rubrum</i> L.	2006																										
	2007																										
	2008																										
<i>Ribes warscewiczii</i> Jancz.	2006																										
	2007																										
	2008																										
<i>Ribes rubrum</i> L. x <i>Ribes petraeum</i> Wulf.	2006																										
	2007																										
	2008																										
<i>Ribes rubrum</i> L. x <i>Ribes petraeum</i> Wulf. x <i>Ribes multiflorum</i> Kit.	2006																										
	2007																										
	2008																										

Рис. Основные фенофазы представителей рода *Ribes* L. в условиях Белгородской области:  
 - вегетация,  - цветение,  - созревание

В результате изучения особенностей фенологии различных сортов смородины красной в 2007-2008 гг. в условиях Белгородской области, нами выделены наиболее ранозревающие сорта, такие как Нива, Виксне, несколько более поздние сроки имеет сорт Баяна и позднезревающий – Голландская Розовая.

Таблица

**Сроки прохождения фенологических фаз и потребность в тепле различных видов смородины в условиях Белгородской области**

Год	Даты начала фенофаз / потребность в тепле				Сумма эффективных t°C за период вегетации
	вегетации	цветения	созревания	листопада	
<i>Ribes nigrum</i> L.					
2005	7/IV – 13/IV 166 – 191	26/IV – 4/V 239 – 334	16/VI – 30/VI 1094 – 1332	10/IX – 16/IX 2758 – 2870	3143
2006	9/IV – 15/IV 48 – 114	29/IV – 5/V 248 – 314	25/VI – 3/VII 1164 – 1319	11/IX – 17/IX 2662 – 2733	2858
2007	20/III – 26/III 46 - 87	22/IV - 28/IV 261 - 311	15/VI – 26/VI 1165 – 1357	10/IX – 16/IX 2268 – 2425	3960
2008	20/III – 27/III 95 - 121	12/IV – 28/IV 271 – 448	14/VI – 23/VI 1088 – 1266	20/IX – 26/IX 2472 – 2591	3125
<i>Ribes aureum</i> Pursh.					
2007	16/IV – 30/IV 218 - 327	12/V 451	5/VII 1521	25/IX 2627	4030
2008	10/III – 25/III 65 - 121	15/IV 323	27/VI 1340	20/IX 2472	3052
<i>Ribes americanum</i> Mill.					
2007	26/III – 30/III 79 - 106	9/V 405	3/VIII 2108	29/IX 2715	4209
2008	13/III – 18/III 86 – 97	20/IV 366	20/VII 1827	15/IX 2342	3009
<i>Ribes alpinum</i> L.					
2007	25/III 87	27/IV 302	10/VII 1614	18/IX 2466	4016
2008	19/III 111	19/IV 355	23/VI 1266	20/IX 2472	3112
<i>Ribes rubrum</i> L.					
2006	19/IV 144	26/IV 207	5/VII 1351	18/IX 2710	2873
2007	3/IV 128	26/IV 294	4/VII 1503	10/IX 2902	3893
2008	1/IV 157	13/IV 292	18/VI 1170	12/IX 2887	3009
<i>Ribes warscewiczii</i> Jancz.					
2006	17/IV 124	26/IV 207	30/VI 1259	16/IX 2684	2857
2007	1/IV 113	23/IV 270	5/VII 1522	11/IX 2914	3879
2008	31/III 151	11/IV 271	7/VI 973	13/IX 2897	3020
<i>Ribes rubrum</i> L. x <i>Ribes petraeum</i> Wulf.					
2006	19/IV 144	26/IV 207	1/VII 1277	14/IX 2659	2842
2007	6/IV 149	24/IV 278	4/VII 1503	13/IX 2939	3933
2008	30/III 146	11/IV 271	10/VI 1006	11/IX 2877	2988





У смородины сибирского подвида фаза цветения очень растянута, эта биологическая особенность объясняется филогенезом видов [9]. У сортов европейского подвида смородины черной при благоприятной погоде все бутоны в кисти зацветают в течение короткого промежутка времени, порядка 3-5 дней, поэтому завязи базальные и терминальные по размерам отличаются незначительно и к моменту созревания выравниваются.

Рост у растений, относящихся к I–III и V–VI генетическим группам, начинается в третьей декаде марта. У сортов смородины красной VII–X генетических групп, а также у смородины золотистой (IV группа), разница между органическим и вынужденным покоем меньше, чем у смородины черной I–III генетических групп, поэтому они незначительно реагируют на оттепели, позже начинают рост.

Изучение фенологических ритмов у интродуцированных сортов черной смородины показывает на их способность произрастать в данной местности и давать урожай.

Распускание почек у черной смородины в условиях Белгородской области наблюдается после устойчивого перехода температур через 6 °С. На начало вегетации большое влияние оказывают погодные условия в марте - начале апреля месяца, когда после отрицательных температур февраля и иногда начала марта идет постепенное потепление. Среднегодовалый срок начала распускания почек черной смородины – третья декада марта – первая декада апреля.

Самое раннее начало вегетации наблюдалось у сорта Июньская Кондрашовой (*R. nigrum ssp. europaeum* ? *R. nigrum ssp. sibiricum* ? *R. dikuscha*). Этот сорт относится к ранним и имеет сложное генетическое происхождение с участием европейского и сибирского подвигов и смородины дикуши. Растения начинали вегетировать при накоплении минимального количества тепла (сумма температур) 46-48 °С (табл.) и среднесуточной температуре воздуха от 3. 9° до 4.3 °С. Растения этого сорта всегда начинали вегетацию раньше остальных и при более холодных погодных условиях (31 °С) [13] и при аномально теплых (158 °С), при этом необходимая сумма эффективных температур ниже на 15-25 °С, чем у районированных сортов. В целом вторая генетическая группа за период изучения требовала тепла для начала вегетации в среднем 103 °С.

Для растений первой генетической группы, происходящим от скандинавского подвида смородины черной, для начала вегетации необходима сумма эффективных температур в среднем 114 °С, при этом крайние значения по годам составляют от 73 °С (в холодном 2006 году) до 131 °С (в 2008 году с аномально ранней весной) и до 184 °С (в 2005 году с высокими погодными контрастами).

Большинство сортообразцов (в том числе и районированных) относятся к третьей генетической группе с наиболее сложным происхождением. Растениям этой группы в среднем для начала вегетации требовалось 111 °С, при этом наблюдались крайние значения суммы температур от 53 °С до 191 °С в зависимости от погодных условий года.

В зависимости от погодных условий года, колебания сроков начала вегетации у интродуцированных образцов черной смородины составляли от 5 до 8 дней.

Наиболее позднее начало вегетации растений наблюдалось в холодном 2006 году (при небольших суммах температур 53-83 °С), и пришлось на вторую декаду апреля, а наиболее раннее – в 2007-2008 годах (при 76-121 °С) в начале третьей декады марта. Теплые дни в конце февраля и всего марта в 2007 году и высокие температуры в марте 2008 года способствовали раннему пробуждению растений, несмотря на периодические отрицательные ночные температуры.

Таким образом, для наступления вегетации различным образцам требуется определенная сумма среднесуточных положительных температур. Минимальное количество тепла требуется для растений второй генетической группы, растения первой генетической группы начинали вегетацию при наиболее высоких суммах температур. Отклонения в сроках начала вегетации в течение одного сезона из-за погодных условий составляли около недели, в разные сезоны до трех недель.

Начало цветения черной смородины в условиях лесостепи Белгородской области отмечается в третьей декаде апреля – первой декаде мая. Сумма эффективных температур, необходимая для наступления данной фазы по сортам, сильно варьирует по годам: от 235–266 °С (в 2005 г.) до 281–448 °С (в 2008 г.). Цветение начинается через 3-4 недели после распускания почек с отклонениями до 7 дней и зависит от происхождения и погодных условий. Период цветения продолжается 5-8 дней в сухую погоду и бывает более продолжительным – 9-13 дней в прохладную и сырую, и в среднем составляет 8-9 дней.

Начало цветения зависит от сортовых особенностей и погодных условий, но в среднем для цветения для образцов всех групп требуется тепла 275–295 °С. В годы с теплой погодой в апреле зацветание растений наблюдается в ранние сроки и, наоборот, с холодным – позже. Оказывает влияние на сроки начала цветения и количество осадков.

Самое раннее цветение черной смородины наблюдалось в 2008 году – в середине – конце апреля после устойчивого перехода среднесуточных температур воздуха через 10-13 °С, и когда температура воздуха превышала норму в марте на 6.5 °С, а в апреле на 3.3 °С, что повлияло на раннее начало цветения растений. Сроки цветения в 2007 году наблюдались позже, чем в 2008 году, с разницей 8–12 дней, когда среднесуточная температура в марте превышала норму на 6.9 °С, а в апреле только на 0.5 °С.

В условиях Белогорья в разные годы ягоды черной смородины начинают созревать во второй половине июня продолжают до середины июля (таблица 3.2). Смещение сроков созревания в зависимости от погодных условий в разные годы вегетационного периода составляло одну – три недели. Начало созревания плодов наблюдалось при сумме эффективных температур 1100-1500 °С в зависимости от потребностей сорта.

Наименьшее количество тепла на 100–200 °С для вступления в фазу созревания ягод требовалось сорту Июньская Кондрашовой, чем остальным сортам. В среднем первой и второй генетическим группам требовалось тепла для начала созревания 1261–1265 °С. Для растений третьей генетической группы на 80–100 °С больше.

Ягоды созревают за 5-12 дней. Продолжительность созревания плодов черной смородины короче в теплую и солнечную погоду и бывает более длительной в холодное и дождливое лето. В жарком и сухом 2002 г. число дней от начала созревания до полной спелости ягод составляло 4-9 дней, а в 2003 г. с обильными осадками в июле месяце – 8-16 дней.

Фаза начала листопада у черной смородины в годы исследований наблюдалась в I–II декаде сентября и редко в III декаде сентября у поздних сортов. Листопад начинался через 75-90 дней после начала созревания плодов в зависимости от погодных условий. Для различных генетических групп существенных различий в наступлении этой фазы не обнаружено. Сумма температур воздуха колебалась при этом в широких пределах в 2268–3020 °С.

В годы исследований конец августа и сентябрь отличались среднесуточными температурами выше нормы от 0.8 °С до 3.4 °С, что способствовало достаточно позднему наступлению листопада. Наиболее низкие температуры в конце августа и начале сентября наблюдались в 2005 году, что оказало влияние на листопад у растений, и он начался в наиболее ранние сроки из изученных сезонов. Самое позднее начало листопада наблюдалось теплой и дождливой осенью 2008 года, когда помимо повышенной температуры в сентябре и октябре количество выпавших осадков превышало норму до 114 %.

Период роста и развития черной смородины в условиях лесостепи Белгородской области длился от 163 до 187 дней.

При выращивании в культуре образцов смородины из разных зон, наблюдаемые в естественных условиях закономерности в наступлении фенофаз в первой половине вегетационного периода в культуре сохраняются незначительно. Это указывает на модификационный характер изменчивости. Наибольшая разница отмечается в наступлении сроков листопада и в продолжительности периода вегетации.



## Выводы

В результате проведенных испытаний 38 сортообразцов смородины черной и 25 сортов смородины красной в условиях Белгородской области можно сделать следующие выводы:

1. Интродуцированные виды и сорта рода *Ribes* L. в условиях Белгородской области относятся к фенологически ранним растениям. Ритмы их сезонного развития соответствуют длительности вегетационного периода лесостепи Белогорья.
2. При выращивании в культуре смородин разного генетического и эколого-географического происхождения выявлен модификационный характер изменчивости в наступлении фенофаз. Установлено, что отклонения в сроках начала и особенностях прохождения фенофаз зависят от абиотических факторов, особенно от среднесуточной температуры и количества осадков.

## Список литературы

1. Коробкова Т.С. Интродукция смородины черной в Центральной Якутии: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Новосибирск, 2001. – 16 с.
2. Коробкова Т.С., Сабарайкина С.М., Сорокопудов В.Н. Красная смородина в Якутии (систематика, география, изменчивость, интродукция. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2008. – 176 с.
3. Коропачинский И.Ю., Встовская Т.Н. Анализ климата основных интродукционных центров Сибири в связи с проблемой интродукции // Интродукция растений Сибири и Дальнего Востока. – Новосибирск: Наука, 1983. – С. 15-23.
4. Кротова З.Е., Ярина О.А., Петрова А.Е. Интродукция декоративных растений в Якутии // Итоги интродукции декоративных растений в Якутии. – Якутск: ЯФ СО АН СССР. – 1984. – С. 5-11.
5. Кульгасов М.В. Экологические основы интродукции растений природной флоры // Тр. ГБС. Экология и интродукция растений. – 1963. – Т.9. – С. 23-37.
6. Лапин П.И. Сезонный ритм развития древесных растений и его значение для интродукции // Бюлл. ГБС. – 1967. – Вып. 65. – С. 13-18.
7. Лапин П.И., Рябова Н.В. Некоторые проблемы практики интродукции древесных растений в ботанических садах // Исследование древесных растений при интродукции. - М.: Наука, 1982. - С. 5-29.
8. Лапин П.И., Сиднева С.В. Оценка перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений // Опыт интродукции древесных растений. – М.: ГБС АН СССР. - 1973. – С. 7-67.
9. Семенченко П.П. Интродукция ягодных кустарников в Молдавии. – Кишинев: Штиинца, 1979. – 112 с.
10. Соболевская К.А. Охрана генофонда природной флоры в ботанических садах Сибири и Дальнего Востока // Интродукция растений Сибири и Дальнего Востока. – Новосибирск: Наука, 1983. – 39-49.
11. Соболевская К.А. Пути и методы интродукции растений природной флоры в Сибири // Интродукция растений в Сибири. – Новосибирск: Наука, 1977. – С.3-28.
12. Соколов С.Я. К теории интродукции растений // Пути и методы обогащения дендрофлоры Сибири и Дальнего Востока. – Новосибирск. – 1969. – С. 3-24.
13. Сорокопудов В.Н., Бурменко Ю.В., Резанова Т.А., Маслова Н.Н., Пацукова Н.Г., Языкова В.В., Мартынова Н.А., Шапошник Е.И. Эколого-биологические аспекты адаптации некоторых интродуцентов сем. Grossulariaceae Dumort. в Белогорье // Проблемы региональной экологии. – 2009. –№ 1. – С. 111-117.
14. Сорокопудов В.Н., Мелькумова Е.А. Биологические особенности смородины и крыжовника при интродукции / РАСХН. Сиб. отд-ние. – Новосибирск, 2003. – 296 с.
15. Тахтаджян А. Л. Система магнолиофитов. – Л.: Наука, 1987. – 439 с.
16. Трулевич Н.В. Эколого-фитоценологические основы интродукции растений. – М.: Наука, 1991. – 215 с.
17. Lantin B. The chilling requirements of the buds of blackcurrant (*Ribes nigrum*) and of some redcurrants (*Ribes* sp.) // Ann. Amel. Plantes. – 1973. – Vol. 23. – P. 27-44.
18. Trajkovski V. Breeding of *Ribes* and *Rubus* at the Division of Fruit Breeding, Balsgard. – In: Rep. Div. Fruit Breeding Balsgard, Sweden. – 1986. – P. 117-124.

PHENOLOGICAL FEATURES OF CURRANTS FROM THE SUBGENERA EUCOREOSMA  
JANCZ., RIBESIA (BERL.), BERISIA (SPACH) JANCZ. AND SYMPHOCALYX BERL.  
UNDER THE CONDITIONS OF BELGOROD REGION

E. I. Shaposhnik, L. A. Tohtar,  
V. N. Sorokopudov, T. A. Rezanova,  
J. V. Burmenko, N. I. Mikhnevich,  
V. V. Kartushinsky, A. V. Tregubov

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

*E-mail: sorokopudov@bsu.edu.ru*

The species of the genus *Ribes* L (38 samples of black currant, 27 samples of northern red currant, 25 samples of golden currant, 93 samples of American currant) have been studied at their introduction to Belgorod region. It is revealed that while the cultivation in culture of samples of currant from different zones, the patterns of onset of phenophases in the first half of vegetative period observed under natural conditions remain inappreciably. This demonstrates a modificative character of variability. The largest difference is noted in the onset of the fall of the leaf and in the duration of the period of vegetation.

Key words: black currant, red currant, golden currant golden, American currant, phenology, variability, vegetation, flowering, fructification, the fall of the leaf.



УДК 664.64.016:633.11.«324»

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МУКИ И ШРОТА ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ НА ПРИБОРЕ MIXOLAB

**В. П. Нецветаев<sup>1,2</sup>, М. Ю. Третьяков<sup>1,2</sup>  
О. В. Лютенко<sup>2</sup>, Л. С. Пащенко<sup>2</sup>,  
И. И. Попкова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Государственное научное учреждение  
Белгородский научно-исследовательский  
институт сельского хозяйства  
Россельхозакадемии  
Россия, 308001, г. Белгород,  
ул. Октябрьская, 58

<sup>2</sup>Белгородский государственный  
университет,  
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы 85  
E-mail: netsvetaev@bsu.edu.ru

Представлены результаты сравнительной оценки при определении реологических свойств шрота по сравнению с мукой. Показано, что анализ шрота в протоколе «Chopin-Wheat+» лучше коррелирует с аналогичными показателями муки по сравнению с протоколом Chopin+. В то же время, оба протокола при анализе шрота отличаются высокой корреляцией.

Ключевые слова: мягкая пшеница, мука, шрот, реологическая оценка, миксолаб.

### Введение

На хлебопекарные свойства муки влияет большое количество факторов, оценка которых по отдельности представляется крайне длительной и трудоемкой. Так, водопоглощение, время образования теста и стабильность свойств теста во время замеса связаны с содержанием и качеством белковых веществ, клейстеризация, желатинизация, ретроградация крахмала определяются его содержанием и состоянием. Такой комплексный анализ возможен при использовании прибора Миксолаб производства компании CHOPIN Technologies (Франция) стандартизованного под нормой ICC 173 [1]. Прибор Миксолаб в режиме реального времени измеряет вращающий момент в Нм, возникающий между двумя тестомесильными рычагами при перемешивании теста из муки или шрота и воды в течение нескольких, последовательных фаз замеса, обусловленных разной температурой, что обеспечивает получение полной информации, позволяющей исследователю лучше понять свойства муки из мягкой пшеницы и полно и объективно определить ее целевое использование [2].

Во время первой фазы замеса прибор обеспечивает образование теста с консистенцией  $1.1 \pm 0.05$  Нм при температуре 30 °С. Продолжительность первой фазы составляет 8 минут, при этом оптимальная консистенция обеспечивается путем подбора количества добавляемой воды.

На второй и третьей фазе замеса регистрируют изменение консистенции теста при его нагреве до 90 °С. Общая продолжительность второй фазы составляет 15 минут (Скорость нагрева 4 °С/мин). Продолжительность третьей фазы 7 минут. Во время этой фазы в тестомесилке поддерживается постоянная температура в 90 °С.

На четвертой и пятой фазах измеряют консистенцию теста при его охлаждении до 50 °С и выдерживании при этой температуре в течение 5 мин. Продолжительность четвертой и пятой фаз составляют 10 и 5 минут соответственно. Скорость охлаждения на четвертой фазе 4 °С/мин [3].

Параметры эксперимента имитируют условия производства хлебобулочных изделий и тем самым позволяют правильно определить технологические свойства муки или шрота.

Определение свойств теста проводится автоматически и отображается на дисплее в виде протокола испытаний с графиком – миксограммой и таблицей данных. В классическом режиме помимо графика и таблицы результаты отображаются также в виде профайлера (рис. 1, 2).



В ряде зарубежных работ уделено внимание сопоставлению данных прибора Миксолаб в режиме симуляции фаринографа по сравнению с фаринографом [3, 4], однако сравнение стандартных протоколов анализа муки и шрота нами обнаружено не было.

Целью настоящей работы явилась сравнительная оценка реологических свойств муки и шрота мягкой озимой пшеницы на приборе Миксолаб.

**Материалы и методы.** В ходе работы использовались образцы мягкой озимой пшеницы, конкурсного испытания урожая 2009 года ГНУ Белгородского НИИСХ Россельхозакадемии. Размол муки производился на автоматической лабораторной мельнице МЛУ-202 «Бюллер» швейцарской фирмы BУHLER. Размол шрота проводился на мельнице MF 10 basic IKA WERKE с размером сита 1 мм. Исследование проводилось с базовой влажностью 14% в классическом режиме для муки озимой пшеницы с протоколом «Chopin+», а для шрота с использованием протоколов «Chopin+» и «ChopinWheat+». Для корреляционного анализа использовался программный продукт Microsoft office Excel 2007.

### Результаты исследований и их обсуждение

В ходе проведенных анализов были установлены следующие реологические значения показателей для исследуемых образцов конкурсного испытания муки озимой пшеницы табл. 1, шрота озимой пшеницы этих же образцов в режимах протокола «Chopin+» табл. 2 и протокола «ChopinWheat+» табл. 3.

Корреляционный анализ реологических показателей между мукой и шротом, а также между шротом выполненным с использованием протоколов «Chopin+» и «ChopinWheat+» отражен в табл. 1-3.

Таблица 1

#### Реологические показатели муки озимой пшеницы протокол Chopin+ с корреляцией со шротом в протоколе Chopin+

Название	№ образца	ВПС	Замес	Глютен+	Вязкость	Амилаза	Ретроградация
Белгородская 12	1	1	2	5	7	8	6
УНИ-1	25	1	2	3	7	6	6
44/08	39	1	2	2	5	1	3
56/08	47	4	2	3	7	7	7
64/08	57	2	2	3	8	6	7
65/08	58	1	2	5	7	4	6
67/08	59	2	2	3	7	8	5
77/08	64	2	2	3	4	2	3
БелНИИ1 х 62/02	83	2	3	3	8	6	7
259/08	96	1	1	5	5	5	4
Корреляции		0.27	0.37	0.25	<b>0.73*</b>	0.56	0.61

Примечание: Величины значимы при  $P > 0.95^*$ ,  $n=10$ .

Полученные данные свидетельствуют о существовании прямой корреляции за исключением реологического параметра Глютен+ по всем реологическим показателям между образцами шрота озимой пшеницы выполненных в разных протоколах прибора Миксолаб (табл. 2). Использование протокола Chopin+ при анализе шрота коррелирует только с показателем Вязкости при анализе муки (табл. 1). В то время как использование протокола ChopinWheat+ для шрота позволяет выделить корреляцию по трем показателям Вязкости, Амилазы и Ретроградации при анализе муки в протоколе Chopin+ (табл. 3).

Таким образом, проведенное исследование позволяет говорить о возможности экстраполяции ряда данных (Вязкость – консистенция теста при выпечке, Амилаза – амилолитическая активность и Ретроградация – феномен кристаллизации крахмала) полученных на приборе Миксолаб для шрота мягкой озимой пшеницы в протоколе ChopinWheat+ с данными полученными для муки в протоколе Chopin+ (рис. 2).

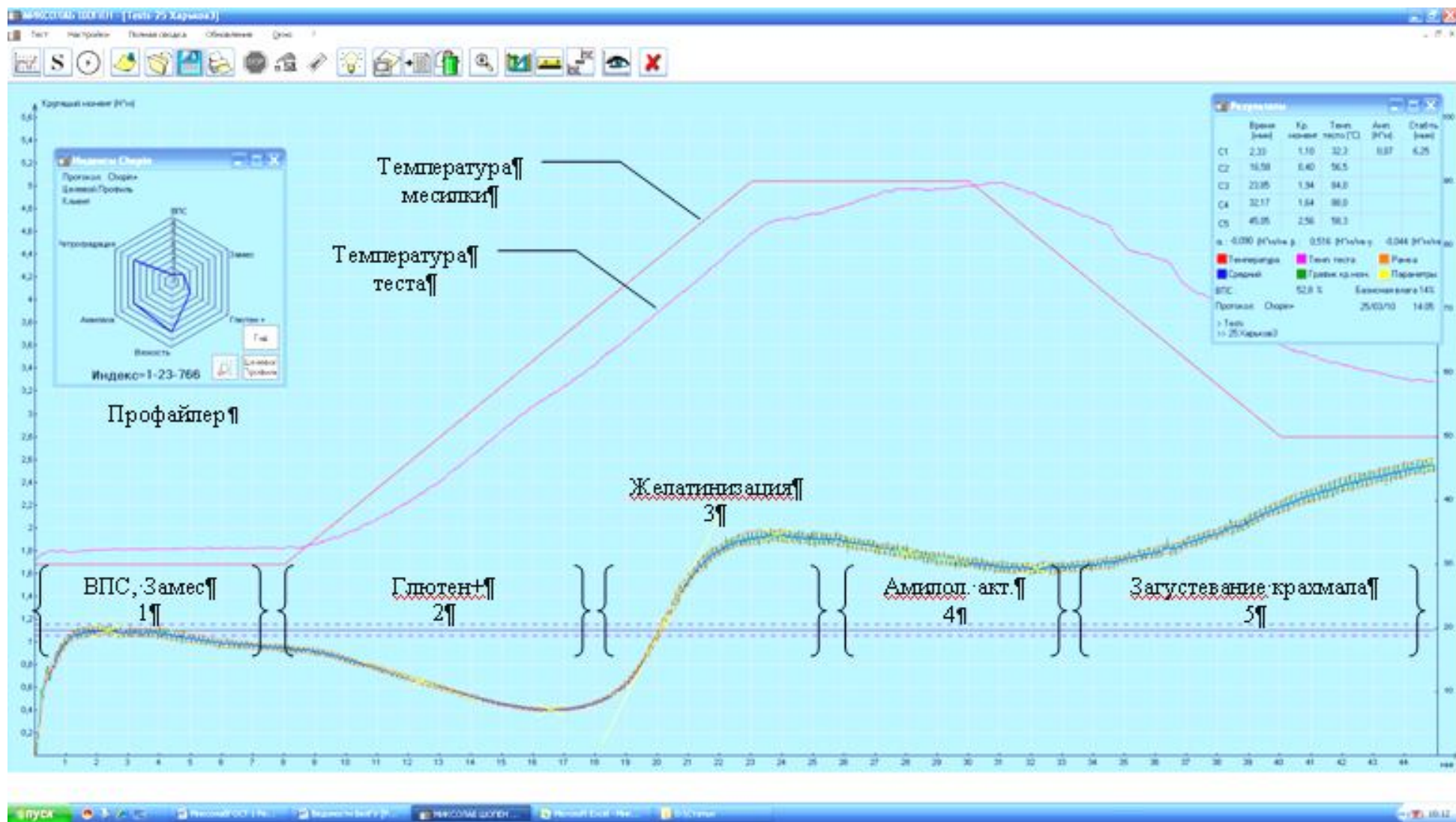


Рис. 1. Фазы реологического анализа на приборе Миксолаб сортаобразца 25 (УНИ-1)

Таблица 2

**Реологические показатели шрота озимой пшеницы протокол Chopin+ с корреляцией со шротом в протоколе ChopinWheat+**

Название	№ образца	ВПС	Замес	Глютен+	Вязкость	Амилаза	Ретроградация
Белгородская 12	1	8	1	6	6	3	4
УНИ-1	25	7	5	4	4	1	3
44/08	39	8	4	2	2	1	2
56/08	47	8	2	3	4	1	3
64/08	57	9	2	4	4	1	3
65/08	58	8	2	3	3	1	2
67/08	59	8	2	4	5	1	3
77/08	64	9	2	4	2	0	2
БелНИИСХ-1 X 62/02	83	8	4	7	8	2	4
259/08	96	8	2	4	3	1	3
Корреляции		<b>0,71*</b>	<b>0,95*</b>	0,51	<b>0,98*</b>	<b>0,76*</b>	<b>0,80*</b>

Примечание: Величины значимы при  $P > 0,95^*$ ,  $n=10$ .

Таблица 3

**Реологические показатели шрота озимой пшеницы протокол ChopinWheat+ с корреляцией с мукой озимой пшеницы протокол Chopin+**

Название	№ образца	ВПС	Замес	Глютен+	Вязкость	Амилаза	Ретроградация
Белгородская 12	1	7	2	6	6	7	7
УНИ-1	25	4	7	7	3	5	5
44/08	39	8	5	5	1	3	4
56/08	47	8	2	5	3	6	6
64/08	57	8	2	6	3	6	6
65/08	58	8	3	6	2	3	5
67/08	59	7	2	6	4	5	6
77/08	64	8	3	6	1	2	2
БелНИИСХ-1 x 62/02	83	8	6	7	7	7	7
259/08	96	8	2	4	1	4	4
Корреляции		0,30	0,50	-0,22	<b>0,73*</b>	<b>0,82*</b>	<b>0,83*</b>

Примечание: Величины значимы при  $P > 0,95^*$ ,  $n=10$ .

Попытки, предпринимаемые для создания поправочного коэффициента индексов профайлера при анализе шрота и приведения к индексам муки, несмотря на отмеченные корреляции, оказались неудачными, что связано с тем, что индексы профайлера Миксолаба выражаются в целых значениях. При этом целому значению соответствует определенный интервал фактических данных. Это позволяет говорить о необходимости совершенствования выведения данных, полученных на приборе Миксолаб.

**Список литературы**

1. ICC №173, 2008. Whole meal and flour from *T. aestivum* – Determination of rheological behavior as a function of mixing and temperature increase. ICC. Standard. Vienna.
2. Dubat A. Le mixolab Profiler: un outil complet pour le controle qualite des bles et des farines // Industries des Cereales. – 2009. – № 161. – P. 11-26.
3. Brun Le J., Geoffroy S., Dubat A., Sinnaeve G. Measurement of water absorption rate in flours and rheological characteristics of dough during kneading / Tecnica Molitoria International – Yearly issue. – 2008. – P. 1-15.
4. Dapcevic T., Hadnadev M., Pojic M. Evaluation of the possibility to replace conventional rheological wheat flour quality control instruments with the new measurement tool – mixolab // Agriculturae Conspectus Scientificus. – 2009. – Vol. 74. – № 3. – P. 169-174.



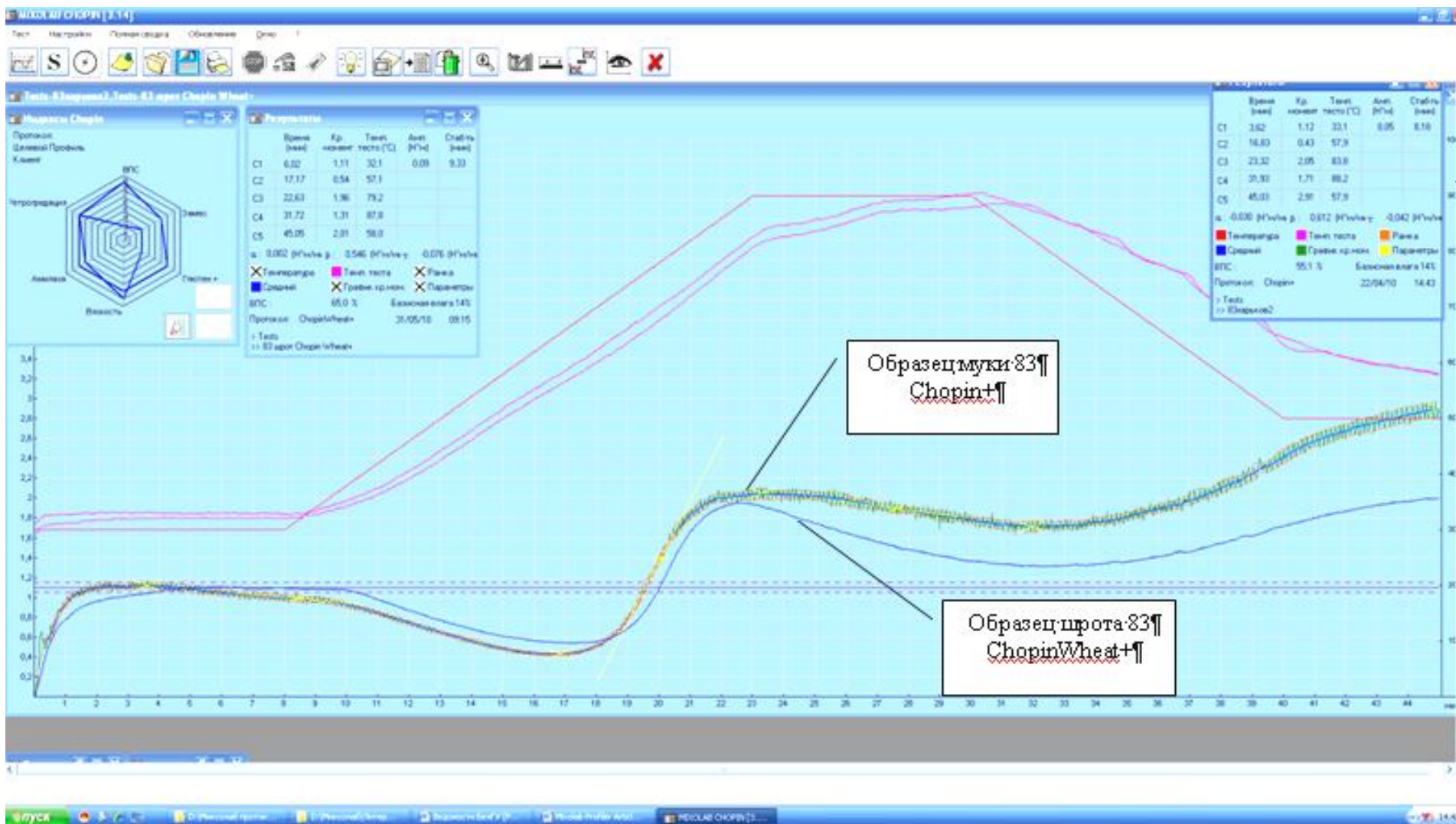


Рис. 2. Фазы реологического анализа муки и шрота сортообразца 83 в протоколах «Chopin+» и «ChopinWheat+» на приборе Миксолаб



## COMPARATIVE EVALUATION OF RHEOLOGICAL PROPERTIES OF FLOUR AND MEAL FROM WINTER BREAD WHEAT BY MIXOLAB INSTRUMENT

V. P. Netsvetaev<sup>1,2</sup>, M. Yu. Tretyakov<sup>1,2</sup>,  
O. V. Lyutenko<sup>1</sup>, L. S. Pashchenko<sup>1</sup>,  
I. I. Popkova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Belgorod Research Institute of  
Agriculture RAAS,  
Oktyabr'skaya Str., 58, Belgorod,  
308001, Russia

<sup>2</sup>Belgorod State University,  
Pobedy St., 85, Belgorod,  
308015, Russia

E-mail: netsvetaev@bsu.edu.ru

The results of a comparative evaluation in determining the rheological properties of meal as compared with flour are displayed. It is shown that the analysis of meal in the protocol «ChopinWheat+» is better correlated with the similar indicators of flour, compared with the protocol of Chopin+. At the same time, both the protocols in the analysis of meal are highly correlated.

Key words: bread wheat, flour, meal, rheological properties, mixolab.





УДК 595.76

## К ИЗУЧЕНИЮ ЖЕСТКОКРЫЛЫХ-КСИЛОБИОНТОВ (COLEOPTERA) ЮГА СРЕДНЕРУССКОЙ ЛЕСОСТЕПИ, СВЯЗАННЫХ С ВИДАМИ РОДА *POPULUS*

**Я. Н. Коваленко**

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

E-mail: kovalenko@bsu.edu.ru

Приводится аннотированный список 45 видов жесткокрылых-ксилобионтов, находки которых в Среднерусской лесостепи на территории Курской и Белгородской областей были приурочены к тополям и осинам (*Populus* spp.) На основании литературных данных для каждого включенного в список вида приводятся краткие сведения по биологии, а также информация, касающаяся типа питания (в некоторых случаях, лишь предположительно). Проанализировано распределение видов списка по типу питания.

Ключевые слова: Coleoptera, ксилобионты, *Populus*, лесостепь, тип питания.

### Введение

Виды рода *Populus* – типичные представители древесной флоры Среднерусской лесостепи. Аборигенными видами этого рода для Белгородской и Курской областей являются тополь белый (*Populus alba*), тополь черный, или осокорь (*Populus nigra*) и осина (*Populus tremulae*) [1]. Экотопически эти деревья приурочены к станциям с режимом интенсивного увлажнения (в основном к поймам рек), но способны расти также в более засушливых условиях, в связи с чем, учитывая характерные для видов рода *Populus* высокие среднегодовые показатели прироста, они широко используются в озеленении населенных пунктов, а также в создании полезащитных лесополос.

С тополями и осинкой в условиях Среднерусской лесостепи связан целый комплекс беспозвоночных животных, прежде всего насекомых. Отмирающие деревья тополей и осин – ценный пищевой ресурс для развития ксилофагов. В результате их деятельности в плотной и однородной древесине появляются проточенные ими каналы, формируются полости подкорнового пространства, что, в свою очередь, привлекает другие виды ксилобионтов и создает условия для развития ксилотрофных грибов. Последние также являются пищевым субстратом для ряда видов членистоногих. Обилие ксило- и мицетофагов привлекает хищников. Таким образом, в пределах одного дерева формируется взаимосвязанная функционирующая система организмов, являя собой, по сути, настоящий микробиоценоз.

Важными сведениями для понимания основ функционирования сообщества является информация относительно пищевой специализации входящих в него видов. На основе литературных данных, эти сведения приводятся для каждого вошедшего в список вида (для некоторых – лишь предположительно).

Ниже приводится аннотированный список жесткокрылых-ксилобионтов, находки которых были связаны с деревьями тополей и осин.

### Carabidae

1. *Paradromius linearis* (Olivier, 1795) – Согласно литературным данным, вид встречается по берегам водоемов [2], на суходольных лугах, а также на стволах сваленных ив [3]. Имеются также указания на приуроченность данного вида к растительным сообществам, имеющим в своем составе *Populus* spp. [4]; хищник.

Материал. Курская обл., окр. г. Курчатова, Голубой Лог, лесополоса, в древесной трухе ствола старого поваленного тополя, 24.06.2007, Коваленко Я.Н.

### Histeridae

1. *Acritus minutus* (Herbst, 1792) – вид развивается под гнилой корой и в трухе лиственных деревьев, очевидно, за счет хищничества и факультативной мицетофагии [3].

Материал. Курская обл., окр. г. Курчатова, Голубой Лог, лесополоса, под корой тополя, 21.03.2008 и 04.04.2008, Коваленко Я.Н.

2. *Platylomalus complanatus* (Panzer, 1796) – вид связан в своем развитии с отмершими осинами, для него характерны хищничество и, по-видимому, факультативная мицетофагия [3, 5].

Материал: Курск, пойменный лес на берегу р. Тускарь, под корой мертвого тополя, 27.03.2008, Коваленко Я.Н.; Белгород, под корой тополя, 05.08.1981, Присный А.В; Белгород, Монастырский лес, 19.07.1989, Присный А.В; Белгород, северо-восточные окрестности, опушка дубравы (Мел. гора), 10.07.2000, Присный А.В.

3. *Hololepta plana* (Sulzer, 1776) – вид, нередко встречающийся под корой тополей и осин вместе с предыдущим; хищник и мицетофаг [3, 5].

Материал. Курск, пойменный лес на берегу р. Тускарь, под корой мертвого тополя, 27.03.2008, Коваленко Я.Н.; Белгород, под корой тополя, 05.08.1981, Присный А.В; Белгород, Монастырский лес, 19.07.1989, Присный А.В; Белгород, южные окрестности, склон балки, 25.07.1992, Присный А.В.; Белгород, северо-восточные окрестности, опушка дубравы (Мел. гора), 10.07.2000, Присный А.В.

### Pselaphidae

1. *Trichonyx sulcicollis* (Reichenbach, 1816) – вид приурочен к гниющей древесине лиственных деревьев [3]; как и другие Pselaphidae, вероятно, хищничает [6].

Материал. Западные окр. г. Курска, пойменный лес на берегу р. Сейм, под корой гнилого осинового пня, 25.04.2008, Коваленко Я.Н.

### Buprestidae

1. *Poecilonota variolosa* (Paykull, 1799) – вид развивается на осине, тополе и иве, а также на ильмовых породах [3, 7]; ксилофаг.

Литературные указания: студенческие сборы с территории участка «Лес на Ворскле» заповедника «Белогорье», июнь-июль 1971 года [7].

2. *Agrilus ater* (Linnaeus, 1767) – развивается под корой стволов и крупных ветвей тополей, ив и осин [3]; ксилофаг.

Материал. Курская обл., окр. г. Курчатова, Голубой Лог, на тополевом пне, 15.06.2008, Коваленко Я.Н.

Литературные указания: студенческие сборы с территории участка «Лес на Ворскле» заповедника «Белогорье», VII.1985; личинки собраны под корой осинового пня в посадке у д. Дубино Борисовского р-на Белгородской области [7].

3. *Agrilus pratensis* Ratzeburg, 1837 – развивается в древесине тонких ветвей и побегов тополя и осины [8]; ксилофаг.

Материал. Курская обл., окр. г. Курчатова, Голубой Лог, кошение по листе тополей, 29.06.2008, Коваленко Я.Н.

Литературные указания: жуки в июне-июле на территории участка «Лес на Ворскле» заповедника «Белогорье» и прилегающего урочища «Мелкий лес» [7].

4. *Agrilus viridis* Linnaeus, 1758 – личинки под корой веток и стволов разных лиственных деревьев [3]; ксилофаг.

Материал. Курская обл., окр. г. Курчатова, Голубой Лог, на поваленном тополе, 12.06.2008, Коваленко Я.Н.

Литературные указания: вид обычен на территории участка «Лес на Ворскле» заповедника «Белогорье» [7].

### Cerophytidae

1. *Cerophytum elateroides* (Latreille, 1809) – вид в развитии связан с мертвыми лиственными деревьями [9]; по-видимому, ксило- или ксиломицетофаг.

Материал. Белгородская обл., Борисовский р-н, участок «Лес на Ворскле» заповедника «Белогорье», под корой и в верхнем трухлявом слое древесины стоящих на берегу Ворсклы тополей, 18.04.2009, Коваленко Я.Н.; там же, под корой лиственного дерева (предположительно, вяза) на берегу Ворсклы, 22.04.2009, Коваленко Я.Н.



### Eucnemidae

1. *Microrhagus emyi* (Rouget, 1856) – личинки развиваются в гнилой древесине лиственных деревьев, по типу питания, скорее, ксиломицетофаг [3].

Материал. Курская обл., окр. г. Курчатова, Голубой Лог, оконная ловушка, установленная около поваленного тополя, 14-15.07.2008, Коваленко Я.Н.

2. *Hylis procerulus* (Mannerheim, 1823) – этот вид связан с мягкой, буровато-белой древесиной лиственных (редко хвойных) деревьев, преимущественно осины [3]; вероятно, ксило- или ксиломицетофаг.

Материал. Белгородская обл., Белгородский р-н, окр. д. Соломино, пойменная часть лиственного леса с большим количеством трухлявых ветровальных осин, оконная ловушка, 18.06-19.07.2009, Коваленко Я.Н.

3. *Hylis olexai* (Palm, 1955) – образ жизни как у предыдущего вида [3].

Материал. Белгородская обл., Белгородский р-н, окр. д. Соломино, пойменная часть лиственного леса с большим количеством трухлявых ветровальных осин, оконная ловушка, 04-19.07.2009, Коваленко Я.Н.

4. *Dromaeolus barnabita* (Villa, 1837) – вид развивается в сухих ветвях (в кронах живых и отмирающих деревьев), а также в недавно сломанных и поваленных на землю стволах [3]; вероятно, ксило- или ксиломицетофаг.

Материал. Курская обл., окр. г. Курчатова, Голубой Лог, на трухлявой ветви поваленного тополя, 29.06.2008, Коваленко Я.Н.; там же, оконная ловушка, установленная около поваленного тополя, 14-15.07.2008, Коваленко Я.Н.

### Elateridae

1. *Melanotus villosus* (Geoffroy, 1785) – личинки развиваются в гнилой древесине всевозможных древесных пород, хищники и некрофаги [10].

Материал. Курск, пойменный лес на берегу р. Тускарь, под корой сухостойного тополя, 18.05.2007, Коваленко Я.Н.

### Anobiidae

1. *Ptilinus fuscus* (Geoffroy in Fourcroy, 1785) – вид развивается за счет древесины тополя, осины и ивы, ксилофаг [3, 11].

Материал. Курская обл., окр. г. Курчатова, Голубой Лог, на тополевом пне, 12.06.2008, Коваленко Я.Н.

2. *Xyletinus* sp. – точное определение вида невозможно, по причине отсутствия в сборах самцов; судя по месту сбора самок, скорее всего, ксилофаг.

Материал. Курская обл., окр. г. Курчатова, Голубой Лог, на поваленном тополе, 10-15.06.2008, Коваленко Я.Н.

### Nitidulidae

1. *Soronia grisea* (Linnaeus, 1758) – имаго встречаются на вытекающем соке лиственных деревьев, где развиваются и личинки. По всей видимости, мицетофаг и факультативный хищник [8].

Материал. Курская обл., Курчатовский р-н, окр. Курчатова, на вытекающем забродившем соке осины, 10.08.2006, Коваленко Я.Н.; Белгородская обл., Белгородский р-н, с. Пуляевка, на свет ДРЛ, 07.07.2008, Коваленко Я.Н.; Белгород, лесистый овраг рядом с Меловой Горой, под корой ивы, 30.03.2009, Коваленко Я.Н.

2. *Soronia punctatissima* (Illiger, 1794) – биологически вид близок к предыдущему.

Материал. Курская обл., Курчатовский р-н, окр. Курчатова, на вытекающем забродившем соке осины, 10.08.2006, Коваленко Я.Н.

3. *Glischrochilus grandis* (Tournier, 1872) – жуки встречаются в различных разлагающихся субстратах растительного происхождения, личинки часто развиваются в загнивающем соке лиственных деревьев [8]. Мицетофаг и факультативный хищник [3].

Материал. Курская обл., Курчатовский р-н, окр. Курчатова, на вытекающем забродившем соке осины, 10.08.2006, Коваленко Я.Н.

4. *Glischrochilus hortensis* (Geoffroy, 1785) – вид встречается на вытекающем соке лиственных деревьев, а также под корой, в том числе осины; по-видимому, факультативный мицетофаг и хищник [3].

Материал. Курская обл., Курчатовский р-н, окр. Курчатова, на вытекающем забродившем соке осины, 10.08.2006, Коваленко Я.Н.

5. *Glischrochilus quadrisignatus* (Say, 1835) – биологически этот интродуцированный в Европу с Североамериканского континента вид, близок к другим представителям рода. Мицетобионт и, по-видимому, факультативный хищник [12].

Материал. Курская обл., Курчатовский р-н, окр. Курчатова, на вытекающем забродившем соке осины, 10.08.2006, Коваленко Я.Н.

#### **Silvanidae**

1. *Psammoecus bipunctatus* (Fabricius, 1792) – вид встречается в сухих травах, в наносах по берегам водоемов, в различных растительных остатках, иногда под гнилой, отстающей корой деревьев [8]; вероятно, фитомицетофаг [13].

Материал. Курск, пойменный лес на берегу р. Тускарь, на трутовых грибах, растущих на стволе поваленной осины, 09.04.2008, Коваленко Я.Н.

#### **Erotylidae**

1. *Triplax aenea* (Schaller, 1783) – вид развивается в плодовых телах грибов рода *Pleurotus*, облигатный мицетофаг [3, 5].

Материал. Курская обл., окр. г. Курчатова, Голубой Лог, под пораженной плесневыми грибами корой тополя, 08.04.2007, Коваленко Я.Н.

#### **Cerylonidae**

1. *Cerylon ferrugineum* Stephens, 1830 – как правило, встречается на листовых породах, мицетофаг [8].

Материал. Курская обл., Курчатовский р-н, окр. Курчатова, под корой сухой осины, 28.04.2007, Коваленко Я.Н.

#### **Laemophloeidae**

1. *Placonotus testaceus* (Fabricius, 1787) – развивается под корой или перидермой листовых пород, мицетофаг [8].

Материал. Курская обл., окр. г. Курчатова, Голубой Лог, на поваленном тополе, 15.06.2008, Коваленко Я.Н.

2. *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens, 1831) – встречается под корой пораженных грибами листовых пород, сапромицетофаг (возможно, и факультативный хищник) [8].

Материал. Курская обл., окр. г. Курчатова, Голубой Лог, на поваленном тополе, 27.06.2008, Коваленко Я.Н.

#### **Endomychidae**

1. *Leiestes seminiger* (Gyllenhal, 1808) – развивается в белой древесной гнили листовых пород. Вероятно, сапромицетофаг или мицетофаг [8].

Материал. Белгородская обл., Белгородский р-н, окр. д. Соломино, пойменная часть леса, в трухлявой осине, разлагающейся по типу белых гнилей, 19.07.2009, Коваленко Я.Н.

#### **Zopheridae**

1. *Synchita humeralis* (Fabricius, 1792) – вид в своем развитии связан с грибами-аскомицетами, развивающимися на листовых породах, мицетофаг [8].

Материал. Курская обл., Курчатовский р-н, окр. Курчатова, лесополоса, под корой сухого тополя, 26.05.2007, Коваленко Я.Н.; Курская обл., окр. г. Курчатова, Голубой Лог, на поваленном тополе, 18.06.2008, Коваленко Я.Н.; Курская обл., окр. г. Курчатова, Голубой Лог, на тополевом пне, 14.07.2008, Коваленко Я.Н.

#### **Tenebrionidae**

1. *Neatus picipes* (Herbst, 1797) – развивается под гнилой корой старых листовых пород, сапрофаг или сапроксилофаг [8].

Материал. Белгородская обл., Борисовский р-н, участок «Лес на Ворскле» заповедника «Белогорье», под корой трухлявого тополевого пня, 22.04.2009, Коваленко Я.Н.

#### **Cerambycidae**

1. *Rhamnusium bicolor* (Schrank, 1781) – вид развивается в сухобочинах ив и тополей [3]; ксилофаг.

Материал. Белгород, на отмирающем тополе, июнь 1968 года, Присный А.В.; Белгород, на тополе, июнь 1998 года, Присный А.В.





2. *Aromia moschata* (Linnaeus, 1758) – заселяет стволы и ветви ивы, реже осины и тополя [3, 7]; ксилофаг.

Материал. Белгород, на тополе, 12.08.1998, Присный А.В.

Литературные указания: вид отмечен на территории участка «Лес на Ворскле» заповедника «Белогорье» [7].

3. *Ropalopus macropus* (Germar, 1824) – личинки развиваются в стволах и ветвях различных лиственных деревьев [3], ксилофаг.

Материал. Курская обл., окр. г. Курчатова, Голубой Лог, на поваленном тополе, 10-12.06.2008, Коваленко Я.Н.

4. *Xylotrechus rusticus* (Linnaeus, 1758) – заселяет ослабленные усыхающие и свежесваленные стволы лиственных деревьев, в том числе осин [3]; ксилофаг.

Материал. Курская обл., окр. г. Курчатова, Голубой Лог, на поваленном тополе, 10-12.06.2008, Коваленко Я.Н.

Литературные указания: один экземпляр этого вида отмечен в урочище «Мелкий лес» (Борисовский р-н Белгородской обл.) на срубленном стволе тополя в июне 1971 года [7] Волкович, 1986].

5. *Leiopus linnei* Wallin, Nylander & Kvamme, 2009 – заселяет самые разные лиственные деревья [14]; ксилофаг.

Материал. Курская обл., окр. г. Курчатова, Голубой Лог, на поваленном тополе, 12-15.06.2008, Коваленко Я.Н.

6. *Saperda carcharias* (Linnaeus, 1758) – вид развивается за счет осин и ив [3]; ксилофаг.

Литературные указания: вид отмечен в «Новом дендрарии» участка «Лес на Ворскле» заповедника «Белогорье» на тополе Э.К. Гринфельдом, 23.07.1970.

7. *Saperda populnea* (Linnaeus, 1758) – заселяет осину, тополь и, по-видимому, иву [3, 7]; ксилофаг.

Литературные указания: вид отмечен на территории участка «Лес на Ворскле» заповедника «Белогорье» [7].

8. *Saperda perforata* (Pallas, 1773) – вид развивается за счет осин, ив и других лиственных деревьев [3]; ксилофаг.

Материал. Курская обл., окр. г. Курчатова, Голубой Лог, на поваленном тополе, 15.06.2008, Коваленко Я.Н.; Белгород, прилетел на свет в жилое помещение, 01.06.2009, Решетников Е.А.

Литературные указания: вид отмечен на территории участка «Лес на Ворскле» заповедника «Белогорье», где несколько экземпляров были собраны в светоловушки в июне-июле 1984 года [7] Волкович, 1986].

9. *Menesia bipunctata* (Zoubkoff, 1829) – личинки развиваются в коре и под корой ветвей и небольших стволиков осин и других лиственных деревьев [3]; ксилофаг.

Материал. Курская обл., окр. г. Курчатова, Голубой Лог, на поваленном тополе, 17-18.06.2008, Коваленко Я.Н.

#### Anthribidae

1. *Tropideres albirostris* (Herbst, 1783) – вид развивается под корой и в древесине лиственных деревьев, нередко зараженных аскомицетами [3]; вероятно, ксиломицетофаг.

Материал. Курская обл., окр. г. Курчатова, опушка лиственного леса, на поваленном тополе, 10.06.2008, Коваленко Я.Н.

2. *Allandrus undulatus* (Panzer, 1795) – личинки этого вида развиваются в гнилых ветвях различных лиственных деревьев [3]; вероятно, ксиломицетофаг.

Материал. Курская обл., окр. г. Курчатова, опушка лиственного леса, на поваленном тополе, 18.06.-14.07.2008, Коваленко Я.Н..

3. *Rhaphitropis marchicus* (Herbst, 1797) – этот вид развивается в гнилых ветвях и тонких стволиках разных лиственных деревьев [3]; вероятно, ксиломицетофаг

Материал. Курская обл., окр. г. Курчатова, опушка лиственного леса, на поваленном тополе, 12-15.06.2008, Коваленко Я.Н.



### Curculionidae

1. *Cossonus cylindricus* Sahlberg, 1835 – вид развивается преимущественно в древесине ив и тополей [8]; по-видимому, ксилофаг.

Материал. Курск, пойменный лес на берегу р. Тускарь, в гнилом осиновом пне, 27.03.2008, Коваленко Я.Н.

### Scolytidae

1. *Xyleborus cryptographus* (Ratzeburg, 1837) – вид развивается на старых, чаще сваленных деревьях осины, мицетофаг [3].

Материал. Курск, пойменный лес на берегу р. Тускарь, под корой гнилого осинового пня, 27.03.2008, Коваленко Я.Н.

2. *Trypophloeus binodulus* (Ratzeburg, 1813) – вид в своем развитии связан с белым тополем, осинкой и ивой, верхние части стволов которых он обычно заселяет [15]; ксилофаг.

Материал. Курская обл., окр. г. Курчатова, Голубой Лог, на поваленном тополе, 15.06.-15.07.2008, Коваленко Я.Н.

### Выводы

Таким образом, для исследованной территории приводится 45 видов жесткокрылых из 20 семейств, так или иначе связанных в своем развитии с видами рода *Populus*.

Принятое в современной научной литературе деление по типу питания, на наш взгляд, является несколько условным, поскольку зачастую основывается лишь на предположениях, внешне могущих выглядеть логично, но не подкрепленных прямыми наблюдениями или опытом. Однако даже в том случае, если опыт или прямые наблюдения имели место, нет гарантии, что именно зафиксированный тип питания является для вида единственным и характерным в разных природных условиях.

При группировке отмеченных видов на основе особенностей питания получаем следующую картину: хищничество – 2 вида; хищничество, совмещенное с мицетофагией – 9 видов; хищничество, совмещенное с некрофагией – 1 вид; ксилофагия – 17 видов; ксиломицетофагия – 8 видов; фитомицетофагия – 1 вид; облигатная мицетофагия – 5 видов; сапроксилофагия – 1 вид, сапромицетофагия – 1 вид.

### Список литературы

1. Деревья и кустарники СССР. Бородина Н.А., Некрасов В.И., Некрасова Н.С., Петрова И.П., Плотникова Л.С., Смирнова Н.Г. / под ред. П.И.Лапина - Москва: Изд-во "Мысль", 1966. – 637 с.
2. Крыжановский О.Л. Семейство Carabidae. Определитель насекомых европейской части СССР. Том II: Жесткокрылые и веерокрылые. – М.-Л.: Наука, 1965. – С. 29-77.
3. Никитский Н.Б., Осипов И.Н., Чемерис М.В., Семенов В.Б., Гусаков А.А. Жесткокрылые-ксилобионты, мицетобионты и пластинчатоусые Приокско-террасного биосферного заповедника (с обзором фауны этих групп Московской области). – М.: Изд. МГУ, 1996. – 197 с.
4. Zinetti F., Terzani F. Coleotterofauna di due Riserve Naturali della Provincia di Arezzo (Toscana) con particolare riguardo alle loro zone umide (Insecta, Coleoptera) // Quaderni della Stazione di Ecologia del civico Museo di Storia Naturale Ferrara, 19, 2009. – P. 5-48.
5. Красуцкий Б.В. Мицетофильные жесткокрылые Урала и Зауралья / Б.В. Красуцкий. – Т. II. Система «Грибы–насекомые». – Челябинск: ОАО «Челябинский дом печати», 2005. – 213 с.
6. Besuchet C. Familie: Pselaphidae / Freude H., Harde K.W., Lohse G.A. Die Kafer Mitteleuropas, 24. – Band 3. Verl. Goecke & Evers, Krefeld, 1974. – p. 305-362.
7. Волкович М. Г. Златки, усачи, короеды (Coleoptera: Buprestidae, Cerambycidae, Ipidae) заповедника «Лес на Ворскле» // Комплексные исследования биогеноценозов лесостепной дубравы. – Л., 1986. – С. 92-104.
8. Никитский Н.Б., Бибин А.Р., Долгин М.М. Ксилофильные жесткокрылые Кавказского государственного природного биосферного заповедника и сопредельных территорий. – Сыктывкар, 2008. – 452 с.
9. Burakowski V. Cerophytidae, Eucnemidae, Throscidae, Lissomidae. Klucze do oznaczania owadów Polski, cz. XIX, z. 35-37. – Wrocław, 1991. – 92 ss.
10. Долин В.Г. Жуки-щелкуны. Cardiophorini и Elaterini / Фауна Украины. – Т. 19, Ч. 3. – Киев, 1988. – 202 с.



11. Логвиновский В.Д. Точильщики - семейство Anobiidae. Фауна СССР. Жесткокрылые. Т. 14, вып. 2. – Л.: "Наука", 1985. – 175 с.
12. Никитский Н.Б., Негрбов С.О., Негрбова Е.О. К познанию мицетобионтных жесткокрылых (Coleoptera) из надсемейств Scirtoidea, Bostrichoidea, Lymexyloidea, Cleroidea, Cucujoidea (кроме Latridiidae и Corylophidae) Воронежской области // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. – 2009. – Т. 144, вып. 3. – С. 17-25.
13. Ratti E. I Coleopteri Silvanidi in Italia (Coleoptera Cucujoidea Silvanidae) // Bollettino del Museo civico di Storia Naturale di Venezia, 58 (2007), 2007. – P. 83-137.
14. Wallin H., Nylander U., & Kvamme T. Two sibling species of *Leiopus* Audinet-Serville, 1835 (Coleoptera: Cerambycidae) from Europe: *L. nebulosus* (Linnaeus, 1758) and *L. linnei* sp. nov. // Zootaxa, 2009. – P. 31-45.
15. Ижевский С.С., Никитский Н.Б., Волков О.Г., Долгин М.М. Иллюстрированный справочник жуков-ксилофагов - вредителей леса и лесоматериалов Российской Федерации. – Тула: изд-во "Гриф и К." – 2005. – 220 с.

## CONTRIBUTION TO THE KNOWLEDGE OF THE FAUNAE OF XYLOBIONTS BEETLES (COLEOPTERA) ASSOCIATED WITH SPECIES OF THE GENUS *POPULUS* IN THE MIDDLE RUSSIAN FOREST-STEPPE ZONE

Ya. N. Kovalenko

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

*E-mail: sinodendron@rambler.ru*

An annotated list of 45 species of xylobiontes beetles, the finds of which in the Central Russian forest-steppe in Kursk and Belgorod regions were confined to poplars and aspen (*Populus* spp.), is given. Brief information on biology as well as the information concerning the type of food (in some cases merely presumable) based on published data for each of the listed species is provided. The distribution of species on the list according to the type of food is analyzed.

Key words: Coleoptera, xylobiontes, *Populus*, forest-steppe, type of food.

УДК 595.764

## АБЕРРАЦИОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ РИСУНКА НАДКРЫЛИЙ РОДА *AGRILINUS* (APHODIIDAE, COLEOPTERA) В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ

**С. О. Негрбов**

Воронежский  
государственный  
университет,  
Россия, 394006,  
г. Воронеж,  
Университетская пл.1

E-mail: soneg@rambler.ru

Рассматривается внутривидовая изменчивость видов рода *Agrilinus* на территории Центрального Черноземья, выражающаяся в характере окраски покровов.

Ключевые слова: Aphodiidae, *Agrilinus*, надкрылья, aberrации, Центральное Черноземье.

### Введение

Изменчивость насекомых можно разделить на две отдельные группы: абберационную, включающую в себя отклонения в окраске покровов, и вариационную, объединяющую варианты структурных морфологических изменений – бугры, рога, выросты, характер пунктировки, опушения. У представителей семейства Навозничков – Aphodiidae отмечается преимущественно абберационная изменчивость.

Основные описания внутривидовых таксонов рассматриваемых в статье содержатся в ряде монографий [1, 2, 3, 4, 5].

В данной работе род *Agrilinus* рассматривается в широком понимании, с включением в него в качестве подродов *Nobius*, *Planolinus*, *Pseudagrillinus* и *Rufobodilus*. В Центральном Черноземье данный род насчитывает 10 видов, из которых два вида относятся к типичному подроду *Agrilinus* – *Agrilinus ater* (De Geer, 1774), *Agrilinus piceus* (Gyllenhal, 1806), и имеют стабильную окраску. Подрод *Nobius* также представлен двумя видами – *Agrilinus gresseri* (Semenov, 1898) и *Agrilinus serotinus* (Panzer, 1779), из которых у последнего очень редко встречается абберация *kochi* Balth. Единственный вид – *Agrilinus scybalarius* (Fabricius, 1871) относится к подроду *Rufobodilus*, он в регионе довольно многочислен и изменчив в окраске [6]. Подрод *Pseudagrillinus* включает на исследуемой территории два нидикольных вида, один из которых – *Agrilinus kerzhneri* (Nikolaev, 1984) – известен по одному экземпляру, а второй – *Agrilinus tenebricosus* (A.Schmidt, 1816) – не смотря на короткое время лета, обычен в регионе. Три довольно изменчивых вида в регионе насчитывает подрод *Planolinus*: *Agrilinus borealis* (Gyllenhal, 1827), *Agrilinus uliginosus* (Hardy, 1847) и *Agrilinus vittatus mundus* Reitter, 1893.

Типичная форма ***Agrilinus (Planolinus) borealis* (Gyllenhal, 1827)** имеет черно-бурые надкрылья (рис. 1).

ab. *gyllenhali* Seidlitz - надкрылья красно-бурые (рис. 5)

ab. *varvarinus* nov. – надкрылья черно-бурые с красными плечами и вершиной (рис. 4)

ab. *basomaculatus* nov. – надкрылья черно-бурые с красными пятнами у щитка, на плече и на скате (рис. 3)

ab. *bimaculatus* nov. – надкрылья черно-бурые с красными плечами и пятном на скате (рис. 2).

На территории Черноземья типичная форма *Agrilinus borealis* не обнаружена. Вид представлен четырьмя абберациями (рис. 6) с примерно одинаковой частотой встречаемости, три из которых предлагаются к описанию.

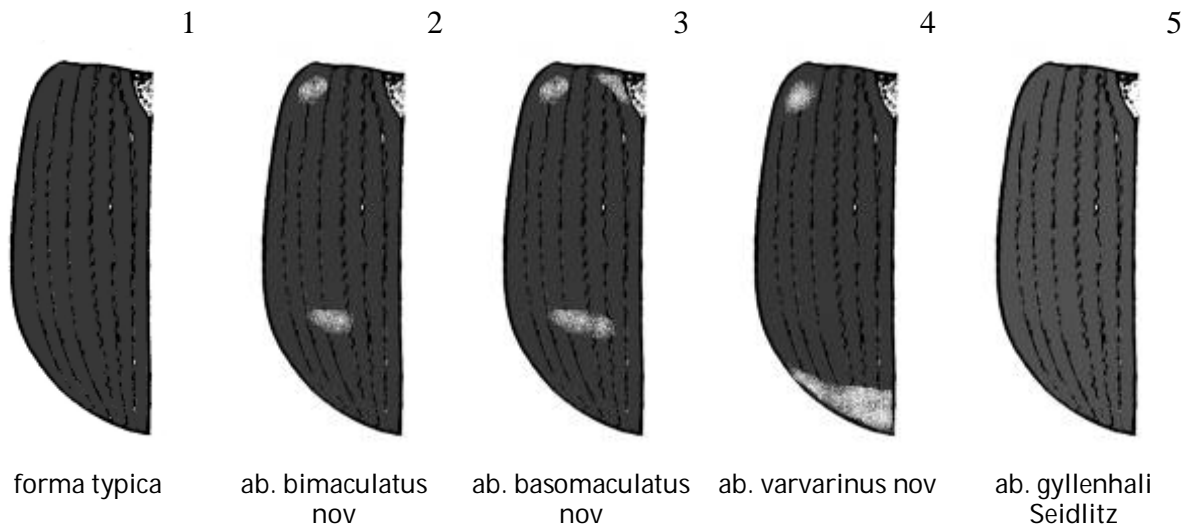


Рис. 1-5. Изменчивость рисунка надкрыльев *Agrilinus borealis* Gyll.

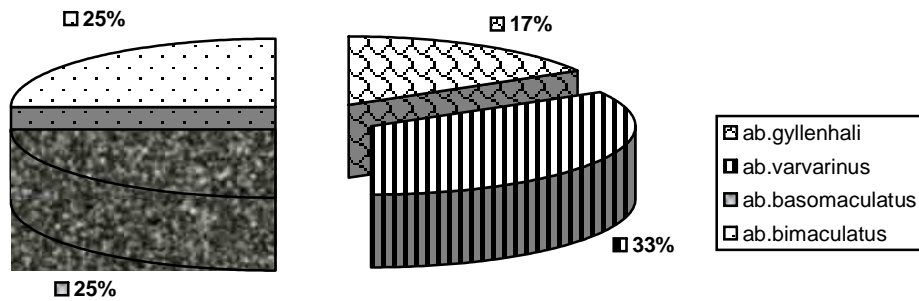


Рис.6. Процентное соотношение aberrаций *Agrilinus borealis* Er.

У вида ***Agrilinus (Planolinus) uliginosus* (Hardy, 1847)** (*syn. = putridus* Herbst, 1789; = *tenellus auct. nec Say*) надкрылья красные с черным неправильным пятном на диске (рис. 8-10)

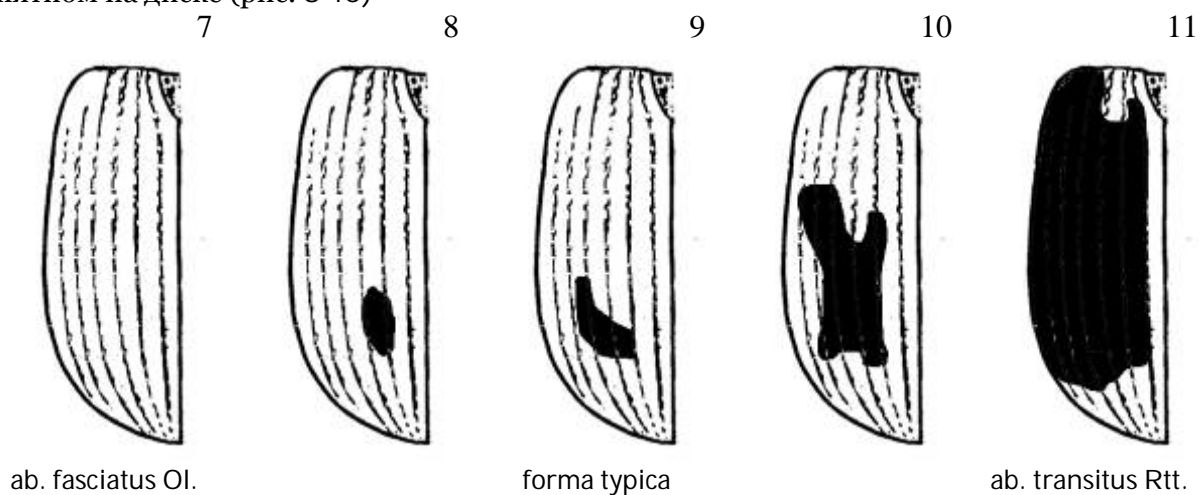


Рис. 7-11. Изменчивость рисунка надкрыльев *Agrilinus uliginosus* Hardy

ab. fasciatus Olivier – надкрылья красные (рис. 7)

ab.transitus Reitter – надкрылья черные с красным основанием и вершиной (рис. 11)

В исследуемом регионе *Aphodius uliginosus* представлен типичной формой и *ab.fasciatus*, которые встречаются с примерно одинаковой частотой (рис. 12).

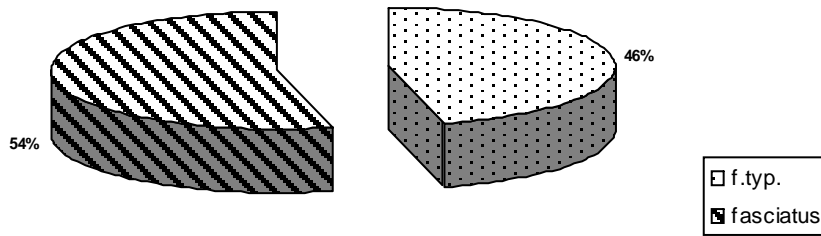


Рис. 12. Соотношение числа aberrаций *Aphodius fasciatus* Ol. в сборах

Вид *Agrilinus (Planolinus) vittatus mundus* Reitter, 1893 имеет надкрылья с красными пятнами на основании и вершине (рис.13).

*ab.vitiosus* Reitter – пятна на основании и вершине соединены по середине надкрылья (рис. 14)

*ab.rufoplagiatus* Reitter – надкрылья желто-красные с черными боками и швом (рис. 15)

*ab.europeus* nov. - пятна на основании и вершине соединены по боковому краю (рис. 16)

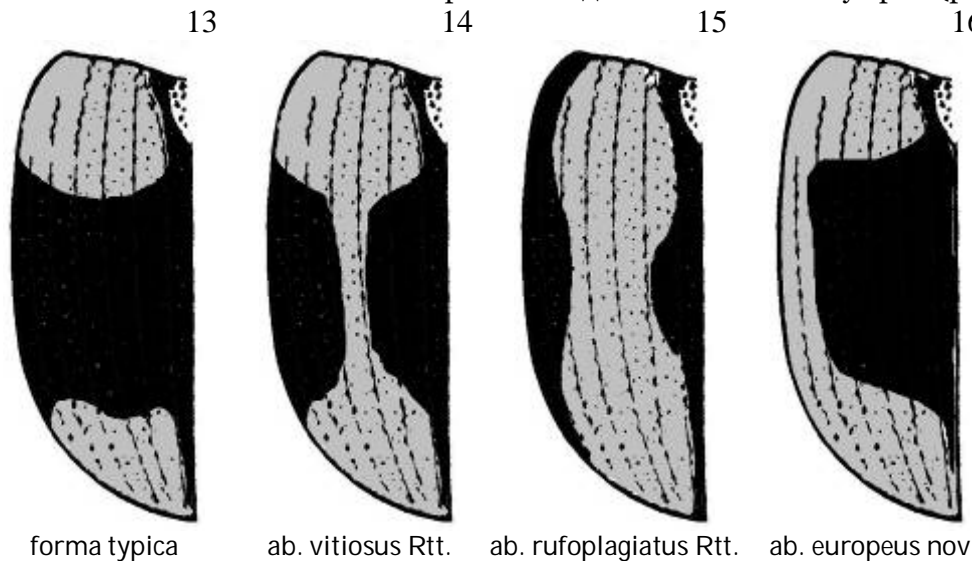


Рис. 13-16. Изменчивость рисунка надкрыльев *Aphodius vittatus mundus* Rtt.

В Центральном Черноземье *Agrilinus vittatus mundus* крайне редкий вид, известный по двум экземплярам только из одной точки сбора в Воронежской области. Отмечена только aberrация предлагаемая к описанию.

Вид ***Agrilinus (Pseudagrilinus) tenebricosus* A.Schmidt, 1816** – черный, передние углы переднеспинки, вершины надкрыльев и ноги красно-бурые (рис. 17)

*ab.marmotus* nov. – плечи надкрылья красно-бурые (рис. 18).

Ранневесенний вид *Agrilinus tenebricosus* относится к типичным нидиколам и имеет короткое время лета, около двух недель. Несмотря на довольно большую выборку, типичная форма не была обнаружена. Необходимы промежуточные сборы материала между Южной Сибирью и Центральным Черноземьем для определения статуса данной формы, является ли она самостоятельной морфой или подвидом, или только aberrацией, предлагаемой к описанию.



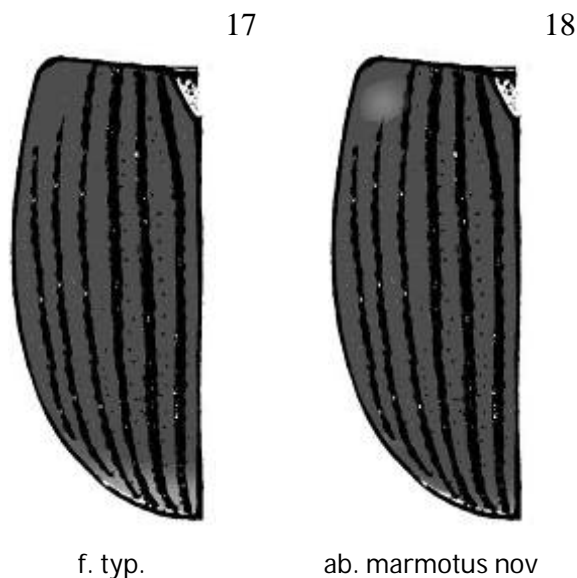


Рис. 17-18. Изменчивость рисунка надкрылий *Agrilinus tenebricosus* A. Schm.

### Список литературы

1. Reitter E. Fauna germanica. – Stuttgart. – 1909. – 392 s.
2. Schmidt A. Coleoptera Aphodiinae. – Berlin. – 1922. – 614 p.
3. Miksic R. Скарабеиде Југославије. – Београд. – 1962. – Т. 2. – 200 с.
4. Balthasar V. Aphodiidae. Monographie der Scarabaeidae und Aphodiidae der Palaearktischen und Orientalischen region. – Prag. 1964. – Band. 3. – 653 s.
5. Dellacasa G. Sistematica e nomenclatura degli Aphodiini italiani (Coleoptera, Aphodiidae). – Torino. – 1983. – 464 p.
6. Негроров С.О., 2001. К изучению фенотипической изменчивости рисунка надкрыльев и переднеспинки *Aphodius* (*Agrilinus*) *scybalarius* F. (Coleoptera, Aphodiidae) // Труды молодых ученых ВГУ. – Воронеж. – Вып.2. – С. 77-78.

## ABERRATIONAL VARIABILITY OF PATTERNS IN ELITRES OF THE *AGRILINUS* GENUS (APHODIIDAE, COLEOPTERA) IN CENTRAL CHERNOZEM REGION

S.O. Negrobov

Voronezh State University,  
University Sq. 1, Voronezh,  
394006, Russia

E-mail: soneg@rambler.ru

The paper is concerned with the study of intraspecific variability manifesting itself in the colouring of elytra of the species *Agrilinus* in the territory of Central Chernozem region.

Key words: Aphodiidae, *Agrilinus*, elytra, aberration, Central Chernozem Region.

УДК 591.111.7:594.382.4

## МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ГЕМОЛИМФЫ ВИНОГРАДНОЙ УЛИТКИ (*HELIX POMATIA*)

**А. А. Присный,  
Т. А. Пигалева,  
С. В. Кулько**

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

E-mail: Prisny@bsu.edu.ru

Показаны особенности форменных элементов гемолимфы виноградной улитки (*Helix pomatia*). Идентифицировано два типа гемоцитов: тип I и тип II. Сферические гемоциты типа I способны к расплыванию и формированию многочисленных псевдоподий, что позволяет активно участвовать в фагоцитарных реакциях. Гемоциты типа II – овальные клетки устойчивой формы, редко формирующие псевдоподии, способны адгезировать на своей поверхности чужеродные объекты. Выявлены индивидуальные изменения в составе клеточных популяций и динамике количества гемоцитов.

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

### Введение

Ведущая роль в защитных реакциях моллюсков принадлежит клеткам гемолимфы. Известно, что существуют различные морфотипы клеток гемолимфы, которые обладают определенной степенью подвижности по особым путям циркуляции и участвуют в инкапсуляции чужеродных объектов.

Обычно понятие «иммунитет» используется для описания защитных реакций млекопитающих и особенно человека. Медицинское толкование иммунологических аспектов привело к массовому осознанию их связи с лечением и профилактикой конкретных заболеваний. Однако иммунология как наука прошла свое становление благодаря открытиям И.И. Мечникова, труды которого привели к возникновению сравнительной иммунологии.

В последние десятилетия возникла потребность в понимании эволюционных аспектов становления защитных 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 форменных элементов гемолимфы виноградной улитки (*Helix pomatia*).

### Объекты и методы исследования

В основу работы положены результаты исследований гемолимфы виноградной улитки (*H. pomatia*). Моллюски *H. pomatia* были собраны на территории города Белгорода, в пойме реки Везелка. Собранные особи содержались в стеклянных емкостях со слоем почвы на дне (5-6 см), для поддержания влажности в емкостях находились чашки Петри с водой. Периодически емкости опрыскивали водой при помощи пульверизатора. Кормление осуществляли один раз в сутки. Перед использованием в эксперименте моллюска предварительно лишали пищи.

Гемолимфу добывали через отверстие, сделанное во втором завитке от входа в раковину. После надавливания на тело улитки через входное отверстие из сделанного отверстия выступает брюшина. Из прокола, сделанного иглой, гемолимфу отбирали с помощью микропипетки и помещали на 2 мин в пластиковую чашку Петри (диаметр 3 см) для осаждения осколков раковины и слизи. Затем стекло располагали на столике инвертированного микроскопа (Nikon C1).



Для оценки динамики изменения количества циркулирующих гемоцитов в гемолимфе моллюсков была использована методика, предложенная К. Кусто и Т. Йошино [1]. Количество адгезированных и неадгезированных гемоцитов в 1 мкл гемолимфы подсчитывали одновременно для каждой пробы.

Для светооптических исследований был использован микроскоп Nikon С1. Измерения объектов проводили традиционным способом с использованием объективов ? 25, ? 40 и ? 60. Фотоработы были выполнены на оптической системе Nikon. Для компьютерной обработки материала использовали следующие программы: Word 2003, Excel 2003.

### Результаты и их обсуждение

Гемоциты моллюсков очень разнообразны, их количество и модификации могут существенно меняться в зависимости от условий окружающей среды и физиологического статуса животного. Несмотря на поступательное развитие исследований гемоцитов моллюсков, к настоящему времени не сложилось какой-либо однородной и удовлетворительной системы классификации форменных элементов гемолимфы. Такая ситуация возникла из-за некоторых противоречий при определении критериев классификации. Критерии могут быть морфологические или функциональные.

С функциональной точки зрения различают стволовые клетки, фагоцитирующие клетки, гемостатически активные клетки и трофические клетки [2].

При использовании морфологических критериев выделяют два типа клеток: круглые и образующие псевдоподии [3].

Предлагаемые нами критерии классификации гемоцитов предполагали морфологические и функциональные характеристики. Было выявлено два основных типа клеток: гемоциты типа I и гемоциты типа II.

Гемоциты типа I представляют собой популяцию полиморфных клеток. Они могут быть сферическими или овальными и способны к формированию многочисленных псевдоподий. Псевдоподии обычно имеют форму длинных филоподий, чаще всего равномерно распределенных по периферии клетки.

В нативном препарате гемоциты типа I за время наблюдения расплываются на субстрате, изменяя форму и перемещаясь относительно первоначального места прикрепления. На окрашенных мазках хорошо выражено эксцентрично расположенное ядро, овальное или имеющее форму почки. При окраске выявлена чувствительность ядра к кислым красителям, вследствие чего наблюдается интенсивное розовое окрашивание. Цитоплазма клеток окрашивается слабо, обычно содержит несколько базофильных гранул. Способность гемоцитов типа I к расплыванию на субстрате и адгезии к другим клеткам подтверждает их основную роль в процессах инкапсуляции чужеродных объектов.

Псевдоподии клеток типа I содержат специальные поддерживающие структуры, которые обнаруживаются в клетках представителей и других видов брюхоногих моллюсков.

Следует отметить, что гемоциты типа I демонстрируют тенденцию формировать скопления и даже агрегаты из 10-12 клеток, что можно рассматривать как участие в регенеративных и иммунных реакциях, а также как реализацию гемостатической функции.

Гемоциты типа II – вторая категория клеток гемолимфы *H. pomatia*. Они характеризуются высоким ядерно-цитоплазматическим соотношением и ограниченной способностью формировать псевдоподии. Клетки этой категории имеют устойчивую форму и очень редко формируют короткие лобоподии.

Гемоциты типа II имеют преимущественно овальную форму, у некоторых выявлено образование коротких псевдоподий. Ядра окрашиваются кислыми красителями и окружены тонким слоем гомогенной цитоплазмы, содержащей многочисленные базофильно окрашенные гранулы. Клетки типа II медленно закрепляются на субстрате и в течение времени наблюдения практически не меняют свою форму.

Предложенная многими авторами дифференциация клеток гемолимфы на две категории: гранулоциты и гиалиноциты вполне соответствует предложенной классификации у *H. pomatia*. В этом случае гемоциты типа I морфологически максимально соответствуют гранулоцитам, а гемоциты типа II – гиалиноцитам, описанным у Cheng и Yoshino [4, 5].

Количество гемоцитов обеих категорий зависит от различных факторов. В частности, число клеток отличается в пробах гемолимфы, взятой из различных частей тела: проба, полученная из ноги, содержит в два раза меньше гемоцитов, чем проба, полученная из сердца. Кроме того, на количестве гемоцитов отражается и возраст животного: чем старше организм, тем большее число клеток гемолимфы содержится в его внутренней среде. С возрастом моллюски подвергаются влиянию большего количества антигенов, что вызывает возрастание числа функционально активных клеток. Если рассматривать соотношение гемоцитов типа I и гемоцитов типа II в гемолимфе *H. pomatia*, то видно, что оно составляет 90 % типа I и 10 % типа II.

Гемоциты *H. pomatia* сохраняют жизнеспособность во влажной камере в течение 2-4 часов, в зависимости от объема пробы и физиологического состояния моллюска. В дальнейшем происходит гибель клеток гемолимфы.

При инкубировании во влажной камере среди гемоцитов преобладают крупные клетки с ядрами, идентифицированные нами как клетки типа I. Морфологически похожие клетки были описаны ранее в составе капсул вокруг дегенерирующих спороцист и трансплантатов тканей [6]. Высказано предположение, что такие гемоциты более устойчивы к патологическим изменениям, происходящим в организме зараженного моллюска [7]. 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.

При изучении гемоцитов *in vitro* нами отмечена широкая вариабельность не только размеров, но и формы клеток: на протяжении нескольких часов они могут менять форму, размер и количество псевдоподий. Это подтверждает принадлежность описанных ранее морфотипов гемоцитов к одному клеточному типу, хотя и весьма полиморфному.

Дополнительно был выполнен анализ корреляции между размерами моллюска и соотношением гемоцитов типа I и гемоцитов типа II в циркуляции. Установлено наличие достоверной отрицательной корреляции между этими параметрами. У мелких особей клеток типа I меньше, а клеток типа II больше, чем у более крупных моллюсков.

Для исследования фагоцитарной активности гемоцитов *in vitro* использовали культуру клеток *Saccharomyces cerevisiae*. Видеосъемка нативного препарата в течение 20 минут показала, что за этот период около 80 % дрожжевых клеток было фагоцитировано. Наиболее активно в процессе фагоцитоза участвовали клетки типа I, в то время как гемоциты типа II большей частью участвовали в процессах адгезии клеток *Saccharomyces cerevisiae* на своей поверхности. В результате были образованы агрегаты клеток типа II и дрожжевых клеток, что существенно ограничивало подвижность дрожжей.

### Заключение

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*.

Детальное изучение клеточного иммунитета моллюсков по-прежнему дает неоднозначные результаты. К настоящему времени существуют данные о существовании клеточных реакций, их участии в подавлении развития паразитов, однако сведения о характере и динамике этих процессов разноречивы.



### Список литературы

1. Coustau C., Yoshino T. Surface membrane polypeptides associated with hemocytes from *Schistosoma mansoni*-susceptible and -resistant strains of *Biomphalaria glabrata* (Gastropoda). // *Exp. Parasitol.* – 1994. – V. 63, № 1. – P. 82-89.
2. Glinski, Z., Jarosc, J. Ukad immunologiczny mieczakow. In: *Zjawiska odporno ci przeciwwzaka.nej u bezkregowcow.* – Wyd. UMC. – Lublin, 1997. – 90-100.
3. Sminia, T. Gastropods. In: *Invertebrate Blood Cells.* – Academic Press, London-New York, 1981. – 191-232.
4. Cheng, T.C. A classification of molluscan hemocytes based on functional evidences. – *Comp. Path.* 6, 1984. – 111-146.
5. Yoshino, T.P. The ultrastructure of circulating hemolymph cells of the marine snail *Cerithidea californica* (Gastropoda: Prosobranchiata). *J. Morphol.* 150, 1976. – 485-494.
6. Lie K. J., Heyneman D. Studies on resistance in snails. 3. Tissue reaction to *Echinostoma lindoense* sporocysts in sensitized and resensitized *Biomphalaria glabrata* // *The Journal of Parasitology*, 1976. – 51-58.
7. Hernroth B. The influence of temperature and dose on antibacterial peptide response against lipopolysaccharide in the blue mussel, *Mytilus edulis* // *Fish & Shellfish Immunology*, 2003. – 25-37.

## MORPHOPHYSIOLOGY FEATURES OF HEMOLIMPH ELEMENTS OF THE GRAPE SNAIL (*HELIX POMATIA*)

A. A. Prisny,  
T. A. Pigaleva,  
S. V. Kulko

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

*E-mail: Prisny@bsu.edu.ru*

Morphological characters of haemocytes and seasonal changes in selected blood indices were studied in *Helix pomatia*. Two types of haemocytes were identified: type I and type II. Spherical type I haemocytes are cells capable of spreading on the substratum and forming numerous pseudopodia which allows to take an active part in cytophagous reactions. Type II haemocytes are oval cells of stable shape, rarely forming pseudopodia. They are able to adhere on their surface allogenic objects. A wide individual variation and significant changes were found, involving the number of haemocytes and haematological indices.

Key words: hemolymph, hematocytes, pseudopodia, phagocytal activity.



УДК 595.764

## ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ДЕЗИНСЕКЦИИ ЗЕРНА

**А. А. Мищенко<sup>1</sup> А. Т. Куцан<sup>1</sup>**

**О. А. Малинин<sup>1</sup>**

**Б. Т. Стегний<sup>1</sup> В. А. Кутовой<sup>2</sup>**

**А. В. Присный<sup>3</sup>**

Национальный научный центр  
«Институт экспериментальной  
и клинической ветеринарной  
медицины». Украина, Харьков

Национальный научный центр  
«Харьковский физико-  
технический институт» НАН  
Украины

Белгородский государственный  
университет, Россия, Белгород

E-mail: kutovoy@kipt.kharkov.ua

Представлены результаты исследований физического способа подавления биологической активности членистоногих (Arthropoda): насекомых (Insecta), паукообразных (Arachnoidea), клещей (Acarina - Acariformes). Разрабатываемый метод дезинсекции зерна основан на облучении его электромагнитным полем. При реализации высокочастотной технологии в камере облучения создаются предпосылки для уничтожения амбарных вредителей. Высокая эффективность уничтожения вредителей зерна достигается при полной экологической безопасности данного метода.

Ключевые слова: зерно, амбарные вредители, дезинсекция, высокочастотное электромагнитное поле.

### Введение

Эколого-фаунистические исследования зернохранилищ, комбикормовых заводов, элеваторов и зерноперерабатывающих предприятий Украины и юга России дали возможность выявить более 100 видов связанных с ними членистоногих. Наиболее распространенными являются долгоносики (*Curculionidae*), чернотелки (*Tenebrionidae*), притворяшки (*Ptinidae*), кожееды (*Dermestidae*), точильщики (*Anobiidae*), а также настоящие моли (*Tineidae*). В результате жизнедеятельности членистоногих, теряется до 30 % зерна. Загрязненное зерно может содержать значительное количество токсических веществ: кантаридин, микотоксины, соли мочевой и щавелевой кислот и др., которые могут быть причиной тяжелых хронических заболеваний и даже гибели человека и домашних животных.

Защита собранного урожая зерновых культур от вредных насекомых относится к разряду мировых проблем. В настоящее время она решается в основном химическим способом, который входит в противоречие с экологическими требованиями к зернопродуктам.

Химическая дезинсекция внутренней поверхности хранилищ, зерна, территории зерноперерабатывающих предприятий проводится по технологии контактного воздействия при помощи химических препаратов. После такой обработки, продукция длительное время содержит остатки химических веществ и может использоваться после того, как их концентрация станет ниже МДУ (максимально допустимого уровня). В соответствии с международными соглашениями наличие в зерне остатков пестицидов полностью исключает возможность его экспорта.

Химический способ обработки зерна фостоксином представляет потенциальную опасность для здоровья животных. Заболевания и гибель животных, которым скармливали зерно, не прошедшее установленного режима дезактивации, наблюдались достаточно часто. Проведенные нами опыты подтвердили, что при скармливании лабораторным животным (белые мыши) зерна, дезактивированного в течение 10 суток, наблюдается гибель 80–100 % подопытных животных. При современных технологиях перевозки и обработки больших масс зерна создается реальная угроза его недостаточной дезактивации и, следовательно, не только потери продуктивности, но и гибели живот-



ных. Отсутствие у насекомых постоянной температуры тела и зависимость их жизни от температуры окружающей среды позволяют использовать в качестве средств борьбы с ними температурный фактор. Тот факт, что молекулы воды, входящей в состав всех биологических объектов, полярны, делает их чувствительными к электромагнитному полю. Степень нагревания живого тела электромагнитным полем зависит от количества содержащейся в нём воды. Содержание воды в телах насекомых значительно выше, чем в зерне или продуктах его первичной переработки, поэтому скорость их нагрева будет выше. Избирательный перегрев насекомого в зерне до температуры 48-60 °С вызывает его гибель. Высокочастотная технология обработки кормов и продуктов с целью уничтожения микрофлоры и фауны наиболее привлекательна, так как не приводит к загрязнению зерна [1, 2]. Изучение воздействия электромагнитного поля на насекомых свидетельствует о том, что в данном случае летальность у насекомых непосредственно коррелирует с длительностью экспозиции [3, 4].

Насекомые, имеющие более высокую структурную организацию организма, сильнее подвержены воздействию энергии высокочастотного излучения и прогреваются практически мгновенно, в то же время зерно не успевает нагреться до критических температур. Летальный исход у насекомых, связываемый обычно с поражением нервной системы, во многом зависит от используемых частот и напряженности электромагнитного поля. Установлено, что при относительно небольших дозах высокочастотного излучения наблюдается стерилизация самцов, что приводит к нарушению размножения популяции в биотопе [5]. Высокочастотная энергия разной интенсивности вызывает нарушение структуры и функции нервных клеток, которые не всегда интерпретируются как чисто тепловые. Наиболее отчетливо реакции клеток мозговой ткани проявляются в случаях использования импульсного излучения в диапазоне частот 150-450 МГц и частотой следования импульсов 1-50 Гц при поверхностной плотности высокочастотного излучения  $\Phi = 0.1-1 \text{ МВт/см}^2$  [6, 7].

### Результаты исследования

С целью уничтожения вредителей проведен комплекс научно-исследовательских работ, направленный на создание высокочастотного метода обработки зерна. Мощность, которая передается электромагнитным полем к материалу, пропорциональна частоте, квадрату напряженности поля и коэффициенту диэлектрических потерь. Высокочастотная мощность  $W_n$ , поглощается зерном  $W_1$ , и амбарной фауной  $W_2$ .

$$W_n = W_1 + W_2 = k \cdot f \cdot (E_1^2 \cdot \text{tg } \delta_1 + E_2^2 \cdot \text{tg } \delta_2), \quad [1],$$

где  $E_1$  и  $E_2$  – напряженности электрического поля в зерне и в амбарной фауне;  $k = 5,561 \cdot 10^{-11}$  – постоянная затухания,  $f$  – частота электромагнитного поля, Гц;  $\delta_1$  и  $\delta_2$  – углы диэлектрических потерь в зерне и амбарной фауне.

Температура материала, который обрабатывается высокочастотным электромагнитным полем, растет со скоростью [8].

$$\frac{dT}{dt} = 0,239 \frac{P_{\text{полн}}}{c\rho} \quad (2)$$

где  $T$  – температура нагревания тела, К;  $t$  – время, с;  $P_{\text{полн}}$  – поглощаемая мощность, Вт;  $c$  – теплоемкость материалу,  $\frac{\text{Дж}}{\text{г} \cdot \text{град}}$ ;  $\rho$  – плотность материалу,  $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ .

Из результатов исследования установлено, что на частоте 2450 МГц при удельной мощности поглощения зерном 0.82 Вт/см<sup>2</sup> в непрерывном режиме происходит 100% гибель насекомых, влажность зерна 14% (рис. 1).

При этом максимальная температура нагревания зерна с влажностью 14% не превышала 40°C (рис. 2).



Рис. 1. Объяснения в тексте

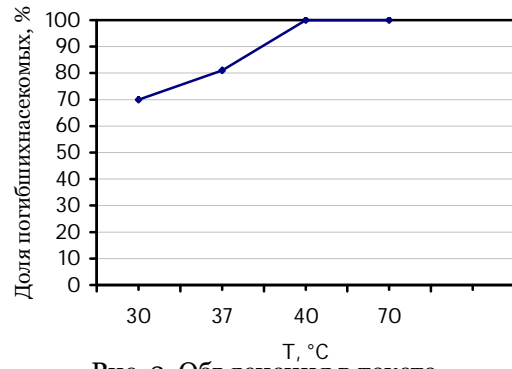


Рис. 2. Объяснения в тексте

На рис. 3 приведено изменение температуры зерна влажностью 14% от времени, мощность излучения электромагнитного поля частотой 2450 МГц, соответствовала 0.82 Вт/см<sup>2</sup>, режим облучения непрерывный. 100 %-ная гибель насекомых в зерне влажностью 14% происходит после 90 сек облучения высокочастотным полем частотой 2450 МГц, мощность излучения электромагнитного поля 0.82 Вт/см<sup>2</sup> (рис. 4).

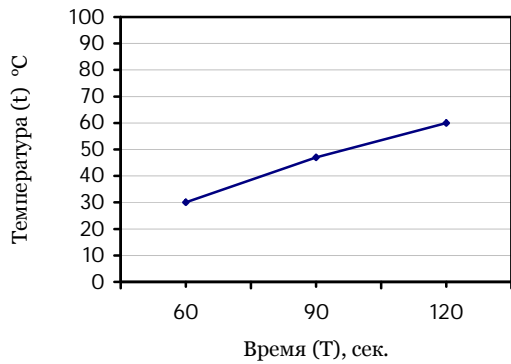


Рис. 3. Объяснения в тексте

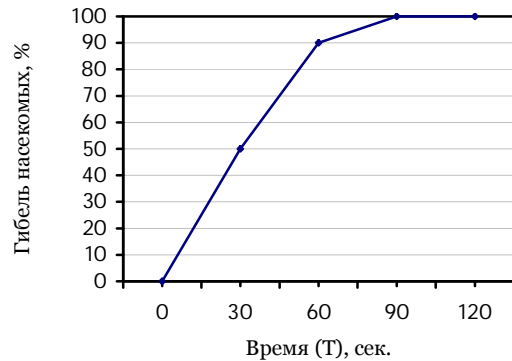
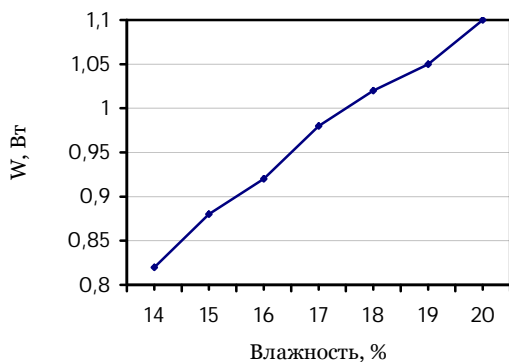


Рис. 4. Объяснения в тексте

Зависимость поглощения высокочастотной мощности зерном в зависимости от влажности приведена на рис.5, время облучения 120 сек. Измерения показывают, что с уменьшением влажности зерна происходит убывание поглощения высокочастотной мощности зерном.



Летальность у насекомых коррелировалась с экспозицией. Повышение экспозиции обработки зерна с 5 до 45-90°С. способствовало увеличению количества погибших насекомых с 68 до 100%. Таблица 1. Температура зерна при этом не превышала 40-50°С.

Рис. 5. Объяснения в тексте

Также проводились исследования воздействия электромагнитного излучения с частотой 47.7 МГц в импульсном режиме на амбарных вредителей. При использовании генератора электромагнитного излучения для дезинсекции зерна с частотой 47.7 МГц биологический эффект связан с мощностью потока излучения и амплитудой напряженности электромагнитного поля. Время экспозиции при этом практически не влияло на увеличение летального исхода среди насеко-



мых. Так, например, при увеличении напряженности электромагнитного поля с 5.5 до 8.5 и 10.5 кВ/см летальность насекомых увеличивалась при экспозиции 60 секунд. Следует отметить, что установка работала в импульсном режиме - 2 импульса в секунду. В то же время при  $U = 10.5$  кВ/см увеличение экспозиции с 5 до 60 секунд практически не сказывалось на летальности в отношении насекомых (табл. 2).

Таблица 1

**Воздействие высокочастотного излучения с частотой 2450 МГц на *Sitophilus granarius*. Характер излучения непрерывный**

№п/п	Экспозиция сек.	Удельная мощность, Вт/см <sup>2</sup>	Смертность(%)
1	5	2.8	63.8
2	10	2.8	80.0
3	15	2.8	83.0
4	30	2.8	97.1
5	60	2.8	100
6	90	1.0	100

Таблица 2

**Действие высокочастотного излучения с частотой 47.7 МГц на амбарных вредителей вида *Sitophilus granarius*. Характер излучения – импульсный, с частотой следования 2 имп/с**

№ п/п	Экспозиция, сек.	U, кВ/см	Интенсивность потока энергии, Дж/см <sup>2</sup> в импульсе	Уровень смертности вредителей, %
1	5	10.5	0.940	85.5 + 8.0
2	10	10.5	0.940	96.2 + 2.7
3	20	10.5	0.940	89.3 + 8.9
4	60	10.5	0.940	71.3 + 11.8
5	60	8.5	0.615	53.8 + 4.4
6	60	5.5	0.254	42.5 + 28.9
7	5	12	1.08	95
8	5	15	1.2	100

Приведенные в табл.2 данные дают основание для предположения о том, что увеличение напряженности электромагнитного поля до 12-15 кВ/см на частоте 47.7 МГц позволит уничтожить до 95-100 % членистоногих, обитающих в массе зерна. Зерно при этом практически не нагревается.

### Заключение

Высокочастотная технология обработки зерна позволяет вести борьбу со многими вредителями кормов и является наиболее безопасным способом с экологической точки зрения.

Результаты исследования показывают, что для успешной дезинсекции зерна на частоте 2450 МГц необходима удельная мощность поглощения 0.8-1 Вт/см<sup>2</sup>, при этом продолжительность обработки должна быть не более 90 секунд. С увеличением высокочастотной мощности можно уменьшит время облучения.

Различные диапазоны высокочастотного излучения отличаются по характеру биологического воздействия на членистоногих. При воздействии электромагнитного поля на частоте 47.7 МГц в импульсном режиме наблюдается коррелятивная зависимость между уровнем смертности и используемой амплитудой высокочастотного излучения. Экспозиция (время воздействия) может быть достаточно короткой – в пределах 5–10 секунд.

Высокочастотная энергия – это удобный источник энергии для промышленной дезинсекции зерна.

### Литература

1. Малінін О.О., Міщенко О.О., Куцан О.Т., Пономаренко О.В., Кутовий В.О. Дослідження можливості електромагнітної дезинсекції зерно продукції. Журнал Ветеринарна медицина. – 2005. – Т. 1. – № 85. 2005. – С. 744-748.
2. Basteev A.V., Bazyma L.A., Kutovoy V.A.. Complex High-Frequency Technology for Protection of Grain Arain Against Pests // Journal of Microwave Power and Electromagnetic Energi. – 2000. – Vol. 35. – № 2. – P. 179-184.
3. Бастеев А.В, Базыма Л.А., Кутовой В.А. и др. Высокочастотная технология защиты зерна // Защита и карантин растений. – 2000. – № 1. – С. 38-39.
4. Basteev A.V., Bazyma L.A., Kutovoy V.A., Complex High-Frequency Technology for Protection of Grain Arain Against Pests // Journal of Microwave Power and Electromagnetic Energi. – 2000. – Vol. 35, № 2. – P. 179-184.
5. Влияние СВЧ-излучений на организм человека и животных. – Л.: Медицина, 1970. – 230 с.
6. Исмаилов Э.Ш.. Биофизическое действие СВЧ-излучений. – М.: Энергоиздат, 1987. – 220 с.
7. Кудряшов Ю.Б.. Биофизические основы действия микроволн. – М: МГУ, 1980. – 160 с.
8. СВЧ - энергетика. – М.: Мир, 1971. – 272 с.

## STUDY OF A POSSIBILITY OF APPLICATION OF HIGH-FREQUENCY RADIATION FOR DESINSECTION OF GRAIN

A. A. Mistchenko<sup>1</sup> A. T. Kutsan<sup>1</sup>

O. A. Malinin<sup>1</sup>

B. T. Stegny<sup>1</sup> V. A. Kutovoy<sup>2</sup>

A. V. Prisny<sup>3</sup>

<sup>1</sup> National centre of science «Institute of experimental and clinical veterinary medicine». Ukraine, Kharkov

<sup>2</sup> National centre of science «Kharkov institute of physics and technology» NAS of Ukraine

<sup>3</sup> Belgorod State University, Pobedy St., Belgorod, 308015, Russia

E-mail: kutovoy@kipt.kharkov.ua

The results of researches for a physical way of suppression of biological activity of arthropods (Arthropoda), insects (Insecta), Arachnida class (Arachnoidea) - Acarina order (Acarina -Acariformes) are submitted. The method of disinsection of grain under development is based on the irradiation of grain by an electromagnetic field. At realization of a high-frequency technology in the chamber of irradiation the preconditions for the destruction of granary pests are created. A high efficiency in the destruction of the pests of grain is reached in common with a complete ecological safety of the given method.

Key words: grain, granary pests, disinsection, high-frequency electromagnetic field.





УДК 591.9 (470.324)

## ЗАВИСИМОСТЬ ПЛОТНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ И ВИДОВОГО СОСТАВА ПТИЦ ЛУГОВЫХ КОМПЛЕКСОВ ОТ СТЕПЕНИ УВЛАЖНЕННОСТИ МЕСТООБИТАНИЙ

**А. Ю. Соколов<sup>1</sup>**  
**П. Д. Венгеров<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ФГУ «Заповедник  
«Белогорье», Россия, 309342, Бел-  
городская обл.,  
пос. Борисовка,  
пер. Монастырский, 3  
E-mail: falcon209@mail.ru

<sup>2</sup>ФГУ «Воронежский  
государственный природный  
биосферный заповедник», Россия,  
394080, г. Воронеж, ст. Графская,  
госзаповедник, центральная  
усадьба  
E-mail: pvengerov@yandex.ru

В статье приводятся данные, полученные в ходе проведения учетов птиц на лугах двух типов: в пойме р. Битюг (Воронежская область, Бобровский район) и на водораздельных плоскоместных лугах на восточной окраине Усманского бора (Воронежский биосферный заповедник). Согласно результатам исследований, имеет место зависимость плотности населения и количества гнездящихся на исследуемых участках видов птиц от степени увлажненности местообитаний, варьирующей по годам. Выявлено, что с уменьшением степени увлажненности общая плотность гнездящихся видов демонстрирует тенденцию к снижению, но при этом видовой состав количественно увеличивается.

Ключевые слова: авифауна, видовое разнообразие птиц, плотность популяций птиц, динамика, тенденции, луга, водосбор р. Битюг, Воронежский заповедник.

### Введение

В последние годы рядом исследователей неоднократно отмечалось, что численность многих видов птиц на территории России, в том числе и массовых, характеризуется большой нестабильностью. При этом в ее динамике зачастую проявляются выраженные негативные тенденции, имеющие нередко глобальный характер. Среди причин таких проявлений, в первую очередь, усложняются погодно-климатические изменения и трансформация местообитаний, в особенности – антропогенная [1, 2, 3, 4]. В этой связи исследования в области динамики численности обычных и массовых видов птиц приобретают особую актуальность. Немалый интерес представляют довольно явные изменения фауны и населения обитателей околородных стадий. Их плотность и видовой состав, как показывают результаты многолетних исследований [5], напрямую зависят от степени увлажненности данных угодий.

В рамках программы «Мониторинг луго-полевых птиц», реализуемой в России с 2006 года [6], на территории Бобровского района Воронежской области в 2006 г. в числе прочих биотопов было начато проведение учетов птиц на заливном лугу в пойме р. Битюг. Аналогичные исследования с 2007 г. проводятся на лугово-лесокустарниковом участке в охранной зоне Воронежского государственного биосферного заповедника (ВБЗ).

В работе приводится промежуточный сравнительный анализ результатов учетов гнездящихся птиц обоих участков. Некоторые отличия в характере первого и второго биотопов, а также использование несколько отличающихся методик учета птиц, на наш взгляд, на репрезентативность сравнительных данных, касающихся типичных обитателей лугов, существенным образом не повлияли.

### Материал и методы исследований

В пойме р. Битюг птиц учитывали маршрутным методом с неограниченной шириной полосы учета с пересчетом данных на площадь по средним дальностям обнаружения [7]. Учеты на заложенном маршруте (протяженность – 2 км) проводили дважды – во II-III декаде мая и во II-III декаде июня; промежуток между учетами составлял не менее 3-х недель. Общая ежегодная протяженность учетного маршрута, таким образом, составляла 4 км.

Учеты в охранной зоне Воронежского заповедника проводили на постоянном маршруте с ограниченной учетной полосой. Ее ширина для близко обнаруживаемых видов составляла 120 м, а для далеко обнаруживаемых видов – 160 м (60 и 80 м по обе стороны маршрута соответственно). Длина маршрута 2458 м. Учеты птиц в 2007 г. проведены 11, 20 и 30 мая, в 2008 г. – 11, 21 мая и 3 июня, в 2009 г. – 19, 26 мая и 2 июня и в 2010 г. – 14, 23 мая и 1 июня.

Каждый поющий (токующий) самец согласно общепринятому подходу в обоих случаях принимался за пару.

Первый участок расположен на левом берегу р. Битюг в окрестностях г. Боброва (справа от автодороги Бобров-Таловая). Пастбищная нагрузка на луг в последние годы (в том числе во время проведения учетов) незначительная, либо отсутствует вовсе. В качестве сенокосных угодий (причем, только в 2009-2010 г. г.) используется не более 20% территории, по которой проходит маршрут. При этом начало сенокосов в оба года либо совпадало по срокам с последним учетом, либо приходилось на более поздний период и, следовательно, на изменения фауны и населения птиц на исследуемом участке существенно повлиять не могло. В 2006-2007 гг. уровень воды во множественных водоемах, расположенных на территории, по которой проходит маршрут, был практически вдвое выше, чем в 2008-2010 гг.

Второй участок располагается в охранной зоне Воронежского заповедника, прилегающей к его восточной границе, между селами Никольские Выселки и Беловка. В биотопическом отношении его можно охарактеризовать как лугово-лесокустарниковый комплекс. Соответственно, в его пределах выделяются три типа местообитаний, сформировавшихся на бывших пахотных полях и сильно эксплуатируемых пастбищах: 1 – обширный луг с влаголюбивой травянистой растительностью; 2 – березняк разреженный или местами загущенный, возрастом около 15-17 лет; 3 – кустарниковые ивняки. Между этими местообитаниями существуют переходные варианты, которые нередко проникают друг в друга. Всюду присутствуют понижения рельефа различной величины, временно или постоянно заполненные водой, где господствует болотная травянистая растительность (осоки, рогоз и др.). Вторая половина лета и осень 2008 г., в сравнение с 2006–07 гг., характеризовались очень малым количеством осадков, произошло сильное снижение уровня грунтовых вод. Осенью практически все местообитания на маршруте были охвачены пожаром. Трава почти полностью выгорела, погибли или оказались сильно поврежденными часть березовых зарослей. Мало осадков было и зимой, поэтому весна 2009 г. отличалась небольшим количеством талой воды. В результате большинство понижений рельефа оказались полностью сухими, к маю высохли даже некоторые озера, оставшиеся обычно с водой в течение всего лета. Таким образом, условия существования птиц на маршруте в 2009 г. отличались отсутствием прошлогодней сухой травы, а травостой нынешнего года был весной разреженным и низкорослым, сухостью почвы, отсутствием западин с водой, частичным или полным высыханием озер. Сходная ситуация (но без предшествовавших пожаров) наблюдалась и в 2010 г.

**Результаты исследований.** В таблицах 1, 2 представлены списки гнездящихся видов с плотностью для каждого года учета. За 5 лет проведения учетов на лугу в пойме р. Битюг всего отмечен 31 гнездящийся вид, максимально за один год – 24 вида; в ВБЗ – 36 и 28 видов соответственно.

Как видно из таблицы 2, на участке в ВБЗ видовой состав богаче благодаря видам, гнездящимся в древесно-кустарниковых местообитаниях. Общими для обоих участков являются 17 видов, что составляет 54,8% от всех отмеченных на гнездовании видов первого участка и 47,2% – соответственно второго участка.

В таблице 3 приводятся данные по количеству выпавших осадков для территории Воронежского заповедника за годы проведения учетов. С учетом того, что оба исследуемых участка находятся в зонах с примерно одинаковым годовым количеством осадков – более 550 мм [8], данные параметры за период исследований существенно не отличались.

Особого внимания заслуживают изменения численности пяти представителей, доля которых в совокупности за время проведения учетов составляла от 60% до 79,4%



от общей плотности гнездящихся видов на маршрутном участке в пойме р. Битюг и от 43.7% до 65% – в охранной зоне ВБЗ. Это желтоголовая трясогузка, камышевка-барсучок, серая славка, луговой чекан и тростниковая овсянка. На рисунках 1–5 показана динамика плотности этих видов по годам и соответствующие тренды.

На рис. 6 показана динамика видового состава гнездящихся на исследуемых участках птиц.

Таблица 1

**Динамика плотности населения птиц на лугу в пойме р. Битюг**

Название вида	Год проведения учетов, плотность пар/км <sup>2</sup>				
	2006	2007	2008	2009	2010
Большая выпь	0.5	1	-	-	0.2
Кряква	4	-	1	0.5	0.5
Чирок-трескунок	4	1	-	-	-
Болотный лунь	1	1	1	1	0.5
Перепел	0.2	-	-	-	-
Пастушок	5	-	-	-	-
Погоньш	2	-	-	-	-
Коростель	18	4	1	1	4
Камышница	1	0.2	-	-	-
Лысуха	1	-	-	-	-
Кукушка	2	5	3	4	5
Желтоголовая трясогузка	19	51	47	76	74
Обыкновенный жулан	2	6	1	2	12
Соловьиный сверчок	3	6	23	2	4
Речной сверчок	-	1	-	-	-
Камышевка-барсучок	85	65	28	35	14
Болотная камышевка	10	-	19	5	12
Тростниковая камышевка	16	25	13	5	2
Дроздовидная камышевка	23	18	39	19	21
Ястребиная славка	-	-	-	-	2
Садовая славка	-	-	2	-	-
Серая славка	11	12	15	34	25
Луговой чекан	2	26	9	29	22
Черноголовый чекан	-	-	-	5	-
Варакушка	-	-	2	-	6
Усатая синица	-	-	-	2	-
Обыкновенный ремез	-	2	-	-	-
Обыкновенная зеленушка	-	-	-	2	1
Обыкновенная чечевица	5	3	12	11	2
Обыкновенная овсянка	-	-	-	1	2
Тростниковая овсянка	81	72	72	58	5
Итого видов	22	18	14	19	20
Итого пар	295.7	299.2	285.0	292.5	214.2

Таблица 2

**Динамика плотности населения птиц на участке в охранной зоне Воронежского биосферного заповедника**

Название вида	Год проведения учетов, плотность пар/км <sup>2</sup>			
	2007	2008	2009	2010
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Обыкновенный канюк	-	-	1	-
Перепел	8	2	2	2
Коростель	5	8	-	2
Чибис	1	-	2	2
Травник	2	-	-	-
Бекас	15	15	-	2
Большой веретенник	-	0.8	-	-

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5
Кукушка	2	5	2	5
Полевой жаворонок	30	20	15	15
Лесной конек	20	24	30	20
Желтая трясогузка	20	3	10	14
Желтоголовая трясогузка	54	44	20	20
Обыкновенный жулан	-	-	7	10
Иволга	0.8	2	5	2
Сорока	1	1	1	-
Речной сверчок	3	-	-	-
Обыкновенный сверчок	-	-	-	3
Камышевка-барсучок	54	51	10	10
Болотная камышевка	-	-	7	3
Зеленая пересмешка	3	1	3	7
Ястребиная славка	7	1	7	14
Серая славка	27	30	20	54
Пеночка-весничка	17	1	3	7
Луговой чекан	41	47	47	47
Черноголовый чекан	-	1	-	1
Обыкновенный соловей	0.8	2	0.8	2
Варакушка	1	-	7	3
Зяблик	1	-	7	10
Обыкновенная зеленушка	-	3	7	7
Черноголовый щегол	17	14	20	10
Коноплянка	-	-	3	3
Обыкновенная чечевица	-	1	1	-
Обыкновенный дубонос	3	-	-	-
Обыкновенная овсянка	7	3	14	10
Тростниковая овсянка	34	34	27	7
Садовая овсянка	-	-	1	-
Итого видов	26	24	28	28
Итого пар	375.6	313.8	213.8	293.0

Таблица 3

**Количество осадков, мм; Воронежский биосферный заповедник**

Месяц	Год				
	2006	2007	2008	2009	2010
Январь	49.2	38.2	55.1	55.7	52.7
Февраль	20.5	55.7	27.9	46.5	29.9
Март	54.2	17.5	41.5	45.9	45.6
Апрель	10.7	22.3	67.6	5.6	38.1
Май	25.3	49.3	64.5	69.4	55.0
Июнь	69.3	101.0	39.1	77.2	16.3
Июль	19.4	47.0	39.6	47.5	41.4
Август	98.5	28.4	19.7	22.0	
Сентябрь	73.9	88.4	40.6	14.9	
Октябрь	69.9	38.8	20.4	46.4	
Ноябрь	120.9	87.0	49.0	33.5	
Декабрь	13.9	25.7	22.9	65.7	
ИТОГО	625.7	599.3	487.9	530.3	

**Обсуждение**

Вполне понятно, что видовой состав и плотность гнездящихся на конкретных территориях птиц зависят от целого ряда факторов. В частности мы не учитываем температурные условия весны, которые, вероятно, позволили бы в еще большей степени мотивировать те или иные изменения населения птиц на исследуемых участках.



В качестве определяющего естественно-природного фактора, повлиявшего на динамику фауны и населения типично луговых птиц, мы рассматриваем степень увлажненности. Согласно данным из таблицы 3 величина годовой суммы осадков в 2009 г. (последний полный год) значительно ниже таковой, имевшей место на период начала учетов (2006 г.). Именно данное обстоятельство, в первую очередь, прямо или косвенно определило выявленные в ходе исследований изменения. Наибольшее влияние на уровень увлажненности лугов в охранной зоне ВБЗ в конкретную весну, вероятно, имеет сумма осадков в августе-ноябре в предыдущий год.

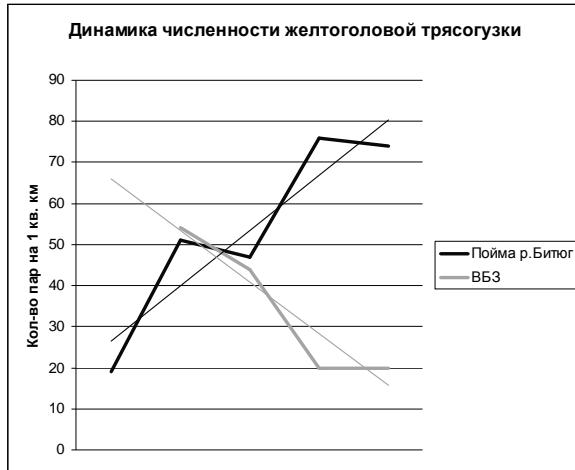


Рис. 1. Пояснения в тексте.

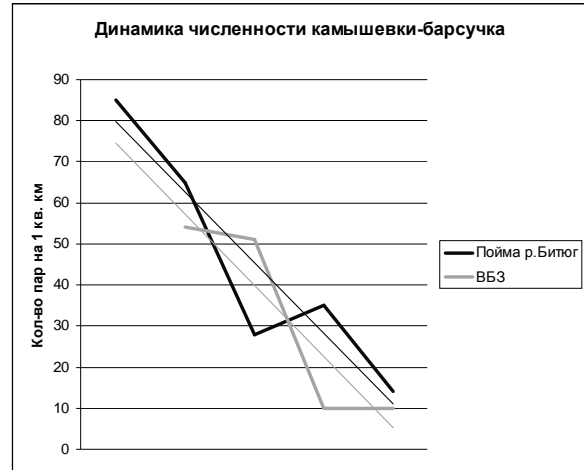


Рис. 2. Пояснения в тексте.

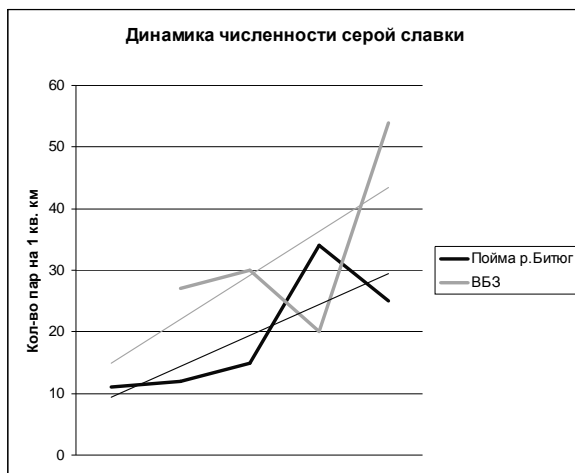


Рис. 3. Пояснения в тексте.

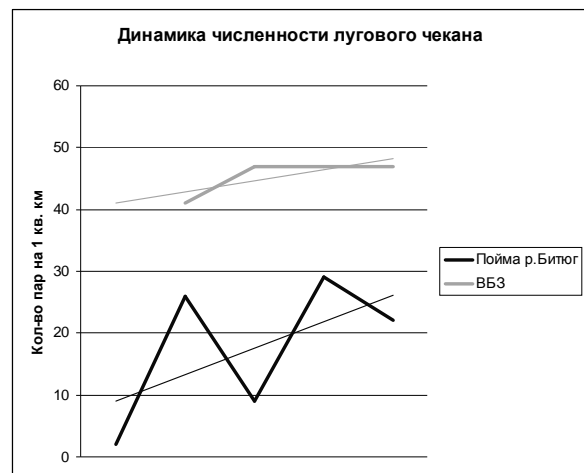


Рис. 4. Пояснения в тексте.

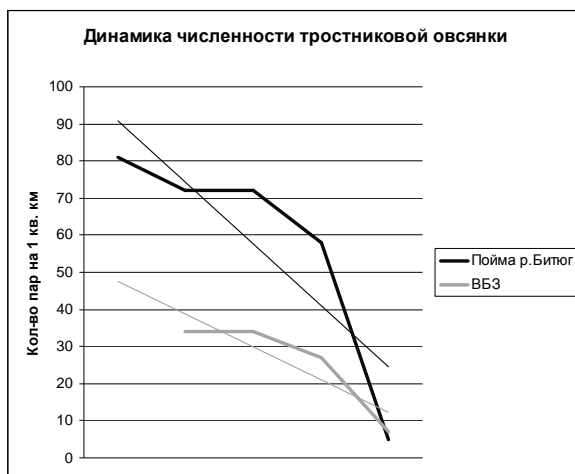


Рис. 5. Пояснения в тексте.

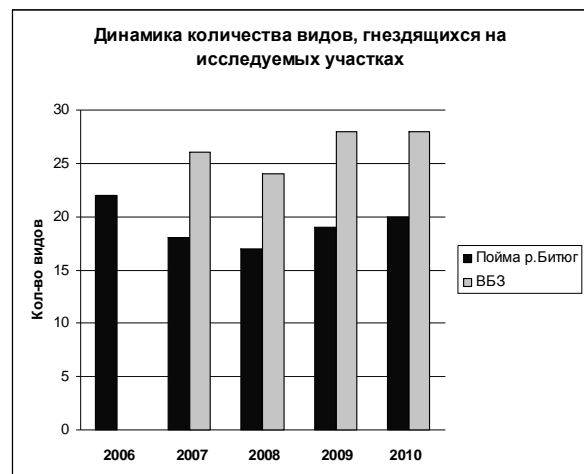


Рис. 6. Пояснения в тексте.



Как видно из данных, приведенных в таблице 1 и иллюстрируемых в диаграмме на рис. 6, число гнездящихся видов на лугу в пойме р. Битюг после некоторого снижения в 2007 г. (с началом спада уровня воды во временных водоемах) вновь начало постепенно возрастать. Виды, обитающие на водоемах и сильно увлажненных участках, постепенно начали сменяться обитателями более сухих лугов. Так, из списка гнездящихся на период исследований выпали пастушок, погоныш, камышница, лысуха; значительно снизилась плотность камышевки-барсучка (рис. 2). В то же время в более засушливые годы стали регистрироваться на гнездовании такие виды, как ястребиная и садовая славки, черноголовый чекан, обыкновенная овсянка; увеличилась плотность обыкновенного жулана, серой славки, лугового чекана и некоторых других (таб. 1, рис. 3, 4). Что касается крайне низкой плотности на гнездовании в 2010 г. тростниковой овсянки, то в данном случае, помимо всего прочего, вероятно, существенную роль сыграли осенний (2009 г.) и ранневесенний палы травы на лугу, лишившие ее типичных условий для гнездования. Сильное снижение численности отмечено у этого вида и на участке в ВБЗ (рис. 5).

В целом в охранной зоне Воронежского заповедника межгодовые изменения численности птиц имеют сходный характер, хотя, возможно, они частично сглаживаются благодаря большей мозаичности местообитаний (таб. 2). Выпали из списка гнездящихся видов более требовательные к условиям местообитаний травник и большой веретенник.

На рис. 6 видно, что минимальный видовой состав гнездящихся птиц на обоих участках отмечен в 2008 г., после чего наблюдался его рост, при том, что общая плотность имеет тенденцию к снижению. Отдельно рассматриваемые виды также демонстрируют аналогичные тренды (рис. 2-5). Исключение составляет желтоголовая трясогузка (рис. 1). Фактором, объясняющим такое несоответствие в данном случае, вероятно, является наличие более оптимальных условий для обитания вида в пойме р. Битюг.

**Заключение.** Безусловно, столь короткие ряды данных позволяют делать лишь предварительные выводы. Тем не менее, результаты наших учетов убедительно свидетельствуют о наличии зависимости фауны и населения луговых видов птиц от степени увлажненности местообитаний, которая, в свою очередь, определяется количеством выпавших осадков. При этом разные виды, населяющие одни и те же биотопы, могут реагировать на погодно-климатические изменения почти диаметрально противоположно.

Анализируя картину в целом, нельзя не учитывать возможных циклических колебаний численности, присущих многим видам птиц. С другой стороны, некоторые отдельные виды или их систематические или экологические группы подвержены существенному воздействию со стороны человека, что тоже немаловажно. Не последнюю роль для перелетных птиц играет ситуация на зимовках и т.д.

На данном этапе исследований достаточно отчетливо проявляются две тенденции: снижение общей плотности гнездящихся видов в связи с уменьшением степени увлажненности и количественное увеличение на фоне этого видового состава птиц. Большую ясность в выяснение характера этих явлений помогут внести дальнейшие исследования.

### Список литературы

1. Бурский О.В. Опыт многолетнего исследования сообщества птиц // Динамика численности птиц в наземных ландшафтах. Мат-лы Российского научного совещания 21-22 февраля 2007 года. – М.: ИПЭЭ РАН, 2007. – С. 25-38.
2. Мищенко А.Л., Суханова О.В. Динамика численности птиц в ходе сукцессионных изменений сельхозугодий центральной России, там же, с. 133-142.
3. Соколов Л.В. Глобальное потепление климата и динамика численности пролетных популяций птиц в Европе, там же, с. 8-24.
4. Соколов А.Ю. О влиянии изменения режима использования сельскохозяйственных земель на динамику населения птиц в условиях центральной части Воронежской области // Чтения памяти А.П. Крапивного. Мат-лы междунар. науч. конф., посвящ. 80-летию со дня рождения проф. А.П. Крапивного. – Харьков: ХНУ имени В.Н. Каразина, 2009. – С. 93-98.



5. Кривенко В.Г., Виноградов В.Г. Птицы водной среды и ритмы климата Северной Евразии. – М.: Наука, 2008. – 588 с.
6. Мищенко А.Л. Программа «Мониторинг луго-полевых птиц»: итоги первого года и перспективы дальнейшей работы // Программа «Мониторинг луго-полевых птиц»: предварительные итоги и перспективы. – М., 2007. – 40с.
7. Равкин Ю.С. К методике учета птиц в лесных ландшафтах // Природа очагов клещевого энцефалита на Алтае. – Новосибирск: Наука, 1967. – С. 66-75.
8. Атлас Воронежской области / Под ред. Н.Н. Ермоленко. – Воронеж, 1994. – 48 с.

## DEPENDENCE OF THE POPULATION DENSITY AND BIRD SPECIES COLLECTION IN MEADOW COMPLEXES ON THE MOISTURE DEGREE OF THE HABITATS

A. Yu. Sokolov<sup>1</sup>  
P. D. Vengerov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Belogorie Reserve, Russia, 309342,  
Belgorod Region, Borisovka  
Settlement, Monastyrsky Lane, 3*

*E-mail: falcon209@mail.ru*

<sup>2</sup>*Voronezh State Nature Biosphere  
Reserve, Russia, 394080, Voronezh,  
Voronezh reserve*

*E-mail: pvengerov@yandex.ru*

In the article the data are adduced, which have been obtained in the course of the calculations of the birds in two types of meadows: those in the Bityug River drainage basin (Voronezh Region, Bobrov District) and flat watershed meadows on the east edge of Usmansky pine forest (Voronezh Reserve). According to the results of the investigations, there is a dependence of the population density and nesting bird species quantity on the degree of moisture of the habitats which varies year by year. It has been revealed, that with the decrease of the degree of moisture, the population density tends to lower, but the species composition increases.

Key words: bird fauna, bird species diversity, bird population density, dynamics, tendency, meadows, the Bityug River drainage basin, Voronezh Reserve.

УДК 591.51

## ОПЫТ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММЫ ИЗУЧЕНИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ПОВЕДЕНИЯ ОБЫКНОВЕННОГО БОБРА (*CASTOR FIBER* LINNAEUS, 1758)

**А. В. Емельянов**

Тамбовский государственный  
университет  
имени Г.Р. Державина, Россия,  
392000, г. Тамбов,  
ул. Советская, д. 93  
E-mail: EmelyanovAV@yandex.ru

В статье приводится программа изучения территориального поведения обыкновенного бобра (*Castor fiber* Linnaeus, 1758). Программа включает комплекс методических указаний по учету и интерпретации данных о фуражировочной и маркировочной деятельности, а также создания и использования зверем инфраструктурной сети населяемого пространства.

Ключевые слова: методика, территориальное поведение, программа исследований, бобр.

В настоящее время одним из актуальных вопросов экологии животных является выявление детерминант становления и функционирования пространственной организации популяции, формирование которой – является первым этапом в формировании генетической и половозрастной структур, а так же определяет характер и интенсивность использования ресурсов территории. Очевидно, что познание хорологической структуры на уровне выяснения числа основных стадий и динамических характеристик их населений уже не удовлетворяет современным потребностям экологической науки [1, 2]. Необходим новый, более глубокий подход, вскрывающий регуляторные механизмы, факторы системной организации, процессы и закономерности освоения пространственных и пищевых ресурсов. Продуктивным видится подход, использующий знания, полученные в пределах конкретных семейных территорий для обоснованного прогноза явлений, происходящих в пределах парцеллярной группировки, популяции.

Основные положения современной исследовательской программы по территориальному поведению должны включать изучение равномерности использования населяемого участка, пространственно-динамической картины пицедобывательной деятельности, основных факторов определяющих избирательность питания, особенности запаховой, визуальной и акустической маркировки мест обитаний.

В данной работе приводится методика изучения территориального поведения обыкновенного бобра (*Castor fiber* Linnaeus, 1758). Его выбор в качестве модельного объекта обусловлен значительным опытом изучения экологии и биологии вида в прошлом, относительной простотой регистрации и идентификации следов жизнедеятельности его представителей, специфичностью маркировочных субстратов и осталяемого запаха, а также значительной охотничьей ценностью и высоким эдификаторным потенциалом, реализация которого заставляет рассматривать бобра как проблемный вид. Таким образом, создание и реализация программы изучения территориального поведения бобра в разных частях его ареала может иметь значительный интерес как с позиций разработки программ интенсификации его промысла, так и управления численностью и распространением его группировок, оценке ресурсной обеспеченности, емкости территорий по бобру. Предлагаемый подход является результатом продолжительных полевых исследований (2000-2009 гг.) по апробации модернизированных и авторских методов описания наземной активности этого животного.



В ходе нескольких этапов работы было изучено 17 поселений бобров, расположенных на р. Ворона (правый приток Хопра). Суммарное число экскурсий по стационару – 93, общая протяженность маршрутов – 1174.8 км. За время экспедиций учтено более 3400 следов наземной активности бобров.

Ниже приводятся основные методические указания, которые могут быть применены как в полном объеме, так по частям для проведения узкоспециализированных исследований экологии бобра.

**Сроки.** В зимний период русло изучаемой реки, равно как и большинства рек лесостепной зоны, изобилует обширными пустолежьями, где бобр активно перемещается и питается. Его выходы на лед и на берег отличаются спорадичностью и приурочены скорее к полыньям и естественным бруирам, чем отражают имеющуюся пространственную структуру поселения. Весеннее половодье в условиях относительно широкой поймы (от 2 до 4 км) и активное расселение бобров в этот период года [3] не позволяют описать границы населенных участков, отнести обнаруживаемые следы жизнедеятельности к конкретной бобровой территории и контролировать всю площадь, доступную бобру в период паводка. Эти обстоятельства и очевидные трудности в прохождении стационаров, дополнительно увеличивающих величину ошибки, заставляют отказаться от проведения исследований с момента начала падения уровня воды подо льдом, до вхождения реки в берега и утраты сообщения с многочисленными водоемами поймы. Еще одним доводом в пользу осуществления работ в период с мая по ноябрь является тот факт, что эта часть года совпадает с временем полового покоя грызуна [4, 5, 6]. Данное обстоятельство позволяет правомерно генерализировать результаты полевых исследований, достигая высокой репрезентативности выборочных совокупностей и обоснованно судить о деятельности животного в наиболее продолжительную фазу годичного цикла жизни.

С целью минимизации воздействия присутствия человека на нормальное течение жизни бобра и пропорции суточного бюджета времени прохождения стационаров следует осуществлять с 9<sup>00</sup> до 17<sup>00</sup>, когда бобр не покидает логова и пребывает во сне [7]. Периодичность экскурсий в наших работах менялась от ежедневных, до еженедельных обходов, ежедекадных и раз в две недели. В итоге недельный интервал следует признать наиболее удачным. Он позволяет точно различать вновь сооруженные, обновленные (перемеченные) и «старые» запаховые метки.

**Правила поведения на стационаре.** Обследование следует проводить с воды, используя легкую лодку, в которой один член команды осуществляет регистрацию следов жизнедеятельности, другой – отвечает за движение и маневрирование. Картирование и описание следов предполагает обязательный выход у любого проявления наземной активности бобров. Обязательным для исполнения является требование по мытью обуви при каждом десантировании. Наличие запаха определяются при максимальном приближении к маркировочному субстрату, при необходимости берутся пробы грунта (во избежание оставления собственного запаха для этого используется чистое лезвие ножа или одноразовая тонкая палочка). Следует оговориться, что деление следов жизнедеятельности на категории «с запахом» и «без запаха» отражает, скорее всего, индивидуальную особенность обонятельного восприятия исследователя. Но регистрация только свежих следов в совокупности со специфическим запахом свежей «струи» и ее активное отложение в местах имеющих большое пространственно-функциональное значение, позволяет надеяться на правильность выявления наиболее активно маркируемых участков. Вместе с тем, определение порога обонятельной чувствительности исследователя по методике А.В. Суховой [8], позволяет обоснованно сравнивать результаты других работ, где проводилось изучение запаховой коммуникации животных.

**Картирование.** В нашем случае расположение отмеченных следов заносилось на карту-план лесотаксационных описаний и масштабированные снимки из космоса, доступные в Internet. Выполнение работ одним учетчиком на стационаре и большое количество природных, устойчивых маркеров в виде примечательных особенностей русла и прибрежной полосы, позволяли пользоваться такой системой ориентации без

потери точности данных. В современных условиях рекомендуется позиционирование на местности с помощью портативных систем навигации. Однако близость расположения отдельных элементов наземной активности зверя предъявляет высокие требования к разрешающей способности портативного навигатора.

Регистрация месторасположения отдельных элементов наземной активности проводится в виде сносок аббревиатур основных типов следов жизнедеятельности, рядом указываются характеристики, рассмотренные ниже. Копирование данных из полевых дневников в журнал исследований осуществляется не позднее, чем на следующий день после экспедиции.

**Типы следов наземной активности.** Виды наземной активности бобров, связанные с изучением территориального поведения и хемокоммуникации в частности, подразделялись на вылазы с запахом и без, сигнальные холмики, площадки активного мечения, кормовые тропы, тропы-переходы, тропы-вылазы и индифферентные участки. При этом вылазом считался участок берега со следами выхода бобра протяженностью не более 1 м, а тропой – участок, протяженностью более 1 м.

*Вылаз с запахом (ВСЗ)* – участок берега, на котором регистрируется запах бобровой «струи».

*Вылаз без запаха (ВБЗ)* – участок берега, на котором отсутствует запах бобровой «струи».

*Сигнальный холмик с запахом (СХСЗ)* – специально сооруженный бобром холмик, используемый в качестве субстрата для ольфакторного мечения территории с регистрируемым запахом бобровой «струи».

*Сигнальный холмик без запаха (СХБЗ)* – специально сооруженный бобром холмик, используемый в качестве субстрата для ольфакторного мечения территории без запаха бобровой «струи». К числу средств запаховой коммуникации следует относить и холмики без запаха. Это продиктовано тем, что факт сооружения СХ (специфического маркировочного субстрата) уже говорит о функциональной значимости участка, а отсутствие регистрации запаха «струи» может объясняться высоким порогом обонятельной чувствительности человека, по сравнению с таковым у зверя-макроосматика.

Для обоих видов СХ отмечается их удаленность от уреза (с точностью до 5 см).

*Площадка активного мечения (ПАМ)* – участок берега, как правило, лишенный растительности с несколькими одиночными метками, расположенными не далее 1 м друг от друга. ПАМ может быть без сигнальных холмиков, но иметь улавливаемый запах и/или цвет «струи» в нескольких ее частях (рис 3).

Для площадки отмечают протяженность вдоль берега, а также число меток и/или мест регистрации запаха «струи».

*Тропа кормовая (ТК)* – тропа, используемая для выхода к корму.

При описании этого и других видов троп рядом с аббревиатурой указывается наличие запаха «струи» на тропе (например, ТКСЗ) или его отсутствие (например, ТКБЗ), если запах есть, то отмечается наличие и категория СХ (СХСЗ или СХБЗ). Кроме того, через дробь указывается две длины (с точностью до 0.5 метра): в числителе – протяженность тропы по маршруту, в знаменателе – длина перпендикуляра от наиболее удаленного участка тропы до уреза воды. Изучение этих показателей позволяет сделать вывод не только о протяженности дистанции, пройденной животным по берегу, но и ширине используемого пространства. Эта информация представляет самостоятельный интерес при изучении напряженности межвидовых отношений наземными видами, обеспеченности прибрежной зоны предпочитаемыми видами древесно-кустарниковой растительности, определения площади бобровых поселений. Отношение двух показателей протяженности троп служит свидетельством прямолинейности перемещений, что, в свою очередь, позволяет сделать вывод о величине исследовательского поведения и уровне комфорта животного при использовании прибрежных пространств. При значительном объеме собранных данных и многолетнем слежении за наземной активностью этот индекс может выступать в качестве чувствительного показателя





обилия кормовых ресурсов территории и интенсивности воздействия стресс-факторов в виде пресса наземных хищников или человеческого присутствия.

*Тропа-переход* (Т-П) – тропа, используемая для перехода в соседний водоем или срезающая путь в залив.

*Тропа-вылаз* (Т-В) – тропа, перемещение по которой не было переходом в соседний водоем или путем к корму.

Такое перемещение, на наш взгляд, является проявлением исследовательского поведения, и другим названием этого типа следов жизнедеятельности может быть *тропа исследовательская* (ТИ).

*Поед с воды* (ПСВ) – место поедания полупогруженной древесно-кустарниковой растительности или гидрофильных трав.

*Индифферентный участок* – участок с запахом бобровой «струи», находящийся вне троп.

В известных работах по приуроченности запаховых меток к инфраструктурным элементам поселений авторы помимо троп (по нашей классификации это тропы-переходы) выделяли индифферентные участки и убежища [9, 10]. Первоначально метки у нор нами также относились к самостоятельной категории. Однако при анализе их объединили с метками на индифферентных участках. Это было обусловлено высокой вероятностью искажения учетных данных в связи с пропуском убежищ (на р. Ворона это в подавляющем большинстве случаев норы) из-за их высокого обилия на стационарных участках (до 40 нор/100 м), многоярусного расположения и не всегда достаточной прозрачности воды. Кроме этого, отмечаемые при определении встречаемости убежищ отверстия в берегу, не доказывают наличия современного жилища, так как ствол норы может быть завален.

#### **Регистрируемые показатели.**

*Обновляемость.* Начиная со второго прохода по стационарному участку встерченным следам присутствия присуждается одна из двух категорий: вновь созданный (Н), обновленный (Об). При этом ко второму типу относятся следы, обновленные не только с прошлого прохода, но и отмечавшиеся когда-либо в течение текущего полевого сезона.

Опыт показывает, что значительное число следов жизнедеятельности изменяют свой тип на протяжении периода исследований. Тропы-переходы в весеннюю лужу, при ее высыхании – становятся кормовыми. Сигнальные холмики после неоднократного обновления и установления ольфакторных реперов на территории заменяются вылазами с запахом, а затем и без запаха, и т.д. В этой ситуации возникает проблема учета обновляемости следов: если одно место маркировалось на протяжении 20 регистраций и его тип сменился с ПАМ на СХСЗ, затем на СХБЗ, а позже на ВБЗ, то расчет обновляемости этих элементов запахового мечения даст не верную оценку устойчивости маркировки участка. Поэтому наряду с частотой использования ранее описанных категорий следов необходимо проводить расчет обновляемости мест регистрации наземной активности в каждой из пространственно-функциональных зон поселений (термин по А.В. Емельянову [11]).

*Объем изымаемой фитомассы древесно-кустарниковой растительности.* При учете пищедобывательной деятельности нами не проводилась регистрация поедов травянистой растительности. Это обстоятельство продиктовано наличием выраженных сезонных аспектов видовой структуры фитоценозов, трудностью определения видовой принадлежности фитофага и тем, что обилие, возобновление и структура наземных растительных сообществ определяются нормой и избирательностью изъятия элементов дендроценозов [12, 13]. Объем отторгнутой из прибрежных фитоценозов биомассы переводится в условные кормовые единицы (УКЕ), по методике Ю.В. Дьякова [3].

*Зависимость наземной активности бобра от уровневого режима водоема.* Учет флуктуаций уровневого режима можно отслеживать по данным стандартного водомерного поста. Однако он не всегда расположен в непосредственной близости от стационара, а чаще отсутствует вовсе, в таких случаях можно предложить два подхода для изучения обозначенной в названии параграфа проблемы. Первый путь состоит в

установке собственной водомерной рейки, проградуированной с точностью до 1 см. Место ее расположения следует выбирать на участках с устойчивым и плотным грунтом, с естественной или искусственной защитой от волновых явлений. Число рек зависит от обилия притоков, ручьев и каналов впадающих в изучаемый водоем или водоток в пределах изучаемого участка. При их отсутствии достаточно одного места слежения за уровнем. Второй подход состоит в разделении всех учитываемых следов на две группы: зарегистрированные на участке берега, существовавшем при прошлом обследовании (СУ) и появившиеся на открывшемся после понижения уровня воды в реке субстрате (НУ).

Очевидным преимуществом второго пути является точная привязка следов наземной активности к появлению новых элементов микроландшафта в пределах поселения, что позволяет судить об интенсивности их освоения и мечения таких участков. Использование водомерной рейки открывает возможность для применения корреляционного анализа для обнаружения наличия (или отсутствия) связи общей интенсивности маркировки, создания и частоты использования инфраструктурных элементов с изменениями уровня режима. Появляется возможность изучить реакцию бобров на фактор новизны, который может быть вызван смытием меток и затоплением ранее существовавших участков, или появлением новых частей побережья и мелей при снижении уровня воды.

*Изучение избирательности питания.* Целью данного этапа полевых исследований является установление перечня предпочитаемых бобром растений и выяснение современного состояния пищевых ресурсов территории. Полученные сведения могут быть широко использованы при изучении влияния пицедобывательной деятельности бобров на видовую структуру, сукцессионные процессы и продуктивность древесно-кустарниковых сообществ. Учет поедов включает фиксирование места на карте; определение вида растения и объема изъятых корма в УКЕ (если поед не затронул древесину, то делается запись «поед коры»); фиксирование факта наличия запаха бобровой «струи» или сигнального холмика на тропе к поеду; измерение двух длин троп (см. выше); отмечается факт обновления ТК или ПСВ. Описание разнообразия окружающей растительности проводится на круговой площадке диаметром 1 м у каждого поезда (описание делается в том случае, если диаметр съеденного побега превышает 1 см); регистрируется вид и диаметр на высоте 30 см (средняя высота бобрового поезда [3]) у всех особей (ранет) внутри описанного круга. Кроме этого, подобным образом описываются деревья и кустарники на трансекте, заложенной вдоль тропы (ширина трансекты 1 м).

Важной составляющей исследовательской программы является описание структуры прибрежных дендросообществ всего стационарного участка. Оценка видового состава и размерных характеристик древесно-кустарниковой растительности проводится на площадках 10×10 м, закладываемых от отвесного берегового склона в шахматном порядке по обоим берегам; расстояние между смежными – 10 м. На площадке проводится пересчет древесно-кустарниковой растительности диаметром от 1 см, с точностью до 0.5 см. При этом регистрируется вид растения, его диаметр на высоте 30 см и на высоте 1.3 м для определения запаса биомассы.

**Аналитический этап.** Ниже приводится описание основных подходов к камеральной обработке полевого материала.

*Динамика численности ольфакторных меток и факторы ее определяющие.* В этом разделе рассматривается динамика численности меток различных типов и суммарного числа всех проявлений ольфакторной маркировки. Отдельный интерес представляет рассмотрение частоты обновления меток по пространственно-функциональным зонам поселения. Итогом обсуждения могут стать заключения о наличии сезонных фаз мечения, времени регистрации пиковых показателей маркировочной активности, согласованности динамики различных типов меток и предположения о ведущих факторах этого процесса.

Роль уровня режима р. Ворона в появлении ольфакторных меток, как это было описано выше, может быть определена по доле меток возникших на вновь появившемся после падения уровня воды в реке субстрате. В этом случае



представляется интересным графический анализ динамики регистрации таких меток, позволяющий определить периоды наиболее выраженного действия изучаемого фактора. Очевидно, что установленные значения будут индивидуальны для изучаемого участка и определяться профилем русла, наличием отмелей и скорости снижения уровня. Однако, если стационар используется для многолетнего слежения за поведением животных, или расположен в проблемных зонах сосуществования бобра и человека (где предполагается применение средств биологического управления населением [9]), то такие данные могут быть востребованными.

*Пространственное распределение ольфакторных меток* рассматривает соотношение числа меток в верхней и нижней частях поселений (в данном случае к понятию часть поселения относится периферийная и промежуточная зоны в месте); приуроченность меток к пространственным зонам поселения и его инфраструктурным элементам.

*Численность и распределение следов наземной активности.* Этот раздел анализа данных предусматривает сравнение динамики численности, обновляемости и распределения по пространственно-функциональным зонам всего многообразия учтенных следов жизнедеятельности бобров. Результаты проверки позволят судить о том, насколько объективным является суждение о пространственно-динамических аспекта наземной активности животного по итогам изучения проявлений запахового мечения, изучения кормодобывающей деятельности и т.п. Практическим приложением такого анализа станет определение ключевых параметров и объектов для экспресс-диагностики основных проявлений территориального поведения бобра.

*Топическая характеристика кормового поведения* предусматривает определение объема поедов (в УКЕ) в пространственно-функциональных зонах поселений, установление сезонной динамики размеров изъятия фитомассы в этих зонах.

*Размерная характеристика поселения* основывается на изучении протяженности троп (по результатам двух измерений) и величины описанного выше индекса.

Итогом заключительного этапа является вывод о том, какой вид троп наиболее точно отражает ширину используемого зверем околородного пространства, какова современная дистанция максимального удаления бобра от уреза воды, каково значение индекса для каждого типа троп и его средняя величина (или мода).

Реализация программы в полном объеме или, в соответствии с целями и задачами конкретного исследования, ее отдельных разделов, позволит получить новые сведения по территориальному поведению ресурсной обеспеченности территории вида обладающего значительными утилитарными качествами и играющего важную роль в функционировании околородных сообществ.

*НИР* выполнена в рамках реализации Федеральной целевой программы «Научные и научно-методические кадры инновационной России на 2009-2013 годы»

#### Список литературы

1. Наумов Н.П. Пространственные структуры вида млекопитающих // Зоологический журнал. – 1971. – Т. 50. – Вып. 7. – С. 965-980.
2. Наумов Н.П. Экологическая структура популяций – основа планирования воздействий на экономически важные виды: Грызуны. Материалы V Всесоюзного совещания. – М.: Наука, 1980. – С. 143-244.
3. Дьяков Ю.В. Бобры европейской части Советского союза. – М.: Московский рабочий, 1975. – 478с.
4. Иванова Т.М. Годовая цикличность сперматогенеза речного бобра // Тр. Воронежского гос. зап. – Воронеж, 1961. – Вып. 12. – С. 117-139.
5. Войняк В.И. Гистофункциональная изменчивость яичников и щитовидной железы у самок речного бобра в течение годового цикла. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Саратов, 1971. – 16 с.

6. Торгун П.М. Морфологические и кариметрические исследования коры надпочечников у самцов речных бобров в зависимости от сезона и половой функции // Тр. Воронежского гос. зап. – Вып. 20. – Воронеж, 1974. – С. 24-30.

7. Волох А.М., Новиков В.В. Изучение потенциальной и фактической активности европейского бобра // Ведение заповедного хозяйства в лесостепной и степной зонах СССР. – Воронеж, 1979. – С. 97-103.

8. Сухова А.В. Половозрастные особенности чувствительности у человека. Автореферат дис. ... канд. биол. наук. – М., 1984. – 26 с.

9. Muller-Schwarze D., Heckman S. The social role of marking beaver (*Castor canadensis*) // J. of Chemical Ecology. – 1980. – Vol. 6, № 1. – P. 81-95.

10. Rosell F., Nolet B.A. Factors affecting scent-marking behavior in Eurasian Beaver (*Castor fiber*) // J. of Chemical Ecology. – 1997. – Vol. 23, № 3. – P. 673-689.

11. Емельянов А.В. Популяционная экология обыкновенного бобра в бассейне среднего течения р. Ворона // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Саратов, 2004. – 21 с.

12. Евсигнеев О.И., Беляков К.В. Влияние деятельности бобра на динамику растительности малых рек на примере заповедника «Брянский лес» // Бюлл. МОИП. Отд. Биологии. – 1997. – Т. 102, Вып. 2. – С.34-41.

13. Завьялов Н.А., Бобров А.А. Роль бобра в преобразовании лесных фитоценозов Дарвиновского заповедника // Заповедное дело. Научно-методические записки. – М., 1999. – Вып. 4. – С. 14-35.

## AN EXPERIENCE OF WORKING OUT OF THE PROGRAM OF STUDY OF BEAVER (*CASTOR FIBER* LINNAEUS, 1758) TERRITORIAL BEHAVIOUR

A. V. Emelyanov

*Tambov State University  
named after G.R. Derzhavin,  
Russia, 392000, Tambov,  
Sovetskaya St., 93*

*E-mail: EmelyanovAV@yandex.ru*

The article presents the studying results of the beaver territorial behaviour (*Castor fiber* Linnaeus, 1758). This program includes a complex of methodical instructions for accounting and interpretation of the foraging and marking activity data so as the creation and using of the infrastructural network in the inhabited space by the animal.

Key words: methodology, territorial behaviour, the research program, a beaver.



## АДАПТАЦИЯ КУР К ФАКТОРАМ ПРОМЫШЛЕННОГО СОДЕРЖАНИЯ

**Л. К. Бусловская**  
**А. Ю. Ковтуненко**  
**Е. Ю. Беляева**

*Белгородский  
государственный  
университет,  
Россия, 308007, г. Белгород,  
ул. Студенческая, 14  
E-mail: buslovskaya@bsu.edu.ru*

Изучены особенности адаптации кур к воздействию факторов промышленного содержания. Установлено, что транспортировка, вибрация и шум вызывают адаптационные реакции разного типа, сроки развития стадий и напряженность которых определяется силой и качеством воздействия.

Ключевые слова: стресс, адаптация, антистрессорные реакции, лейкограмма.

### Введение

Учение о стрессе, основанное Г. Селье, в последние годы получило свое развитие в исследованиях отечественных и зарубежных ученых. Изучены механизмы возникновения стресс-реакции, ее стадийность и характер протекания. Наряду с этим были открыты адаптационные реакции организма более низких, по сравнению со стрессом, уровней. Л.Х. Гаркави, Е.Б. Квакиной, М.А. Уколовой (1975, 1996, 2002, 2006) установлено, что при воздействии на организм различных по силе раздражителей развиваются адаптационные реакции, каждая из которых имеет характерный комплекс изменений. Показано, что в ответ на слабые и средние по силе воздействия развиваются антистрессорные реакции – состояния предшествующие стрессу, повышающие естественную резистентность и, таким образом, препятствующие проявлению стресс-реакции [5, 6]. Изучение антистрессорных реакций имеет большое практическое значение для выращивания крепкого, здорового, устойчивого к неблагоприятным факторам молодняка, а также при лечении и профилактике заболеваний животных. Однако данных подтверждающих наличие антистрессорных реакций и их влияния на организм сельскохозяйственных животных, в частности кур, не достаточно.

В ходе промышленного выращивания птицы наиболее значительными по силе воздействиями является транспортировка, включающая вибрацию, и повышенный уровень шума. При этом тип и характер протекания адаптационных реакций при воздействии этих факторов требуют дополнительного изучения.

Цель работы состоит в изучении адаптационных реакций и их характеристики у кур под воздействием вибрации разной частоты, транспортировки и повышенного уровня шума.

В соответствии с целью исследования были поставлены следующие задачи:

1) изучить функциональное состояние у кур при вибрационном воздействии разной частоты, транспортировке, повышенном уровне шума;

2) на основе анализа лейкограммы крови, лейкоцитарных индексов и функционального состояния птицы выявить типы адаптационных реакций, их напряженность и стадийность;

3) сравнить особенности адаптации птицы к вибрационному воздействию, транспортировке, повышенному уровню шума.

Экспериментальная часть работы выполнена в физиологическом комплексе Белгородской ГСХА и в условиях производства «Лопанское» Белгородского агропромышленного комплекса «БЗРК-БЕЛГРАНКОРМ». Объектом исследования являлись куры кросса «Hubbard F-15» в возрасте 120 суток. Птицу подбирали в группы по принципу аналогов с учетом происхождения, живой массы, клинического состояния. В ходе исследования выполнено три серии экспериментов. В составе групп было не менее 30 голов. Группы № 1 во всех сериях служили контролем.



В первой серии экспериментов изучали влияние вибрационного воздействия с разной частотой колебательных движений, которое создавали на шуттель аппарате качательными движениями камеры однократно в течение двух часов.

Во второй серии изучали влияние производственной (на расстояние 76 км в течение 1 часа 20 мин.) и моделированной транспортировки на организм кур.

В третьей серии экспериментов куры опытной группы подвергались шумовому воздействию силой 100 дБ, которое создавали с помощью холостой работы основных и резервных кормораздаточных линий, в естественных условиях и в контрольной группе уровень шума составлял 40-50 дБ.

В крови оценивали лейкограмму, лейкоцитарные индексы, определяли концентрацию гемоглобина, абсолютное число эритроцитов, лейкоцитов, протромбиновое время (ПТВ), скорость оседания эритроцитов (СОЭ), гематокрит, цветной показатель крови, концентрацию глюкозы. В сыворотке – содержание иммуноглобулинов, общего белка, ферментов аланинаминотрансферазы (АЛАТ), аспаратаминотрансферазы (АсАТ), α-амилазы, билирубина, креатинина, холестерина, С-реактивного белка, тимоловую пробу. Забор крови для изготовления мазков осуществлялся до воздействия и через 8 и 24 часа после него из гребня кур. Математически по лейкограмме определяли лейкоцитарный индекс интоксикации (ЛИИ); индекс сдвига лейкоцитов крови (ИСЛК); соотношение количества гетерофилов и лимфоцитов (Г/Л) [8, 9, 13].

В первой серии экспериментов изучали физиологическое состояние птицы и адаптацию к вибрационному воздействию с частотой колебательных движений (кол. дв.) 120 в мин. (гр. 2), 140 в мин. (гр. 3), 160 в мин. (гр. 4). В табл. 1 представлена лейкограмма крови кур через 8 часов после вибрационного воздействия.

Таблица 1

**Лейкограмма крови кур через 8 часов после вибрационного воздействия**

Клетки лейкограммы, %		Группы			
		1	2	3	4
Эозинофилы	До воздействия		7.1±0.1	7.2±0.3	7.4±0.2
	После воздействия	7.3±0.3	7.0±0.3	6.6±0.2*	2.2±0.1**
Базофилы	До воздействия		2.8±0.2	2.9±0.3	2.7±0.2
	После воздействия	2.9±0.2	2.5±0.3	1.9±0.2**	1.2±0.2***
Палочкоядерные нейтрофилы	До воздействия		1.7±0.1	1.6±0.2	1.8±0.2
	После воздействия	1.6±0.2	1.4±0.2	1.2±0.1	0.9±0.1**
Сегментоядерные нейтрофилы	До воздействия		22.8±0.3	22.7±0.2	22.6±0.3
	После воздействия	22.8±0.4	19.3±0.6***	29.7±0.3***	38.9±0.4***
Лимфоциты	До воздействия		57.8±0.4	56.9±0.5	57.4±0.4
	После воздействия	57.6±0.6	63.7±0.6***	53.8±0.4***	49.4±0.4***
Моноциты	До воздействия		7.7±0.2	7.6±0.3	7.8±0.3
	После воздействия	7.9±0.3	6.1±0.4**	6.8±0.2**	7.4±0.2

Примечание: достоверные изменения по сравнению с контрольной группой (гр. №1)

\* - при P<0.05; \*\* - P<0,01; \*\*\* - P<0.001.

После вибрационного воздействия 120 кол. дв. в мин. в крови кур было отмечено достоверное снижение содержания сегментоядерных нейтрофилов на 15,4% и моноцитов на 22,8%, количество лимфоцитов увеличилось на 11% по сравнению с величинами группы контроля. Такая динамика клеток лейкограммы свидетельствует о развитии в организме птицы антистрессорной реакции. Тип адаптационной реакции выделяется по изменению процентного содержания лимфоцитов, сегментоядерных нейтрофилов и других компонентов лейкограммы как по отношению к контролю, так и к общепринятым границам нормы. В крови кур после предъявленного воздействия содержание сегментоядерных нейтрофилов находилось в пределах нижних значений зоны нормы, содержание лимфоцитов в пределах верхних значений зоны нормы, эти изменения характерны для реакции спокойной активации. Остальные компоненты лейкограммы находились в пределах физиологической нормы, что свидетельствует о протекании реакции без напряжения механизмов адаптации [5, 6].

При увеличении силы раздражителя до 140 и 160 кол. дв. в мин. у кур были отмечены сходные изменения лейкограммы, а именно достоверное снижение содержания эозинофилов, базофилов, палочкоядерных нейтрофилов, лимфоцитов и увеличение числа сегментоядерных нейтрофилов. Причем степень этих изменений нарастала по мере увеличения силы воздействия.

Снижение содержания эозинофилов, отмеченное в этих группах, по-видимому, является признаком активации коры надпочечников, что характерно для стадии тревоги или мобилизации стресса. На протекание этой стадии указывали так же значительный нейтрофилез и снижение содержания лимфоцитов периферической крови. Снижение числа базофилов может косвенно свидетельствовать о возрастании тиреоидной активности щитовидной железы [2, 4, 5, 10].

В диагностике адаптационных реакций перспективным является использование лейкоцитарных индексов, которые позволяют установить тип и напряженность адаптационной реакции.

На рис. 1 представлены лейкоцитарные индексы крови кур через 8 часов после вибрационного воздействия.

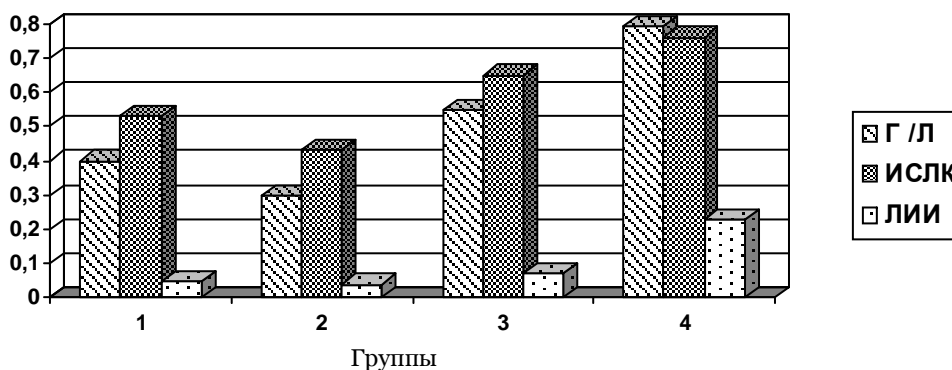


Рис. 1. Лейкоцитарные индексы крови кур через 8 часов после вибрационного воздействия

Соотношение гетерофилов и лимфоцитов (Г/Л) крови кур позволяет установить наличие в организме антистрессорных реакций и стресса. После вибрационного воздействия 120 кол. дв. в мин. в крови кур соотношение Г/Л достоверно уменьшилось на 25% по сравнению с контрольной величиной, это позволяет установить наличие антистрессорной реакции. При увеличении частоты воздействия соотношение Г/Л увеличилось на 37.5% и 97.5% соответственно, что подтверждает данные лейкограммы и свидетельствует о развитии стресс-реакции [8, 9].

Индекс сдвига лейкоцитов крови (ИСЛК), который отражает динамику соотношения гранулоцитарных и агранулоцитарных лейкоцитов крови, имел сходную динамику. При увеличении индекса, а соответственно и содержания гранулоцитарных лейкоцитов крови, что отмечено в лейкограмме крови кур после среднего и наибольшего по силе воздействия, четко диагностируется стресс-реакция [13].

Лейкоцитарный индекс интоксикации (ЛИИ) дает возможность определять наличие интоксикационных процессов в организме, что характеризует напряженность протекания стресс-реакции. Показатель достоверно увеличивался при среднем и наибольшем по силе воздействии. Это свидетельствует о развитии интоксикационных процессов в организме, что является негативным признаком и свидетельствует о напряженности механизмов адаптации [4].

Через 24 часа после воздействия достоверные отличия в лейкограмме имелись у кур в группах, где вибрационное воздействие приводило к развитию стресса, но эти изменения были менее выражены по сравнению с 8 часовым забором крови. Сходную динамику имели и лейкоцитарные индексы. Это может указывать на наступление стадии резистентности стресса [12].

В табл. 2 представлены результаты изучения некоторых биохимических параметров крови кур.

Таблица 2

**Биохимические параметры крови кур через 24 часа после вибрационного воздействия**

Параметры		Группы			
		1	2	3	4
Общий белок, г/л	До воздействия	44.0±0.4	44.3±0.3	44.2±0.4	44.4±0.6
	После воздействия		55.3±1.5*	45.7±1.67	35.0±2.08*
АлАТ, ммоль/л*ч	До воздействия	1.9±0.3	1.8±0.6	1.9±0.2	1.9±0.2
	После воздействия		2.3±0.2	1.1±0.2	0.7±0.1*
АсАТ, ммоль/л*ч	До воздействия	2.9±0.2	2.7±0.4	2.9±0.3	2.9±0.2
	После воздействия		3.0±0.3	2.1±0.2	2.2±0.2
Креатинин, мкмоль/л	До воздействия	55.0±0.6	54.6±0.8	55.4±0.4	55.6±0.6
	После воздействия		58.3±1.4	65.3±2.9*	84.0±2.0**
Гемоглобин, г/л	До воздействия	85.0±0.6	86.2±0.8	85.4±0.6	85.8±0.6
	После воздействия		78.7±5.8	97.3±0.9*	101.0±3.8**
Иммуноглобулины сыворотки, ед.	До воздействия	7.1±0.4	7.4±0.6	7.2±0.4	7.6±0.4
	После воздействия		8.0±0.8	8.2±0.06	12.9±0.8*

Примечание: достоверные изменения по сравнению с контрольной группой (гр. №1)

\* - при  $P < 0.05$ ; \*\* -  $P < 0.01$ .

Через 24 часа после воздействия в сыворотке крови кур гр. 2, в которой по данным лейкограммы диагностировалась антистрессорная реакция спокойной активации, отмечено достоверное увеличение содержания общего белка на 25.7%. Это может указывать на усиление защитных свойств организма птицы. У кур подвергшихся наибольшему по силе воздействию, было отмечено уменьшение содержания общего белка в сыворотке крови, что может характеризовать стрессовое состояние птицы [5, 6].

В наших исследованиях было обнаружено достоверное снижение содержания в сыворотке крови фермента АлАТ при воздействии 160 кол. дв. в мин, при воздействии 120 кол. дв. в мин. отмечена тенденция к повышению содержания АлАТ. Эти данные согласуются с содержанием общего белка в сыворотке крови, т.е. при уменьшении содержания общего белка в крови кур уменьшается содержание фермента участвующего в его синтезе.

При применении наибольшего воздействия отмечено достоверное увеличение содержания иммуноглобулинов сыворотки крови. Это может характеризовать усиление защитных свойств организма птицы для преодоления стрессорного воздействия [10].

Содержание глюкозы через 5 минут после воздействия в крови кур гр. 3 и 4 достоверно (при  $P < 0.05$ ;  $P < 0.01$ ) увеличилось на 22.6 % и 48.8 % соответственно. Что указывает на появление гликогенолиза в ответ на стрессовую операцию. Через 24 часа после воздействия концентрация глюкозы в этих группах достоверно снижалась, что, по мнению С.Г. Крыловой (2000), является следствием ингибирования процессов глюконеогенеза и свидетельствует о наступлении фазы резистентности стресса. Эти данные согласуются с анализом лейкограммы [1].

При изучении содержания витамина С в печени кур через 24 часа после вибрационного воздействия было установлено, что его концентрация достоверно уменьшалась во всех опытных группах по сравнению с контролем. Причем по мере увеличения силы воздействия выраженность изменений была выше. Как известно, печень – депо организма и содержание витамина С в ней может косвенно указывать на «успешность» адаптации к стресс факторам [10].

Во второй серии эксперимента изучали адаптацию кур к промышленной и моделированной транспортировке. Установили, что изменения лейкограммы непосредственно после транспортировки птицы на убойный цех характеризовали наличие в организме стресса. На это указывали достоверные изменения всех компонентов лейкограммы.

Для выяснения динамики развития стресс-реакции моделировали транспортировку птицы в тех же условиях. На рис. 2 показаны лейкоцитарные индексы крови кур через 8 часов после моделированной транспортировки. При этом через 8 часов после

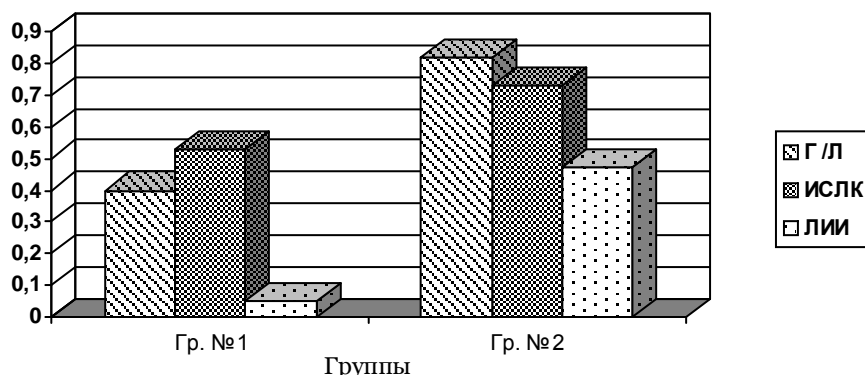


Рис. 2. Лейкоцитарные индексы крови кур через 8 часов после транспортировки

воздействия было отмечено достоверное увеличение показателей г/л на 105 % и ИСЛК на 37.7 % свидетельствующих о наличии стресс-реакции, динамика ЛИИ указывала на наличие интоксикационных процессов в организме, а соответственно и напряженности механизмов адаптации. Через 24 часа после транспортировки достоверных изменений лейкоцитарных индексов выявлено не было.

В третьей серии эксперимента изучалось физиологическое состояние птицы при воздействии шума. В табл. 3 представлена лейкограмма крови кур через 8 и 24 часа после воздействия.

Таблица 3

#### Лейкограмма крови кур после шумового воздействия

Клетки лейкограммы, %		Группы		
		1	2	
			через 8 часов	через 24 часа
Эозинофилы	До воздействия		3.4±0.2	3.4±0.2
	После воздействия	3.2±0.2	3.8±0.4	3.4±0.3
Базофилы	До воздействия		3.4±0.4	3.4±0.4
	После воздействия	3.6±0.2	2.9±0.3	1.8±0.2*
Палочкоядерные нейтрофилы	До воздействия		2.4±0.6	2.4±0.6
	После воздействия	2.1±0.3	1.7±0.1	1.8±0.2
Сегментоядерные нейтрофилы	До воздействия		31.6±1.2	31.6±1.2
	После воздействия	31.3±1.4	34.1±1.2	40.3±0.8*
Лимфоциты	До воздействия		50.2±1.1	50.2±1.1
	После воздействия	50.1±1.0	47.7±1.1	43.7±0.9*
Моноциты	До воздействия		9.2±0.4	9.2±0.4
	После воздействия	9.7±0.3	9.8±0.3	9.0±0.4

Примечание: достоверные изменения по сравнению с контрольной группой (гр. №1)

\* - при  $P < 0.05$ .

Через 24 часа после воздействия достоверно увеличилось количество сегментоядерных нейтрофилов, одновременно с этим отмечено снижение числа лимфоцитов. Такая динамика клеток лейкограммы характерна для развития стресс-реакции. В содержании эозинофилов и моноцитов достоверных изменений выявлено не было, т.е. стресс протекает без напряжения функций организма [6].

Соотношение г/л через 8 часов после воздействия достоверно увеличилось на 22 %, а через 24 часа на 49 %, т.е. диагностируется стресс-реакция. Динамика ИСЛК сходна с динамикой соотношения г/л.

В табл. 4 представлены результаты изучения некоторых биохимических параметров крови кур после шумового воздействия.

Таблица 4

**Биохимические параметры крови кур через 24 часа после шумового воздействия**

Параметры		Группы	
		1	2
Общий белок, г/л	До воздействия	38.3±1.2	38.5±1.4
	После воздействия		42.2±0.8*
АлАТ, ммоль/л*ч	До воздействия	1.20±0.09	1.26±0.08
	После воздействия		0.91±0.06*
АсАТ, ммоль/л*ч	До воздействия	2.39±0.09	2.40±0.08
	После воздействия		2.07±0.11*
Глюкоза, ммоль/л	До воздействия	8.29±0.07	8.32±0.09
	После воздействия		11.64±0.12**
α-амилаза, мг/с*л	До воздействия	38.9±0.3	38.7±0.4
	После воздействия		35.2±1.0*
Иммуноглобулины сы-воротки, ед.	До воздействия	8.3±0.6	8.6±0.8
	После воздействия		12.4±0.8*

Примечание: достоверные изменения по сравнению с контрольной группой (гр. №1)

\* - при  $P < 0.05$ ; \*\* -  $P < 0.01$ .

Было обнаружено увеличение содержания общего белка в сыворотке крови кур опытной группы. Такая динамика показателя при развитии стресс-реакции может характеризовать протекание реакции без напряжения функций организма.

Через 24 часа после воздействия отмечено достоверное уменьшение содержания фермента α-амилазы в сыворотке крови кур. Что может указывать на приостановку пищеварительной функции в ответ на действие стресс-фактора.

После воздействия шума достоверно увеличилось содержание эритроцитов, гемоглобина, а соответственно гематокрит. Такую закономерность можно объяснить повышением потребности тканей и органов в кислороде при развитии стресс-реакции.

После шумового воздействия отмечено снижение количества потребляемого корма на 34 %, увеличение падежа птицы на 16.3 %, уменьшение среднесуточных прирестов. Так, к окончанию периода выращивания куры опытной группы весили в среднем на 300 г меньше по сравнению с птицей контрольной группы. Это может подтверждать данные лейкограммы, биохимических и гематологических показателей о наличии в организме кур стресс-реакции и негативном ее влиянии на производство сельскохозяйственной продукции.

### Выводы

1. Вибрационное воздействие с частотой кол. дв. 120 в мин. вызывает у кур развитие адаптационной реакции спокойной активации. Это подтверждается достоверным снижением содержания в лейкограмме сегментоядерных нейтрофилов с 22,8% до 19.3 %, увеличением числа лимфоцитов с 57.6 % до 63.7 %, уменьшением соотношения Г/Л на 25 %, ИСЛК на 18,9 % по сравнению с величинами контрольной группы.

2. При увеличении силы раздражителя до 140 и 160 кол. дв. в мин. у кур развивается стресс-реакцию. Через 8 часов развивается стадия тревоги или мобилизации, об этом свидетельствуют достоверное снижение в лейкограмме числа эозинофилов на 69.9%, базофилов на 58.6%, лимфоцитов на 19.4%, увеличение содержания сегментоядерных нейтрофилов на 70.6%.

3. После транспортировки у кур развивается стресс-реакция. Признаки стадии тревоги (снижение содержания эозинофилов на 65.4 %, лимфоцитов на 13.5 %, увеличение числа сегментоядерных нейтрофилов на 54.1 %) отмечены непосредственно после воздействия фактора. Через 24 часа стадия тревоги сменяется стадией резистентности, это подтверждается изменением компонентов лейкограммы, лейкоцитарных индексов.





4. Транспортировка, вибрация и шум вызывают у кур адаптационные реакции разного типа, сроки развития стадий и напряженность которых определяется силой и качеством воздействия.

#### Список литературы

1. Аншаков Д.В. Гематокритное число и уровень глюкозы в крови молодняка яичных кур после дебикирования в различном возрасте // Науч. произв. опыт в птицеводстве: Экспресс-информ. ВНИТИП. – Сергиев Посад, 2006. – №1. – С. 17-20.
2. Байдевятлов А.Б., Николаенко В.П. Профилактика стрессов перемещения и ветеринарных обработок птицы // Науч.-техн. бюллетень Укр. НИИ птицеводства. – 1983. – Т. 15. – С. 37-39.
3. Болотников И.А., Михкиева В.С., Олейник Е.К. Стресс и иммунитет у птиц. – Л.; Наука, 1983. – 118 с.
4. Галицкая М.С. Влияние различных стрессовых ситуаций на моторно-секреторную функцию тонкого кишечника у собак и коррекция стресс – реакций с использованием биологически активных добавок: дисс. 03.00.13. канд. биол. наук. – Омск, 2003. – 207 с.
5. Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б., Кузьменко Т.С. Активационная терапия. Антистрессорные реакции активации и тренировки и их использование для оздоровления, профилактики и лечения. – Ростов н/Д.: Изд-во Рост. ун-та, 2006. – 256 с.
6. Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б., Уколова М.А. Адаптационные реакции и резистентность организма. – Ростов н/Д., 1990. – 223 с.
7. Горизонтов П.Д., Белоусова О.И., Федотова М.И. Стресс и система крови – М.: Медицина, 1983. – 240 с.
8. Забудский Ю.И. Проблемы адаптации в птицеводстве // Сельскохозяйственная биология. Серия Биология животных. – 2002. - №6. – С. 80-85.
9. Забудский Ю.И. Современные методы диагностики состояния стресса у сельскохозяйственных птиц // Труды III-й Международной ирано-российской конференции «Сельское хозяйство и природные ресурсы». – М., 2002. – С. 134-135.
10. Ковалева О.Л. Адаптация кур к острому и хроническому стрессам: дисс. 03.00.13 канд. биол. наук. – Белгород, 2008. – 115 с.
11. Плященко С.И., Сидоров В.Т. Стрессы у сельскохозяйственных животных. – М.: Агропромиздат, 1987. – 192 с.
12. Салаутин В.В. Адаптивная реакция у цыплят при стрессах // Ветеринария. – 2003. - №1. – С. 23-25.
13. Яблuchанский И.Н. Индекс сдвига лейкоцитов крови как маркер реактивности организма при остром воспалении // Лаб. дело. – 1983. - №1. – С. 60-61.

## HENS ADAPTATION TO FACTORS OF INDUSTRIAL HOUSING

L. K. Buslovskaya

A. Y. Kovtunenکو

E. Y. Belayeva

*Belgorod State University,  
Studentcheskaja St, 14,  
Belgorod, 308007, Russia*

*E-mail: buslovskaya@bsu.edu.ru;*

This article deals with the hens' adaptation features to the influence of the industrial factors. It is ascertained that transportation, vibration and noise cause different adaptable reactions. Stages development period and intensity are defined by the influence force and the influence quality.

Key words: stress, adaptation, antistress reactions, stress, leucogram.

УДК 57.013

## РЕАКЦИИ ЛЕЙКОЦИТОВ КРОВИ КРЫС НА РАСТВОРИМЫЕ И НЕРАСТВОРИМЫЕ ФОРМЫ МЕТАЛЛОВ В ОПЫТАХ *IN VIVO* И *IN VITRO*

**Н. А. Павлов**  
**С. В. Надеждин**

Белгородский  
государственный  
университет,  
Россия, 308007, г. Белгород,  
ул. Студенческая, 14

E-mail: ncpvbl@gmail.com

В работе проведено изучение влияния ионов кальция и наночастиц железа на морфометрические параметры и функциональные свойства лейкоцитов крови. Повышение концентрации ионов кальция в питьевой воде приводит к изменениям морфометрических характеристик белых клеток крови. Мембранный резерв нейтрофилов используется больше, чем лимфоциты, а восстановление исходного объема клеток происходит эффективнее у лимфоцитов в отличие от нейтрофилов. Ионы кальция при непосредственном воздействии на лейкоциты вызывают увеличение объема клеток. Инкубация белых клеток с наночастицами железа приводит к изменению функциональных свойств плазмалеммы с увеличением ее проницаемости.

Ключевые слова: лейкоциты, кальций, наночастицы железа.

### Введение

Наиболее распространенными в окружающей среде патогенными агентами являются растворимые и нерастворимые формы металлов, поступающие в организм преимущественно алиментарным путем. В связи с этим, особый интерес представляют данные о воздействии ионов кальция и наночастиц железа на белые клетки крови, защищающие организм от воздействий внешних и внутренних факторов. Ионы кальция обладают множеством эффектов по отношению к гемоцитам. Установлено, что  $Ca^{2+}$  снижает активность 5-липоксигеназы лимфоцитов, приводя к угнетению син еза лейкотриенов [1], влияет на процесс фагоцитоза и миграцию нейтрофилов [2,3]. О воздействии наночастиц железа на лейкоциты свидетельствуют единичные работы. Было показано, что внутривенное введение крысам 20 мг/кг наночастиц железа (ferumoxides), обладающих магнитными свойствами, не приводило к гибели белых клеток крови [4].

Целью настоящего исследования явилось изучение влияния повышенной концентрации  $Ca^{2+}$  и наночастиц железа на некоторые морфофункциональные свойства лейкоцитов.

### Материал и методы

Работа выполнена на белых клетках крови лабораторных крыс линии Вистар. Для изучения влияния ионов кальция и наночастиц железа на морфометрические параметры и функциональные свойства лейкоцитов было проведено 2 серии опытов.

В первой серии исследовали воздействие  $Ca^{2+}$  на гемоциты в опытах *in vivo* и *in vitro*. Животных экспериментальной группы в течение 6 месяцев поили жесткой водой, концентрация  $Ca^{2+}$  составляла 66.5 мг/л – опытная группа, контрольная группа получала имитаты питьевой воды с концентрацией  $Ca^{2+}$  9.75 мг/л. Полученную суспензию лейкоцитов использовали для оценки осморегуляторных реакций и мембранного резерва белых клеток крови при помощи комплексного метода [5].

Для опытов *in vitro* суспензию лейкоцитов получали общепринятым методом, затем делили на 2 части и добавляли раствор  $CaCl_2$ . Первая часть суспензии являлась контролем; концентрация  $Ca^{2+}$  составляла 2.23 ммоль/л, во второй части концентрация  $Ca^{2+}$  равнялась 2.52 ммоль/л – опытная группа. Содержание  $Ca^{2+}$  в контрольной группе соответствовало содержанию  $Ca^{2+}$  в сыворотке крови крыс интактной группы в опытах *in vivo*, а в опытной группе равнялась концентрации  $Ca^{2+}$  в сыворотке крови животных, употреблявших жесткую воду. Суспензии белых клеток инкубировали 30



мин в термостате при температуре  $+37\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Для оценки использования мембранного резерва лейкоциты подвергали гипосмотическим нагрузкам в 0.2 % растворе  $\text{NaCl}$ . После всех экспозиционных нагрузок готовили мазки, которые фиксировали глутаровым альдегидом. Клетки сканировали на атомно-силовом микроскопе «ИНТЕГРА Вита» (НТ-MDT, Россия) полуконтактным методом с последующим определением морфометрических показателей (диаметра, высоты, объема, площади поверхности клеток). По измеренным геометрическим характеристикам рассчитывали коэффициент уплощенности (КУ) – отношение площади эллипса (проекция в плоскости длинных осей) к их высоте – с последующей оценкой пластичности клеток.

Во второй серии опытов изучали воздействие наночастиц железа на функциональные свойства (проницаемость плазмалеммы) лейкоцитов. Для этого суспензию белых клеток делили на две части: первая часть служила контролем, во вторую добавляли раствор наночастиц железа в концентрации  $10^{-6}\text{ M}$  – опытная группа. Суспензии белых клеток инкубировали в термостате в течение 30 минут при  $+37\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Затем лейкоциты переносили из пробирок в чашки Петри (SPL Lifesciences), добавляли  $0.5\text{ }\mu\text{M}$   $\text{Calcein-AM}$  (Cat. C3100MP, Molecular Probes, Inc. USA) и снова инкубировали в термостате 30 минут при  $+37\text{ }^{\circ}\text{C}$ . По завершении времени инкубации чашки Петри извлекали из термостата и помещали на предметный столик конфокального лазерного сканирующего микроскопа Nikon Eclipse C1 plus. При помощи программного обеспечения EZ-C1 оценивали интенсивность флуоресценции лейкоцитов контрольной и опытной групп. Достоверность различий оценивали по критерию Стьюдента и критерию Вилкоксона.

### Результаты исследования и их обсуждение

В экспериментах *in vivo* по изучению влияния  $\text{Ca}^{2+}$  было выявлено, что мембранный резерв использовался примерно одинаково лимфоцитами контрольной и опытной группы животных, употреблявших жесткую воду. Увеличение диаметра клеток после инкубации в 0.2 % растворе  $\text{NaCl}$  составляло 26.4 % – контрольная группа и 25.4 % – опытная группа. Мембранный резерв нейтрофилов в опытной группе использовался эффективнее, чем в контрольной группе животных. Увеличение диаметра гематоцитов после инкубации в 0.2 % растворе  $\text{NaCl}$  составляло 24.1 % в опытной группе и 20.7 % в группе контроля (табл. 1).

Таблица 1

Диаметры лейкоцитов в изотоническом и сильно-гипотоническом растворах хлорида натрия ( $\text{M} \pm \text{m}$ )

Группа	$\text{NaCl}$ 0.9 %		$\text{NaCl}$ 0.2 %, 60 с	
	нейтрофилы, мкм	лимфоциты, мкм	нейтрофилы, мкм	лимфоциты, мкм
Контроль	$9.2 \pm 0.06$	$6.7 \pm 0.04$	$11.1 \pm 0.06^*$	$8.4 \pm 0.05^*$
Опыт	$8.7 \pm 0.06$	$6.7 \pm 0.04$	$10.8 \pm 0.06^{*?}$	$8.4 \pm 0.04^*$

\* – достоверность различий по сравнению с изотоническим раствором (0.9%  $\text{NaCl}$ ) ( $p < 0.01$ );

? – достоверность различий по сравнению с интактными животными ( $p < 0.01$ ).

Осморегуляторные реакции, характеризующиеся восстановлением размера клеток после длительной инкубации (1 час) в 0.45 % растворе  $\text{NaCl}$ , эффективнее проявлялись у лимфоцитов по сравнению с нейтрофилами (табл. 2). В опытной группе восстановление исходного объема было менее эффективным как у лимфоцитов, так и у нейтрофилов по сравнению с группой контроля.

В опытах *in vitro* было установлено увеличение объема лейкоцитов в опытной группе при экспозиции в изо- и гипотоническом растворах  $\text{NaCl}$  по сравнению с контролем. Объем белых клеток крови в опытной группе составлял  $80.8 \pm 10.3\text{ мкм}^3$  (0.9% раствор  $\text{NaCl}$ ) и  $96.7 \pm 11.9\text{ мкм}^3$  (0.2% раствор  $\text{NaCl}$ ), а в контрольной группе  $54.9 \pm 9.2\text{ мкм}^3$  и  $87.4 \pm 44.7\text{ мкм}^3$ , соответственно. В опытной группе при инкубации в 0.2% растворе  $\text{NaCl}$  объем увеличивается на 19.7%, тогда как в контрольной группе этот показатель составляет 59.0% ( $p < 0.05$ ) (рис. 1).

Таблица 2

**Диаметры лейкоцитов в изотоническом и умеренно-гипотоническом растворах хлорида натрия при разном времени инкубации,  $M \pm m$**

Группа	Лейкоциты	$NaCl$ 0.9%	$NaCl$ 0.45%. Время инкубации - 60 секунд	$NaCl$ 0.45%. Время инкубации - 1 час
Контроль	лимфоциты	$6.7 \pm 0.04$	$7.4 \pm 0.04$ *	$6.9 \pm 0.04$
Опыт		$6.7 \pm 0.04$	$7.6 \pm 0.05$ * <sup>a</sup>	$7.0 \pm 0.04$ °
Контроль	нейтрофилы	$9.2 \pm 0.06$	$9.9 \pm 0.07$ *	$9.5 \pm 0.08$ °
Опыт		$8.7 \pm 0.06$	$9.7 \pm 0.07$ *	$9.2 \pm 0.07$ °

\* — достоверность различий по сравнению с 0.9% раствором  $NaCl$  ( $p < 0.01$ ).  
 ? — достоверность различий по сравнению с контролем ( $p < 0.01$ ).  
 ° — достоверность различий по сравнению с 0.45 % раствором  $NaCl$  (время инкубации 60 с) ( $p < 0.01$ ).

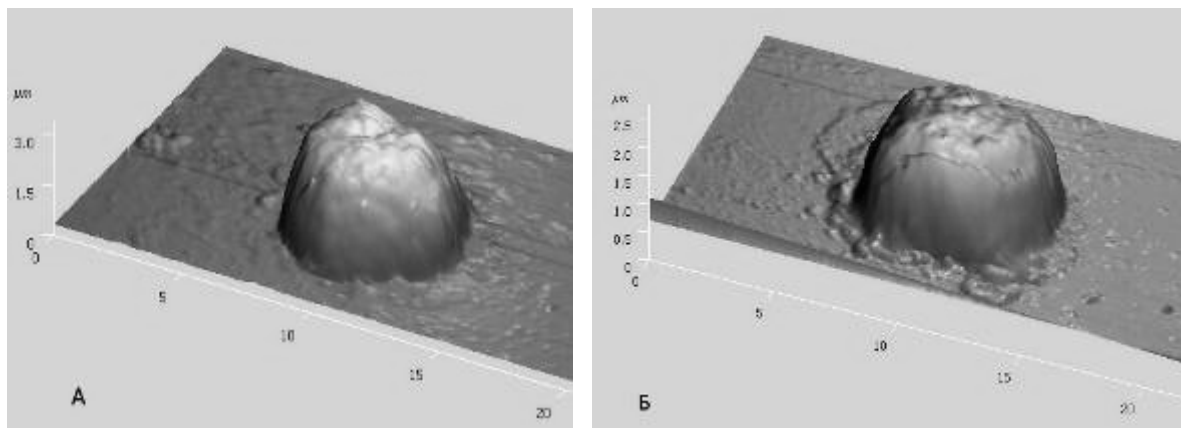


Рис. 1. АСМ изображение лейкоцитов, подверженных кальциевой нагрузке, при инкубации в 0.9 % (А) и 0.2 % (Б) растворе  $NaCl$

Параметры высоты белых клеток опытной группы превышали значения, полученные в контрольной группе, на 36.4 %. Значения коэффициента уплотненности лейкоцитов опытной группы свидетельствуют о снижении распластанности белых клеток крови в результате воздействия повышенной концентрации ионов кальция на 23% (0.9 % раствор  $NaCl$ ) и на 41 % (0.2% раствор  $NaCl$ ) (табл. 3).

Таблица 3

**Показатели высоты лейкоцитов крови ( $M \pm m$ )**

Группа	Средняя высота клеток, мкм		Коэффициент уплотнённости	
	$NaCl$ (0.9 %)	$NaCl$ (0.2 %)	$NaCl$ (0.9 %)	$NaCl$ (0.2 %)
Контроль	$1.1 \pm 0.19$	$1.1 \pm 0.37$	$74.1 \pm 21.84$	$109.7 \pm 38.64$ <sup>b</sup>
$Ca^{2+}$ 2.52 ммоль/л	$1.5 \pm 0.13$ <sup>a</sup>	$1.5 \pm 0.23$ <sup>a</sup>	$56.9 \pm 10.26$ <sup>a</sup>	$64.8 \pm 11.28$ <sup>ab</sup>

<sup>a</sup> — достоверность различий по сравнению с контрольной группой (непарный критерий Вилкоксона,  $p < 0.05$ ).

<sup>b</sup> — достоверность различий по сравнению с изотоническим раствором (непарный критерий Вилкоксона,  $p < 0.05$ ).

Во второй серии опытов было установлено, что при инкубации суспензии лейкоцитов с наноразмерными частицами железа изменяются функциональные свойства лейкоцитов. Об этом свидетельствует увеличение интенсивности флуоресценции клеток опытной группы ( $1178.1 \pm 11.43$ , отн. ед.) на 6.2 % по сравнению с контрольной группой ( $1109.9 \pm 9.26$  отн. ед.). Выявлено, что наночастицы железа оказывают воздействия на цитоплазматическую мембрану лейкоцитов, увеличивая ее проницаемость.



### Заключение

Повышение концентрации ионов кальция в питьевой воде приводит к изменениям морфометрических характеристик белых клеток крови крыс. Использование мембранного резерва нейтрофилами происходит эффективнее по сравнению с лимфоцитами. Осморегуляторные реакции реализуются менее выражено лейкоцитами опытной группы по сравнению с контролем. Восстановление исходного объема клеток происходит эффективнее у лимфоцитов по сравнению с нейтрофилами. Ионы кальция при непосредственном воздействии на лейкоциты способствуют увеличению объема клеток по сравнению с контролем. Рост показателей объема лейкоцитов после инкубации в растворе с повышенной концентрацией кальция осуществляется вследствие увеличения высоты белых клеток крови, а не за счет их распластанности на поверхности подложки. Инкубация белых клеток с наночастицами железа приводит к изменению функциональных свойств плазмалеммы с увеличением ее проницаемости.

### Список литературы

1. Rouzer C.A., Samuelsson B. Reversible, calcium-dependent membrane association of human leukocyte 5-lipoxygenase // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. – 1987. – Vol. 84. – P. 7393-7397.
2. Bengtsson T., Jaconi M. E., Gustafson M., Magnusson K. E., Theler J. M., Lew D. P., Stendahl O. Actin dynamics in human neutrophils during adhesion and phagocytosis is controlled by changes in intracellular free calcium // Eur. J. Cell Biol. – 1993. – Vol. 62. – P. 49-58.
3. Mandeville J. T., Maxfield F. R. Effects of buffering intracellular free calcium on neutrophil migration through three-dimensional matrices // J. Cell. Physiol. – 1997. – Vol. 171. – P. 168-178.
4. Wu Y.J., Muldoon L.L., Varallyay C., Markwardt S., Jones R.E., Neuwelt E.A. In vivo leukocyte labeling with intravenous ferumoxides/protamine sulfate complex and in vitro characterization for cellular magnetic resonance imaging // Am J Physiol Cell Physiol. – 2007. – Vol. 293. – P. 1698-1708.
5. Федорова М.З., Левин В.Н. // Клиническая лабораторная диагностика. – 1997. – № 11. – С. 44-46.

*Работа выполнена при поддержке федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы по теме: «Клеточный ответ на растворимые и нерастворимые (в форме наночастиц) металлы в опытах in vivo и in vitro» (шифр заявки «2010-1.3.2-203-002-010»).*

## RATS LEUKOCYTES RESPONSE TO SOLUBLE AND INSOLUBLE FORMS OF METALS EXPERIMENTS *IN VIVO* AND *IN VITRO*

N. A. Pavlov  
S. V. Nadezhdin

Belgorod State University,  
Studencheskaja St, 14,  
Belgorod, 308007, Russia  
E-mail: ncpvbl@gmail.com

There has been held an investigation of calcium and iron nanoparticles influence on the morphometric and functional properties of leukocytes. The increase of calcium concentration in drinking water leads to the changes of leukocytes' morphometric parameters. The usage of membrane reserve by neutrophils is higher in comparison with lymphocytes while blood cells' osmoregulation reactions are more effectively used by lymphocytes in contrast to neutrophils. The influence of calcium ions on leukocytes promotes the growth of the cell volume. The increase of leukocytes' volume indices after incubation with high concentration of calcium solution arises from cells' height growth. Incubation of blood cells with iron nanoparticles leads to the increase of leukocytes' membrane permeability which is characterized by increment of the white blood cells' fluorescence intension.

Key words: leukocytes, calcium, iron nanoparticles.



## ПОЛОВЫЕ РАЗЛИЧИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА УГЛЕРОДНОГО НАНОСТРУКТУРНОГО МАТЕРИАЛА – ПЕРСПЕКТИВНОГО НОСИТЕЛЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ НА ЛАБОРАТОРНЫХ МЫШАХ<sup>1</sup>

**А. А. Гусев<sup>1</sup> И. А. Полякова<sup>1</sup>  
Е. Б. Горшенева<sup>1</sup> А. Г. Ткачев<sup>2</sup>  
А. В. Емельянов<sup>1</sup> С. В. Шутова<sup>1</sup>  
О. Н. Зайцева<sup>1</sup> А. В. Федоров<sup>3</sup>  
Т. В. Васильева<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина, Россия, 392000, г. Тамбов, ул. Интернациональная, 33  
E-mail: nanosecurity@mail.ru

<sup>2</sup>Тамбовский государственный технический университет, Россия, 392000, г. Тамбов, ул. Советская, 106

<sup>3</sup>Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Биологический факультет, Россия, 119991, г. Москва, Ленинские горы, 1, стр. 12, МГУ

Проведено исследование влияния промышленно производимого углеродного наноструктурного материала (многостенных углеродных нанотрубок) на репродуктивную деятельность нелинейных лабораторных мышей. Установлено, что перорально вводимый коллоидный водный раствор наноматериала в среднесуточной дозировке 30 мг/кг массы тела приводит к бесплодию у самцов мышей, однако не вызывает негативных изменений репродуктивной функции у самок.

Ключевые слова: многостенные углеродные нанотрубки, нанотоксикология, репродуктивная токсичность.

### Введение

Открытые в 1991 году, углеродные нанотрубки быстро завоевали статус одного из самых перспективных материалов будущего. Среди реальных и потенциальных сфер их применения – микроэлектроника, микромеханика, энергетика, экология, сельское хозяйство и т.д. Особенно стоит остановиться на медицинских приложениях – здесь углеродные нанотрубки, за счет своих уникальных физико-химических свойств, таких, как высокая прочность, гидрофобность, химическая инертность, высокая проникающая способность, становятся идеальными носителями для доставки лекарственных веществ, обеспечивающими адресность, сохранность активных компонентов во внутренней среде организма, пролонгированность действия [1]. В то же время, вопрос токсичности углеродных нанотрубок является предметом продолжающихся дебатов [2]. Имеется ряд работ, демонстрирующих негативное воздействие этих структур на живые организмы [3, 4, 5]. В большинстве известных исследований на млекопитающих наноматериалы вводились аэрозольно. В то же время, наряду с респираторным и перкутантным путями, алиментарное поступление наноматериалов в организм представляется наиболее вероятным [6]. Кроме того, недостаточно изучены вопросы репродуктивной токсичности углеродных нанотрубок. Поэтому целью данного исследования явилась оценка реакции репродуктивной системы на углеродный наноструктурный материал «Таунит» (УНМ «Таунит», многослойные углеродные нанотрубки), вводимый перорально лабораторным мышам.

### Объекты и методы исследования

Объект исследования – углеродный наноматериал «Таунит» (УНМ «Таунит», многостенные углеродные нанотрубки), производимый в промышленных масштабах

<sup>1</sup> НИР проведена в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы (госконтракт № П 208 от 23.04.2010 г.)

ООО «НаноТехЦентр» (г. Тамбов). Данный материал представляет собой одномерные, наномасштабные, нитевидные образования поликристаллического графита, цилиндрической формы с внутренним каналом, в виде сыпучего порошка черного цвета. Гидрофобен, химически инертен, чистота – более 98%. Гранулы УНМ микрометрических размеров имеют структуру спутанных пучков многостенных трубок (рис. 1), способ получения – газофазное химическое осаждение на металлическом катализаторе (ГФХО) или CDC-процесс. «Таунит» является перспективным материалом для авиационной, атомной, космической промышленности, медицины, фармацевтики, для производства суперкомпьютеров, видеотехники, плоских экранов, мониторов, фильтров широкого назначения. Добавка УНМ «Таунит» улучшает качество смазок, конструкционных композитов, строительных материалов. Гранулы «Таунита» могут служить носителями катализаторов или лекарственных препаратов, также в качестве адсорбентов, источников холодной эмиссии электронов [7].

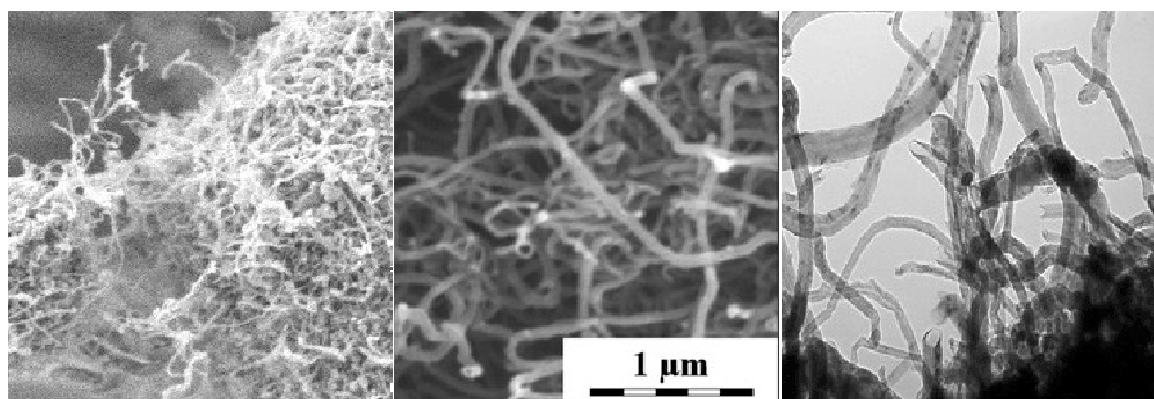


Рис. 1. Электронные микрофотографии углеродного наноструктурного материала «Таунит». Фотографии предоставлены ООО «НаноТехЦентр», г. Тамбов

Эксперимент состоял из двух частей: в первом случае проводилась оценка физиологического эффекта исследуемого наноматериала на самцов, во втором – на самок лабораторной мыши.

1. Для исследования воздействия наноматериала на мужскую репродуктивную функцию формировались две одновозрастные группы животных (экспериментальная и контрольная группы), состоящие из 10 половозрелых нелинейных самцов лабораторной мыши каждая. На протяжении всего эксперимента все животные содержались в стандартных условиях (ГОСТ Р 50258-92). Карантин составлял 10 дней.

В течение 30 дней экспериментальной группе перорально вводился УНМ «Таунит» путем замены питьевой воды на коллоидный водный раствор. Раствор готовился на дистиллированной воде с использованием ультразвуковой установки. Среднесуточная доза исследуемого материала на каждого самца в экспериментальной группе составляла 30 мг/кг. Оценивалось общее состояние животных.

Контрольную группу составляли мыши, которым вводили дистиллированную воду в аналогичных количествах.

По истечении срока экспозиции к каждому самцу подсаживалось по 3 виргинных неэкспонированных самок. Отмечалось наличие полового поведения. Подсадка самок к подопытным самцам производилась еженедельно на протяжении трех недель. Отсаженных самок вскрывали через 15-17 дней. Оценивалось количество беременных самок, самок с живыми плодами, с мертвыми плодами; количество живых и мертвых плодов на помёт.

2. Для оценки действия наноматериала на репродуктивную функцию самок формировались две одновозрастные группы животных (экспериментальная и контрольная группы), состоящие из 10 половозрелых нелинейных самок лабораторной мыши каждая. На протяжении всего эксперимента все животные содержались в стандартных условиях (ГОСТ Р 50258-92). Карантин составлял 10 дней.

Коллоидный водный раствор наноматериала для поения животных готовился аналогично предыдущему.

После нескольких дней совместного содержания с половозрелыми неэкспонированными самцами, самок отсаживали в отдельные клетки и с этого момента переходили на поение тестируемой жидкостью. Эксперимент завершался после окончания молочного вскармливания потомства.

Оценивали следующие показатели: % гибели самок (общий и за каждый день эксперимента); % гибели молодняка в течение первых трех дней жизни; % не родивших самок; число эмбрионов у погибшей самки; плодовитость; общее состояние самок.

На каждом этапе помимо экспериментальной группы, содержалась и аналогичным образом изучалась контрольная группа мышей, для поения которой использовалась дистиллированная вода.

### Результаты и их обсуждение

1. Согласно методике исследования, к самцам из экспериментальной и контрольной групп в течение 3-х недель подсаживались неэкспонированные виргинные самки репродуктивного возраста. В обеих группах было зарегистрировано наличие нормального полового поведения. Внешних патологических изменений в экспериментальной группе отмечено не было. Последующее наблюдение за самками позволило установить, что углеродный наноматериал, вводимый перорально в исследуемой дозировке, вызывает полную стерильность самцов лабораторной мыши (рис. 2).

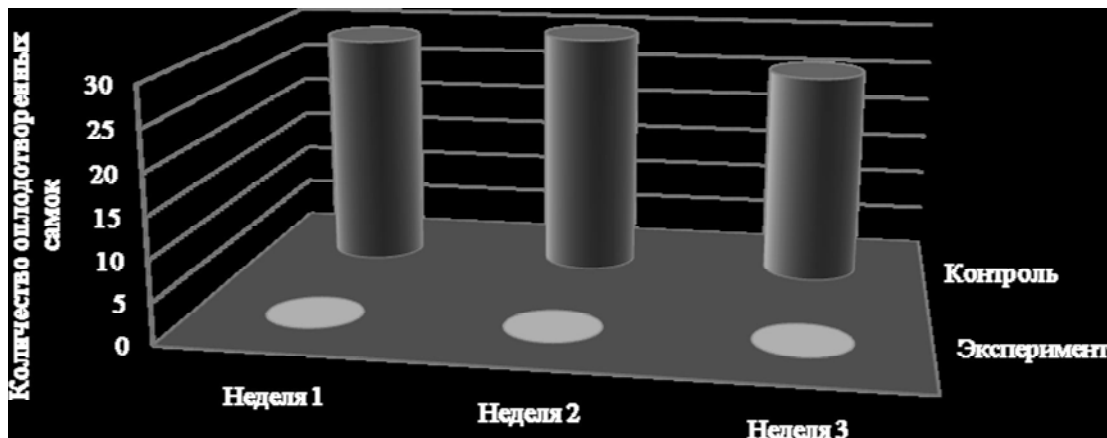


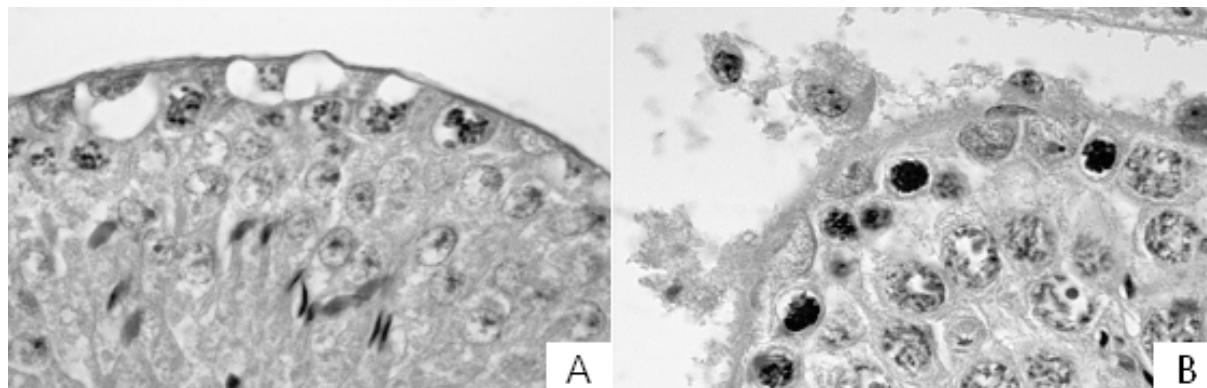
Рис. 2. Количество успешно оплодотворенных самок в течение эксперимента

Исследование гистологических срезов семенников экспериментальных животных показало значительные структурные нарушения по сравнению с контрольной группой (рис. 3). Полученный результат может свидетельствовать о том, что наряду с такими органами, как печень, селезенка и легкие семенники являются органами-мишенями для наночастиц.

Возможным механизмом токсического эффекта углеродных нанотрубок является окислительный стресс. Углеродные нанотрубки имеют цилиндрическую форму. Присутствие в ткани достаточно длинных и жестких (многослойных) нанотрубок вызывает «сбой» в поведении макрофагов [8]. Эти клетки оказываются неспособными «проглотить» такую большую частицу и лишь выбрасывают в среду токсичные формы кислорода (АФК) и гидролитические ферменты, вызывая воспалительную реакцию [8]. Окислительный стресс может явиться причиной инфертильности мужских особей. Гиперпродукция активных форм кислорода приводит к снижению жизнеспособности клеток в эякуляте, что приводит к неспособности к оплодотворению [9].

В ходе интоксикации наноматериалом возможно возникновение хромосомных аббераций. Большинство их возникает в хромосомах, получаемых от отца [10]. Воз-

можно, именно такие нарушения имели место в ходе эксперимента, что в конечном итоге привело к нежизнеспособности или сниженной жизнеспособности сперматозоидов, либо вызвало нарушения сперматогенной ткани, что воспрепятствовало нормальному образованию половых клеток. В результате самцы из обеих экспериментальных групп могли потерять способность к оплодотворению.



*Рис. 3.* Гистологические срезы семенников мышей из контрольной (А) и экспериментальной (В) групп. На правом изображении видны нарушение структуры семенного канальца и многочисленные некрозы клеток. Фотографии сделаны сотрудниками Биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова под руководством профессора кафедры клеточной биологии и гистологии, д. б. н. Г.Е. Онищенко

Стресс, возникший в результате механического повреждения или отравления наноматериалом, может сопровождаться повышением уровня стрессорных гормонов – кортикостероидов, катехоламинов. Гормональные сдвиги, сопровождающие стресс, способны вызывать патологические или адаптивные изменения на уровне ЦНС, в частности в гипоталамусе, в результате чего возможны нарушения секреции в нем гормона гонадолиберина, при этом снижается выделение лютеинизирующего гормона, действующего на находящиеся в семенниках клетки Лейдига, которые в ответ выделяют гормон тестостерон. Это впоследствии может обусловить дисфункцию репродуктивной системы [11]. Таким образом, нарушение гормонального баланса под воздействием наноматериала могло привести к угнетению репродуктивной функции на уровне гуморальной регуляции сперматогенеза.

2. Для исследования влияния наноматериала на женскую репродуктивную функцию, после совместного содержания с половозрелыми неэкспонированными самцами, самок в течение беременности и молочного вскармливания поили тестируемой жидкостью. Патологических отклонений во внешнем виде и поведении экспериментальных самок зарегистрировано не было, напротив, они более интенсивно набирали массу тела, чем самки контрольной группы.

Позитивная тенденция наблюдалась и при анализе исследованных показателей репродуктивной деятельности. Было установлено, что при воздействии на организм УНМ «Таунит», вводимого перорально в исследуемой дозировке происходит повышение плодовитости самок на 30 %, снижение смертности молодняка на 46 %, а также уменьшение доли не родивших особей на 17 % (рис. 4).

Подобный эффект можно объяснить следующим образом. Различные реакции на одно и то же воздействие в первом и втором экспериментах возможно связаны с особенностями физиологии мужского и женского организмов, которые выражаются в неодинаковых нормах реакции, характерных для каждого из полов [12]. Например, описанное выше возможное нарушение гормонального баланса в мужском организме может вызывать сперматоксический эффект, в то время как в женском организме подобная гормональная картина может стимулировать деятельность репродуктивной системы. Так или иначе, механизмы наблюдаемых нами изменений требуют более глубокого исследования.



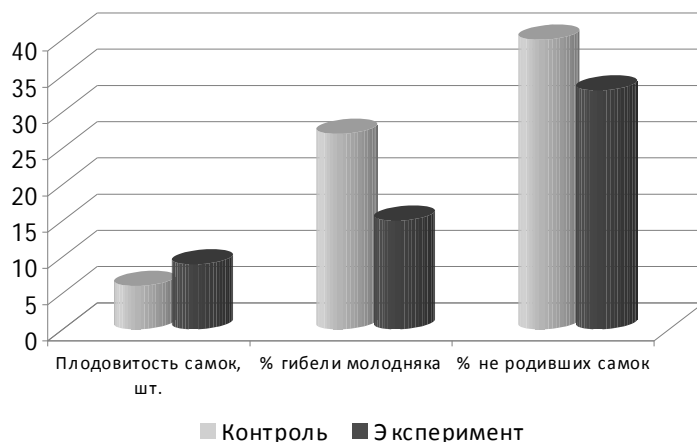


Рис. 4. Сопоставление среднегрупповых показателей плодовитости самок, доли погибшего молодняка, доли не родивших самок мышей в контрольной и экспериментальной группах

### Заключение

Таким образом, проведено исследование влияние промышленно-производимого углеродного наноструктурного материала на репродуктивные функции лабораторных мышей. Показано, что пероральное введение коллоидного водного раствора углеродного наноматериала «Таунит» в дозировке 30 мг/кг массы тела является причиной бесплодия у самцов мышей. В тоже время, исследуемая дозировка наноматериала стимулирует повышение плодовитости у самок, приводит к снижению смертности молодняка, а также уменьшению доли не родивших особей.

Полученные результаты могут быть учтены при разработке норм содержания углеродных наноматериалов в средах, контактирующих с животными и человеком, а также при создании на основе многостенных углеродных нанотрубок лекарственных препаратов нового поколения.

### Список литературы

1. Фостер Л. Нанотехнологии. Наука, инновации, возможности. – М.: Техносфера, 2008. – 352 с.
2. Zhao Yuliang, Xing Genmei, Chai Zhifang. Are carbon nanotubes safe? // Nature Nanotechnology. – 2008. – №4. – P. 191-192.
3. Kostarelos K. The long and short of carbon nanotube toxicity // Nature Biotechnology. – 2008. - №7. Vol. 26. – P. 774-776.
4. Miyawaki J., Yudasaka M., Azami T. et al. Toxicity of Single-Walled Carbon Nanohorns // Acsnano. – 2008. – Vol. 2, № 2. – P. 213–226.
5. Poland C. A., Duffin R., Kinloch I. et al. Carbon nanotubes introduced into the abdominal cavity of mice show asbestoslike pathogenicity in a pilot study // Nature Nanotechnology. – 2008. Vol. 3. – P. 423-428.
6. Онищенко Г.Г. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 31 октября 2007 г. №79 Москва «Об утверждении Концепции токсикологических исследований, методологии оценки риска, методов идентификации и количественного определения наноматериалов» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rospotrebnadzor.ru/documents/postanov/1344/> (дата обращения: 12.02.2010).
7. Ткачев А.Г., Золотухин И.В. Аппаратура и методы синтеза твердотельных наноструктур: монография / – М.: "Издательство Машиностроение-1", 2007. – 316 с.





8. Насибуллаев Ш.К. Фуллерены, их производные и нанотрубки [Электронный ресурс]. URL: <http://originweb.info/education/chemistry/fullerenes6.html> (дата обращения: 22.02.2010).

9. Быкова М.В. Нарушение редокс-баланса сперматозоидов и семенной плазмы мужчин при патоспермии. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Красноярск, 2008.

10. Уйба В.В. Разработка медико - биологического обеспечения безопасности в области нанотехнологий [Электронный ресурс]. URL: [http://rusnanotech08.rusnanoforum.ru/sadm\\_files/disk/Docs/1/7/14.pdf](http://rusnanotech08.rusnanoforum.ru/sadm_files/disk/Docs/1/7/14.pdf) (дата обращения: 10.03.2010).

11. Кэттайл В.М., Арки Р. А. Патология эндокринной системы. пер. с англ. – СПб. – М.: «Невский диалект» – «Издательство БИНОМ», 2001. – 336 с.

12. Геодакян В.А. Дифференциальная смертность и норма реакции мужского и женского пола. Журн. общ. биологии. – 1974. – Vol.35, № 3. – С. 376–385.

## SEXUAL DIFFERENCE OF THE PHYSIOLOGICAL EFFECT OF CARBON NANOSTRUCTURAL MATERIAL – A PERSPECTIVE CARRIER OF MEDICATION IN EXPERIMENT ON LABORATORY MOUSE

A. A. Gusev<sup>1</sup> I. A. Polyakova<sup>1</sup>  
E. B. Gorsheneva<sup>1</sup> A. G. Tkachev<sup>2</sup>  
A. V. Emel'yanov<sup>1</sup> S. V. Shutova<sup>1</sup>  
O. N. Zayceva<sup>1</sup> A. V. Fedorov<sup>3</sup>  
T. V. Vasilieva<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Tambov State University after G.R. Derzhavin, Internacionalinaya St., 33, Tambov, 392000, Russia,  
E-mail: nanosecurity@mail.ru

<sup>2</sup>Tambov State Technical University, Sovietskaya St., 106 Tambov, 392000, Russia

<sup>3</sup>Moscow State University of the after M.V. Lomonosov, Biological faculty, Leniniskie gory, 1/12, Moscow, 119991, Russia

This article shows the results of the conducted investigation of the carbon nanomaterial (produced industrially multiwalled carbon nanotubes) influence on the nonlinear laboratory mice's reproductive activity. It is determined that nanomaterial colloid (daily dose 30 mg/kg to body mass) causes the male barrenness whereas there is no negative changes in the female reproductive function.

Key words: multiwalled carbon nanotubes, nanotoxicology, reproductive toxicity.

УДК 615.072,615.074.615.322

## ИЗУЧЕНИЕ ФЛАВОНОИДНОГО СОСТАВА ЦВЕТКОВ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО

**О. О. Новиков Д. И. Писарев  
В. Н. Сорокопудов  
М. А. Журавель  
Н. Н. Нетребенко Н. В. Автина**

*Белгородский  
государственный  
университет,  
Россия, 308015, г. Белгород,  
ул. Победы, 854*

*E-mail: Pisarev@bsu.edu.ru*

В статье изложены данные о химическом изучении цветков клевера лугового, как перспективного источника биологически активных полифенолов - флавоноидов и изофлавоноидов. Изофлавоноиды – природные полифенолы, обладающие гипохолестеринемической и эстрогенной активностью. При химическом изучении методами масс-спектрометрии, тонкослойной хроматографии и УФ-спектрофотометрии в цветках клевера лугового обнаружены лютеолин-7-гликозид, генистеин, биоханин, формонетин. Наличие флавоноидов и изофлавоноидов в цветках клевера лугового открывает широкую перспективу для получения лекарственных препаратов гипохолестеринемического и эстрогенного действия.

Ключевые слова: цветки клевера лугового, флавоноиды, изофлавоноиды, масс-спектрометрия, УФ-спектроскопия, лютеолин-7-гликозид, генистеин, биоханин, формонетин.

### Введение

В настоящее время интерес, проявляемый к изучению флавоноидов специалистами разных направлений, существенно возрос. Причина этого заключается в их значительной биологической роли в живых системах и разнонаправленном фармакологическом действии. Для флавоноидов достоверно установлены такие фармакологические эффекты, как иммуностимулирующий, противоопухолевый, кардио-, гепато- и геропротекторный, антитромбоцитный, противоаллергический, противовирусный, гипохолестеринемический, капилляроукрепляющий, эстрогенный.

Доминирующее действие флавоноидов – антирадикальное, связанное с наличием в их структуре фенольных гидроксильных групп, участвующих в окислительно-восстановительных реакциях радикального типа. В этих реакциях флавоноиды выступают в роли восстановителей – доноров электронов по отношению к какому-либо радикальному агенту, переходя в свою окисленную форму – флавоксильный радикал [1].

Среди высших растений существенным многообразием разных групп флавоноидов отличается семейство бобовые. Особенностью данного семейства является накопление изофлавоноидов. Изофлавоноидам по сравнению с другими типами флавоноидов свойственен более широкий диапазон фармакологического действия на организм. В первую очередь следует выделить гипохолестеринемический и эстрогенный эффекты. Интересным является тот факт, что изофлавоны, относящиеся к группе фитоэстрогенов, способны конкурентно блокировать эстрогенные рецепторы и снижать риск гормонозависимых форм рака, таких как рак простаты и рак груди [2].

В качестве объекта исследования были взяты образцы цветков клевера лугового, являющегося представителем местной флоры, широко распространенным, легко культивируемым в качестве кормового.

В связи с этим нами поставлена цель настоящего исследования – химическое изучение цветков клевера лугового как источника ценных биологически активных флавоноидов для создания на их основе эффективных препаратов.

Для реализации поставленной цели основной задачей исследования явилось изучение флавоноидного состава выбранного объекта.

Для определения структуры выделенных веществ нами использован подход, заключающийся в сочетании двух методов: УФ-спектрофотометрии и масс-спектрометрии, что позволяет с предельной точностью экспрессно идентифицировать выделенное соединение.

Используя УФ-спектрофотометрию можно добиться выявления определенных диагностических признаков в структуре исследуемого соединения, в частности расположение гидроксильных групп и их гликозидирование. Привлечение масс-спектрометрии информирует о молярной массе вещества, а совпадение характера фрагментации неизвестного вещества и соединения предполагаемой структуры позволяет надёжно охарактеризовать строение соединения в целом.

Для выделения флавоноидов нами использована схема, согласно которой сырье – цветки клевера экстрагировали пятикратно 96% спиртом этиловым в аппарате Сокслета.

Полученную сумму сгущали на ротационном вакуум-испарителе ИР-1. Остаток разбавляли водой и отстаивали в холодильнике в течение суток. Выпавший осадок липофильных веществ отделяли под вакуумом и фильтрат оставляли в холодильнике для просветления. Отстоявшуюся жидкость фракционировали хлороформом и этилацетатом.

Полученные фракции упаривали под вакуумом, таким образом, получены хлороформная фракция X-1 и этилацетатная – Э-1.

Фракцию Э-1 переосаждали хлороформом и отстаивали в холодильнике. Выпавший желтый кристаллический осадок отделяли центрифугированием.

Полученный осадок очищали методом препаративной тонкослойной хроматографии в тонком слое силикагеля на пластинках Силуфол. Элюирование осуществляли в системе этилацетат – уксусная кислота – муравьиная кислота – вода в соотношениях (10:1:1:2,6). В результате в центральной части хроматограммы наблюдалась широкая полоса ярко-желтого цвета (Ф-1) соответствующая гликозиду, в верхней части хроматограммы локализовалась узкая полоса темного цвета (Ф-2) агликона. Полученные полосы снимали с хроматограммы и элюировали спиртом этиловым 96%-ным.

Элюаты спектрофотометрировали на УФ-спектрофотометре СФ-56. УФ-спектр фракции Ф-1 в области 220 – 400 нм имел максимума поглощения 264 и 355 нм и два плеча 303 и 305 нм, что характерно для флавонолов, результаты представлены на рис. 1.

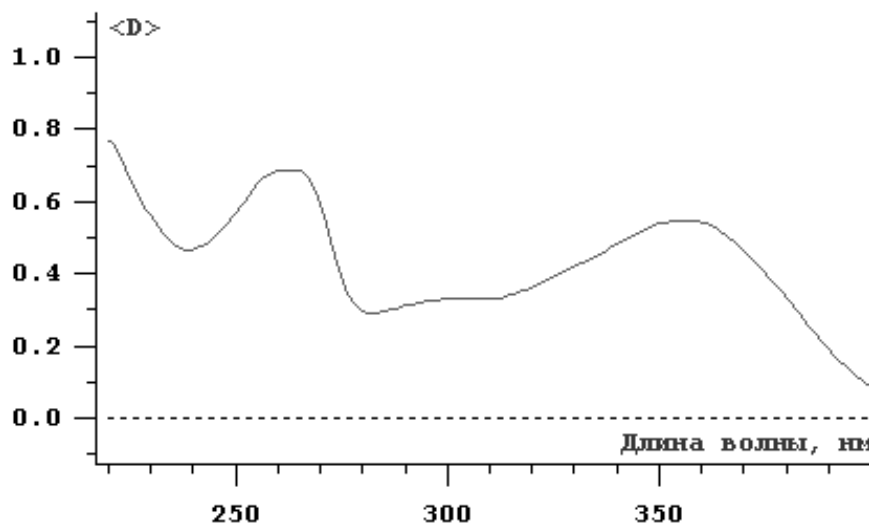


Рис. 1. УФ-спектр фракции Ф-1

Полученное вещество давало положительную цианидиновую реакцию по Синоду и отрицательную по Брианту, что свидетельствует о гликозидной природе вещества.

Для установления расположения гидроксильных групп в структуре соединения использовали шифт-реактивы. После добавления шифт-реактива в исходном спектре происходит сдвиг полос поглощения и по характеру этих изменений делается вывод о наличии в соединении определенных структурных фрагментов. Наиболее используемый шифт-реактив – алюминия хлорид, образующий комплекс с флавоноидами. При использовании шифт-пробы с алюминия хлоридом наблюдался батохромный сдвиг обеих полос поглощения – первой с 355 нм до 398 нм, второй с 264 нм до 273 нм, что

свидетельствует о свободной гидроксильной группе в 5 положении. При добавлении нескольких капель соляной кислоты не привело к гипсохромному сдвигу, что говорит об отсутствии о-дигидроксигруппировки в кольце В (рис. 2).

При добавлении ацетата натрия наблюдалась батохромия первой полосы поглощения, что свидетельствует о свободной гидроксильной группе в положении 7.

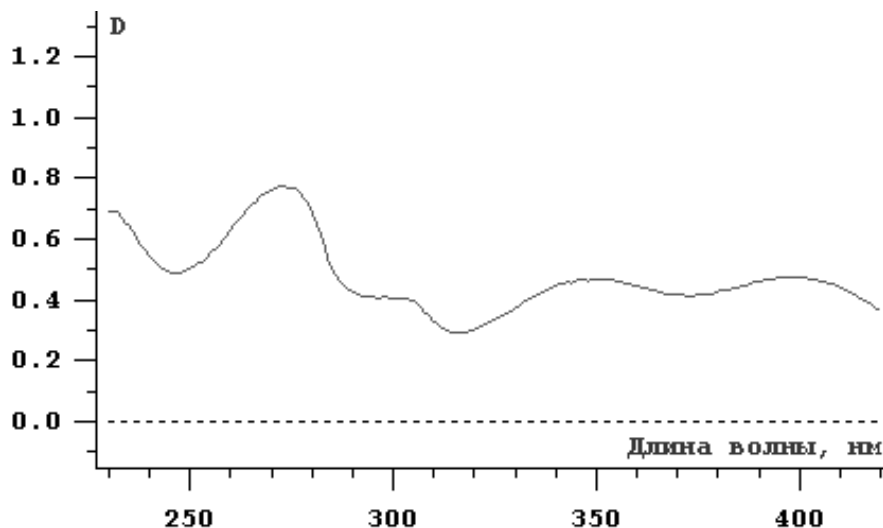


Рис. 2. УФ-спектр фракции Ф-1 с использованием шифт-реактива алюминия хлорида

Масс-спектр изучаемого вещества регистрировали на аппарате Autoflex II, с использованием в качестве матрицы –  $\alpha$ -цианокоричной кислоты. В масс-спектре изучаемого вещества наблюдался наиболее интенсивный пик иона  $m/z$  иона = 287.306 соответствующий кемпферолу и менее выраженный пик иона  $m/z$  = 471, отвечающий гликозидной структуре в виде натриевой формы. Приведенные нами выше данные позволили охарактеризовать вещество как кемпферол-3-гликозид. Присутствие других менее интенсивных характеристических пиков ионов  $m/z$  = 303.293 указывает на присутствие в минорных количествах агликона кверцетина, а  $m/z$  = 487.239 его гликозидной форме в виде натриевой формы (рис. 3).

Фракцию X-1 использовали для обнаружения агликонов изофлавоноидов. Её упаривали досуха, растворяли в спирте этиловом и регистрировали УФ-спектры. В УФ-спектре в диапазоне 220–400 нм, наблюдался один максимум при 262 нм, что характерно для изофлавоноидов группы генистеина (рис. 4).

При масс-спектрометрическом исследовании наблюдалось присутствие трёх интенсивных пиков ионов  $m/z$  = 269, 285 и 272 соответствующих агликонам – биоханину, формонетину и генистеину (рис. 5).

В результате исследования с использованием методов - УФ-спектрофотометрии и масс-спектрометрии - в цветках клевера были идентифицированы флавоноиды: кемпферол-3-гликозид, кверцетин и изорамнетин и изофлавоноиды: генистеин, биоханин, формонетин.

Наличие флавоноидов и изофлавоноидов в цветках клевера лугового открывает широкую перспективу для получения лекарственных препаратов гипохолестеринемического и эстрогенного действия. Полученные результаты можно рекомендовать для дальнейших химических и фармакологических испытаний данного растения.

*Работа выполнена в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 – 2013 г.г., государственный контракт №П425 от 12.05.2010 г.*

#### Список литературы

1. Органическая химия: учеб. Для вузов: В 2 кн. Кн 2: Специальный курс / Н.А. Тюкавкина, С.Э. Зурабян, В.Л. Белобородов и др.: под ред. Н.А. Тюкавкиной. – М.: Дрофа, 2008. – 592 с.

2. Природные и модифицированные изофлавоноиды / Отв. ред. М.Ю. Корнилов. – Изд-во Ростовского ун-та, 1985. – 184 с.

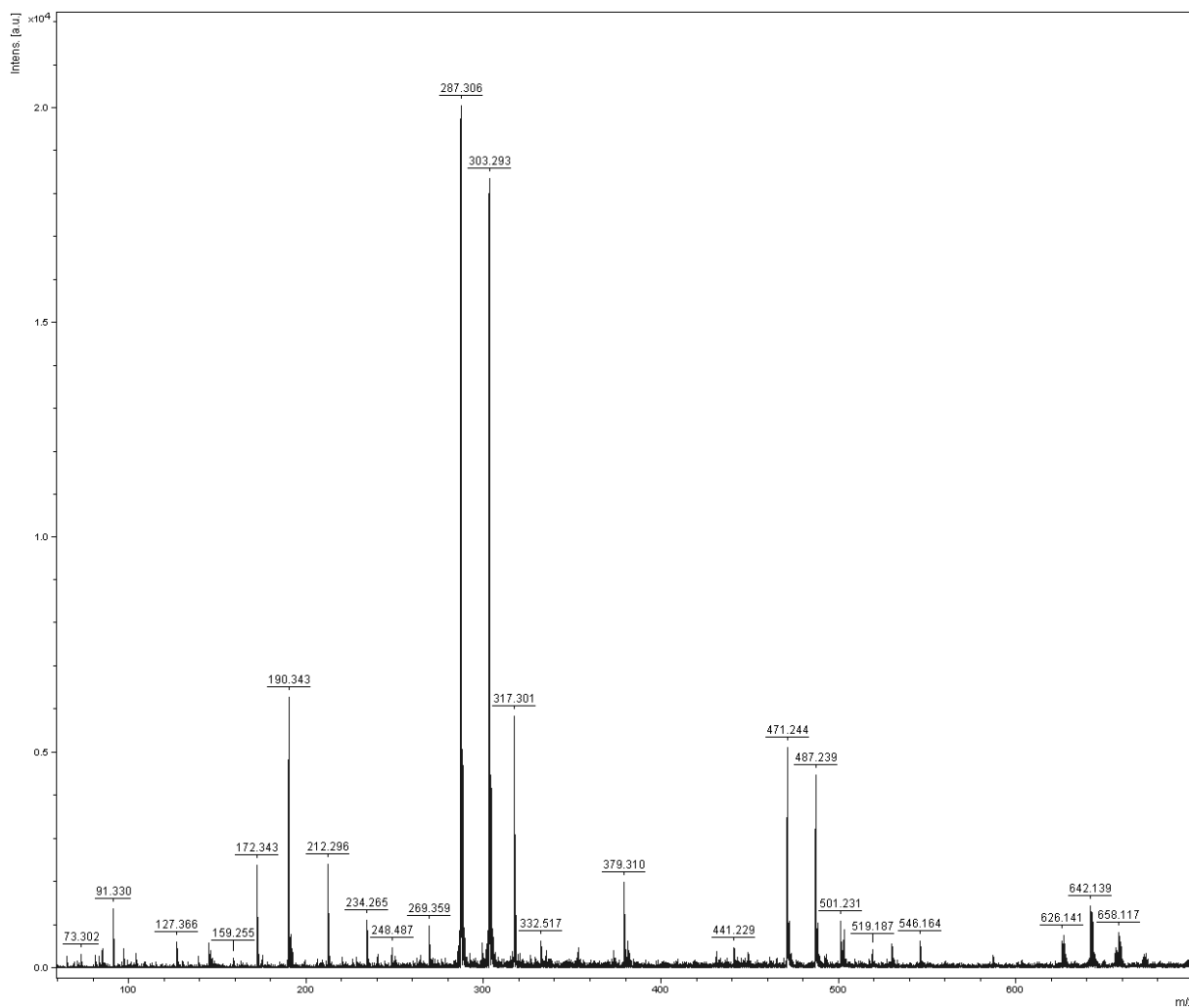


Рис. 3. Масс-спектр вещества  $\Phi_1$

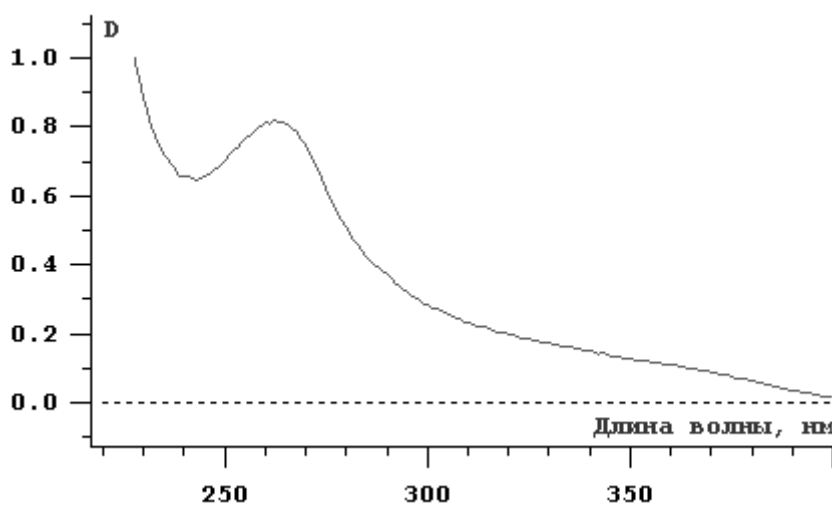


Рис. 4. УФ-спектр фракции  $X_1$



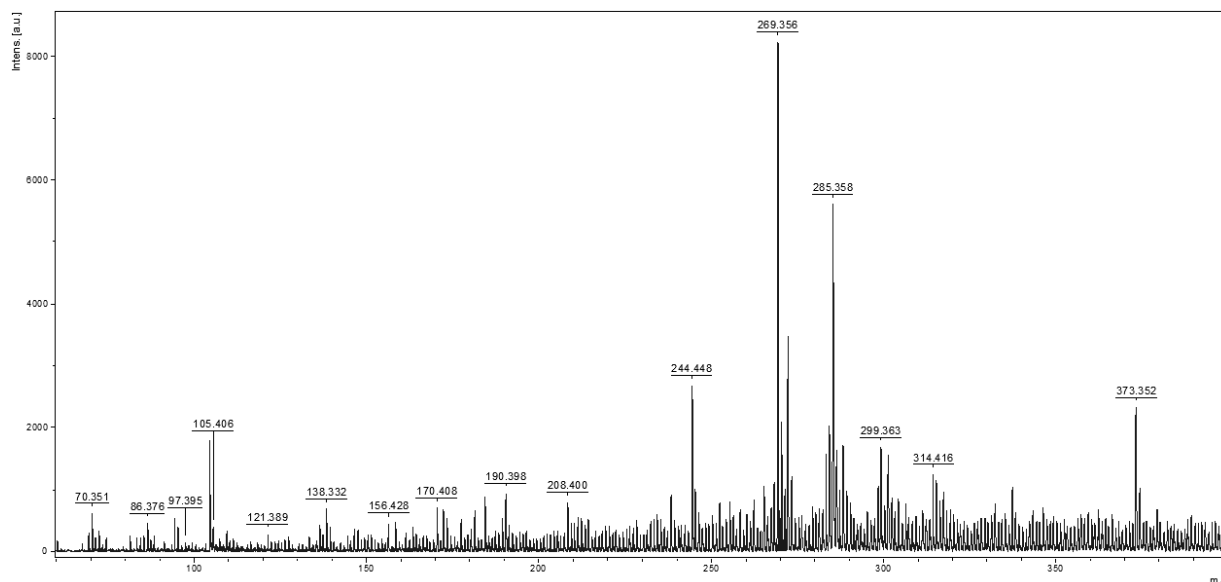


Рис. 5. Масс-спектр фракции X<sub>1</sub>

## STUDY OF FLAVONOID COMPOSITION OF FLOWERS OF MEADOW CLOVER

O. O. Novikov D. I. Pisarev  
V. N. Sorokopudov  
M. A. Zhuravel N. N. Netrobenko  
N. V. Avtina

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

*E-mail: Pisarev@bsu.edu.ru*

The article presents the data on the chemical study of meadow clover flowers as a promising source of biologically active polyphenol-flavonoids and isoflavonoids. Isoflavonoids is natural polyphenols, having hypocholesterol and estrogenic activity. Luteolin-7-glycoside, genistein, biohanin, formononetin are found in the meadow clover flowers by means of the chemical study along with such methods as mass spectrometry, thin layer chromatography and ultraviolet spectrophotometry. The availability of flavonoids and isoflavonoids in meadow clover flower offers the challenge for making up drugs of hypocholesterol and estrogen action.

Key words: meadow clover flowers, flavonoids, isoflavonoids, mass spectrometry, UV-spectroscopy, Luteolin-7-glycoside, genistein, biohanin, formononetin.



УДК 615.072, 615.074, 615.322

## ИЗУЧЕНИЕ ЧЕРЕМУХИ ВИРГИНСКОЙ - *PADUS VIRGINIANA* КАК ПЕРСПЕКТИВНОГО ИСТОЧНИКА БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ПОЛИФЕНОЛОВ

**Д. И. Писарев, О. О. Новиков  
М. Д. Безменова  
В. Н. Сорокопудов  
Д. В. Бурлуцкая  
Н. Н. Нетребенко  
М. А. Халикова, Н. В. Автина**

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

e-mail: Pisarev@bsu.edu.ru

В статье изложены данные о химическом изучении плодов черемухи виргинской, как перспективного источника биологически активных полифенолов – антоцианов. Антоцианы – природные красители, обладающие высокой антирадикальной активностью. При химическом изучении методами масс-спектрометрии, тонкослойной хроматографии и УФ-спектрофотометрии и использования кислотного гидролиза в плодах черемухи поздней обнаружены гликозиды цианидина. Количественное содержание гликозидов цианидина в плодах черемухи поздней составило 7.57 %, что превосходит многие известные растительные источники антоцианов.

Ключевые слова: черемуха виргинская, антоцианы, цианидин, масс-спектрометрия, УФ-спектрофотометрия, тонкослойная хроматография.

Лекарственные препараты из растительного сырья, как и синтетические препараты, находят широкое применение в медицине для лечения различных заболеваний. Это обусловлено их малой токсичностью и высокой биологической доступностью. Пополнение арсенала лекарственных средств растительного происхождения является актуальной проблемой, так как спрос на них постоянно увеличивается. Учитывая возрастающую необходимость рационального использования сырьевых ресурсов, особого внимания заслуживают малоизученные лекарственные растения. К таким растениям относится черемуха виргинская (*Padus virginiana*) семейства розоцветных (*Rosaceae*).

По своим признакам более других похожа на черемуху обыкновенную. Ее отличие заключается в том, что почки длиной 5-7 мм отстоят от побега, тогда как у черемухи обыкновенной почки достигают 13 мм и они прижаты к побегу. Дерево до 15 м высотой, с широкой, развесистой кроной; темно-бурой, мелкотрещиноватой корой. Листья продолговато-яйцевидные, при распускании буро-зеленые, летом темно-зеленые, плотные, блестящие, остропильчатые, до 12 см длиной. Цветки белые, до 1,3 см, в многоцветковых, облиственных кистях до 15 см длиной. Плоды шаровидные, вначале красные, при полном созревании темно-красные, с сочной, съедобной мякотью. Цветет и плодоносит ежегодно с 7 лет [2, 3].

Официальным видом, разрешенным к применению в медицинской практике, является черемуха обыкновенная *Padus avium Mill.* издавна известная как ценное пищевое и лекарственное растение. Лекарственным сырьем являются плоды (*Fructus Padi*) [4].

Плоды черемухи практически не изучали с конца 50-х годов, хотя ее химический состав изучен относительно хорошо, в гораздо меньшей степени – химический состав других видов черемухи.

По литературным данным в плодах черемухи обыкновенной содержатся моносахара, пектиновые вещества, органические кислоты (лимонная, яблочная и др.), аскорбиновая кислота, флавоноиды, кумарины, фурукумарины, оксикоричные кислоты, дубильные вещества, гликозиды (амигдалин, амигдонитрилгликозид, пруназин), аминокислоты, жирные и эфирные масла, макро- и микроэлементы [1, 4, 5].

Фитонциды плодов черемухи обладают антимикробными свойствами и губительно влияет на плесневые грибы, мух, комаров, слепней. Фитонцидные свойства растения успешно использовались при лечении экспериментальных трихомонадных кольпитов и грибковых поражений кожи.

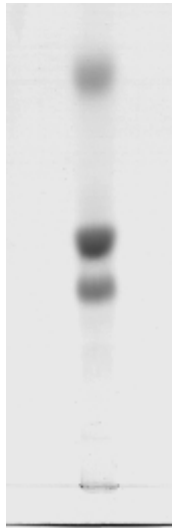
Препараты черемухи применяют внутрь в качестве вяжущего средства при энтеритах, диспепсиях различной этиологии; при инфекционных колитах, дизентерии назначают как вспомогательное средство [4].

Исходя из вышеизложенного **целью** настоящего исследования явилось научное обоснование возможности обеспечения сырьевой базы лекарственных растений, за счет мало изученного вида – черемухи виргинской как перспективного источника биологически активных полифенолов, в первую очередь антоцианов.

Для реализации цели, **задачей** данного исследования явилось химическое изучение антоцианов плодов черемухи виргинской и определение их количества в сырье.

Для выделения суммы антоцианов 50,0 г воздушно-сухого, измельченного и просеянного сквозь сито с диаметром отверстий 3 мм сырья заливали 1%-ным раствором кислоты хлористоводородной в 96% этиловом спирте и экстрагировали в течение суток. Извлечение сливали, и сырье заливали новой порцией экстрагента. Всего было сделано пять сливов. После фильтрования и объединения сливов полученное извлечение сгущали под вакуумом на ротационном испарителе ИР-1 до минимального объема (фракция I). Для получения чистой суммы антоцианов извлеченную фракцию I подвергли избирательному сорбированию на тальке. Для этого фракцию I смешивали с достаточным количеством талька до образования кашицы. Полученную массу переносили в воронку Бюхнера с бумажным фильтром. Воронку присоединяли к колбе Бунзена с водоструйным насосом и под вакуумом промывали полученную массу водой очищенной до того момента, пока промывные воды не стали прозрачными. Промывные воды удаляли из колбы Бунзена, а из оставшейся на фильтре массы проводили десорбцию антоцианов 1%-ным раствором кислоты хлористоводородной в 96% этилового. Вымывали до появления бесцветных промывных вод. Полученный раствор упаривали под вакуумом на ротационном испарителе ИР-1. Таким образом, мы получили обогащенный антоциановый комплекс, свободный от прочих веществ. Полученную фракцию далее подвергали качественному анализу на наличие антоцианов.

Наличие антоцианов в полученной фракции подтверждали с помощью тонкослойной хроматографии на пластинах «Silufol» в системе этилацетат – кислота уксусная ледяная – кислота муравьиная – вода (100:10:10:26). Полученная хроматограмма представлена на рис. 1.



На хроматограмме наблюдалось три пятна, имеющие красную окраску, причем самое верхнее пятно, по-видимому, соответствовало агликону антоцианов.

Идентификацию данных компонентов осуществляли с помощью масс-спектрометрии. Существенное отличие и преимущество масс-спектрометрии от других аналитических физико-химических методов состоит в том, что оптические, рентгеновские и некоторые другие методы детектируют излучение или поглощение энергии молекулами или атомами, а масс-спектрометрия непосредственно детектирует сами частицы вещества.

Детекцию масс-спектра проводили на приборе масс – спектрометр «Autoflex II» «MALDI TOF/TOF» фирмы Bruker Daltonics - вакуумного прибора, который использует физические законы движения заряженных частиц в магнитных и электрических полях с помощью ионизации лазером.

Рис. 1. Хроматограмма суммы антоцианов *P. virginiana*

Пробу полученной суммы антоцианов наносили на мишень «MTP 384 target plate matt steel T F», высушивали и сверху наносили каплю матрицы. В качестве матрицы использовали α-цианокоричную кислоту, регистрацию спектров вели с помощью программы «Flex Control», обработку данных осуществляли в программе «Flex Analis». В результате получен спектр, на котором наблюдается наиболее интенсивный пик иона с зарядом  $m/z = 287.316$  соответствующий пику агликона – по молекулярной массе соответствующий цианидину и два менее интенсивных пика: иона

$m/z = 449.214$ , отвечающий его моногликозиду и иона  $m/z = 595.15$  соответствующий его дигликозиду, рис. 2.

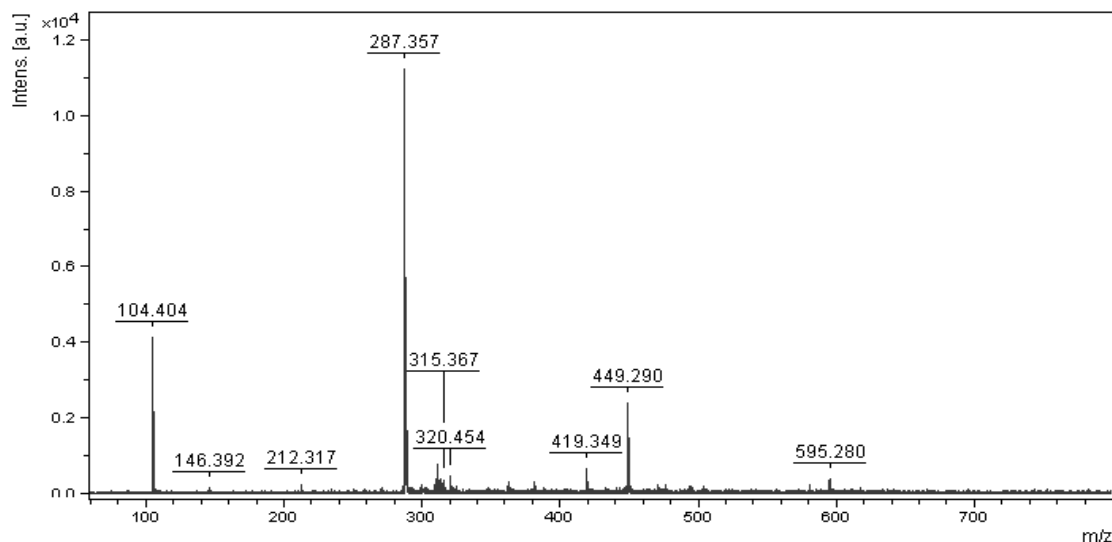


Рис. 2. Масс-спектр суммы антоцианов плодов *P. virginiana*

Кроме того, используя метод УФ-спектрофотометрии с использованием шифт-реактива – 5%-ного этанольного раствора алюминия хлорида удалось выяснить расположение сахаров в структуре гликозидов антоцианов. Известно, что при взаимодействии флавоноидов с алюминия хлоридом образуются комплексные соединения, в результате чего УФ-спектрах поглощения наблюдается сильный батохромный сдвиг полос поглощения. У антоцианов при наличии свободной орто-диоксигруппировки в кольце В при взаимодействии с алюминия хлоридом наблюдается сдвиг на 40–50 нм.

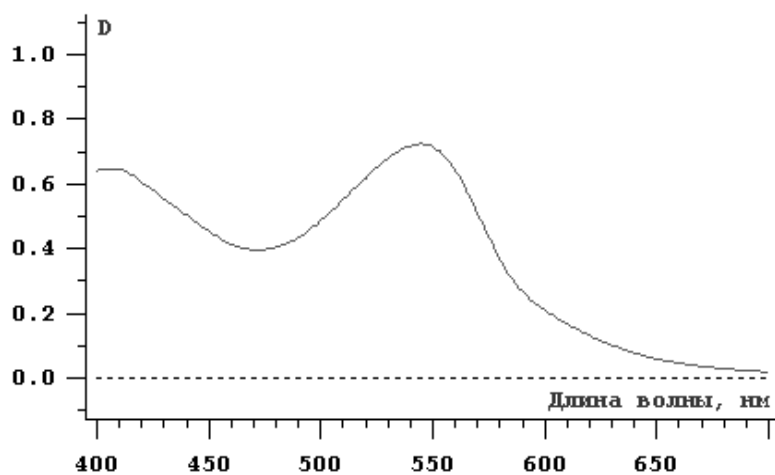


Рис. 3. УФ-спектр антоцианов *P. virginiana*

Для выявления свободной орто-диоксигруппировки в кольце В сначала регистрировали УФ-спектр чистой суммы антоцианов. При этом наблюдался один максимум поглощения при длине волны  $\lambda = 545$  нм (рис. 3).

При добавлении 5% раствором алюминия хлорида в 96% этиловом спирте наблюдалось смещение максимума поглощения на 40 нм (рис. 4), что свидетельствует о свободной орто-диоксигруппировке в

кольце В, а сахарная часть у цианидина предположительно находится в 3 положении.

Количественное определение антоцианов в исследуемом сырье проводили по собственному характерному поглощению антоцианов, находящемуся в диапазоне длин волн  $\lambda = 490 - 550$  нм.

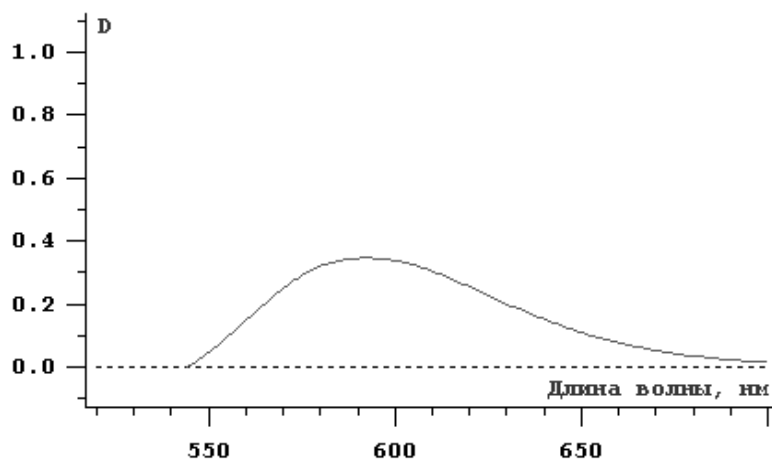


Рис. 4. УФ-спектр антоцианов *P. virginiana* с алюминия хлоридом

Для этого навеску сырья массой 1,0 г предварительно измельченного и просеянного сквозь сито с диаметром отверстий 3 мм сырья помещали в плоскодонную колбу и заливали 20 мл растворителя - 1%-ным раствором кислоты хлористоводородной в спирте этиловом 96%-ном, присоединяли к обратному холодильнику и нагревали на водяной бане в течении 30 минут с момента закипания воды в бане. Полученное извлечение охлаждали и фильтровали в мер-

ную колбу на 100 мл. Экстракцию остатка проводили еще четыре раза порциями по 20 мл, собирая фильтрат в ту же мерную колбу на 100 мл. После охлаждения объем извлечения доводили экстрагентом до метки и перемешивали (раствор А). Из раствора А пипеткой отбирали 2 мл аликвоты переносили в мерную колбу вместимостью 25 мл и доводили до метки экстрагентом (раствор Б). Раствор Б фотометрировали на спектрофотометре СФ-56 в диапазоне длин волн  $\lambda = 450 - 600$  нм, в качестве раствора сравнения использовали 1% раствор кислоты хлористоводородной в спирте этиловом 96%-ном. Полученный УФ-спектр представлен на рис. 3.

Расчет содержания суммы антоцианов (X%) в сырье в пересчете на цианидин-3-гликозид проводили по формуле:

$$X\% = \frac{A \times W_1 \times W_2 \times M \times 100}{\epsilon \times l \times a \times V \times (100 - B) \times 10} \times 100, \text{ где:}$$

X% – содержание антоцианов в пересчете на цианидин-3-гликозид, %;

$W_1$  – общий объем извлечения из сырья, мл;

$W_2$  – объем извлечения после разбавления, мл;

a – масса сырья, г;

V – аликвота, взятая для разбавления, мл;

M – молярная масса цианидина-3-гликозида, равная 449,17;

l – толщина кюветы, см;

$\epsilon$  – молярный коэффициент поглощения (26900).

B – влажность сырья (8%)

Содержание суммы антоцианов в пересчете на цианидин-3-гликозид в сырье составило 7.57 %, что превосходит многие растительные официальные источники антоцианов.

### Выводы

Показана возможность использования плодов черемухи виргинской в качестве нового сырьевого источника ценных биологически активных полифенолов.

Проведен анализ химического состава сырья плодов черемухи виргинской по наличию антоцианов. Установлено наличие в сырье антоцианов (цианидин и его гликозиды). Установлено количественное содержание, составившее 7.57 % в пересчете на цианидин-3-гликозид.

Полученные данные свидетельствуют о целесообразности использования плодов черемухи виргинской в медицинской практике как источника ценных биологически активных веществ.





*Работа выполнена в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 – 2013 г.г., государственный контракт №П425 от 12.05.2010 г.*

#### Список литературы

1. Дикорастущие полезные растения России / Отв. ред. А.Л. Буданцев, Е.Е. Лесиовская. – СПб.: Изд-во СПХФА, 2001. – 663 с.
2. Еремин Г.В. Отдаленная гибридизация косточковых плодовых растений. – М.: Агропромиздат, 1985. – 280 с.
3. Классификатор рода *Padus* Mill. / Сост. Н.А. Царенко, В.Л. Витковский. – С.-Пб., 1993. – 28 с.
4. Растительные лекарственные средства / Под ред. Н.П. Максютинной. – Киев: Здоров'я, 1985. – 102 с.
5. Энциклопедический словарь лекарственных растений и продуктов животного происхождения: учеб. пособие / Под ред. Г.П. Яковлева, К.Ф. Блиновой. – СПб.: Изд-во СПХФА, 2002. – 407 с.

### STUDY OF COMMON CHOKE-CHERRY – *PADUS VIRGINIANA* AS A PROMISING SOURCE OF BIOLOGICALLY ACTIVE POLYPHENOLS

D. I. Pisarev O. O. Novikov  
V. N. Sorokopudov  
D. A. Burlutskaya  
N. N. Netrobenko M. A. Khalikova  
N. V. Avtina

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

*E-mail: Pisarev@bsu.edu.ru*

The article presents the data on the chemical study of wild black cherry fruitage as the promising source of biologically active polyphenols-anthocyanins. Anthocyanins – natural dyes – have high antiradical activity. Cyanidin glycosides is found in wild black cherry fruitage by means of the chemical study alongside with such methods as mass spectrometry, thin layer chromatography and ultraviolet spectrophotometry as well as the using of acid hydrolysis. The quantitative content of cyanidin glycosides in wild black cherry fruitage is 7,57% that is much more than in many other well-known plant sources of anthocyanins.

Key words: wild black cherry, anthocyanins, cyanidin, mass spectrometry, ultraviolet spectrophotometry, thin layer chromatography.

# ХИМИЯ

УДК 541.183

## ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ НАНОРАЗМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ

**Н. Г. Габрук**  
**И. И. Олейникова**  
**В. А. Рюшина**  
**А. В. Давиденко**  
**А. В. Метелев**

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

E-mail: Gabruk@bsu.edu.ru;  
oleynikova@bsu.edu.ru

В работе исследована структура поверхности различных сорбентов с помощью электронной микроскопии. Объектами исследования выбраны хитинсодержащие продукты, полученные из кутикулы пчелы *Apis mellifera* и гименофора гриба *Fomes fomentarius*, обладающие сорбционными свойствами, а также высокодисперсный диоксид кремния, используемый в качестве подложки для получения модифицированного фитосорбента.

Ключевые слова: сорбент, хитинглюкановый комплекс, структура поверхности, электронная микроскопия.

### Введение

Электронная микроскопия (ЭМ) является наиболее эффективным и информативным методом исследования структуры материалов. При помощи электронной микроскопии можно получить общие представления о внешней микроструктуре вещества, его локальном составе и локализованных на поверхностях электрических и магнитных полях. Данные, полученные методом электронной микроскопии, необходимы в исследовании некоторых поверхностных явлений, в частности, механизма сорбции.

Цель данной работы – исследование поверхностной и приповерхностной структуры полученных сорбентов органического и неорганического происхождения.

### Экспериментальная часть

Для получения сорбентов использовали сырье органической (растительные и животные ткани) и неорганической (высокодисперсный диоксид кремния – ВДК) природы.

Полисахариды хитин и хитозан – природные полимеры – являются опорным компонентом клеточной стенки большинства грибов и некоторых водорослей, наружной оболочки членистоногих и червей, органов моллюсков. Установлено, что различные производные хитина, в частности хитинглюкановый комплекс (ХГК) являются перспективными для использования их в качестве сорбентов [1, 2, 3].

В данной работе хитинсодержащие продукты выделяли из гименофора трутового гриба семейства Гименохетовых (Hymenochaetaceae) *Fomes fomentarius*, а также из кутикулы пчелы *Apis mellifera* по оригинальным методикам [4, 5]. Этапы выделения хитинсодержащих продуктов включали измельчение исходного сырья, фракционирование, промывание, детергирование, депротенирование, деминерализацию, высушивание.

Для получения модифицированного энтеросорбента на основе высокодисперсного диоксида кремния была предварительно изучена структура его поверхности.

### Результаты и обсуждение

Препараты ХГК, полученные из гриба и кутикулы пчелы, сходны по внешнему виду и представляют собой сыпучие, темно-коричневые вещества.

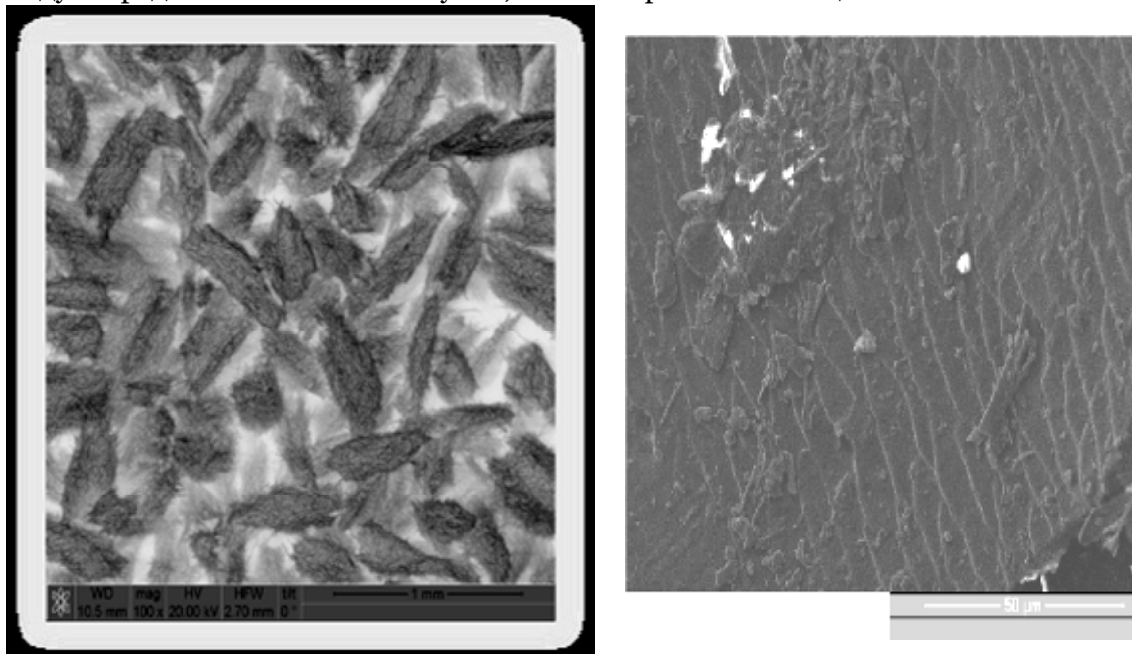


Рис. 1. а) Гранулы ХГК, полученного из гименофора трутового гриба.  
б) Пластины ХГК, полученные из кутикулы пчелы

Микроскопирование с помощью Qunta 200 3D выявило различие в структуре полученных продуктов: ХГК из гименофора гриба выглядит как волокнистые гранулы, а ХГК из кутикулы пчелы имеет пластинчатое строение с характерным «черепицеобразным» рисунком (рис. 1 а, б). Изучение поверхностных структур при большом увеличении показало, что они представлены нитевидными образованиями от 2 до 5 мкм в диаметре, причем в первом случае она очень рыхлая, имеет значительное количество межволоконистых полостей, а во втором – волокна плотно упакованы (рис. 2 а, б). Приповерхностная структура на рис. 2 б осложнена более мелкими частицами, предположительно за счет электростатического взаимодействия.

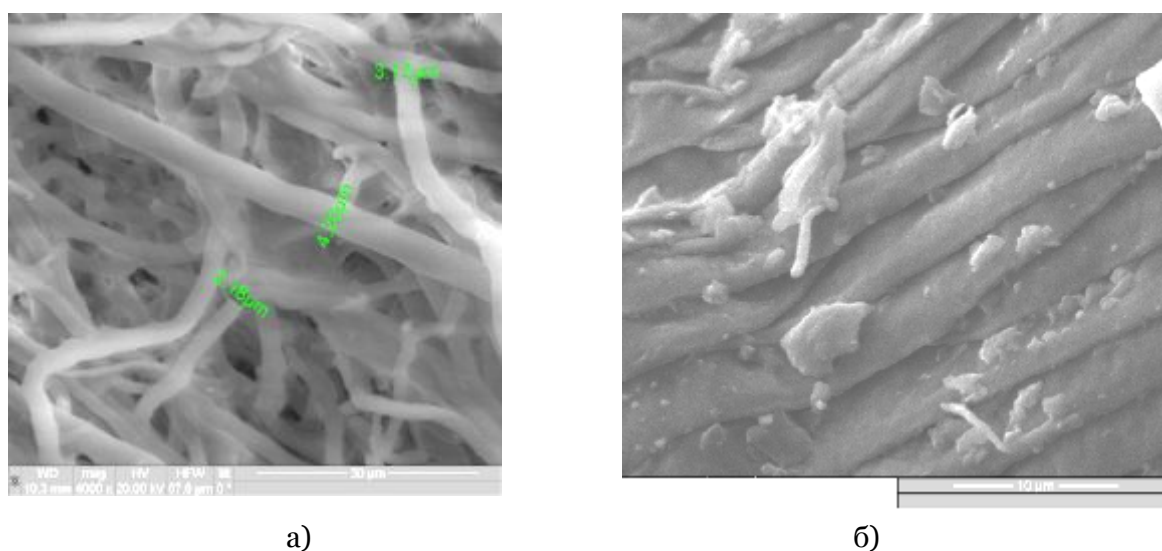


Рис. 2. Структура ХГК: а) полученного из гименофора трутового гриба; б) из кутикулы пчелы

Предварительное исследование поверхности ВДК проводили методами просвечивающей ЭМ и растровой ЭМ. Полученные микрофотографии ВДК позволили рас-

смотреть лишь отдельные конгломераты энтеросорбента (рис. 3 а). С помощью просвечивающей ЭМ удалось подтвердить аморфность структуры данного сорбента, размер частиц которого лежит в диапазоне 20–50 нм, что подтверждает наноразмерную структуру сорбента (рис. 3 б).

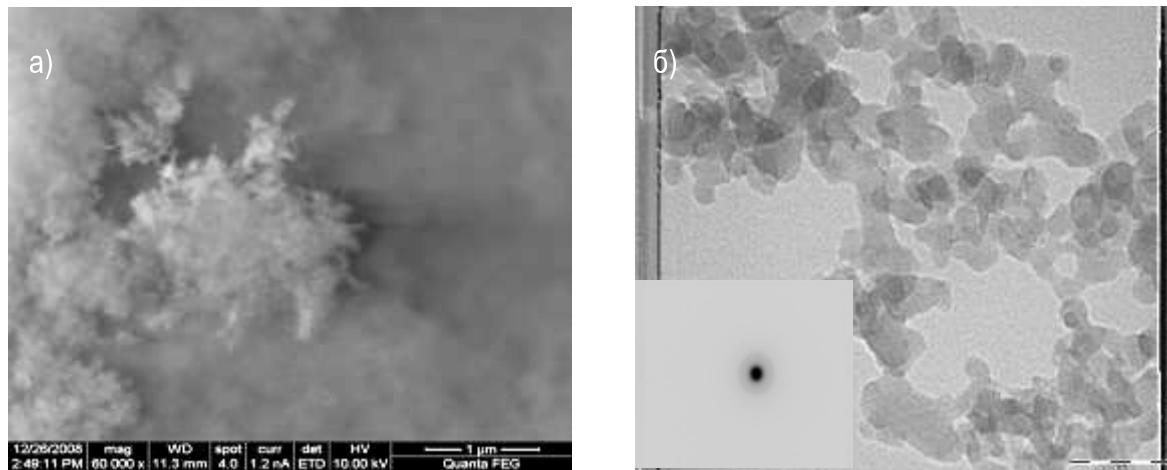


Рис. 3. Электронно-микроскопические фотографии ВДК  
а) сканирующий электронный микроскоп Quanta 3D; б) просвечивающий электронный микроскоп Jeol-2100

### Выводы

Методом электронной микроскопии установлено следующее.

1. Внешняя микроструктура хитинсодержащих сорбентов зависит от природы используемого сырья
2. Особенности характера упаковки волокнистых элементов и структуры приповерхностного слоя позволяют предположить различные механизмы сорбции полученных образцов: однородная поверхность, отсутствие каналов и полостей у сорбента из кутикулы пчелы практически исключают механизмы капиллярной конденсации, в то время как развитая приповерхностная структура сорбента из гименофора позволяет предположить протекание конкурентных процессов адсорбции и абсорбции.
3. Исходный высокодисперсный диоксид кремния, чистота которого подтверждена результатами энергодисперсионного анализа, имеет наноразмерную аморфную природу.

*Работа выполнена в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-инновационные кадры России» на 2009/2013 годы (П-996, тема проекта «Использование инструментальных методов анализа в оценке структурных особенностей и физико-химических свойств наноразмерных энтеросорбентов»)*

### Список литературы

1. Скрябин К.Г. Хитин и хитозан: Получение, свойства и применение. – М: Наука, 2002. – 368 с.
2. Сорбционные свойства хитозанов по данным обращенной газовой хроматографии / Т.А. Котельникова, Е.П. Агеев, Г.А. Вихорева., М.А. Смирнов // Прикладная биохимия и микробиология. – 2006. – Т. 42. – №6.
3. Physicochemical Properties of Chitin-Melanin and Melanoprotein Complexes from Bee Corpses. V. P. Kurchenko, T.A. Kukulyanskaya, I.I. Azarko, O. Yu. Zueva, R.G. Khizmatullin, V.P. Varlamov. // Applied Biochemistry and Microbiology, 2006. – Vol. 42. – № 3. – P. 331-334.
4. Метелев А.В. Выделение ХМК из пчелы *Apis Mellifera* и оценка его сорбционной активности // XLVI Междунар. научн. студ. конф. «Студент и научно-технический прогресс»: сб.тез. конф. – Новосибирск, 2008. – С. 142.



5. Габрук Н.Г., Давиденко А.В., Олейникова И.И. Способ получения хитинсодержащих композитов. Заявка на патент №2009126844. (приоритет от 13.07.2009, положительное решение от 01.07.2010).

## RESEARCH OF THE SURFACE OF VARIOUS SORBENTS BY THE METHOD OF ELECTRONIC MICROSCOPY

N. G. Gabruk  
I. I. Oleynikova  
V. A. Ryushina  
A. V. Davidenko  
A. V. Metelev

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

*E-mail: Gabruk@bsu.edu.ru,*

*E-mail: oleynikova@bsu.edu.ru*

In this article it is investigated the surface structure of various sorbents by means of electronic microscopy method. The research objects are chitinized products received from the bee cuticle (*Apis mellifera*) and hymenophore of the mushroom *Fomes fomentariu* possessing with sorption properties. One more research object is superfine silicon dioxide as a substrate for getting modified phytosorbent.

Key words: sorbent, chitin and glucan complex, a surface structure, electronic microscopy.



УДК 544.776

## ИЗУЧЕНИЕ АГРЕГАЦИИ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ ОКСИЭТИЛИРОВАННЫХ НЕИОНОГЕННЫХ ПОВЕРХНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ МЕТОДОМ ДИНАМИЧЕСКОГО СВЕТОРАССЕЯНИЯ

**А. А. Тихова,  
Н. А. Глухарева,  
Е. Н. Колесникова**

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

*E-mail: glukhareva@bsu.edu.ru;  
ekolesnikova@bsu.edu.ru*

С использованием метода динамического светорассеяния изучены водные растворы оксиэтилированных неионогенных поверхностно-активных веществ, определены размеры агрегатов и их изменение с ростом температуры.

Ключевые слова: неионогенные поверхностно-активные вещества, мицеллообразование, динамическое светорассеяние.

### Введение

Уникальная особенность дифильных молекул поверхностно-активных веществ (ПАВ) с хорошо сбалансированными углеводородной цепью и концевой полярной группой заключается в их способности по достижении определенной концентрации в растворе самопроизвольно образовывать агрегаты, называемые мицеллами [1, 2].

Среди мицеллообразующих ПАВ широкое распространение получили оксиэтилированные продукты, которые используются практически во всех отраслях промышленности, в сельском хозяйстве, фармацевтике, нефтедобыче и добыче полезных ископаемых. Их высокая моющая способность, умеренное пенообразование, эмульгирующие и стабилизирующие свойства позволяют применять их для самых разных целей: при производстве концентратов эмульсий и пестицидных порошков, очистке и обработке металлов, в фармацевтических и косметических препаратах, в меховой и кожевенной промышленности, и, главным образом, при производстве синтетических моющих средств [3].

Несмотря на то, что к настоящему времени коллоидно-химические свойства растворов оксиэтилированных ПАВ достаточно хорошо описаны, установлены закономерности изменения свойств ПАВ этого типа в зависимости от структуры [4-7], современные экспериментальные методы и новые приборы открывают возможности для более подробного изучения поведения таких систем.

Цель настоящей работы – определение размеров мицелл, образующихся в водных растворах оксиэтилированных НПАВ, а также изучение изменения размера агрегатов с ростом температуры с использованием метода динамического светорассеяния.

### Экспериментальная часть

Было исследовано образование агрегатов в водных растворах, содержащих неионогенные ПАВ: этоксилат нонилфенола с разветвленным углеводородным радикалом  $C_9H_{19}C_6H_4(OCH_2CH_2)_mOH$  со средней степенью оксиэтилирования  $m=10$  (Неонол АФ 9-10 – продукт ООО «Нижнекамскнефтехим»), а также этоксилат додеканола  $C_{12}H_{25}(OCH_2CH_2)_mOH$ ,  $m=25$  (лабораторный образец).

Значения критической концентрации мицеллообразования (ККМ) определяли по изотермам поверхностного натяжения, которое измеряли методом отрыва кольца на тензиометре Kruss (Германия). Для Неонола АФ9-10 ККМ составила  $8.2 \cdot 10^{-5}$  моль/л, а для этоксилата додеканола –  $8.1 \cdot 10^{-5}$  моль/л при 20 °С, что согласуется с литературными данными для аналогичных НПАВ [5].

Температуру помутнения растворов с различной концентрацией определяли визуально согласно ГОСТ Р 50346-92. Для 1 %-ных растворов она составила 64 °С для Неонола АФ9-10 и 85 °С для этоксилата додеканола.

Измерение размера агрегатов НП АВ в растворах проводили с использованием анализатора Zetasizer Nano-ZS (Malvern Instruments, Великобритания) с лазерным источником излучения (He-Ne, 633 нм, 4mW). Датчик прибора регистрирует изменение интенсивности рассеянного света под углом 173 градуса в зависимости от времени, это изменение обусловлено броуновским движением рассеивающих частиц. На основании полученных данных определяется коэффициент диффузии, который используется для расчета среднего гидродинамического диаметра сферического агрегата по уравнению Эйнштейна-Смолуховского. Анализатор снабжен соответствующим программным обеспечением. Результат представляется в виде кривых распределения частиц по размеру.

Для проведения измерений растворы НП АВ готовили на дважды дистиллированной воде. Обеспыливание растворов осуществляли фильтрованием их через микрофильтр с размером пор 0,2 мкм в кварцевую измерительную кювету, которую перед проведением анализа многократно промывали свежеперегранным ацетоном. Измерения проводили в интервале температур от 20 до 85 °С, нагревание осуществляли непосредственно в измерительной кювете.

### Результаты и их обсуждение

Значения температуры помутнения растворов НП АВ при различной концентрации и ККМ позволили построить фазовые диаграммы изучаемых систем. На рис. 1 в качестве примера представлен фрагмент фазовой диаграммы водного раствора этоксилата додеканола. Для Неонола АФ9-10 диаграмма в целом аналогична приведенной. Слева очень близко к оси ординат расположена линия температурной зависимости ККМ (линия АВ). Область I отвечает истинному раствору, в котором концентрация ПАВ недостаточна для образования агрегатов. Область существования мицелл в растворе (II) ограничена слева линией ККМ, сверху линией температуры помутнения (линия ВС). При этой температуре происходит выделение новой фазы, обогащенной поверхностно-активным веществом, и система становится гетерогенной. При дальнейшем нагревании и при достаточно высокой концентрации раствора возможно расслоение системы. Полагают, что выделение новой фазы связано с уменьшением растворимости ПАВ, обусловленным дегидратацией оксиэтильной цепочки с ростом температуры [4]. В связи с этим представляло интерес установить, как изменяется размер мицелл в растворе с ростом температуры.

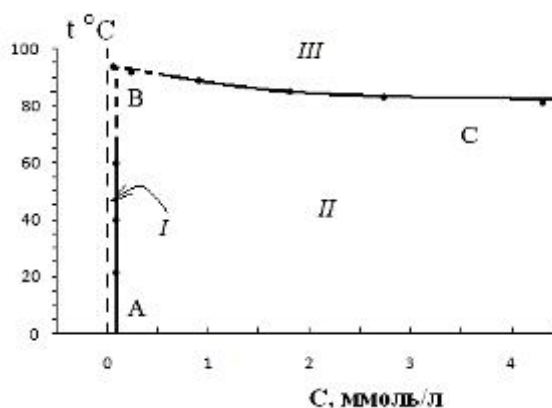
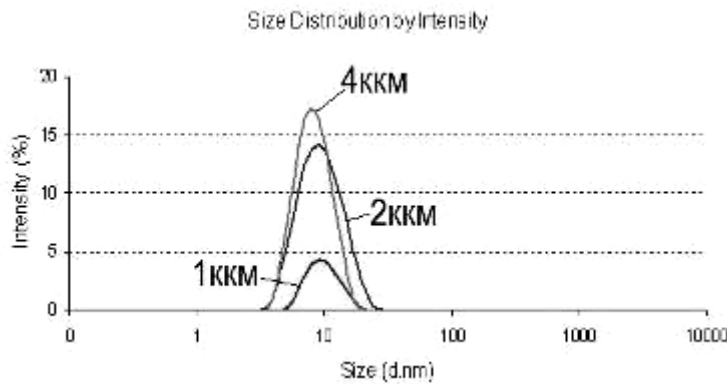


Рис. 1. Фрагмент фазовой диаграммы водного раствора этоксилата додеканола

Следует отметить, что светорассеяние в чистой обеспыленной воде, а также в истинных растворах НП АВ не наблюдается. На рис. 2 приведены результаты измерения светорассеяния для мицеллярных водных растворов Неонола АФ 9-10 с различной концентрацией, превышающей ККМ. Высота пика, соответствующего раствору с концентрацией, равной ККМ, очень мала. С ростом концентрации увеличивается интен-

сивность светорассеяния, что наряду с практически неизменным размером агрегатов говорит об увеличении их количества в растворе. Средний гидродинамический диаметр мицелл составил 7,8 нм, что согласуется с литературными данными, полученными для аналогичных ПАВ [8].



Для изучения влияния температуры на размер агрегатов использовали раствор с концентрацией, превышающей ККМ.

Рис. 2. Распределение мицелл по размеру в водных растворах Неонола АФ 9-10 различной концентрации

Мицеллы, образуемые этоксилатом додеканола при концентрации 4ККМ, имеют гидродинамический диаметр 6,3 нм, который практически не увеличивается с ростом температуры до 80 °С. Лишь при температуре выше 80 °С, т.е. близкой к точке помутнения, наблюдается небольшое увеличение мицелл. В растворе с концентрацией этоксилата додеканола 20 ККМ средний гидродинамический диаметр мицелл практически такой же и увеличивает при температуре выше 75 °С, достигая 11,6 нм при 85 °С.

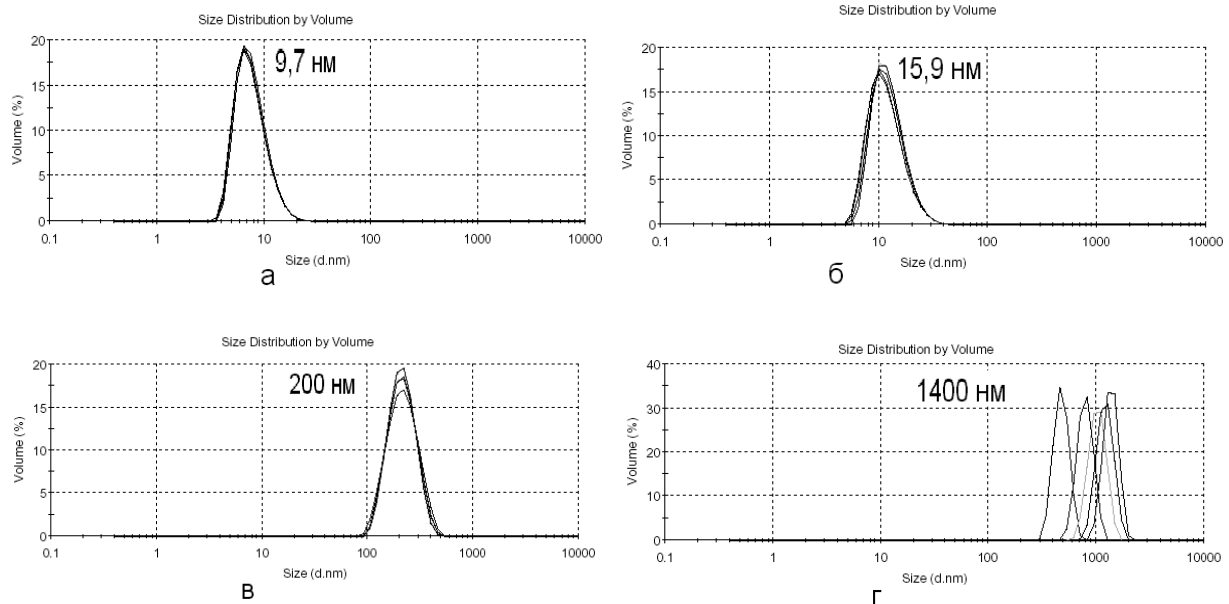


Рис. 3. Изменение среднего гидродинамического диаметра мицелл в водном растворе Неонола АФ 9-10 с ростом температуры: а) 20°С, б) 40°С, в) 65°С, г) 75°С

Результаты, полученные для 5 %-ного водного раствора Неонола АФ 9-10, представлены на рис. 3. В интервале температур от 20 °С до 65 °С происходит монотонное увеличение размера агрегатов от 9,7 до 200 нм. Однако следует отметить, что при такой высокой концентрации НПВ в растворе скорее всего образуются уже не сферические мицеллы. При высокой температуре, от 70 до 75 °С, размер агрегатов резко увеличивается и достигает 1400 нм, что соответствует помутнению системы.

### Заключение

Таким образом, с использованием метода динамического светорассеяния изучены водные растворы оксиэтилированных неионогенных ПАВ. Полученные резуль-



таты свидетельствуют об увеличении размеров мицелл с ростом температуры и образовании крупных частиц при приближении к температуре помутнения.

*Работа выполнена в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013гг. (госконтракт №П1366 от 02.09.2009).*

#### Список литературы

1. Мицеллообразование, солубилизация и микроэмульсии / Под ред. К. Миттела. – М.: Мир, 1980. – 598 с.
2. Щукин Е.Д., Перцов А.В., Амелина Е.А. Коллоидная химия. – М.: Высшая школа, 2004. – 352 с.
3. Поверхностно-активные вещества и композиции. Справочник / Под ред. М.Ю. Плетнева. – М.: ООО «Фирма Клавель», 2002. – 768 с.
4. Шенфельд Н. Поверхностно-активные вещества на основе оксида этилена / Под ред. Н.Н. Лебедева. – М.:Химия, 1982. – 752 с.
5. Поверхностно-активные вещества и полимеры в водных растворах / К. Холмберг, Б. Йёнссон, Б. Кронберг, Б. Линдман. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 528 с.
6. Агеев А.А., Волков В.А. Поверхностные явления и дисперсные системы в производстве текстильных материалов и химических волокон. – М: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2004. – 464 с.
7. Surfactants: Chemistry, Interfacial Properties, Applications (Stud. Interface Sci., 13)/Ed/ V.B. Fainerman, D. Mobius and R. Miller. – Amsterdam: Elsevier, 2001. – 635 p.
8. Phillies G.D.J., Yambert J.E. Solvent and Solute Effects on Hydration and Aggregation Numbers of Triton X-100 Micelles // Langmuir. – 1996. – Vol. 12. – № 14. – P. 3431-3436.

## STUDY OF AGGREGATION OF ETHOXYLATED NONIONIC SURFACTANTS IN AQUEOUS SOLUTIONS BY DYNAMIC LIGHT SCATTERING

A. A. Tikhova,  
N. A. Glukhareva,  
E. N. Kolesnikova

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

*E-mail:  
glukhareva@bsu.edu.ru;  
ekolesnikova@bsu.edu.ru*

Aqueous solutions of ethoxylated nonionic surfactants have been studied by the method of dynamic light scattering, sizes of aggregates and their change with temperature have been determined.

Key words: nonionic surfactants, micelle formation, dynamic light scattering.

УДК 543.54 544.72 553.611.6

## СОРБЦИЯ ИОНОВ ЦЕЗИЯ -137 И СТРОНЦИЯ-90 ПРЕПАРАТОМ «ЭКОС»

**В. Д. БУХАНОВ<sup>1</sup> В. Н. СКВОРЦОВ<sup>2</sup>**  
**А. И. ВЕЗЕНЦЕВ<sup>1</sup> А. А. ШАПОШНИКОВ<sup>1</sup>**  
**Л. А. КОЗУБОВА<sup>1</sup> Г. В. ФРОЛОВ<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Белгородский  
государственный  
университет,  
Россия, 308015 г. Белгород,  
ул. Победы, 85

E-mail: bukhanov@bsu.edu.ru

<sup>2</sup>Белгородский отдел ВНИИЭВ  
Россия, 308002 г. Белгород,  
ул.Курская, 4

В данной статье представлены результаты исследований сорбции ионов  $^{137}\text{Cs}^+$  и  $^{90}\text{Sr}^{2+}$  препаратом «Экос». Установлено, что «Экос» обладает ярко выраженными сорбционными свойствами к ионам цезия и замедленной скоростью сорбции ионов стронция. Препарат «Экос» рекомендуется для сорбции ионов  $^{137}\text{Cs}^+$  в объектах окружающей среды и выведения их из организма сельскохозяйственных животных.

Ключевые слова: сорбент, гидроалюмосиликат, сорбционная ёмкость, ионы  $^{137}\text{Cs}^+$  и  $^{90}\text{Sr}^{2+}$ , животноводство.

### Введение

Улучшение качества продуктов животного происхождения путем снижения уровня вредных веществ, регулярно поступающих в организм животных с кормом, решается использованием подкормок, основу которых составляют неорганические сорбенты. Сорбционно активные неорганические субстанции представляют собой глинистые природные материалы типа монтмориллонитов (сметитов), возможно использование цеолитов и др. [1, 2, 3, 4].

Целью нашей научной работы явилось изучение *in vitro* сорбционных свойств гидроалюмосиликатного сорбента «Экос» по отношению к радиоактивным изотопам  $^{137}\text{Cs}^+$  и  $^{90}\text{Sr}^{2+}$ .

### Материал и методы

В роле сорбента разработанного коллективом научных сотрудников Белгородского государственного университета и Белгородской государственной сельскохозяйственной академии, применили природную монтмориллонитовую глину месторождения «Поляна» Шебекинского района Белгородской области. Сорбент имеет коммерческое название – «Экос». Структура монтмориллонита представляет трехслойный пакет типа 2:1, т.е. два слоя кремнекислородных тетраэдров  $[\text{SiO}_4]^{4-}$ , обращенных вершинами друг к другу, с двух сторон покрывающих слой алюмогидроксильных октаэдров  $[\text{Al}(\text{O},\text{OH})_6]$ . Связь между пакетами слаба, межпакетное расстояние велико, поэтому в межпакетное пространство могут внедряться молекулы воды или другие полярные молекулы, а также обменные катионы. Из-за этого явления монтмориллонит при смачивании сильно набухает и тонко диспергируется в воде. Для монтмориллонитовых глин характерна высокая катионообменная емкость [5].

Согласно временному наставлению по применению энтеросорбент «Экос» предназначен для различных видов сельскохозяйственных животных в качестве компонента комбикорма. Препарат не токсичен для животных, не обладает кумулятивными свойствами, эмбриотоксичность, тератогенность и раздражающее действие экспериментально не установлены. Он связывает и выводит из организма токсичные вещества, оптимизирует обмен белков, липидов, жизненноважных микроэлементов и способствует всасыванию витаминов пищеварительной системой, нормализует функцию кишечника, повышает неспецифическую резистентность организма, положительно влияет на продуктивность и воспроизводительные функции животных. При этом улучшается биологическая ценность и экологическая чистота продукции животноводства [1, 3].



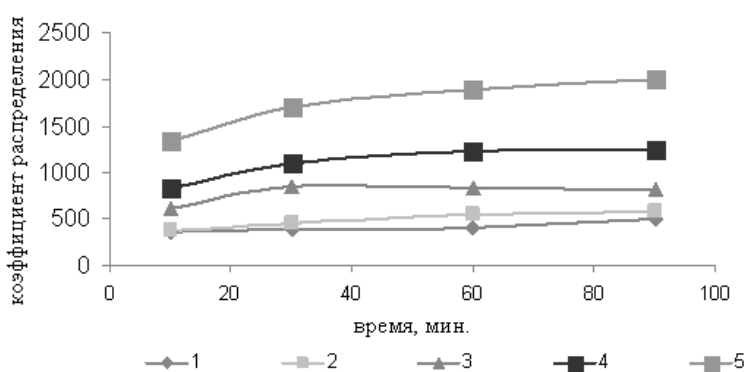
С целью прогнозирования действия сорбента «Экос» в гетерогенной системе содержимого желудочно-кишечного тракта *in vitro* выполнили исследования по выяснению его сорбционных свойств к ионам  $^{137}\text{Cs}^+$  и  $^{90}\text{Sr}^{2+}$ . Сорбционные характеристики препарата «Экос» изучали с учетом значения  $pH$ , состава и концентрации сорбируемых ионов в модельных растворах. В качестве модельных растворов в данном случае использовались водные растворы, содержащие: соляную кислоту и гидрокарбонат натрия. Выбор состава модельных растворов обусловлен присутствием компонентов этих растворов ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ) в кишечном и желудочном соках, а также в предполагаемом взаимодействии этих компонентов с сорбируемыми ионами. Концентрацию соли в модельных растворах поддерживали на уровне 1 % (по массе), а содержание кислоты с целью варьирования  $pH$ , изменяли от 0 до  $2 \cdot 10^{-2}$  моль/л. Растворы веществ, необходимых для приготовления модельных растворов, готовили из концентрированных растворов  $\text{HCl}$  и  $\text{NaHCO}_3$  или из соответствующей твердой соли квалификации «хч».

Определение сорбционной емкости по  $^{137}\text{Cs}^+$  и  $^{90}\text{Sr}^{2+}$  проводили в статическом режиме с использованием метода отдельных навесок. В представленных экспериментальных исследованиях навеска сорбента составляла 0.1 г, общий объем раствора – 20 мл, в котором содержались радиоактивные изотопы и исходные компоненты модельного раствора. Полученные суспензии перемешивали. Разделение раствора и сорбента проводили центрифугированием. Определение радиоактивности исходного ( $I_0$ ) и исследуемого ( $I_1$ ) растворов проводили с использованием автоматического радиоанализатора ПСО-2.4. По полученным данным рассчитывали коэффициент распределения радионуклида –  $K_d = (I_0 - I_1) \cdot V_x \cdot I_1^{-1} \cdot m^{-1}$  и степень его извлечения –  $\Theta = (I_0 - I_1) \cdot I_0^{-1} \cdot 100$  %. Перед началом экспериментов в растворы вносили метки радионуклида  $^{137}\text{Cs}$  и радионуклида  $^{90}\text{Sr}$  в количестве  $7 \cdot 10^5$  Бк/дм<sup>3</sup>.

Представленная работа выполнена совместно с соискателем А. Хорошевским. Опыты по изучению сорбционных свойств препарата «Экос» по отношению к радионуклидам  $^{137}\text{Cs}^+$  и  $^{90}\text{Sr}^{2+}$  выполнены в Белгородском государственном университете и Харьковском национальном университете им. В.Н. Каразина.

### Результаты и обсуждение

Сорбционные свойства гидроалюмосиликатного сорбента «Экос» по отношению к  $^{137}\text{Cs}^+$  представлены на рисунках 1-2. На рисунке 1 продемонстрирована корреляция коэффициента распределения  $^{137}\text{Cs}^+$  ( $D = [\text{Cs}^+] \cdot [\text{Cs}^+]^{-1}$ ) от времени и различных значений водородного показателя.



Примечание: 1 –  $pH=3$ ; 2 –  $pH=4$ ; 3 –  $pH=6$ ; 4 –  $pH=7$ ; 5 –  $pH=8$

Рис. 1. Зависимость коэффициента распределения цезия-137 от продолжительности сорбции и  $pH$  среды

Полученные результаты объясняются большой скоростью сорбции ионов цезия –  $^{137}\text{Cs}$  в начальном периоде процесса сорбции. Большая скорость сорбции ионов цезия и высокий коэффициент их распределения определяются процессом ионного обмена

Из представленных рисунков установлено, что сорбция ионов цезия препаратом «Экос» высокая. Это имеет немаловажное значение в плане его практического применения для связывания и выведения из желудочно-кишечного тракта животных ионов радиоактивного цезия, которые могут содержаться в кормах и питьевой воде. Также просматривается отсутствие зависимости извлечения  $^{137}\text{Cs}^+$  от продолжительности сорбции и  $pH$  среды, в представленных интервалах экспозиции.

$^{137}\text{Cs}^+$  на ионы натрия и кальция исходного сорбента, находящиеся в структурных пустотах или непосредственно на поверхности сорбента. Рисунок 2 свидетельствует о линейной зависимости эффективности очистки модельных растворов от ионов  $^{137}\text{Cs}^+$  от кислотности – щелочности среды, так при увеличении  $pH$  среды от 2 до 8 эффективность сорбции возрастает от 62 до 96 масс %.

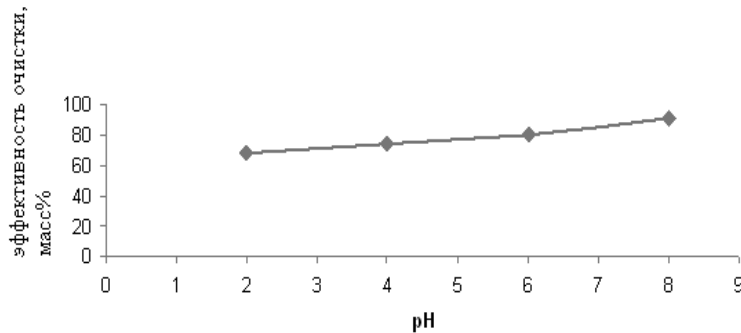
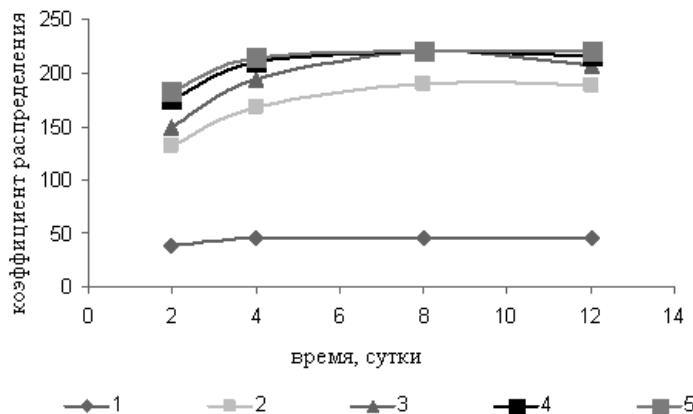


Рис. 2. Влияние величины  $pH$  на эффективность очистки модельных растворов от ионов цезия-137

препарата «Экос» по отношению к  $^{90}\text{Sr}^{2+}$  на порядок меньше, чем к  $^{137}\text{Cs}^+$ . Следует отметить скачкообразную зависимость сорбционной емкости и степени извлечения ионов стронция в интервале  $pH$  от 3 до 4. Замедленная скорость сорбции  $^{90}\text{Sr}^{2+}$  ставит под сомнение возможность эффективного использования исследуемого препарата для снижения данного радионуклида в объектах окружающей среды и его выведения из организма сельскохозяйственных животных.



Примечание: 1 –  $pH=3$ ; 2 –  $pH=4$ ; 3 –  $pH=6$ ; 4 –  $pH=7$ ; 5 –  $pH=8$

Рис. 3. Зависимость коэффициента распределения стронция – 90 от продолжительности сорбции и  $pH$  среды

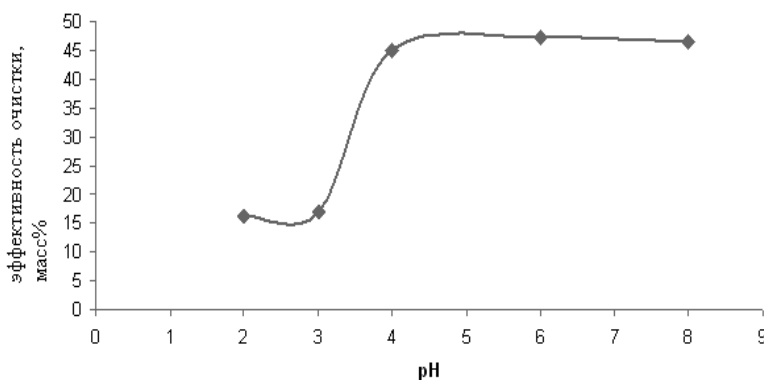


Рис. 4. Влияние величины  $pH$  на эффективность очистки модельных растворов от ионов стронция-90

Результаты исследования сорбции  $^{90}\text{Sr}^{2+}$  приведены на рис. 3-4. Процесс сорбции ионов стронция характеризовался замедленной скоростью. Полученные результаты дают основание предполагать, что скорость сорбции  $^{90}\text{Sr}^{2+}$  во время обмена ионов этого радионуклида на ионы матрицы сорбента лимитируются внутридиффузионными процессами. Сорбционная емкость



### Заключение

Установлено влияние таких факторов как: продолжительность сорбции, кислотность - щелочность среды, взаимодействие с компонентами желудочно-кишечного тракта – имеющих определяющее значение при его использовании в практике животноводства на способность препарата «Экос» сорбировать радиоактивные изотопы  $^{137}\text{Cs}^+$  и  $^{90}\text{Sr}^{2+}$ . Гидроалюмосиликатный препарат «Экос» обладает ярко выраженными сорбционными свойствами к ионам цезия-137. Установлена низкая эффективность от использования препарата «Экос» для сорбции ионов стронция-90 в объектах окружающей среды и его выведения из организма сельскохозяйственных животных.

### Список литературы

1. Использование природного гидроалюмосиликата в животноводстве и ветеринарии: Методические рекомендации / А.А. Шапошников, И.А. Бойко, В.Д. Буханов и др. – Белгород, 2000. – 18 с.
2. Профилактические и лечебные свойства природных цеолитов (Биологически активные пищевые добавки типа "Литовит ") / Е.М. Благитко, В.И. Бгатов, А.В. Ефремов и др. – Новосибирск: "Экор", 1999. – 160 с.
3. Современные проблемы качественного питания и получение экологически чистых продуктов животного происхождения / В.Д. Буханов, А.И. Везенцев, Л.И. Науменко, Н.И. Мячикова // Прогрессивна техніка та технології харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі: Зб. Наук. Пр. – Харків: ХДУХТ, 2009, май. – С. 474-479.
4. Heavy metal removal with Mexican clinoptilolite: multi-component ionic exchange / M. Vaca Mier, R. Lopez Callejas, R. Gehr etc. // Water Research. – 2001. – Vol. 35. – № 2. – P. 276-281.
5. Пул Ч., Оуэнс Ф. Нанотехнологии. – М.: Техносфера. – 2005.– 336 с.

### SORPTION OF CESIUM-37 AND STRONTIUM-90 IONS BY «EKOS» PREPARATION

V. D. Buhanov<sup>1</sup> V. N. Skvortzov<sup>2</sup>  
A. I. Vezentsev<sup>1</sup> A. A. Shaposhnikov<sup>1</sup>  
L. A. Kozubova<sup>1</sup> G. V. Frolov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Belgorod State University, Pobedy St., 85,  
Belgorod, 308015, Russia

E-mail: bukhanov@bsu.edu.ru

<sup>2</sup>Belgorod department of RRIEV,  
Kurskaya Str., 4, Belgorod, 308002, Russia

The given article presents the research results of ions  $^{137}\text{Cs}^+$  and  $^{90}\text{Sr}^{2+}$  sorption behaviour with the help of the preparation "Ecos". It is determined that "Ecos" has the pronounced sorption properties to the caesium ions and slowed sorption rate of the strontium ions. The preparation "Ecos" is recommended for sorption of caesium ions in the environment objects and their allocation from agricultural animals' organisms.

Key words: sorbate, hydroalumosilicate, ions of caesium and strontium, sorption capacity.

УДК 543.544.5.068.7

## МАСЛА С КОНЬЮГИРОВАННЫМИ ДВОЙНЫМИ СВЯЗЯМИ: МАСЛА КОСТОЧЕК ВИШЕН И РОДСТВЕННЫХ РОДОВ СЕМЕЙСТВА *ROSACEAE*

**А. В. Туртыгин, И. П. Анисимович  
Л. А. Дейнека, В. И. Дейнека  
В. Н. Сорокопудов, С. М. Шевченко**

Белгородский  
государственный  
университет,  
Россия, 308015 г. Белгород, ул. Победы, 85  
E-mail: [deineka@bsu.edu.ru](mailto:deineka@bsu.edu.ru)

В работе представлены результаты исследования масел семян косточек некоторых видов вишни, черешни и черемухи. Хроматографическим и спектрофотометрическим методом показано, что в исследованных маслах в состав триглицеридов входят радикалы октадекатриеновой кислоты с сопряженными двойными связями –  $\alpha$ -элеостеариновой кислоты, относящейся к компонентам с высокой биологической активностью. Приведены индексационные уравнения, которые могут быть использованы для поиска других источников этой кислоты.

Ключевые слова: триглицериды,  $\alpha$ -элеостеариновая кислота, масла семян, *Cerasus sp.*, *Prunus avium*, *P. padus*.

### Введение

Среди растительных и животных масел, которые могут различаться степенью ненасыщенности триглицеридов или уровнем накопления сопутствующих минорных биологически активных веществ, особо выделяются масла, содержащие сопряженные (конъюгированные) двойные связи. Изначально интенсивные исследования велись по изучению биологической активности конъюгированной линолевой кислоты (CLA), несколько геометрических изомеров которой обнаруживаются в мясной и молочной продукции [1]. При этом в ряде исследований были обнаружены уникальные свойства этих соединений, включающие антиканцерогенный и атерогенный эффекты, усиление иммунной системы, антидиабетическое действие, способность существенно уменьшать ожирение человека при метаболическом синдроме и т.д. Потребление 1.8 г CLA в сутки в течение 12 недель приводит к снижению массы жира в организме здоровых людей (обычное потребление CLA не превышает 0.3 г в сутки). Однако, повышение потребления CLA до рекомендуемого (около 3 г в сутки) уровня за счет потребления животных жиров конфликтует с нежелательным увеличением потребления насыщенных жиров, поэтому необходим иной путь решения данной проблемы. Опыты по введению специальных подкормок в диету крупного рогатого скота приводили лишь к относительно небольшому увеличению накопления CLA. Стандартные химические методы, к сожалению, неэффективны как по затратам времени, так и по выходу целевых продуктов; то же было обнаружено и для исследованных ферментативных методов синтеза. И лишь метод фотоизомеризации соевого масла в присутствии йода позволяет получить продукцию с высоким (до 20 %) уровнем CLA [1]. Тем не менее, на рынке предлагается масло под торговым брендом «100 % Tonalin Pure Safflower Oil» (<http://www.tonalinclareview.com/>), содержащее около 80 % CLA; о происхождении этого масла удастся лишь найти информацию о том, что оно получено из сафлорового масла по патентованной технологии. С другой стороны, для растительных объектов хорошо известны масла, образованные радикалами пяти конъюгированных октадекатриеновых кислот и одной сопряженной октадекатетриеновой - паринаровой [2] кислоты. Эти масла обладают биологической активностью, подобной маслам с CLA [3].

Масла с конъюгированными октадекатриеновыми кислотами намного более доступны и могут быть получены в больших количествах на основе отечественного сырья. В настоящей работе исследовали масло косточек вишен и родственных растений (черешни и черемухи), в которых накапливаются триглицериды, содержащие радикалы  $\alpha$ -элеостеариновой кислоты [4]; такое масло может быть получено из отходов различных технологий переработки плодов вишен и черешни.

### Экспериментальная часть

Для обращено-фазовой ВЭЖХ использовали хроматографическую систему, составленную из насоса Beckman 110B, крана дозатора Rheodyne 7125 с петлей объемом 20 мкл, детекторов рефрактометрического (R-401, Waters) и спектрофотометрического (LC/9563 Nicolet). Для регистрации и обработки хроматограмм использовали ПП Мультихром 1.5 (Ampersand Ltd. 2005). Хроматографические условия: колонка 250×4.6 мм, Кромасил-100 5С18, защищенная предколонкой 10×4.6 мм, Кромасил-100 5С18.5 мкм. В работе использовали подвижные фазы систем «ацетонитрил – ацетон» или «ацетонитрил – пропанол-2, скорость подачи элюента 1 мл/мин. Спектрофотометрические исследования выполняли в кварцевых кюветах (спектрофотометр СФ-56).

Экстракцию масел из измельченных с кварцевым песком содержимого косточек плодов проводили исчерпывающей экстракцией последовательными порциями н-гексана при комнатной температуре; контроль полноты экстракции спектрофотометрический при 280 нм. Порции экстракта объединяли, и растворитель удаляли в вакуумном ротационном испарителе. Образцы растительного материала были получены из ботанического сада БелГУ: вишня антипка *Cerasus mahaleb* (L.) Mill., в. степная *C. fruticosa* Pall. (*Prunus fruticosa* Pall.), в. бессея (песчаная) *Cerasus besseyi* (Bailey) Sok., в. обыкновенная *C. vulgaris* Mill, черешня *Prunus avium* L., черемуха обыкновенная *Prunus padus* L.

### Результаты и их обсуждение

Элеостеариновые кислоты ( $\alpha$ -изомер, 9с11т13т, как основной компонент, и  $\beta$ -изомер, 9т11т13т, как примесь, схема) относятся к группе природных сопряженных октадекатриеновых кислот, встречающихся в маслах семян некоторых растений ряда семейств.

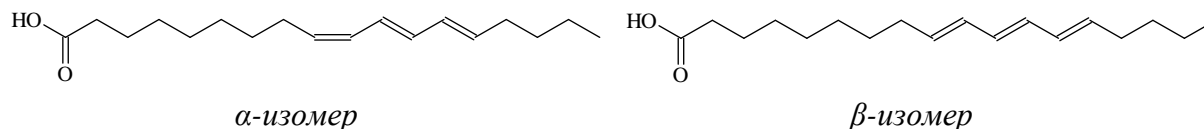


Схема. Строение элеостеариновых кислот

Из традиционных для Белгорода растений  $\alpha$ -элеостеариновую кислоту накапливают в масле семян валериана лекарственная (около 50% от кислот, входящих в состав триглицеридов), вишня, черешня и черемуха. И хотя абсолютное содержание  $\alpha$ -элеостеариновой кислоты в этом случае заметно ниже (до 20 % в масле косточек), перспективность данного сырья очевидна, поскольку косточки являются отходом переработки соответствующих плодов.

Хроматограммы, использованные для идентификации триглицеридов в настоящей работе, представлены на рис.1. В качестве масла сравнения использовали масло семян яблок, поскольку для всех растений трибы яблоневые состав масел практически одинаков: триглицериды образованы радикалами линолевой и олеиновой с небольшим количеством радикалов пальмитиновой и стеариновой кислот [5], следовательно на хроматограмме появятся в порядке элюирования четыре основных пика с небольшими пиками-сателлитами, соответствующими замене радикала олеиновой кислоты на пальмитиновую: трилинолеат –  $L_3$ , дилинолеат-олеат –  $L_2O$  (+  $L_2P$ ), линолеат-диолеат –  $LO_2$  (+  $LOP$ ), и триолеат –  $O_3$  (+  $O_2P$ ). Для записи таких соединений, не имеющих хромофоров в обычном диапазоне УФ-спектра, может быть использован рефрактометрический детектор (рис. 1, хроматограмма А); при этом могут быть определены времена удерживания этих компонентов, присутствующих и во множестве других масел, и рассчитаны два базовые инкремента – для замены линолевой кислоты на олеиновую ( $0.103 \pm 0.002$ ) и олеиновой на пальмитиновую ( $0.033 \pm 0.002$ ), и оценен инкремент для замены пальмитиновой кислоты на стеариновую ( $0.093 \pm 0.004$ ). Тогда легко осуществляется предположительная идентификация триглицеридов масла вишни антипки (табл. 1; рис. 1, хроматограмма Б) при записи хроматограммы с реф-



рактометрическим детектированием: в этом масле обнаруживаются триглицериды, содержащие радикалы одной менее липофильной, чем линолевая, кислоты, например, октадекатриеновой.

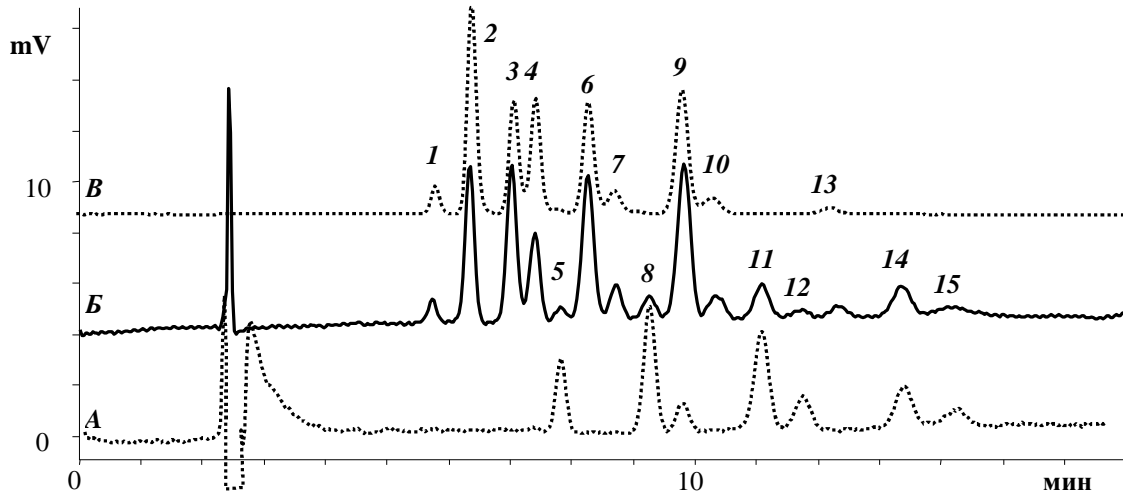


Рис. 1. Хроматограммы масла семян вишни антипки и яблока. Описание в тексте

Для исследуемых в работе масел такое предположение может быть легко проверено, поскольку спектр экстракта исследуемого масла характерен именно для радикалов  $\alpha$ -элеостеариновой кислоты (рис.2, [2]). Но в таком случае при замене рефрактометрического детектора на спектрофотометрический ( $\lambda = 280$  нм) из всех пиков на хроматограмме Б, (рис.1, отнесение пиков – в табл.1) будут видны только пики триглицеридов, в состав которых входят радикалы конъюгированных кислот, что может подтвердить справедливость их отнесения (хроматограмма В, рис.1).

Таблица 1

**Параметры удерживания триглицеридов масла семян косточек вишни антипки**

№*	Состав триглицеридов	$t_R$ , мин	Инкременты				
			$\Delta(X \rightarrow L)$	$\Delta(X \rightarrow L)$	$\Delta(X \rightarrow L)$	$\Delta(X \rightarrow L)$	$\Delta(\Pi \rightarrow C)$
1	X <sub>3</sub>	5.73	0.136				
2	X <sub>2</sub> L	6.32	0.207	0.071			
3	XL <sub>2</sub>	7.01	0.278	0.071			
4	X <sub>2</sub> O	7.39	0.313		0.105		
5	X <sub>2</sub> П+L <sub>3</sub>	7.80	0.347	0.069		0.034	
6	XЛО	8.24	0.381	0.069			
7	XЛП	8.70	0.414			0.033	
8	L <sub>2</sub> O	9.24	0.450		0.103		
9	XO <sub>2</sub> +L <sub>2</sub> П	9.80	0.484		0.103	0.034	
10	XОП	10.4	0.515			0.031	
11	ЛО <sub>2</sub>	11.1	0.553		0.103		
12	ЛОП	11.7	0.584			0.031	
13	XOC+ЛП <sub>2</sub>	12.3	0.611				0.095
14	O <sub>3</sub>	13.4	0.655		0.102		
15	O <sub>2</sub> П	14.1	0.684			0.029	

\* – нумерация пиков по хроматограмме на рис. 1.

Действительно, при замене детектора исчезли пики триглицеридов, не содержащих по высказанному предположению радикалов  $\alpha$ -элеостеариновой кислоты. Изменилось также и соотношение высот пиков, причем строго в соответствии с предположенным числом радикалов  $\alpha$ -элеостеариновой кислоты в одной молекуле триглицерида. Поэтому отнесение пиков, выполненное расчетным путем в табл. 1, может считаться доказанным.

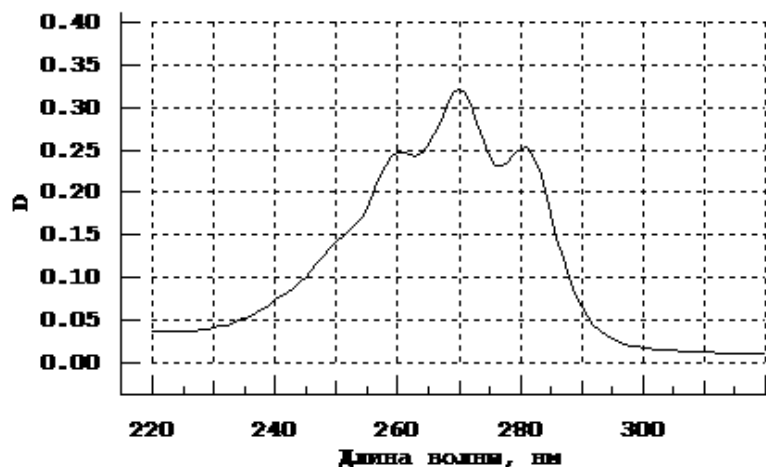


Рис. 2. Спектр раствора масла семян косточек вишни антипки

Хроматограммы некоторых образцов исследованных масел косточек вишен, записанные в элюенте системы «ацетон - ацетонитрил», представлены на рис. 3.

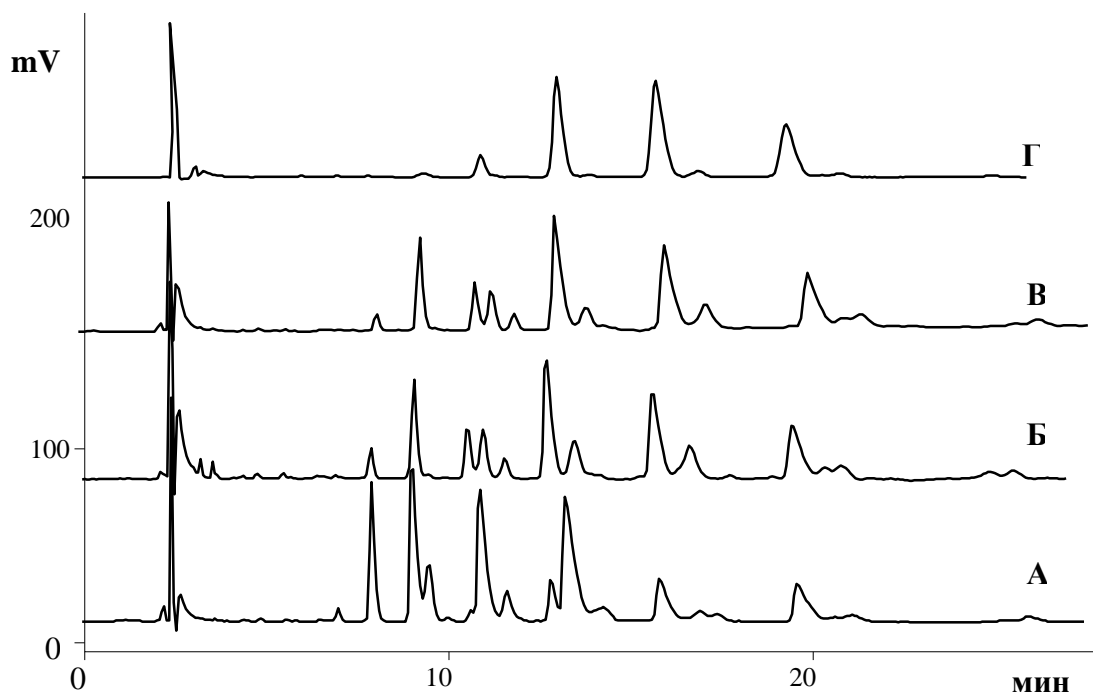


Рис. 3. Удерживание триглицеридов масел из косточек вишни различных сортов в условиях обращено-фазовой ВЭЖХ.

Подвижная фаза: 25 % ацетонитрила в ацетоне. Образцы масел:

А – вишня антипка; Б – вишня обыкновенная; В – вишня степная; Г – вишня бессея

На всех хроматограммах на рис. 3, кроме хроматограммы масла вишни бессея, присутствуют триглицериды, в состав которых входит  $\alpha$ -элеостеариновая кислота. Причем наибольшая доля на такие триглицериды (т.е. и на  $\alpha$ -элеостеариновую кислоту) приходится в масле семян вишни антипки. Кстати, именно эту вишню, особенно ядра семян, любят склевывать птицы.

Хроматографический профиль масла семян черешни принципиально не отличается от масла семян вишен, рис. 4.

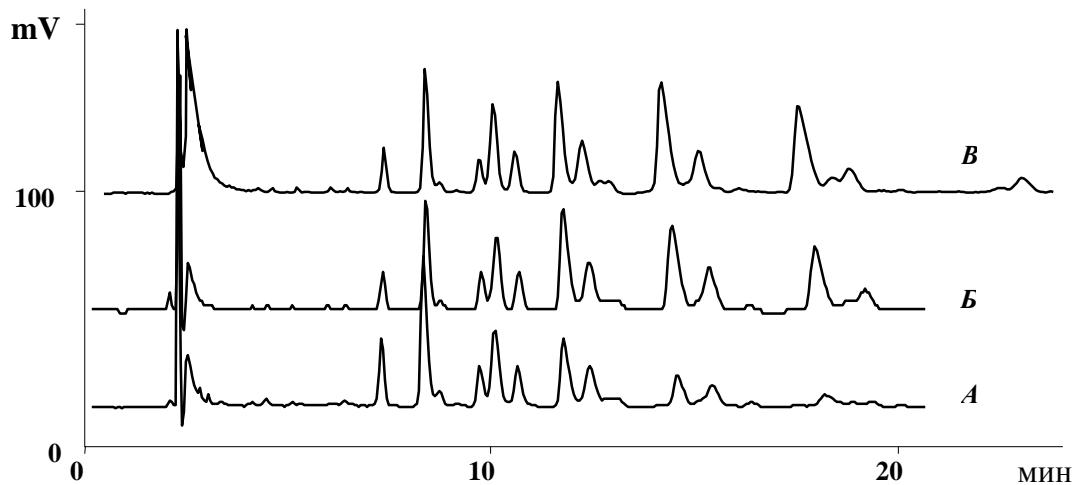


Рис. 4. Удерживание триглицеридов масел из косточек трех (А, Б и В) сортов черешни

Подобные хроматограммы были получены и при исследовании масла косточек черешни с тем лишь исключением, что количественное соотношение триглицеридов колебалось в большом интервале. Для количественного анализа триглицеридного состава был использован метод поправок на площади пиков с учетом чувствительности детектора к жирнокислотному составу индивидуальных триглицеридов [6], в котором использовали расчетные значения коэффициентов преломления триглицеридов, полученные в программном продукте ACD/ChemSketch 12.0.

Таблица 2

**Видовой состав триглицеридов масла косточек вишен и родственных растений**

		Триглицеридный состав, мол.%								
		Черешня			Вишня			Черемуха		
		1	2	3	А*	1	2	Ст**	1	2
1	Э <sub>3</sub>	<0.2	0.3	0.2	1.0	0.4	<0.2	0.2	<0.2	0.6
2	Э <sub>2</sub> Л	2.8	7.7	2.6	8.9	4.0	2.5	1.6	0.9	5.4
3	Э <sub>2</sub> О	0.8	2.1	0.8	6.1	0.8	0.5	0.3	<0.2	0.9
4	Э <sub>2</sub> П	<0.2	0.3	0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	0.4
5	ЭЛ <sub>2</sub>	10.5	<b>22.3</b>	9.5	<b>14.3</b>	<b>13.6</b>	8.3	10.2	7.2	<b>25.1</b>
6	ЭЛО	9.3	<b>14.2</b>	9.0	<b>16.0</b>	8.1	6.1	5.8	10.0	<b>19.4</b>
7	ЭЛП	4.7	6.3	4.0	4.1	3.4	2.2	2.2	1.0	1.2
8	ЭО <sub>2</sub>	<0.2	<0.2	3.6	<b>19.3</b>	5.3	4.5	4.8	2.1	0.9
9	ЭОП	<0.2	<0.2	1.4	4.2	0.3	0.2	1.5	0.9	0.9
10	Л <sub>3</sub>	3.4	5.6	2.8	0.8	6.7	5.4	5.4	5.8	7.8
11	Л <sub>2</sub> О	<b>14.2</b>	<b>13.3</b>	<b>12.2</b>	4.8	<b>19.7</b>	<b>16.6</b>	<b>19.2</b>	<b>23.5</b>	<b>15.8</b>
12	Л <sub>2</sub> П	8.8	8.6	3.8	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	2.1	4.1
13	ЛО <sub>2</sub>	<b>15.1</b>	7.0	<b>17.2</b>	7.5	<b>17.8</b>	<b>20.2</b>	<b>19.7</b>	<b>29.5</b>	12.3
14	ЛОП	7.9	6.0	5.4	1.5	6.8	6.8	7.8	1.1	2.1
15	ЛОС	2.1	2.3	2.4	0.5	0.3	2.4	4.0	<0.2	0.6
16	О <sub>3</sub>	<b>13.3</b>	3.1	<b>16.9</b>	9.8	11.0	<b>19.4</b>	<b>15.0</b>	<b>14.0</b>	0.2
17	О <sub>2</sub> П	4.7	1.0	4.6	1.3	1.9	4.8	2.4	1.8	<0.2
18	О <sub>2</sub> С	1.5	<0.2	2.3	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2

А\* – антипка; Ст\*\* – степная

В табл. 2 полужирными начертаниями выделены по три триглицерида, с относительно большими долями в рассматриваемых маслах. Тогда становится очевидным, что исследованные масла являются линолево-олеиновыми, как и масла семян многих других растений семейства розоцветные [5], с отличительной для исследованных растений особенностью – присутствием α-элеостеариновой кислоты. Из всего исследо-

ванного списка выпадает вишня бессея, которая, как и вишня войлочная [5], по жирнокислотному составу ближе к остальным растениям подсемейства сливовые. И если персиковое, абрикосовое и миндальное масла используются в настоящее время в качестве косметических масел, то преимущество масел вишни, черешни и черемухи благодаря присутствию в них конъюгированной триеновой кислоты, пока мало используется. По триглицеридному составу масел был рассчитан жирнокислотный состав, представленный в табл. 3.

Таблица 3

**Жирнокислотный состав триглицеридов масла косточек вишен и родственных растений**

№	Кислоты	Жирнокислотный состав триглицеридов, мол. %								
		Черешня			Вишня			Черемуха		
		1	2	3	А*	1	2	Ст**	1	1
1	$\alpha$ -Элеостеариновая	10.8	21.8	16.0	30.7	14.0	9.3	9.7	12.2	21.1
2	Линелевая	40.6	50.5	33.7	26.7	42.7	35.6	38.9	46.2	53.1
3	Олеиновая	39.6	21.1	44.8	40.1	40.2	50.3	46.1	40.0	22.4
4	Пальмитиновая	7.8	5.8	4.3	2.1	2.7	4.0	4.0	1.2	2.5
5	Стеариновая	1.2	0.8	1.8	0.4	0.4	0.8	1.3	0.4	0.9

А\* – антипка; Ст\*\* – степная.

При гидролизе масел в мягких условиях (20%-ный спиртовой раствор NaOH при комнатной температуре, 6 ч) в гидролизате обнаруживается кислота, по характеристическому УФ-спектру соответствующая  $\alpha$ -элеостеариновой. Ее удерживание не совпадает с удерживанием обычных октадекатриеновых кислот ( $\alpha$ -линоленовой и  $\gamma$ -линоленовой из масла семян черной смородины и пинолеиновой из «кедрового» масла), рис. 5, при этом и соотношение площадей пиков индивидуальных кислот в гидролизате масла черешни согласуется с приведенными в табл.3 результатами.

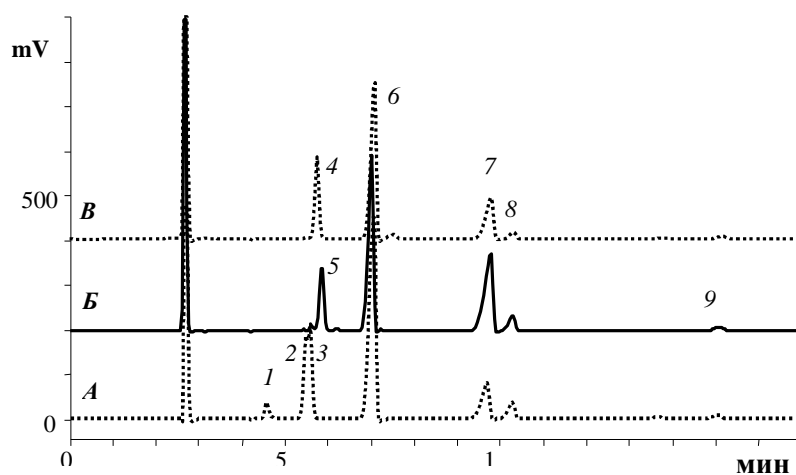


Рис. 5. Разделение жирных кислот гидролизатов масел

Подвижная фаза: 10% ацетона и 1 % уксусной кислоты в ацетонитриле, 1 мл/мин.

Гидролизаты: А – льняного масла, Б - масла черешни, В – кедрового масла. Кислоты:

1 – стеариновая (C14:0), 2 –  $\alpha$ -линоленовая, 3 –  $\gamma$ -линоленовая, 4 – пинолеиновая, 5 –  $\alpha$ -элеостеариновая; 6 – линолевая, 7 – олеиновая, 8 – пальмитиновая, 9 – стеариновая

Наконец, по результатам проведенных исследований были определены индексационные уравнения удерживания триглицеридов (табл. 4, рис. 5), содержащих радикалы  $\alpha$ -элеостеариновой кислоты, по методу относительного анализа удерживания [7] с использованием обращенно-фазовой ВЭЖХ и рефрактометрического детектирования. По предлагаемому методу индексационные уравнения – функции, связывающие факторы удерживания триглицеридов (i) с фактором удерживания реперного соединения – триолеата, Лз:

$$\lg k(i) = a \lg k(L_3) + b.$$

Такой подход является существенно более надежным по сравнению с индексацией по методу Ковача [8], поскольку «точечная» (т.е. определенная только для одного состава подвижной фазы) индексация не может быть надежной вследствие несоответствия координат точек конвергенции для различных рядов гомологов [9]. В то же время индексационные уравнения не привязаны к составу подвижной фазы, и в ряде случаев могут быть общими для различных марок стационарных фаз [7].

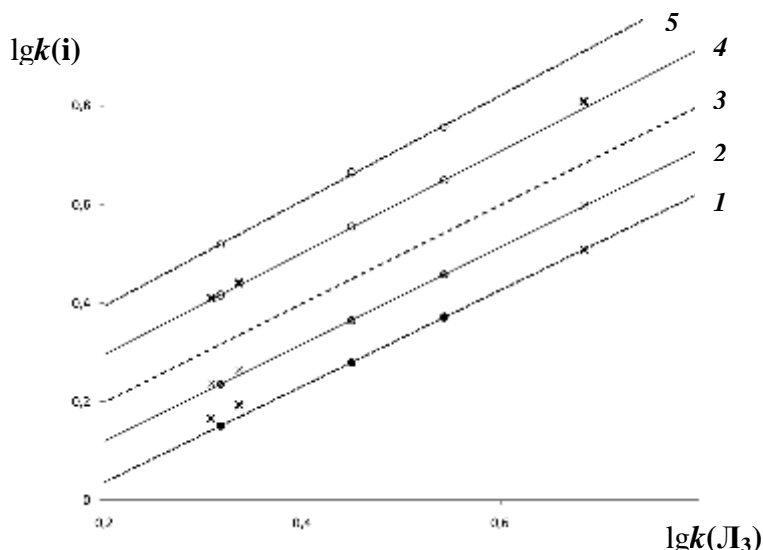


Рис. 6. Карта разделения некоторых триглицеридов масла черешни  
Элюентные системы: «ацетон – ацетонитрил» - кружки, «пропанол-2 – ацетонитрил» - крестики.  
Триглицериды *i*: 1 – Э<sub>2</sub>Л, 2 – ЭЛ<sub>2</sub>, 3 – Л<sub>3</sub>, 4 – Л<sub>2</sub>О, 5 – ЛО<sub>2</sub>

Экспериментальные данные для элюентной системы «ацетон - ацетонитрил», отмеченные на карте кружками, рис. 6, связаны прямолинейной зависимостью, при этом данные, полученные в другой системе «пропанол-2 – ацетонитрил» заметно отличаются от них, требуя для описания иных индексационных коэффициентов, табл.4.

Таблица 4

**Параметры индексационных уравнений для триглицеридов, содержащих радикалы α-линоленовой кислоты относительно трилинолеата**

№	Образец	Коэффициенты индексационных уравнений			
		Система «ацетон – ацетонитрил»		Система «пропанол-2 – ацетонитрил»	
		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
1	Э <sub>2</sub> Л	0.9750	-0.1586	0.9090	-0.1134
2	ЭЛ <sub>2</sub>	0.9848	-0.0775	0.9548	-0.0568
3	ЭЛО	1.0183	+0.0135	1.0133	+0.0298
4	ЭЛП	0.9997	+0.0541	1.0221	+0.0596
5	Л <sub>2</sub> О	1.0328	+0.0892	1.0586	+0.0847
6	Л <sub>2</sub> П	1.0045	+0.1365	1.1068	+0.1026
7	ЛО <sub>2</sub>	1.0636	+0.1825	1.1199	+0.1680
8	ЛОП	1.0478	+0.2226	1.1318	+0.1964

При примерно равном среднем содержании масла в косточках вишен – 27±3 %, черешен – 29±3 % и черемухи – 31±4 % на α-элеостеариновую кислоту может приходиться от 2 до 6 % от массы косточки плода, что позволяет рассматривать косточки ряда исследованных растений в качестве источника конъюгированных жирных кислот, являющегося отходом ряда производств по переработке плодов растений.





### Заключение

Таким образом, косточки плодов ряда видов вишен, черешни и черемухи содержат масло, в состав триглицеридов которого входят триглицериды с радикалами  $\alpha$ -элеостеариновой кислоты, обладающей высокой биологической активностью. Наиболее богатым источником этой кислоты среди исследованных объектов являются косточки вишни антипки (*Cerasus mahaleb* (L.) Mill.).

*Работа выполнена при поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы (государственный контракт № НК -511П).*

### Список литературы

1. Jain V.P., Proctor A., Lall R. Pilot-Scale Production of Conjugated Linoleic Acid-Rich Soy Oil by Photoirradiation // *J. Food Sci.* – 2008. - Vol. 73. – P. E183- E192.
2. Дейнека В.И. Обращено-фазовая ВЭЖХ в анализе масел с радикалами конъюгированных октадекатриеновых кислот // *Сорбционные и хроматографические процессы.* – 2005. – Т. 5 (4). – С. 507-517.
3. Koba K., Belury M.A., Sugano M. Potential health benefits of conjugated trienoic Acids // *Lipid Technol.* – 2007. – Vol. 19. – P. 200-203.
4. Дейнека В.И., Габрук Н.Г., Дейнека Л.А., Манохина Л.А. Триглицеридный состав масел косточек семи родов семейства розовых // *Химия природн. соединений.* – 2002. – №5. – С. 333-335.
5. Дейнека В.И., Григорьев А.М., Дейнека Л.А., Ермаков А.М., Сиротин А.А., Староверов В.М. Анализ компонентного состава антоцианов плодов и жирных кислот масел семян некоторых видов семейства *Rosaceae* методом высокоэффективной жидкостной хроматографии // *Растительные ресурсы.* – 2005. – Вып.1. – С. 91-98.
6. Дейнека В.И., Дейнека Л.А., Габрук Н.Г., Фофанов Г.М., Манохина Л.А., Сидельникова Н.А. Анализ растительных масел с использованием ВЭЖХ // *Ж. аналит. химии.* – 2003. – Т. 58, № 12. – С. 1294-1299.
7. Дейнека В.И. Карта хроматографического разделения и инкрементные зависимости в методе относительного анализа удерживания в ВЭЖХ // *Ж. физ. химии.* – 2006. – Т. 80, № 3. – С. 511-516.
8. Kovats E. Gas-chromatographische Charakterisierung organischer Verbindungen. Teil 1: Retentionsindices aliphatischer Halogenide, Alkohole, Aldehyde und Ketone // *Helvetica Chimica Acta.* – 1958. – Vol. 41. – P. 1915–1932.
9. Дейнека В.И., Дейнека Л.А., Шаркунова Н.А. Инкрементные соотношения при анализе удерживания каротиноидов. Использование ортогонального разделения // *Сорбц. хром. процесс.* – 2009. – Т. 9, Вып. 3. – С. 374-382.

## CONJUGATE DOUBLE BOND OILS: CHERRY PIT OILS AND AFFINED PLANTS FROM THE ROSACEAE FAMILY

**A. V. Turtyguin, I. P. Anisimovitch**  
**L. A. Deineka, V. I. Deineka**  
**V. N. Sorokopudov, S. M. Shevchenko**  
*Belgorod State University, Pobedy St., 85, Belgorod, 308015, Russia*  
*E-mail: deineka@bsu.edu.ru*

The research data on pit oils got from some species of cherry, gean and bird cherry are presented in this paper. By dint of chromatographic and spectrophotometric methods it is fixed that triglycerides consisting of the examined oils include radicals of the conjugated octadecatrienoic ( $\alpha$ -eleostearic) acid, being a highly biological active compound. The authors of this article presents index equations which can be used for searching another sources of the acid.

Key words: triglycerides,  $\alpha$ -eleostearic acid, seed oils, *Cerasus* sp., *Prunus avium*, *P. padus*.

УДК 579.912:636.52/ 58.084.542

## СПЕКТРАЛЬНЫЙ И ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КСАНТОФИЛЛОВ В РАЗЛИЧНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ ДОБАВКАХ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА НАКОПЛЕНИЕ ЛЮТЕИНА И ЗЕАКСАНТИНА В ЖЕЛТКЕ ПЕРЕПЕЛИНЫХ ЯИЦ

**В. И. Дейнека, А. А. Шапошников  
Л. А. Дейнека, С. М. Вострикова  
Л. Р. Закирова, И. Е. Олейникова**

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

E-mail: Shaposhnikov@bsu.edu.ru

Приведены результаты спектрального и хроматографического анализа различных растительных ксантофиллов. Обсуждены экспериментальные данные накопления ксантофиллов в желтке перепелиных яиц под влиянием растительных добавок.

Ключевые слова: ксантофиллы, лютеин, зеаксантин, кормовые добавки, желток перепелиных яиц.

### Введение

Человек и животные не могут синтезировать каротиноиды, их поступление зависит только от источников питания. Человек усваивает каротиноиды не избирательно, они откладываются в тканях и органах примерно в том же соотношении, в каком содержатся в пище. Необходимая норма ежедневного потребления лютеина составляет 800-1000 мкг, а зеаксантина – около 200 мкг. При этом в лечебных и профилактических целях необходимо чтобы соотношение лютеина и зеаксантина в продуктах питания, было близким к 4:1, поскольку совместное действие этих двух пигментов при таком соотношении наиболее эффективно. Для человека биодоступность лютеина и зеаксантина, содержащихся в желтке яиц, значительно выше их биодоступности из растительных источников, благодаря ассоциации с липидным матриксом желтка. Т.к. ксантофиллы липофильны их биодоступность выше в присутствии жиров (липидов). Отметим, что по последним данным [1] необходимо выделить не два, а три ксантофилла:

- 1) лютеин, который в природе встречается главным образом в виде изомера:  $3R,3'R,6'R$ - $\beta,\epsilon$ -каротин-3,3'-диола;
- 2) зеаксантин, под которым понимают один из возможных стереоизомеров -  $3R,3'R,-\beta,\beta$ -каротин-3,3'-диол;
- 3) еще один, особо выделяемый из изомеров, – мезо-зеаксантин –  $3R,3'R,-\beta,\beta$ -каротин-3,3'-диол.

В последнее время в развитых странах мира ведутся интенсивные исследования по разработке способов получения продуктов питания с заданными свойствами. Это направление получило название «Food Design» («пищевой дизайн») и полученные по нему продукты пользуются повышенным спросом у населения. Ведь необходимые человеку биологически активные вещества – провитамины, витамины, микроэлементы и т.д., находясь в составе мясных и молочных продуктов, а также яиц птицы, имеют неоспоримые преимущества перед препаратами химического и биотехнологического синтеза.

Яйцо является одним из доминантных продуктов в питании населения, поэтому производители уделяют большое внимание качеству данной продукции. Но такой показатель, как окраска желтка яиц, оставляет желать лучшего. Это связано с недостатком в кормовом рационе каротиноидов, обеспечивающих желаемый цвет желтка (лютеина и зеаксантина). Наличие каротиноидов в корме определяет их уровень в яйце.

В странах Западной Европы и США выпускается несколько кормовых добавок, предназначенных для улучшения цвета желтка. Некоторые из них содержат ксанто-

филлы растительного происхождения, так как известно, что эти вещества в организме птицы не синтезируются.

В России собственные кормовые добавки аналогичного типа не производятся, поэтому разработки с целью создания собственных технологий актуальны, особенно в свете современных установок на замену импортных медицинских препаратов и на возрождение отечественной медицинской и фармацевтической промышленности.

Разработанная нами добавка отличается от известных импортных кормовых добавок сбалансированностью по соотношению лютеина и зеаксантина (оно составляет 4:1). Известные импортные добавки, полученные из лепестков цветков бархатцев, содержат зеаксантин в значительно меньшем количестве по сравнению с оптимальным.

По последним литературным данным лютеин является источником зеаксантина и может превращаться в него в организме животных [2]. Это удивительно, поскольку в США для преодоления этого дисбаланса проведены работы по получению мутантов бархатцев с увеличенным содержанием зеаксантина, но дальше патента [3, 4] дело не пошло. Возможно, что причиной этого является появление в печати сведений о том, что зеаксантин в организме животных и человека может быть получен изомеризацией лютеина. Эта информация также ставит под сомнение целесообразность применения нашей добавки в качестве источника лютеина и зеаксантина.

Для проверки этой информации мы провели исследование на перепелках-несушках породы «Фараон». Исследования выполняли в частном фермерском хозяйстве Белгородской области в с. Нижний Ольшанец Шебекинского района.

**Добавки ксантофиллов в корм перепелок.** Для проверки усвояемости ксантофиллов из растительных материалов нами были подготовлены индивидуализированные биологически активные добавки.

**Добавка А** (размолотые высушенные лепестки цветков бархатцев), по спектрофотометрическим данным содержавшие  $12.5 \pm 1.5$  мг ксантофиллов на 1 г добавки (в пересчете на незтерифицированный лютеин).

Для приготовления добавок были использованы цветки бархатцев, выращенные в 2009 году и высушенные при комнатной температуре в течение 7 дней без доступа света. Полученный материал измельчали в кофемолке.

Спектр экстракта представлен на рис.1 и соответствует литературным данным по положению максимумов абсорбции при записи в растворе в ацетоне.

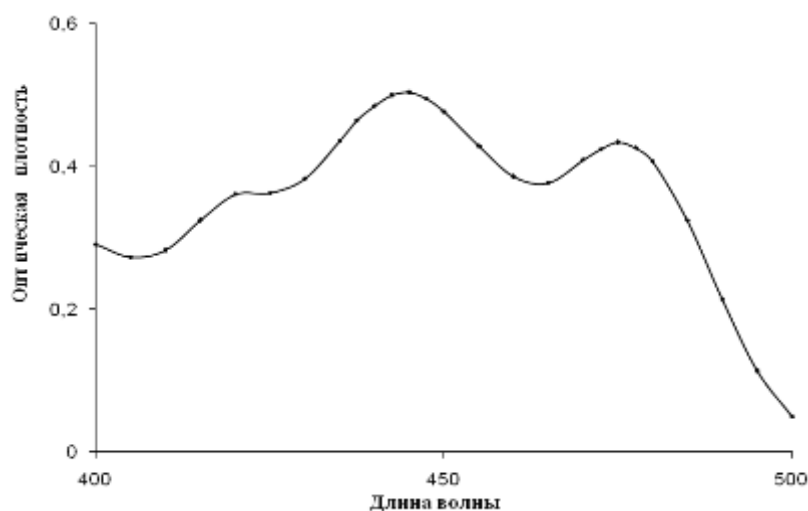


Рис. 1. Спектр ацетонового экстракта лепестков цветков бархатцев

На хроматограмме в условиях обращено-фазовой ВЭЖХ, рис.2, обнаруживаются 7 основных пиков, соответствующих диэфирам полностью *транс*-лютеина: дистеарата (время удерживания порядка 12.5 мин.), стеарат-пальмитата (10.8 мин.), дипальмитата (9.2 мин.), пальмитата-мириристата (8 мин.), ди-мириристата (7 мин.), мириристата-лаурата (6.2 мин) и дилаурата (5.5 мин.). Кроме того, на хроматограмме видны в не-

большом количестве моноэфир (3.5–4.5 мин.) лютеина, эфиры геометрических изомеров лютеина, не разделяемые с небольшим количеством примесей эфиров зеаксантина (в сумме не более 8%).

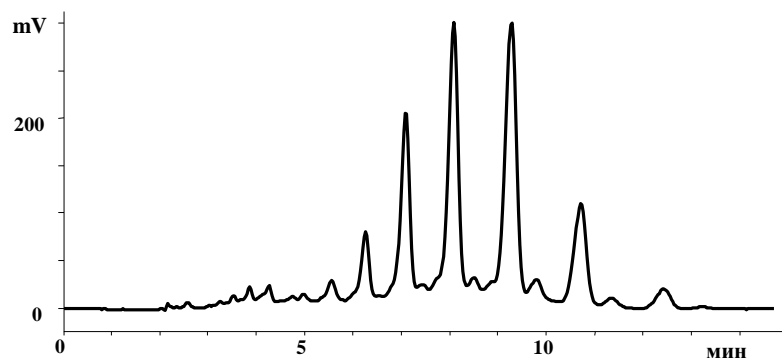


Рис. 2. Разделение ксантофиллов экстракта цветков бархатцев

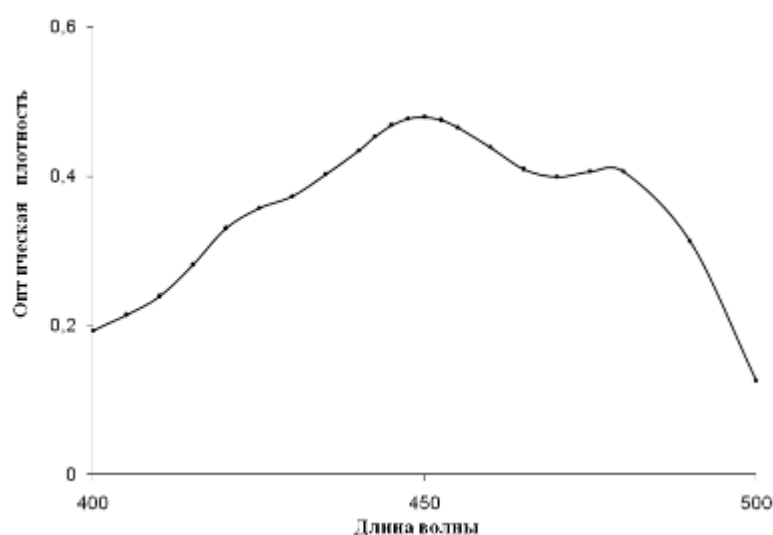


Рис. 3. Спектр ацетонового экстракта лепестков цветков бархатцев

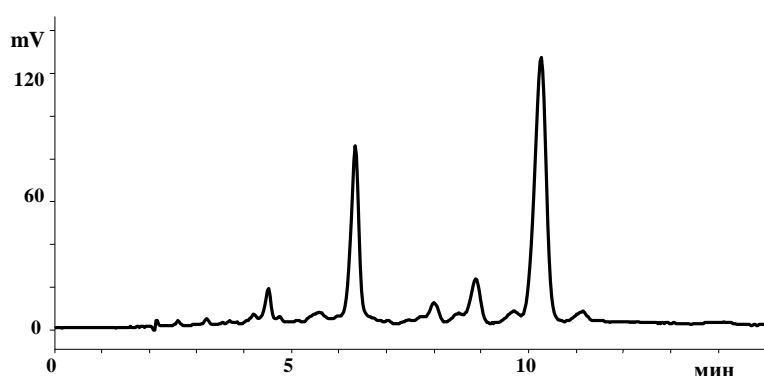


Рис. 4. Разделение ксантофиллов экстракта чашечек физалиса

филлов на 1 г добавки.

**Добавка Г** – препарат ОРО ГЛО (Кемин Европа) [5]. По спектральным данным (рис. 6) и по хроматографическим данным этот препарат содержит в основном неэтерифицированный полностью *транс*-лютеин.

Колонка: 250?4 мм Диасфер-110-С18, 5 мкм. Подвижная фаза: 8 % ацетонитрила в ацетоне, 1 мл/мин. Детектор: УФ-вид: 445 нм.

**Добавка Б** (размолотые высушенные чашечки физалиса декоративного), по спектрофотометрическим данным (спектр представлен на рис. 3) содержавшие  $9.0 \pm 0.3$  мг ксантофиллов на 1 г добавки (в пересчете на неэтерифицированный зеаксантин).

Спектр экстракта, представленный на рис. 4, соответствует литературным данным для зеаксантина по положению максимумов абсорбции при записи в растворе в ацетоне.

Колонка: 250?4 мм Диасфер-110-С18, 5 мкм. Подвижная фаза: 8 % ацетонитрила в ацетоне, 1 мл/мин. Детектор: УФ-вид: 445 нм.

**Добавка В** (размолотые высушенные лепестки подсолнечника), по спектрофотометрическим и хроматографическим данным содержавшие эпокси ксантофиллы, которые обнаруживаются по посинению желтых пятен на ТСХ-пластине в атмосфере *HCl*. Спектр экстракта подтверждает наличие эпокси соединений – по смещению максимумов абсорбции на рис. 5 в коротковолновую область вследствие сокращения цепи сопряжения. Содержание ксантофиллов в пересчете на лютеин составили  $2.1 \pm 0.3$  мг ксанто-

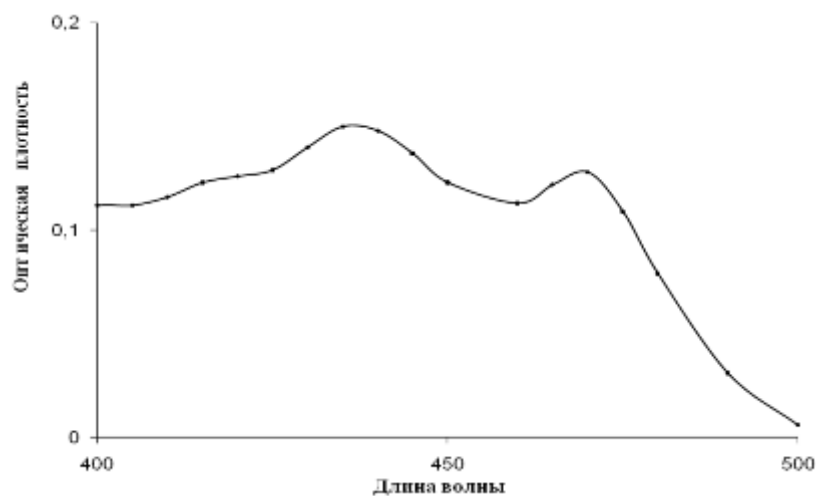


Рис. 5. Спектр ацетонового экстракта лепестков подсолнечника

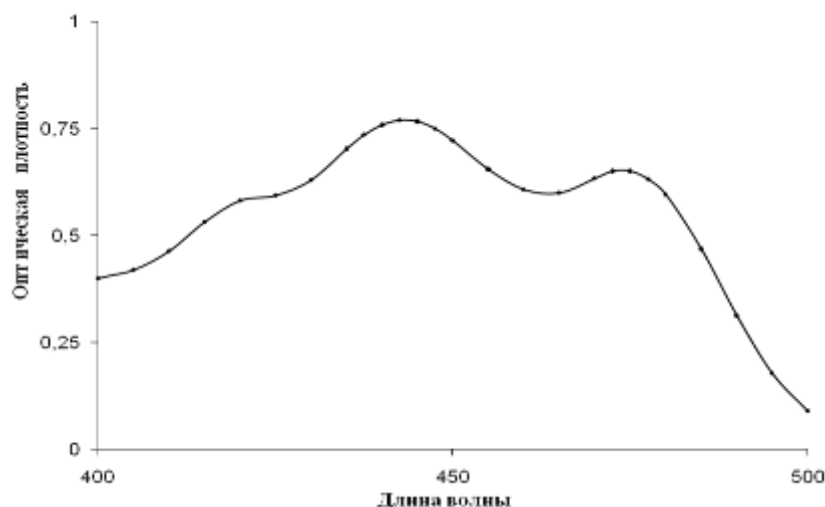


Рис. 6. Спектр ацетонового экстракта препарата ОРО ГЛО

ских весах (с точностью до 0.0001 г) в диапазоне 0.50-1.00±0.250 г, заливали 10 мл растворителя – ацетона (так как он позволяет быстро и количественно извлекать пигменты из желтка) и выдерживали несколько минут при постоянном перемешивании. Полученную смесь фильтровали через фильтр Шотта.

Спектрофотометрические измерения проводили относительно растворителя в кварцевых кюветах ( $l = 1$  см) при  $\lambda_{\max} = 440-445$  нм. Суммарное содержание каротиноидов (в пересчете на лютеин) определяли, используя  $E_{1\text{см}}^{1\%} = 2550$  [6].

Для исследования соотношения лютеина и зеаксантина использовали метод высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Присутствие высоко липофильных соединений контролировали записью хроматограмм образцов, использованных для спектрофотометрического определения в условиях обращенно-фазовой ВЭЖХ: колонка 250×4 мм Диасфер-110-С18 (или аналогичная фаза), элюент 100% ацетон, детектор 450 нм. Неэтерифицированные ксантофиллы удобно определять в условиях нормально-фазовой ВЭЖХ – колонка 250×4 мм Силасорб 600, элюент 30 об. % ацетона в *n*-гексане, детектор 450 нм.

### Результаты и обсуждение

В эксперименте в качестве отправной точки для контроля влияния подкормок использовали данные по содержанию ксантофиллов в желтке яиц в течение адапта-

### Материалы и методы

Перепелки были разделены на 5 групп по 28 особей: по 21 самке и по 7 самцов.

Все пять групп получали один и тот же тот же корм в течение адаптационного периода (10 дней). Затем первую группу оставили в качестве контрольной, вторая получала корм с добавлением добавки А, третья – с добавкой Б, третья с добавкой В, четвертая – с добавкой Г и пятая – с добавкой Д. Добавки вводили в количестве, обеспечивавшем поступление 0.1 мг ксантофиллов в сутки на 1 перепелку.

Каротиноиды желтка яиц определяли спектрофотометрическим методом (спектрофотометр КФК-3-01), и хроматографическими методами. В налале желток отделяли от белка и тщательно гомогенизировали. Брали навеску желтка на аналитиче-



ционного периода. Количественное определение ксантофиллов проводили в пересчете на лютеин для оценки суммарного уровня накопления. Спектры, представленные на рис. 7, свидетельствуют о том, что во всех четырех случаях – с добавками А, В и Г (последний не указан на рисунке) основной компонент – лютеин. Небольшое смещение максимума для образцов с подкормкой Б неудивительно – зеаксантин имеет большую цепь сопряжения с большей длиной волны максимума поглощения. Однако определение соотношения зеаксантин – лютеин в данном случае практически невозможно только по спектрофотометрическим данным.

В целом накопление ксантофиллов, как и при кормлении кур [5, 7, 8], увеличивается при использовании подкормок А, Б и Г и практически не изменяется в случае подкормки В. Следовательно, в организме ферментов, отвечающих за деэпокси-

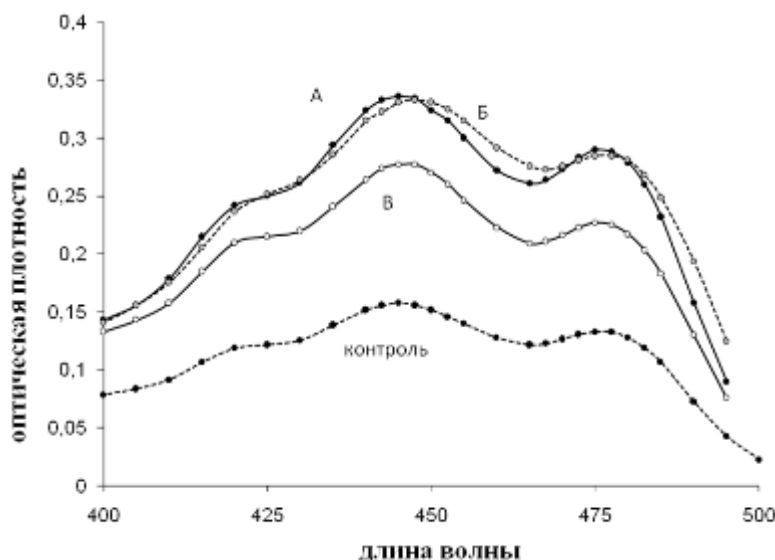


Рис. 7. Спектр ацетонового экстракта желтков перепелиных яиц

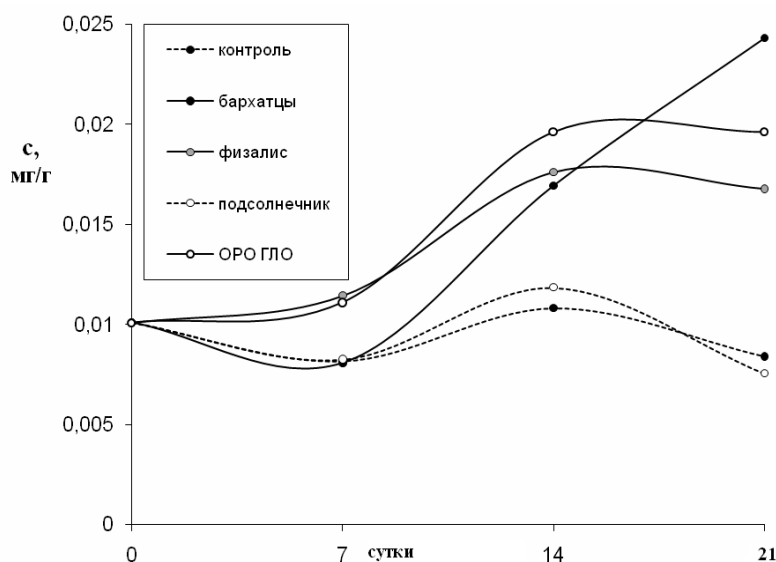


Рис. 8. Изменение накопления ксантофиллов в желтке при использовании индивидуализированных добавок использованных материалах при хранении.

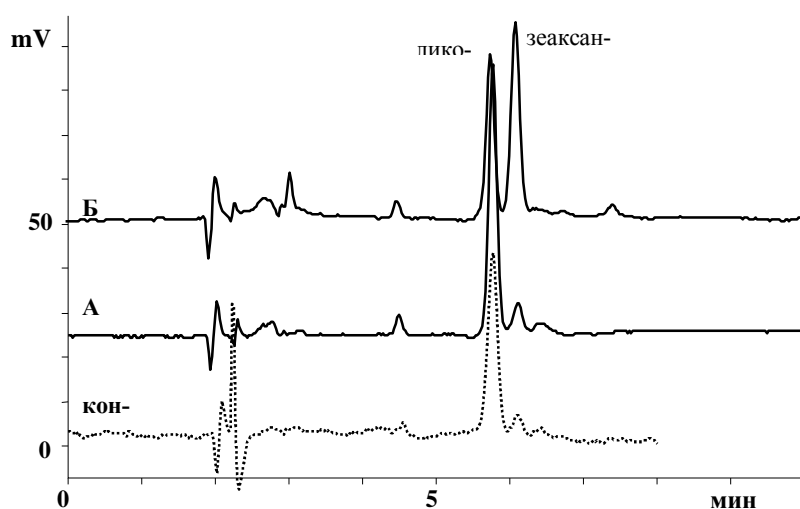
вание, нет. Поэтому, к сожалению, растения, накапливающие эпокси-каротиноиды не эффективны в кормлении животных для увеличения накопления ксантофиллов. С другой стороны, добавки и диэфиров и неэтерифицированных ксантофиллов примерно одинаково эффективны, т.е. этерификация не сказывается на биодоступности ксантофиллов, что соответствует литературным данным. Некоторый относительно большой рост усвоения ксантофиллов бархатцев может свидетельствовать об особенностях целлюлозной матрицы, в которой оказываются заключенными каротиноиды хромoplastов после высушивания материала.

Действительно, при определении ксантофиллов в высушенных исходных материалах для полной экстракции необходимо дополнительное тщательное измельчение уже размолотых лепестков с кварцевым песком до оптической гомогенности порошка. Впрочем, эта прочность связывания и отвечает за неожиданно высокую сохранность каротиноидов в

Дополнительная необходимая информация была получена при хроматографическом исследовании тех же образцов желтка, рис. 9.

Метод нормально-фазовой хроматографии с использованием колонки 250 × 4.6 мм Силасорб 600, 5 мкм и подвижной фазы, содержащей 30 об.% ацетона в *n*-гексане. Анализ хроматограмм показал, что в случаях А, В и Г а также в контрольном опыте хроматограммы различались только интенсивность (площадью) пиков при неизменном соотношении между лютеином и зеаксантином (в диапазоне 1 : (5?7)), но ко второй неделе получено очень большое различие для образцов, полученных с использованием добавки Б: доля зеаксантина в желтке таких яиц даже немногим превышает долю лютеина (46 против 36 %, соответственно).

Полученные нами данные говорят о том, что если превращение лютеина в зеаксантин и происходит, то очень медленно и в незначительных количествах. Т.о. создание сбалансированной по содержанию лютеина и зеаксантина добавки является оправданным направлением пищевого дизайна.



### Выводы

1. Накопление ксантофиллов не зависит от формы ксантофилла – эфирной или нативной.
2. Индивидуализированные добавки в корм птицы приводят к увеличению накопления лютеина и зеаксантина, но не эпокси-ксантофиллов.

Рис. 9. Разделение ксантофиллов желтка яиц перепелок

### Список литературы

1. Thurnham D.I. Macular zeaxanthins and lutein – a review of dietary sources and bioavailability and some relationships with macular pigment optical density and age-related macular disease // *Nutr. Res. Rev.* – 2007. – Vol.20. – P. 163-179.
2. Bone R.A., Landrum J.T., Friedes L.M., Gomez C.M., Kilburn M.D., Menezes E., Vidal I., Wang W. Distribution of Lutein and Zeaxanthin Stereoisomers in the Human Retina // *Exper. Eye Res.* – 1997. – Vol. 64. – P. 211-218.
3. European Patent Application EP1408737 – *Tagetes erecta* marigold with altered carotenoids compositions and ratios.
4. US Patent 7033622 – *Tagetes erecta* marigolds with altered carotenoid compositions and ratios.
5. Владимиров В.Л., Шапошников А.А., Дейнека Д.В., Вострикова С.И., Дейнека В.И. Исследование каротиноидного состава желтка куриных яиц. // Доклады РАСХН. – 2005. – №6. – С. 46-48.
6. Rodrigues-Amaya D.B./ A Guide to Carotenoid Analysis in Foods. ILSI Press, Washington, D.C. 63 p.
7. Дейнека Л.А., Шапошников А.А., Шаркунова Н.А., Гусева Т.С., Дейнека В.И., Гай И.Е. Пищевой дизайн: целенаправленное изменение накопления ксантофиллов в желтке куриных яиц. // Белгородский агромир. – 2006. – № 6. – С. 18-19.
8. Дейнека Л.А., Шапошников А.А., Вострикова С.М., Дейнека В.И. Пищевой дизайн: Исследование накопления ксантофиллов в желтке куриных яиц // Научные ведомости БелГУ. Серия Естественные науки. – 2007. - №5 (36), вып.5. – С. 133-138.



---

## SPECTRAL AND CHROMATOGRAPHIC ANALYSIS OF XANTHOPHYLLS IN VARIOUS PLANT ADDITIONS AND THEIR INFLUENCE ON LUTEIN AND ZEAXANTHIN ACCUMULATION IN A QUAILS YOLKS

V. I. Deineka, A. A. Shaposhnikov

L. A. Deineka, S. M. Vostrikova

L. R. Zakirova, I. Y. Oleynikova

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

*E-mail: Shaposhnikov@bsu.edu.ru*

*E-mail: Pisarev@bsu.edu.ru*

The results of spectral and chromatographic analysis of various plant xanthophylls are presented in this article. There have been discussed experimental data of xanthophylls accumulation in a quail's vitellus under the influence of plant additions.

**Key words:** xanthophylls, lutein, zeaxanthin, food additions, a quail's eggs.



## НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 556; 004.891

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СИСТЕМАХ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ (НА ПРИМЕРЕ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ)

**М. А. Петина**

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

E-mail: petina\_m@bsu.edu.ru

В данной статье рассматривается подход к созданию и использованию системы поддержки принятия решений при управлении водными ресурсами на примере Белгородской области, а именно проектирование и создание базы данных, базы знаний для хранения и обработки информации о водных объектах и принятия управленческих решений в области рационального водопользования.

Ключевые слова: ГИС-технологии, базы данных, водный кадастр, мониторинг, рациональное водопользование, охрана водных ресурсов.

В прошлом и в начале нынешнего столетия водные объекты Белгородской области испытали на себе мощный антропогенный пресс, т.е. прямое и косвенное воздействие хозяйственной деятельности человека на водные ресурсы. Все это отразилось не только на качестве поверхностных вод, но и на их запасах, приведших к истощению водных ресурсов и значительной деградации самих водных объектов [1, 3]. Коренному изменению подверглись в первую очередь начальные звенья гидрографической сети.

Интенсивное хозяйственное использование малых рек и других водных объектов, возрастающее загрязнение и истощение их водных ресурсов настоятельно требуют разработки и составления схем рационального использования и охраны водных ресурсов на региональном уровне, создания постоянно действующей системы учета и расходования водных ресурсов (водного кадастра) с целью оперативного управления водным хозяйством. В этом отношении использование современной разработки технологии хранения и обработки гидрологической информации является весьма актуальной проблемой. Данные обстоятельства делают актуальными оптимизацию использования водных ресурсов и их мониторинг [2].

Ввиду необходимости учета большого объема и разнообразия данных для реализации этих задач необходимо создать специальное информационное обеспечение на базе современных компьютерных средств. Сюда входят: базы данных, базы знаний (опыт предыдущих действий и правовые основы) и системы прогнозирования последствий того или иного варианта действий, в том числе на основе экспертных оценок.

Совокупность таких элементов принято называть системой поддержки принятия решений, для реализации которых необходимо разработать соответствующие информационные технологии.

Разрабатываемая технология реализована на платформе C++ с использованием СУБД FireBird 2.0, которая является кросс-платформенной. Данный проект представляет собой наращиваемую систему с расширяемой базой данных и экспертным оцениванием по методу анализа иерархий.

В проектировании базы данных было выделено 3 этапа:

1. Системный анализ предметной области.
2. Инфологическое проектирование базы данных.
3. Даталогическое проектирование базы данных.

На этапе системного анализа были определены базовые объекты и их атрибуты, а так же сформулированы задачи, которые будет выполнять система в целом.

На втором этапе определяется конечный вид проектируемой базы данных.

Наиболее распространенное средство инфологического проектирования – ER-модель. Основными конструктивными элементами инфологических моделей являются сущности (реальные либо воображаемые объекты, имеющие существенное значение для рассматриваемой предметной области), связи между ними и их свойства (атрибуты).

Каждая сущность обладает некоторыми свойствами, например: имеет уникальное имя, обладает одним или несколькими атрибутами, которые либо принадлежат сущности, либо наследуются через связь, а так же однозначно идентифицируют каждый экземпляр сущности (первичный ключ).

Каждая сущность обладает любым количеством связей с другими сущностями модели.

Параллельно с созданием ER-модели проводился даталогический анализ создаваемой базы данных на предмет соответствия проектируемой системы требованиям нормализации реляционных баз данных.

Этап даталогического проектирования базы данных заключался в использовании метода нормальных форм, в последовательном переводе отношений из первой нормальной формы в нормальные формы более высокого порядка по определенным правилам.

Для построения инфологической модели были определены сущности, их атрибуты и связи между сущностями. ER-модель информационной системы строилась с использованием ErWin (рис. 1).

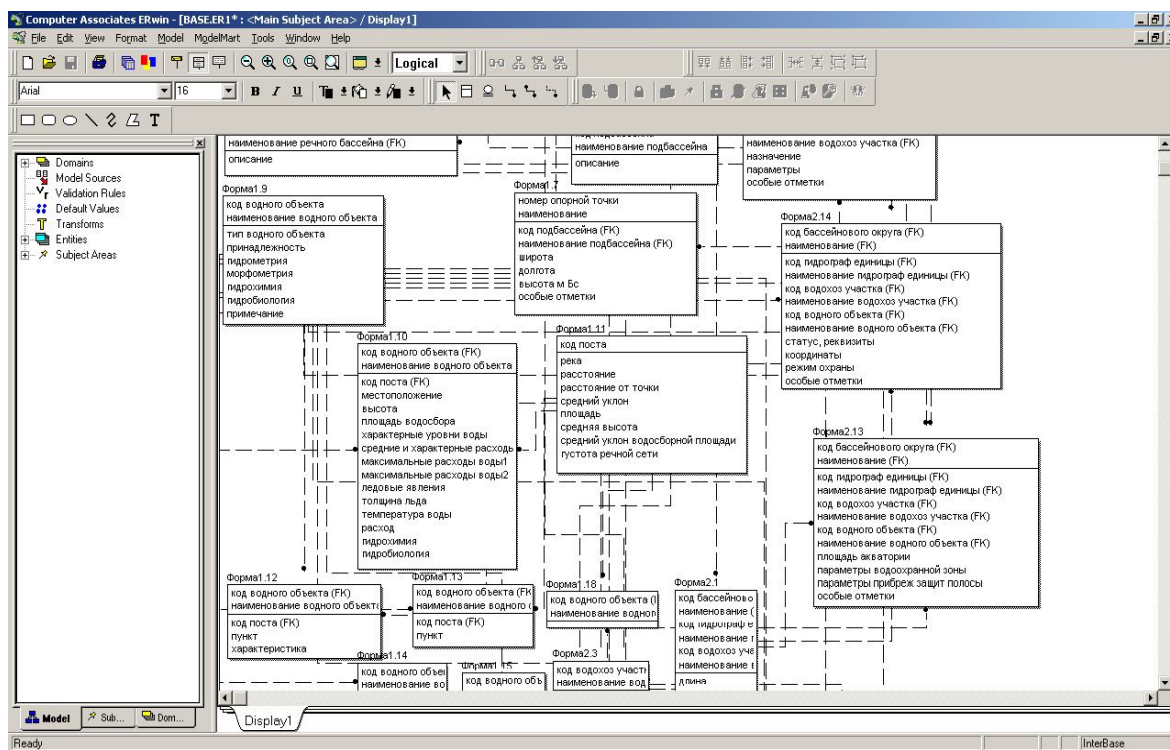


Рис. 1. ER-модель базы данных

**Системный анализ предметной области.** В ходе анализа предметной области были выявлены следующие программные комплексы:

1. Геоинформационная система гидрологического назначения в Самарской области.

Эта система не только собирает воедино разобобщенную информацию, но и на основе фактических и прогнозных данных оперативно представляет сведения для работы паводковых комиссий. Кроме того, система станет основой для осуществления



мониторинга паводковой обстановки на территории области и выработки управленческих решений по ликвидации последствий паводков. Данный проект выполнен на основе геоинформационных технологий с использованием программных продуктов ArcGIS от ESRI и ГИС ИнГео.

2. Геоинформационная система мониторинга водных объектов и нормирования экологической нагрузки. Разработанная система базируется на современных информационных технологиях, оперирует паспортными данными предприятий (источников загрязнения), результатами контрольных измерений, нормативными справочниками, содержащими значения класса опасности и ПДК (предельно допустимые концентрации) вредных веществ. Она рассчитывает и формирует выходные документы, имеет встроенную систему запросов к базам данных.

3. Региональная информационная база водного сектора Центральной Азии "CAREWIB". Региональная информационная система по водным и земельным ресурсам бассейна Аральского моря предназначена, в первую очередь, для поддержки принятия решений в водохозяйственной отрасли Центральной Азии. Основная задача информационной системы - создание единого инструмента учета земельных и водных ресурсов бассейна Аральского моря, с возможностью оценки различных аспектов эффективности их использования и прогноза. Это будет способствовать устойчивому управлению и контролю использования водных ресурсов всех видов.

4. Информационная система по водным ресурсам Швейцарии GEWISS. Большинство пользователей обращается к GEWISScompass через стандартный браузер Internet. Однако опытные пользователи могут использовать для работы с файлами компоненты клиента ArcWFD, которые основаны на приложении ArcMap настольных продуктов ArcGIS. Эти компоненты обеспечивают доступ к более сложным аналитическим инструментам, таким как: управление темами и метаданными; определение водосбора; менеджер временного ряда; инструменты для исследования и анализа любой информации по водным ресурсам: поступающим объемам воды, водосборам и измерительным постам; а также инструменты для регистрации, редактирования, запрашивания и визуализации данных по водным объектам.

**Создание базы данных.** Первым шагом является создание базы данных с последующей ее регистрацией (рис. 2).

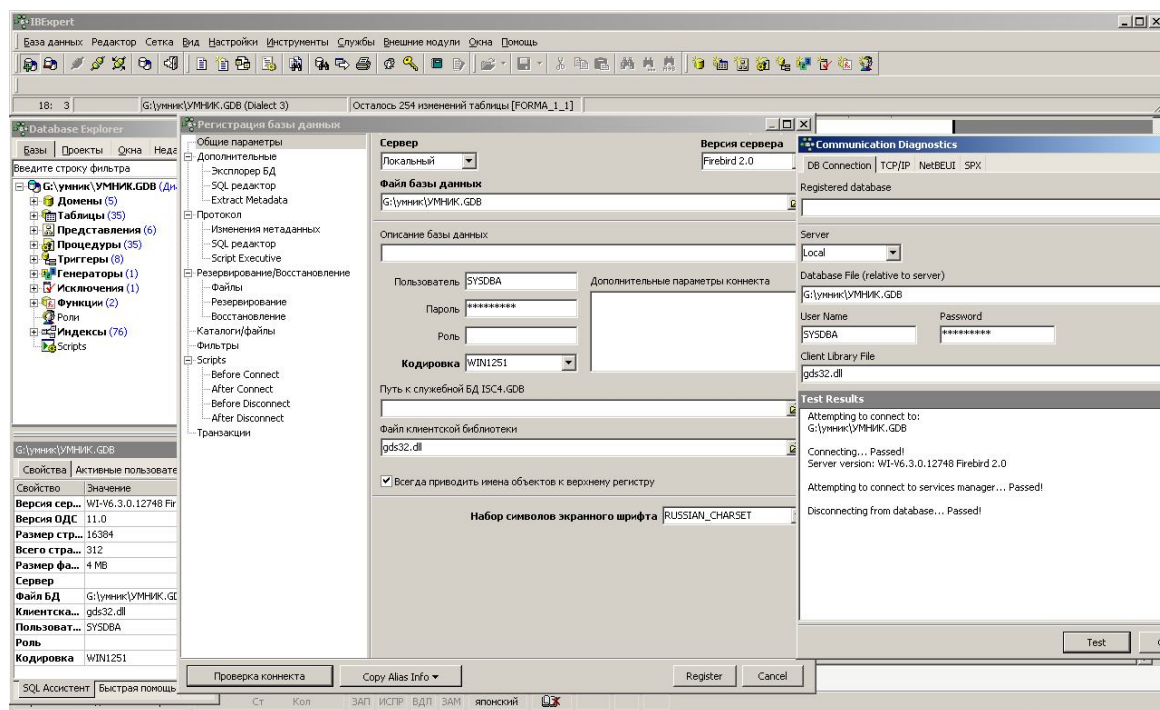


Рис. 2. Регистрация базы данных

При создании базы данных на стороне сервера Firebird были использованы следующие механизмы:

1. Домены – это заранее созданное описание столбцов таблицы. С помощью доменов достигается унификация типов данных, и накладываются ограничения на значения столбцов.

2. Просмотры (представления) – это заранее составленный и хранящийся в базе данных SQL-запрос для выбора данных из одной или нескольких таблиц.

3. Хранимые процедуры – это небольшая программа, которая расположена на сервере базы данных, и которую можно вызвать из приложения клиента. Хранимые процедуры позволяют ускорить работу с данными на SQL-сервере.

4. Триггеры представляют собой процедуру, которая постоянно размещена на SQL-сервере. Отличие от хранимой процедуры то, что она постоянно автоматически вызывается при изменении записей в базе данных.

5. Генераторы. В сервере Firebird отсутствует автоинкрементный тип данных. Поэтому для обеспечения уникальности ключевых полей, совместно с триггерами, используются генераторы. В них хранится максимальное значение номера записи.

6. Пользовательские функции. В этих функциях можно реализовывать функциональность, отсутствующую в стандартных встроенных функциях СУБД Firebird. Эти функции можно написать на любом алгоритмическом языке, но эти языки должны позволять создавать модули DLL [4].

Перед непосредственным созданием таблиц определяемся с тем, какие типы данных будут использованы, а также с полями, к которым они будут применены. Для разработки подсистемы анализа использования водных ресурсов Белгородской области были использованы следующие домены: DATA, CHISLO, TEXT, GRAF, PLAV\_TOCHKA.

Далее приступаем к созданию таблиц БД. Названия таблиц соответствуют созданным ранее сущностям. Это следующие таблицы: FORMA1.1, ..., FORMA1.18, FORMA2.1, ..., FORMA2.14, FORMA3.1, FORMA3.2, FORMA3.3.

Для создания автоинкрементных полей таблиц используются генераторы и триггеры. Генератор имеет следующий вид:

```
CREATE GENERATOR <имя_генератора>
SET GENERATOR <имя_генератора> TO <значение>
```

Для получения следующего значения автоинкрементного поля используем специальную функцию SQL: GEN\_ID (<имя\_генератора>, n), где n – целое число, которое определяет шаг приращения.

Триггер состоит из двух частей: заголовок и тела. Заголовок содержит имя триггера, которое должно быть уникальным в данной базе данных; имя таблицы, идентифицирующее ту таблицу, с которой ассоциируется триггер; атрибуты, которые определяют состояние, событие DML и необязательную последовательность. Тело триггера содержит необязательный список локальных переменных и их типов данных; блок операторов на языке процедур, заключенный в операторные скобки BEGIN END.

Теперь переходим к созданию хранимых процедур. Хранимая процедура представляет собой подпрограмму, расположенную на сервере и вызываемую из приложения клиента. Хранимая процедура создается следующим оператором:

```
CREATE PROCEDURE <имя_процедуры> [(<список_входных_параметров>)]
[RETURNS (<список_выходных_параметров >)]
AS <тело_процедуры>
```

По числу строк, возвращаемых в качестве результата, выделяем следующие виды хранимых процедур:

1) процедуры выбора, которые возвращают несколько строк – передают набор данных, записями в которых являются строки результатов;

2) исполняемые процедуры, которые возвращают одну строку и обеспечивают тем самым возврат значений выходных параметров.

В базе данных используется 70 исполняемых процедур на добавление и удаление данных из таблиц. Для проведения последующего анализа данных были созданы просмотры. Просмотр создается следующим оператором:



```
CREATE VIEW <имя_просмотра> (<список_выходных_параметров>) AS  
select <имя_поля> from <имя_таблицы>;
```

Завершив этап создания базы данных, перешли к проектированию базы знаний.

**Проектирование базы знаний.** В проектировании базы знаний по водным объектам было выделено 3 этапа:

- 1) идентификация проблемной области;
- 2) построение концептуальной модели;
- 3) формализация базы знаний.

Этап идентификации проблемной области включил в себя определение значения и сферы применения системы поддержки принятия решений, подбор экспертов и группы инженеров по знаниям, выделение ресурсов, постановку и параметризацию решаемых задач.

Назначение экспертной системы в области водных ресурсов связано с:

- 1) автоматизацией работы гидрогеолога по принятию решений;
- 2) оптимизацией решения проблем, выдвижением и проверкой гипотез.

На этапе построения концептуальной модели создано целостное и системное описание используемых знаний о водных объектах, отражающее сущность функционирования системы поддержки принятия решений при управлении водными ресурсами Белгородской области. От качества построения концептуальной модели зависит, насколько часто в дальнейшем по мере развития проекта будет выполняться перепроектирование базы знаний. Результат концептуализации проблемной области зафиксирован в виде наглядных графических схем.

Проектирование структуры базы знаний было проведено в два этапа:

- 1) выделение процессной модели;
- 2) преобразование процессной модели в модули базы знаний.

IDEF3- методология позволяет расщеплять модель, выделяя подмодели из существующей модели по какому-либо признаку и объединять подмодели для создания новой модели.

Таким образом, для решения задачи принятия решений в сфере использования водных объектов определена иерархия процессов, на основе которой создана новая процессная модель, описывающая все процессы принятия решений.

Фреймы базы знаний системы поддержки принятия решений при управлении водными ресурсами Белгородской области организованы в иерархию, т.е. фрейм может быть модулем верхнего уровня или подчиненным модулем, ассоциированным с отдельным объектом. Таким образом, база знаний, основанная на фреймовом подходе повышает производительность механизма логического вывода.

Данный подход, основанный на выделении процессов принятия решений как модулей БЗ, реализован в прототипе разрабатываемой СППР. Разработанный прототип состоит из огромного количества правил, описывающих процессы принятия решений выбора наилучшего исхода события. Построение функциональной и процессной модели позволяет выделить процессы принятия решений о «попадании» в кластер и принятие решений о наилучшем варианте.

База знаний системы поддержки принятия решений при управлении водными ресурсами Белгородского региона построена по модульному принципу таким образом, что декомпозиция на модули производится в соответствии с иерархией процессов принятия решений, установленной в процессной модели.

На этапе формализации базы знаний осуществлен выбор метода представления знаний. В рамках выбранного формализма осуществлено проектирование логической структуры базы знаний.

Определен один родительский фрейм «Водный объект». Фреймы «Общие физико-химические показатели», «Неорганические примеси», «Решение проблем» являются его потомками. Данная фреймовая модель представлена на рис. 3.

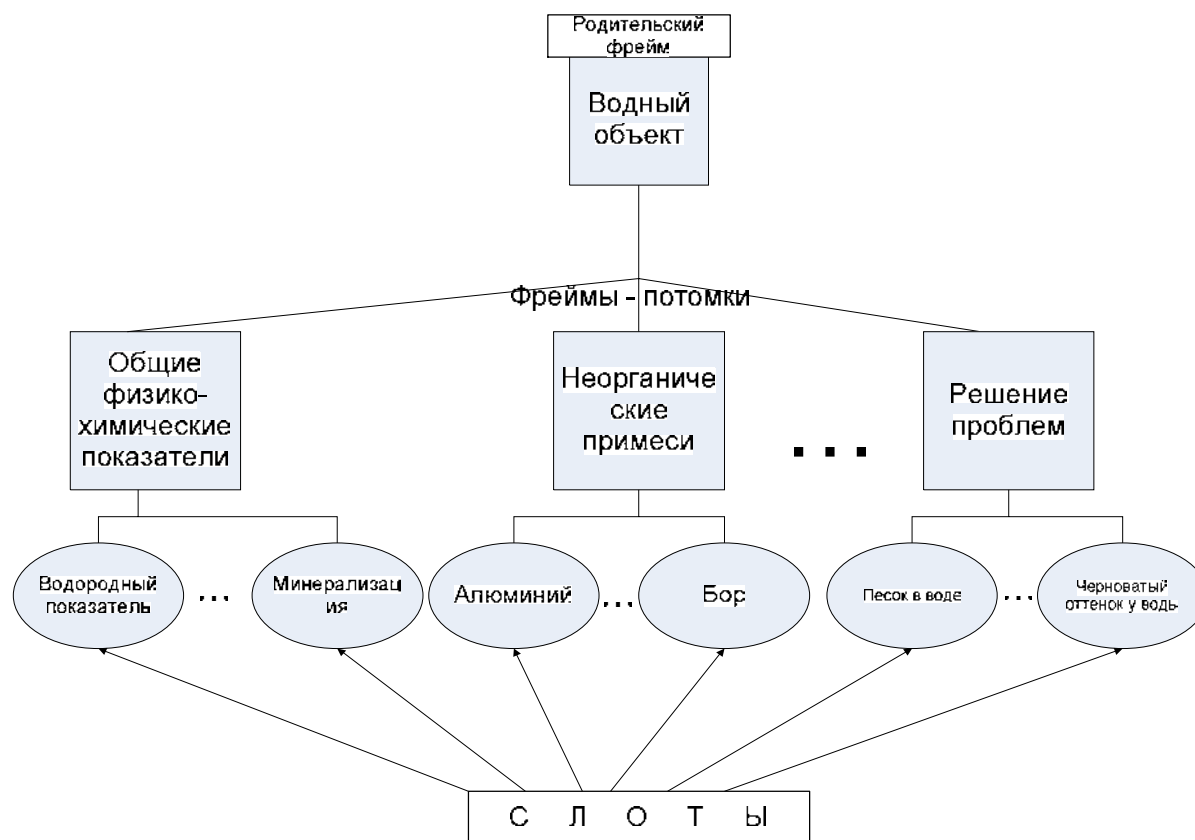


Рис. 3. Фреймовая модель

Каждому слоту соответствует свое значение, в соответствии с которым и будет формироваться правило для принятия водопользователем решения. Фрейм Водный объект имеет свои дочерние фреймы: общие физико-химические показатели, неорганические примеси, решение проблем.

**Выводы.** Результатом работы является прототип программной поддержки информационной технологии сбора и хранения данных о водных ресурсах Белгородской области, который позволяет хранить сводную информацию о водных объектах и их характеристиках, вносить, изменять и удалять данные из таблиц базы данных.

Предлагаемая система является масштабируемой и в дальнейшем она может быть использована и в других регионах в отличие от существующих аналогов.

В процессе разработки системы поддержки принятия решений планируется создать также базу знаний, которая позволяла бы анализировать ситуацию, опираясь на опыт прошлых периодов, а также проводить экспертную оценку по методу анализа иерархий.

Аппаратные требования разрабатываемого прототипа невысоки, потому возможна реализация и для ноутбуков, что повышает мобильность пользователя работающего с ней, а интуитивно понятный интерфейс позволяет работать с системой пользователю, который не является специалистом в области информационных технологий. Многооконный интерфейс позволяет сгруппировать данные по направлениям деятельности специалистов: ввод информации, представление в виде диаграмм и отчетов, вывод рекомендаций по улучшению состояния водных ресурсов.

### Литература

1. Петин А.Н., Сердюкова Н.С., Шевченко В.Н. Малые водные объекты и их экологическое состояние: учеб.-метод. пособие. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2005. – 240 с.



2. Петина М.А., Зайцева Н.О. Разработка технологии хранения и обработки информации в системах поддержки принятия решений при управлении водными ресурсами Белгородского области // Молодые ученые географической науке : материалы IV Всеукраинской научной конференции, г. Киев. – Киев, 2009.

3. Чендев Ю.Г., Петин А.Н. Естественные изменения и техногенная трансформация компонентов окружающей среды староосвоенных регионов (на примере Белгородской области). – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2006. – 124 с.

4. Firebird: руководство разработчика баз данных: Пер. с англ. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 1104 с.

## USING OF GEOINFORMATION TECHNOLOGIES IN EXPERT SYSTEMS OF DECISION-MAKING SUPPORT IN WATER RESOURCES MANAGEMENT (BY THE EXAMPLE OF BELGOROD REGION)

M. A. Petina

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

*E-mail: petina\_m@bsu.edu.ru*

This article discusses an approach to the creation and use of expert support systems under water control in Belgorod region, in particular, the design and creation of databases, KB for storage and information processing about water bodies and decision-making in the field of rational water use.

Key words: geoinformation technology, databases, water cadaster, monitoring, the rational water use, water conservation.



## ИССЛЕДОВАНИЕ СВЯЗИ МЕЖДУ СПЕКТРАЛЬНЫМИ ОТРАЖАТЕЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ И ИХ ЛЕСОТАКСАЦИОННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ<sup>1</sup>

**Э. А. Терехин**

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

*E-mail: terekhin@bsu.edu.ru*

Изложены результаты исследования связи между лесотаксационными параметрами лесных насаждений Белгородской области (породным составом, возрастом, высотой) и их спектральными отражательными свойствами, оцененными по снимкам Landsat TM. Установлены сильные корреляционные связи между лесотаксационными параметрами и спектральным индексом КТ1.

Ключевые слова: лесотаксационные параметры лесного насаждения, космические снимки Landsat TM, вегетационные индексы, регрессионный и дисперсионный анализы.

### Введение (теоретический анализ)

Использование аэрокосмических данных дистанционного зондирования (ДДЗ) является важнейшим компонентом повышения эффективности мониторинга лесных земель, в котором можно выделить несколько направлений: оценка лесных площадей и их динамики, мониторинг лесных пожаров, дешифрирование типов лесов, исследование лесоинвентаризационных и биофизических параметров древостоя [5], оценка которых занимает одно из ключевых мест среди перечисленных направлений [12]. Современные исследования в этой области направлены на установление эмпирических связей между конкретным лесоинвентаризационным параметром и особенностями спектрального отклика лесного массива, который оценивается по космическому снимку. Исследования такого вида зависимостей ведутся в умеренных, бореальных и тропических лесах [8, 10, 14]. Решение этой задачи напрямую связано с исходными характеристиками самой космической съемки (пространственное, спектральное, радиометрическое разрешение и количество каналов) и с уровнем тематической обработки спутниковых данных, позволяющей оценить спектральные признаки лесной растительности. Анализ зарубежных и отечественных источников показал, что установить функциональные связи или близкие к ним по точности корреляционные отношения между спектральной отражательной способностью насаждений и их таксационными или биофизическими показателями, как правило, не представляется возможным [6,7]. Однако, в ряде работ получены связи с высоким коэффициентом корреляции, позволяющие построить прогнозные картограммы распределения того или иного лесоинвентаризационного параметра [9,11] и дать предварительную оценку распределения некоторых таксационных или биофизических характеристик лесного полога. Фактором, ограничивающим использование практически всех полученных эмпирических моделей, являются региональные особенности насаждений и, как следствие, их спектральные отражательные свойства. Таким образом, для мониторинга лесоинвентаризационных параметров лесов необходимы региональные исследования, позволяющие построить соответствующие прогнозные модели.

Цель нашего исследования заключалась в региональной оценке спектральных свойств лесных насаждений, типичных для Белгородской области и оценка возможности построения по ним прогнозных моделей лесотаксационных показателей, составляющих основу описания лесного массива.

<sup>1</sup> Работа выполнена по проекту «Проведение поисковых НИР по направлению «География и гидрология суши» мероприятия 1.2.1 ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 гг.» (№ П743).

### Объекты исследования

Правильный выбор объектов исследования – одно из главных условий получения информации, отражающей региональные спектральные особенности лесной растительности. При подборе объектов исследования мы руководствовались тем, что участки леса должны быть типичными для Белгородской области по комплексу показателей, в лесах должны быть в достаточной мере представлены группы деревьев, различные по породному составу, возрасту и другим лесохозяйственным характеристикам. В то же время стоит отметить, что получение информации, полноценно характеризующей спектральные отражательные свойства лесов региона, возможно только путем их анализа в группе лесных массивов, расположенных в разных частях области. Еще один важный момент заключается в том, что желательно исследовать спектральные характеристики параллельно на двух лесных массивах:

В первом – леса находятся под воздействием активной хозяйственной деятельности.

Во втором – развитие древостоев происходит в условиях с минимальной антропогенной нагрузкой, т.е. в условиях, максимально приближенным к естественным.

При этом тип лесорастительных условий в обоих случаях должен быть полностью аналогичен.

На основании этих критериев выбрали два лесных массива, расположенных в юго-западной части Белгородской области, составляющих в прошлом единый лесной массив и находящихся в непосредственной близости друг от друга. Расположение лесных массивов показано на рис. 1.

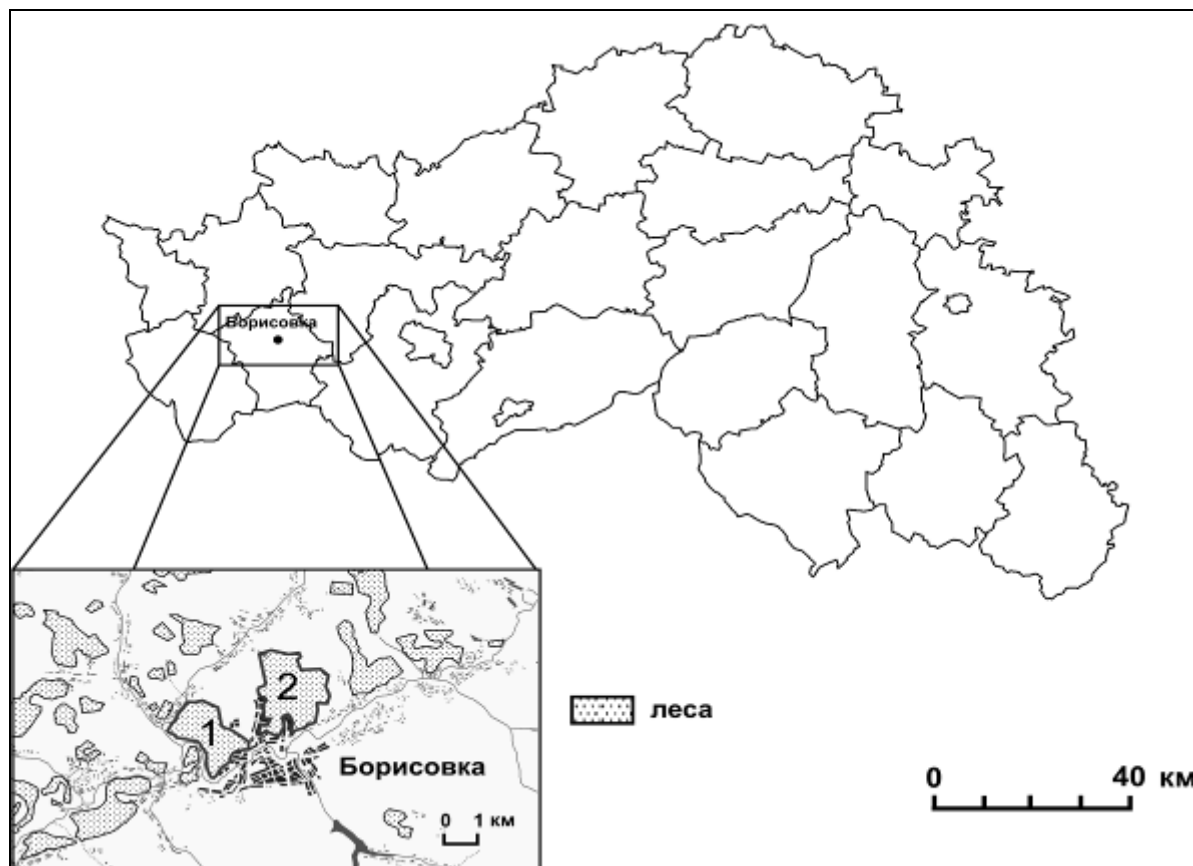


Рис. 1. Расположение объектов исследования на территории Белгородской области:  
1 – «Лес на Ворскле», 2 – «Мелкий лес»

Это заповедный участок «Лес на Ворскле», относящееся к заповеднику «Белогорье» площадью 1038 га и урочище «Мелкий лес», площадью 1763 га. Развитие лес-

ных массивов происходило по разным сценариям. Лес на Ворскле с XVII века является охраняемой территорией, на которой сохранились дубравы с возрастом 310-320 лет [2]. Следует отметить, что в «Лесу на Ворскле» сохранились единственные на Европейской территории России дубравы с возрастом более 300 лет. Урочище «Мелкий лес» активно использовалось в хозяйственной деятельности. В нем периодически велись рубки главного пользования, что нашло существенное отражение в современных особенностях состава, возраста и других лесотаксационных параметрах этого лесного массива. Последние участки леса с возрастом 100-120 лет здесь были вырублены в течение последних 15 лет. Оба лесных массива во многом аналогичны друг другу по типу лесорастительных условий и типу лесного участка (по классификации Алексева–Погребняка), но существенно различны по типам насаждения.

Территория исследования характерна для подзоны южной лесостепи, расположенной на юго-западном пологом скате Среднерусской возвышенности. Среднегодовая температура 6 °С, абсолютный максимум 40 °С, абсолютный минимум –37 °С. Средняя относительная влажность воздуха около 75 %. Среднегодовая сумма осадков 537 мм.

### Методы исследования

Для реализации поставленной задачи использовали следующие группы методов:

- 1) обработку ДДЗ, включающую их предварительную коррекцию и тематический анализ, заключающийся в оценке спектральных признаков;
- 2) методы геоинформационного анализа;
- 3) статистический анализ данных.

Схема исследования представлена на рис. 2

**Блок ДДЗ.** При исследовании того или иного лесоинвентаризационного параметра необходимо провести предварительную оценку возможности его оценки дистанционными методами. Т.к. большинство способов аэрокосмического дистанционного зондирования, за исключением лидарных и радиолокационных, методов способны оценивать только спектральные особенности верхней части лесного полога то, необходимо выбрать те лесоинвентаризационные параметры, которые могут влиять на спектральные особенности этой части насаждения.

Анализ отечественных и зарубежных источников [4, 12] показал, что состав, основная порода, возраст, группа возраста и тип леса в отдельных случаях могут быть достаточно успешно оценены дистанционными методами в зависимости от особенностей самого лесного массива и характеристик используемых ДДЗ. Учитывая, что между самими лесоинвентаризационными показателями существуют количественные взаимосвязи, например, между диаметром и высотой, диаметром и возрастом [1, 4], то оценив с помощью дистанционных методов одни параметры, можно сделать прогнозные оценки других. Таким образом, дистанционные методы должны обеспечивать оценку большинства лесоинвентаризационных параметров. Здесь основными ограничивающими факторами являются начальные характеристики используемых аэрокосмических данных и глубина их тематической обработки.

Для адекватной оценки связи таксационных параметров лесных насаждений с их спектральными характеристиками по аэрокосмическим ДДЗ нами установлены следующие требования к используемым материалам космической съемки:

- 1) спутниковые данные должны быть получены в сроки максимально близкие ко времени проведения оценки лесотаксационных параметров;
- 2) снимки должны быть получены в течение вегетационного периода;
- 3) космические снимки должны обладать соответствующим пространственным разрешением, позволяющим визуально дешифровать наиболее сильные контрасты в лесном массиве, иметь каналы, позволяющие дешифровать особенности растительного покрова. На участках снимков, покрывающих объекты исследования должна отсутствовать облачность.

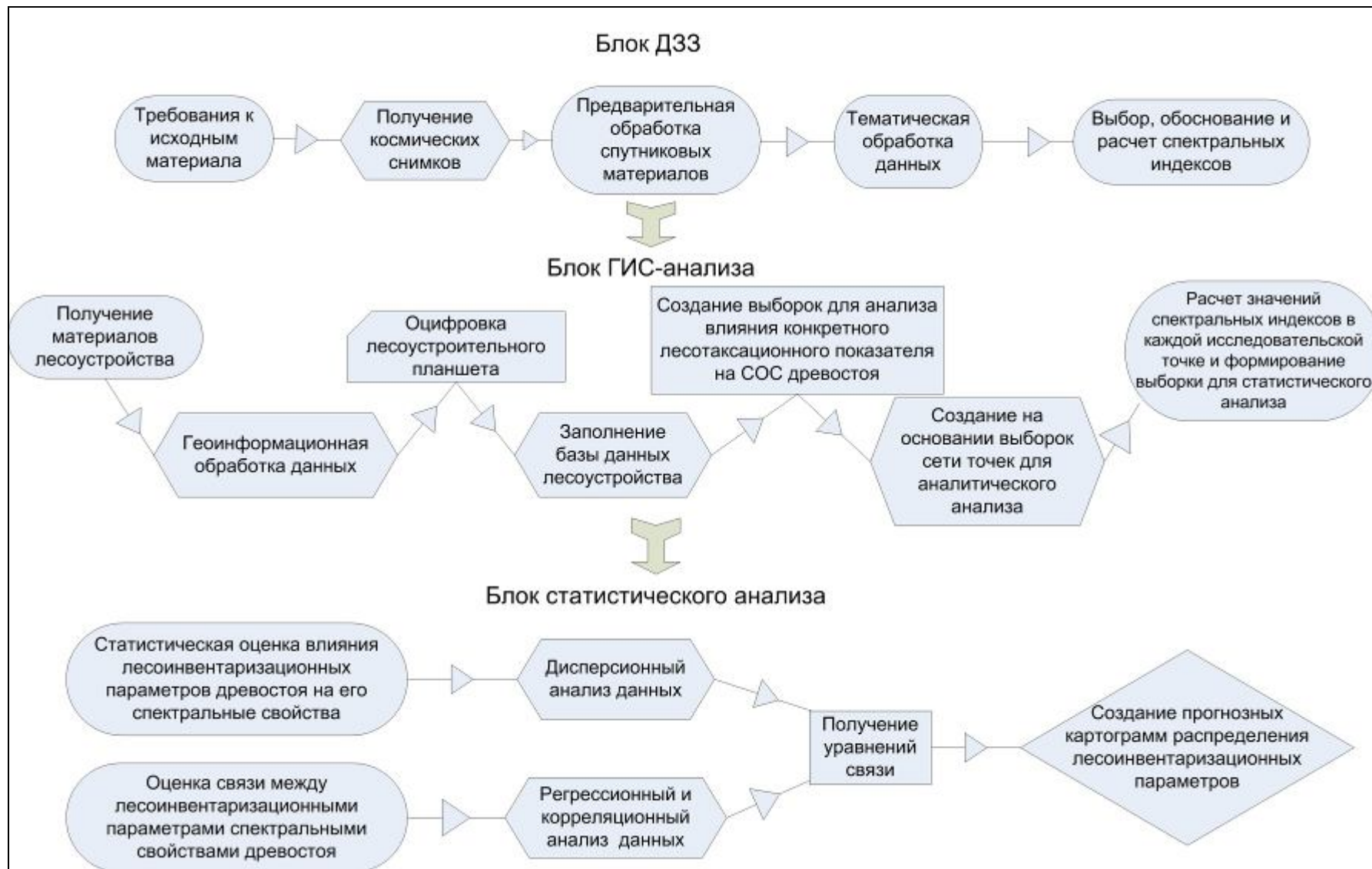


Рис. 2. Схема анализа влияния лесотаксационных параметров насаждения на его спектральные отражательные характеристики.



На основании приведенных критериев для оценки спектрального отклика лесной растительности использовали материалы космической съемки со спутников *Landsat TM*. Применили данные, полученные непосредственно на год лесоустройства. Использовали космические снимки *Landsat* из зоны 177025, т.е. из 177 колонки, 25 ряда глобального покрытия этих снимков. Учитывая сроки проведения лесоустройства в обоих объектах исследования, для «Леса на Ворскле» подобрали снимок 1986 г., а для «Мелкого леса» – 1995 г. Спутниковые данные получили из архива Национальной геологической службы *USGS – GloVis* [13].

Главный этап обработки космических данных заключался в их спектральном анализе, наиболее распространенной категорией которого является расчет спектральных (вегетационных) индексов. Индексы заключаются в алгебраических преобразованиях каналов снимка. Их расчет направлен на выявление различий, которые не обнаруживаются на исходных изображениях. Все индексы являются безразмерными показателями.

Вегетационные индексы можно разделить на группы по способу их расчета: простые отношения, нормализованные индексы, комплексные вегетационные индексы и линейные трансформации изображения [11].

В нашем исследовании мы использовали серию вегетационных индексов в качестве спектральных характеристик лесных объектов. Стоит отметить, что перед тем, как использовать конкретный индекс для оценки параметров лесного насаждения необходимо провести предварительное исследование, направленное на выявление наиболее информативных индексов для оценки параметров лесного насаждения. Руководствуясь зарубежными и отечественными работами в этой области, мы отобрали группу индексов для анализа их связи с параметрами лесного насаждения.

Использованные вегетационные индексы показаны в табл. 1.

Таблица 1

**Вегетационные индексы, используемые в исследовании**

Индекс	Формула расчета на основе каналов спутника Landsat TM
SR <sub>4,3</sub>	TM4/TM3
SR <sub>5,4</sub>	TM5/TM4
NDVI	(TM4-TM3)/(TM4+TM3)
KT1	0.290TM1+0.249TM2+0.480TM3+0.557TM4+0.444TM5+0.170TM7
KT2	0.273TM1+0.217TM2+0.550TM3+0.722TM4+0.073TM5+0.165TM7

Все этапы исследования, связанные с обработкой ДДЗ, выполнили в программном комплексе *ERDAS IMAGINE 9.1*. В результате подготовили картограммы вегетационных индексов на территорию обоих лесных массивов.

**Блок ГИС.** Данные о лесотаксационных параметрах массива «Мелкий лес» использовали из материалов последнего лесоустройства Белгородской области, которое проводилось в 1994 году [3]. Последнее лесоустройство заповедного участка «Лес на Ворскле» было выполнено в 1986 году.

Для решения поставленной задачи, т.е. достоверной оценки влияния таксационного параметра лесного насаждения на его спектральные свойства, необходимо исключить влияние посторонних факторов. Например, если проводится оценка влияния возраста насаждения на его спектральные характеристики, то необходимо произвести такую выборку участков леса, чтобы в них присутствовали насаждения, разные по возрасту, но аналогичные по составу и типу лесорастительных условий. Для этой цели необходимо произвести выборку с заданными критериями по данным лесоустройства. На основании ее развернуть на местности сеть исследовательских точек с известными параметрами насаждений и рассчитать в каждой точке сети спектральный показатель. В результате будет создана совокупность точек с известными параметрами насаждения и спектральными индексами.

Решить эту задачу можно, изучив материалы последнего лесоустройства, создав на основании них базу данных по таксационному описанию кварталов и выделов лесных массивов. Для этой цели использовали лесоустроительные планшеты с таксаци-





онным описанием каждого выдела. Планшеты отсканировали и привязали к космическому снимку в той же системе координат (проекция *UTM*, зона 37, датум *WGS-84*), затем перевели в векторную форму и присоединили к ним базу данных таксационного описания. База данных, созданная по материалам лесоустройства, включала информацию о полном лесотаксационном описании 443 выделов для массива «Мелкий лес» и 285 выделов для заповедника «Лес на Ворскле». Всего, таким образом, в анализе использовали информацию с 728 выделов.

Следующий шаг связан с созданием выборки из выделов для оценки связи конкретного лесотаксационного параметра со спектральными характеристиками древостоя. После того, как выборка будет готова, на каждом из ее выделов следует расположить точку в виде оценочной площади для извлечения в ней спектральных характеристик древостоя. Адекватное размещение точек является одним из ключевых шагов для получения достоверных результатов, поэтому мы располагали площади на, космическом снимке, исходя из разработанных нами требований.

1. Размер исследовательской площади должен устанавливаться, исходя из пространственного разрешения снимка, и составлять не менее 2-х пикселей изображения. Т.к. пространственное разрешение снимков *Landsat* составляет 30 м, то размер площади должен быть не менее чем 60 м.

2. Точки-площади должны размещаться на характерном однородном участке выдела, надежно различаемом на космическом снимке и не должны выходить за границы выдела.

3. Форма всех площадей должна быть одинакова. Мы применяли круговую форму.

4. Количество точек должно быть репрезентативно для статистического анализа, извлеченных из них характеристик насаждения. Т.к. минимальная выборка, позволяющая установить определенные закономерности, равна 30, то исходить надо из этого количества точек для анализа каждого исследуемого лесоинвентаризационного показателя.

Следуя указанным критериям, на территории лесных массивов разместили сеть исследовательских площадей для оценки влияния возраста, высоты и состава насаждения на его спектральные характеристики. Для автоматической расстановки точек оценки в программе *ArcGIS* разработали модели, позволяющие расположить точки для каждой выборки. В таблице 2 приведены параметры выборок для анализа влияния каждого из параметров на спектральные свойства древостоя.

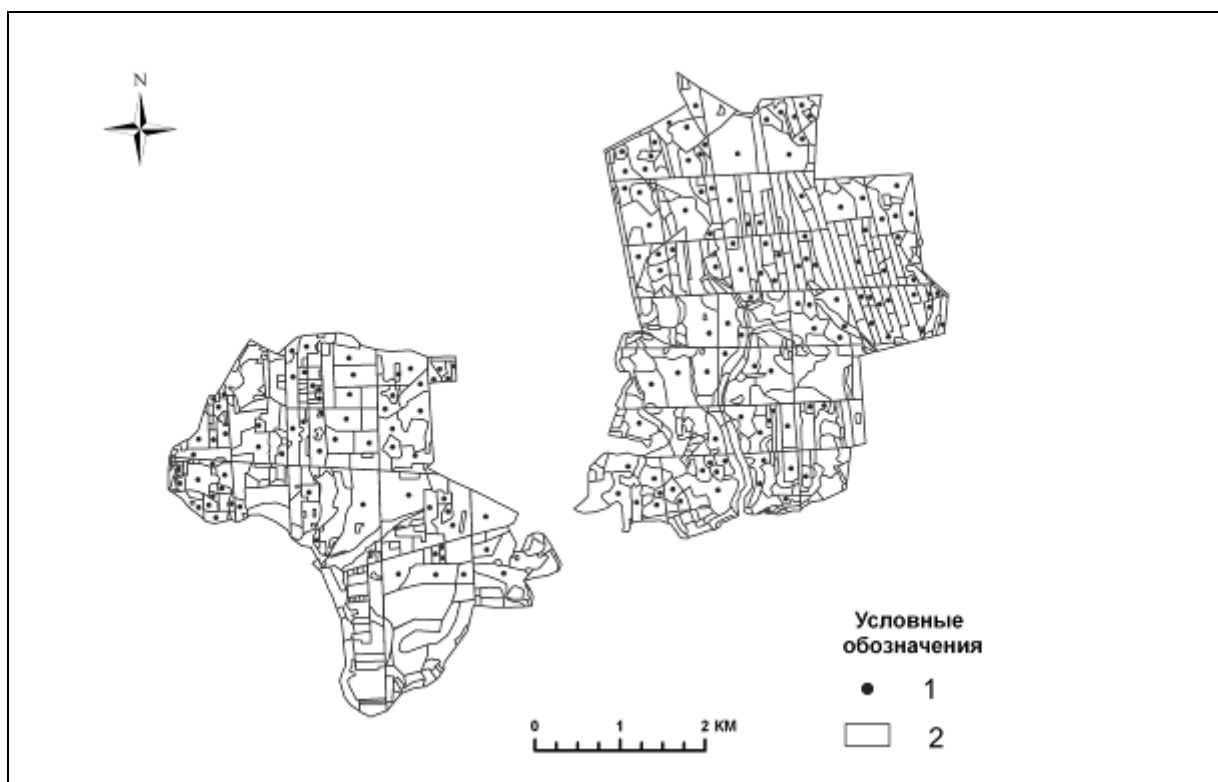
Таблица 2

**Характеристики выборок из лесных выделов для развертывания сети оценочных точек**

Лесотаксационный параметр	Особенности исследовательской выборки лесных выделов	Количество точек оценки
Состав	Одновозрастные разноставные выделы в аналогичных типах лесорастительных условий	69
Возраст	Разновозрастные выделы в схожих лесорастительных условиях с дубом высокоствольным в качестве породы, доминирующей в составе древостоя. Площадь выделов более 2 га	111
Высота	Выделы в аналогичных лесорастительных условиях с дубом высокоствольным в качестве преобладающей породы	83

Размещение сети точек оценки на территории лесных массивов «Мелкий Лес» и «Лес на Ворскле» для анализа влияния возраста и состава насаждений на их спектральные отражательные свойства показано на рис. 3.

На следующем этапе по картограммам вегетационных индексов рассчитали их средние значения в каждой исследовательской площади. Все этапы геоинформационной обработки данных и их анализа выполнили в программе *ArcGIS 9.3*.



**Рис. 3.** Размещение сети точек оценки на территории лесных массивов «Мелкий Лес» и «Лес на Ворскле». 1-Исследовательские площади для оценки влияния возраста (для «Мелкого леса» и состава (для «Леса на Ворскле») насаждений. 2-таксационные выделы лесных массивов

Блок статистического анализа заключался в сопоставлении значений лесотаксационных параметров в каждой точке исследовательской сети с показаниями вегетационных индексов в этих же точках. Статистический анализ состоял из двух частей: оценке связи между лесотаксационными параметрами и спектральными индексами и оценке влияния таксационных параметров на спектральные свойства. Первая задача решалась методами регрессионного и корреляционного анализов, вторая – методами дисперсионного анализа. Все стадии статистической обработки данных выполнили в пакете *STATISTICA 6.0*.

### Результаты и их обсуждение

Из используемых нами в исследовании пяти вегетационных индексов только один –  $KT_1$  (первая компонента спектрального преобразования Каута-Томаса) показал высокую чувствительность к спектральным различиям в возрасте и высоте насаждения для массива «Мелкий Лес» и чувствительность к различиям в породном составе для заповедного участка «Лес на Ворскле». Остальные индексы –  $SR_{4,3}$ ,  $SR_{5,4}$ ,  $NDVI$ ,  $KT_2$  не выявили никаких закономерностей в изменении спектральных свойств насаждений по мере изменения его возраста, состава или высоты.

Результаты регрессионного и корреляционного анализов, т.е. оценки степени связей лесотаксационных характеристик и спектральных свойств для «Мелкого леса», показали относительно высокие отрицательные коэффициенты линейной корреляции между возрастом и индексом  $KT_1$ , а также между  $KT_1$  и высотой. Графики, характеризующие тренды изменений вместе с уравнениями регрессии и коэффициентами корреляции  $r$  изображены на рисунках 4 и 5.

Из обоих графиков видно, что значения спектрального индекса снижаются по мере увеличения возраста и высоты древостоя. Связь в обоих случаях имеет вид, близкий к линейному и характеризуется высокими отрицательными коэффициентами корреляции.

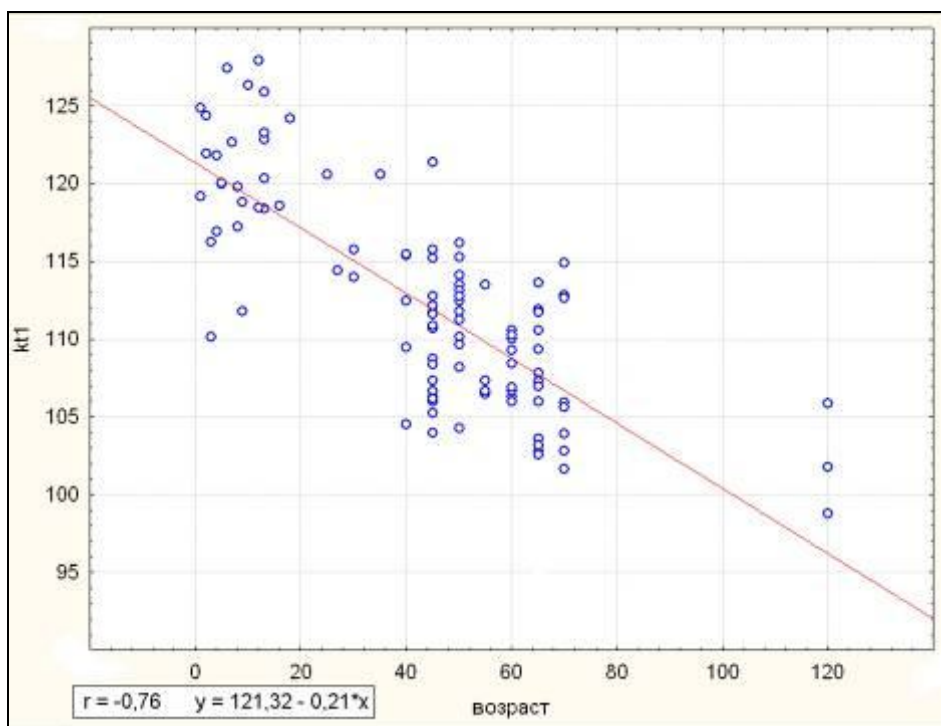


Рис. 4. Связь между возрастом древостоя и индексом КТ1

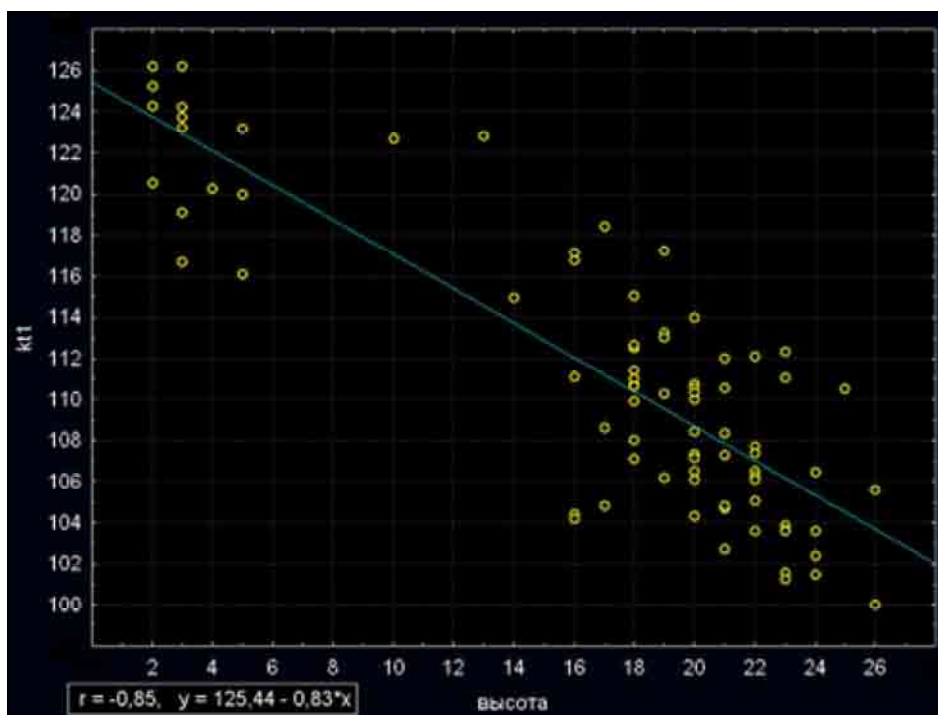


Рис. 5. Связь между высотой древостоя и индексом КТ1

В случае связи между возрастом и индексом КТ1 коэффициент корреляции равен  $-0,76$ , а в случае связи индекса и высоты он составляет  $-0,85$ . Для территории «Леса на Ворскле» аналогичных связей мы не обнаружили. На наш взгляд это можно объяснить наличием на территории этого лесного массива в подавляющем большинстве древостоев с возрастом более 60-70 лет. Для деревьев старше этого возраста различия в спектральных отражательных свойствах, как правило, не выявляются.

Результаты оценки влияния состава, возраста и высоты древостоев на их спектральные свойства, характеризующиеся в нашем случае индексом КТ1, показаны на рисунках 6, 7, 8.

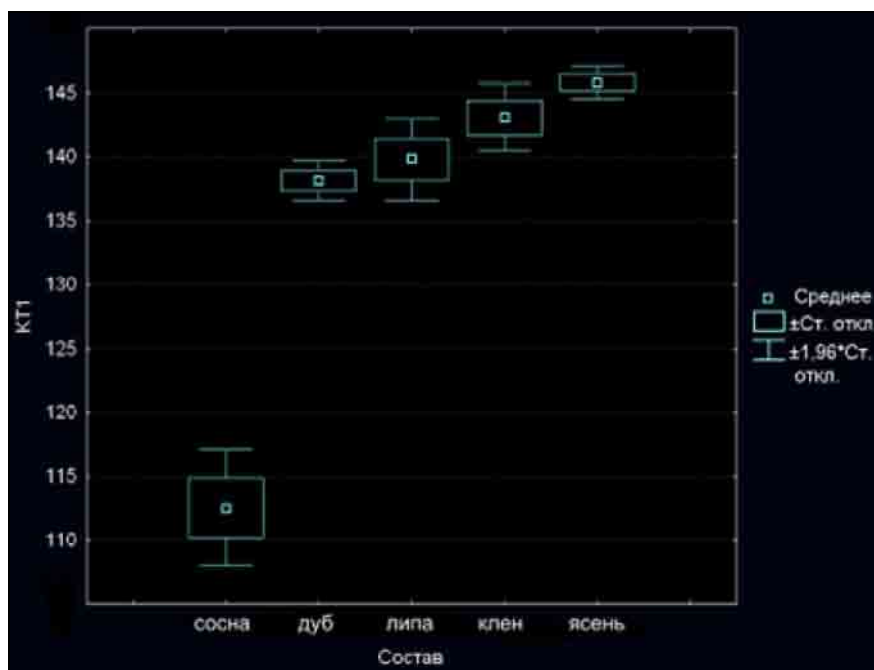


Рис. 6. Влияние состава насаждения на его отражательную способность

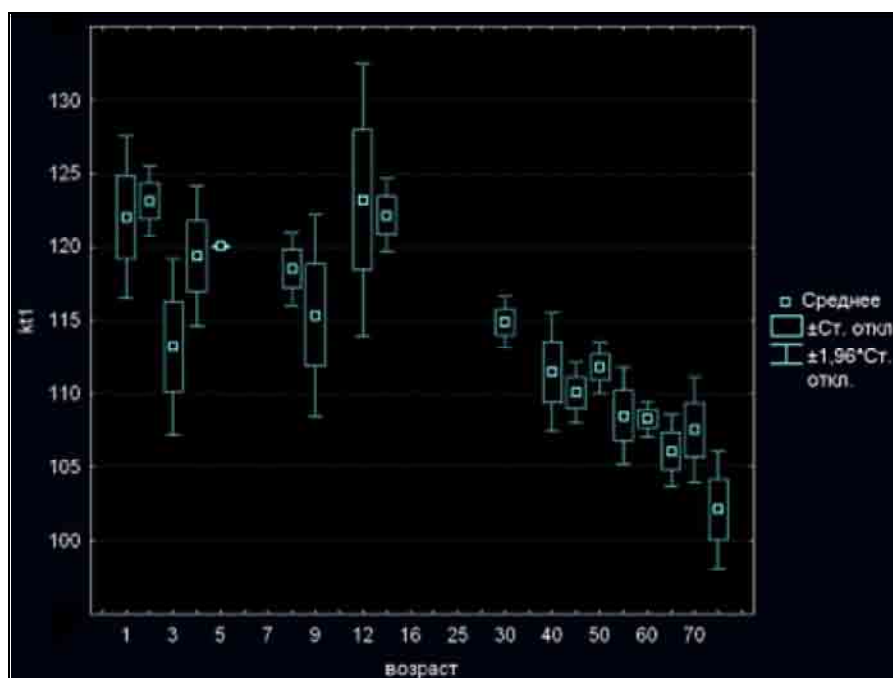


Рис. 7. Влияние возраста насаждения на его отражательную способность

Различные по породному составу насаждения, представленные в «Лесу на Ворскле», по мере увеличения значений индекса располагаются в следующий ряд: сосновые, дубовые, липовые, кленовые, ясеневые. При этом спектральные отражательные свойства разных пород деревьев отличаются существенно. Наиболее сильно отличаются от других пород по индексу КТ1 сосновые древостои, характеризующиеся наименьшими значениями индекса. С учетом величины стандартного отклонения между собой перекрываются только значения индекса для дуба и липы.

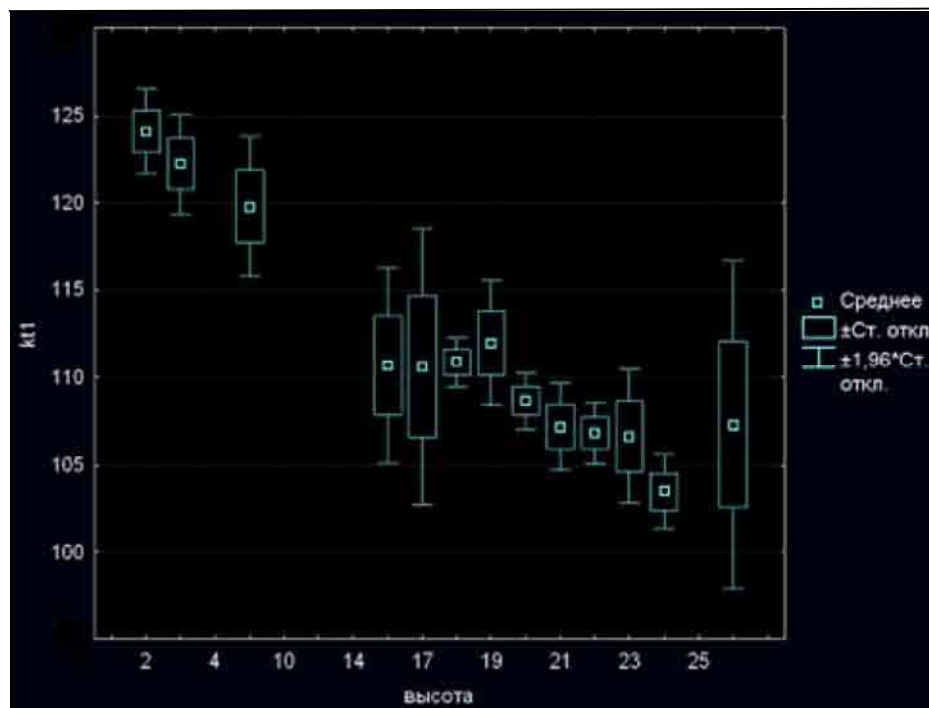


Рис. 8. Влияние высоты насаждения на его отражательную способность

Влияние возраста и высоты насаждений на значения индекса выражено не столь однозначно. Насаждения молодого возраста существенно отличаются по средним значениям индекса от насаждений старше 45 лет. Однако для разновозрастных насаждений в диапазоне 1-12 лет характерно существенное варьирование спектральных свойств. После 30 лет наблюдается резкое снижение значений индекса с определенной степенью варьирования.

Анализируя влияние высоты на значения спектрального индекса, следует отметить, что по значениям индекса между собой наиболее четко различаются насаждения до 10 м и более 10 м.

### Выводы

1. Для лесного массива «Мелкий лес», характеризующегося значительной внутренней неоднородностью по высоте и возрасту лесных насаждений, установлена линейная корреляционная связь (коэффициент корреляции 0.76) между возрастом насаждения и индексом КТ1, и аналогичная связь этого же индекса с высотой насаждения (коэффициент корреляции 0.85). Уравнения связи индекса КТ1 с возрастом и высотой древостоя выглядят следующим образом:  $КТ1 = 121.32 - 0.21 \cdot A$  и  $КТ1 = 125.44 - 0.83 \cdot H$ , где  $A$  – возраст,  $H$  – высота. Достоверной корреляционной связи параметров насаждения с другими спектральными индексами не обнаружено.

2. Для заповедного участка «Лес на Ворскле» установлено влияние состава насаждения на индекс КТ1. Влияние состава на остальные индексы не обнаружено. Насаждения, по мере увеличения спектрального индекса, располагаются в следующий ряд по доминирующим породам: сосна, дуб, липа, клен, ясень. При этом сосна наиболее сильно отличается от остальных пород по этому показателю. Хотя различия средних значений остальных пород также значимы, за исключением пары дуб–липа. Достоверных связей возраста и высоты со спектральными индексами для «Леса на Ворскле» не обнаружено. Это, на наш взгляд, может быть обусловлено преобладанием насаждений с возрастом более 60-70 лет, для которых характерна однородность спектральных отражательных свойств.

3. Из используемых спектральных индексов только первая компонента спектральных преобразований Каута-Томаса (КТ1) оказалась чувствительна к различиям в составе, высоте и возрасте насаждения. Остальные индексы оказались не информативны для исследования перечисленных параметров лесного насаждения.





### Список литературы

1. Виноградов Б.В. Аэрокосмический мониторинг экосистем. – М.: Наука, 1984. – 321 с.
2. Горышина Т.К., Тимофеева Е.К. Заповедник «Лес-на-Ворскле». Заповедники СССР. II. Заповедники Европейской части РСФСР. – М.: Мысль, 1989. – С. 138-151.
3. Состояние окружающей среды и использование природных ресурсов Белгородской области в 2007 году: справочное пособие / П.М. Авраменко, П.Г. Акулов, А. И. Анисимов и др. / Под. ред. С.В. Лукина. – Белгород: КОНСТАНТА, 2008. – 276 с.
4. Сухих В.И., Гусев Н.Н., Данюлис Е.П. Аэрометоды в лесоустройстве. – М.: Лесная промышленность, 1977. – 192 с.
5. Boyd D.S., Danson F.M. Satellite remote sensing of forest resources: three decades of research development // Progress in Physical Geography. – 2005. – Vol. 29, № 1. – P. 1-26.
6. Chen W., Zhao X. Estimation of forest parameters based on TM imagery and statistical analysis // Journal of Forestry Research. – 2007. – № 18. – P. 241–244.
7. Eklundh L., Hall K., Eriksson H., Ardo J., Pilesjo P. Investigating the use of Landsat thematic mapper data for estimation of forest Leaf area index in southern Sweden // Can. J. Remote Sensing. – 2003. – Vol. 29 № 3. – P. 349–362.
8. Gerylo G.R., Hall R.J., Franklin S.E., Smith L. Empirical relations between Landsat TM spectral response and forest stands near Fort Simpson, Northwest Territories, Canada // Can. J. Remote Sensing. – 2002. – Vol. 28, № 1. – P. 68–79.
9. Estimation of stand volumes using the k-nearest neighbors method in Kyushu, Japan / T. Kajisa, T. Murakami, N. Mizoue, F. Kitahara, S. Yoshida // Journal Forest Research. – 2008. – № 13. – P. 249–254.
10. Lu D. Integration of vegetation inventory data and Landsat TM image for vegetation classification in the western Brazilian Amazon // Forest Ecology and Management. – 2005. – № 213. – P. 369–383.
11. Lu D., Mausel P., Brondzio E., Moran E. Relationships between forest stand parameters and Landsat TM Spectral responses in the Brazilian Amazon Basin // Forest Ecology and Management. – 2004 – Vol. 198. – P.149–167.
12. Lutz D., Washington-Allen R.A., Shugart H.H. Remote sensing of boreal forest biophysical and inventory parameters: a review // Can. J. Remote Sensing. – 2008. – Vol. 34, № 2. – P. 286–313.
13. USGS Global Visualization Viewer Режим доступа – <http://glovis.usgs.gov/>.
14. Spatially Explicit Large Area Biomass Estimation: Three Approaches Using Forest Inventory and Remotely Sensed Imagery in a GIS / M.A. Wulder, J.C. White, R.A. Fournier, J.E. Luther, S. Magnussen // Sensors. – 2008. – № 8. – P. 529–560.

## RESEARCH OF RELATIONS BETWEEN REFLECTION SPECTRAL PROPERTIES OF WOOD PLANTATIONS OF THE BELGOROD REGION AND THEIR STRATUM PARAMETERS

E. A. TEREKHIN

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

*E-mail: terekhin@bsu.edu.ru*

The article presents research data on relations between the stratum parameters of afforestations in Belgorod region (species composition, age, height) and their spectral catoptric properties evaluated to photos Landsat TM. It is fixed strong correlation between the afforestation stratum parameters and spectral index KT1.

Key words: afforestation stratum parameters, Landsat TM data, vegetation indexes, regression and variance analysis.



УДК 711.112 (470.325)

## ОЦЕНКА ЭСТЕТИКО-ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЛАНДШАФТА В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ПГТ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ)

**А. Г. Корнилов**  
**А. П. Федутенко**  
**Е. М. Лопина**

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

*E-mail: kornilov@bsu.edu.ru*

Апробирована методика изучения эстетико-потребительских параметров ландшафта на примере ПГТ Белгородской области. Изучаются зависимости между эстетическими оценками и территориальными, социально-демографическими характеристиками населенных пунктов.

Ключевые слова: эстетика ландшафтов, оценка эстетических ресурсов, рекреационное природопользование, рекреационная нагрузка

### Введение

В связи с реорганизацией отношений собственности на природные ресурсы в целом и земельные ресурсы в частности повсеместно наблюдаются процессы отчуждения и приватизации земель, которые прежде служили для удовлетворения разнообразных потребностей населения в рекреации и других видах природопользования (сбор ягод, грибов, охота и т.д.). Поэтому актуальны задачи изучения характера общественного землепользования и оценки эстетико-потребительских параметров ландшафта для целей устойчивого развития территории и оптимизации структуры земель, а также для последующей разработки рекомендаций и нормативов обеспеченности населенных пунктов региона ресурсами земель и иных природных ресурсов общего пользования. Здесь мы исследуем взаимодействие жителей поселков городского типа Белгородской области (далее ПГТ) с компонентами окружающей среды и особенности их эстетического восприятия.

Для дифференциации уровней востребованности тех или иных компонентов окружающей природной среды необходима система оценок потребительских свойств этих компонентов. При этом для селитебных территорий сложной и вместе с тем важнейшей задачей является оценка эстетико-потребительских параметров ландшафта, то есть «определение размера (интенсивности) положительных эмоций, оказывающих благоприятное воздействие на самочувствие человека, в ходе формирования представлений об окружающей людей природной среде различными социальными, имущественными или национально-религиозными группами населения» [1].

Оценка эстетико-потребительских параметров необходима для выявления потенциала возможностей и ограничений рекреации, разработки системы проективных и экономических решений по территориальной организации рекреационных комплексов, в том числе с позиции необходимости обеспечения социальных и биомедицинских параметров среды. Помимо этого, оценка эстетико-потребительских параметров ландшафта имеет важное значение при разработке программ благоустройства населенных пунктов, работ по планированию и организации земель.

Тематические НИР мы проводим в том числе и в разрезе типов населенных пунктов (города, сельские поселения и т.п.), среди которых можно выделить и поселки городского типа (ПГТ). Данные населенные пункты имеют высокую плотность населения, характеризуются повышенным миграционным потоком и, следовательно, несут большую антропогенную нагрузку, что требует оценки рекреационного потенциала и проведения ландшафтного планирования территории.

Сбор фактографического материала проводился с помощью анкеты. Анкета



включает следующие блоки: половозрастная принадлежность респондента; длительность проживания в данной местности; цели посещения природы; рекреационное использование ландшафтов; частота контактов населения с природой по разным видам землепользования; объем землепользования; информация для определения границ ареалов общественного землепользования.

В настоящее время исследование охватило 9 населенных пунктов данной категории: Борисовка, Дубовое, Красная Яруга, Ивня, Майский, Пролетарский, Разумное, Северный и Томаровка.

В работе исследуются ареалы (части жизненной среды человека), включающие территорию населенного пункта и его ближайшее окружение. Под ближайшим окружением населенного пункта понимается территория, описанная радиусом общественного природопользования, основой для расчета которого послужили результаты изучения пространственных и временных характеристик общественного природопользования населенных пунктов Белгородской области [2, 3]. В результате опроса устанавливается несколько в той или иной степени различающихся образов описываемого пространства. Подобный процесс осознанного отбора элементов воспринимаемой действительности получил название «репрезентация», что буквально означает «представление» или «образ». Результатом подобного отбора становится «упрощенный» образ реальности.

Значительнейшим образом на оценку эстетико-потребительских ландшафта влияет ряд индивидуальных характеристик респондентов, которые необходимо учитывать.

Соотношение респондентов по полу: в общей выборке 46.75 % мужчин и 53.25 % женщин. Средний возраст по всей выборке – 36.73 года. Русские составляют 96.05 %. Подавляющее большинство респондентов являются коренными жителями – 42.47 %. Доля приезжих – около 30.91 %, доля местных (проживающих в ПГТ более 10 лет) – 26.62 %. Средний срок проживания в населенных пунктах составляет 23.74 года.

Распределение по уровню образования: неполное среднее – 15.80 %; среднее – 24.40 %; среднее специальное – 23.91 %; незаконченное высшее – 5.78 %; высшее – 30.12 %. Социальный статус: учащиеся составляют 15.57 %, студенты – 9.78 %, рабочие – 31.22 %, служащие – 22.12 %, пенсионеры – 16.90 % и другие 4.41 %.

Следующим этапом работы была оценка частоты возникновения репрезентаций объекта (коэффициент) по трем выделенным пространственно-временным формам определяется как отношение частоты возникновения репрезентаций *i*-го объекта к общему числу репрезентаций в пространственном ареале по *i*-му населенному пункту.

$$Kp_i = \frac{P_i}{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n} = \frac{P_i}{\sum P_i},$$

где  $Kp_i$  – коэффициент репрезентации *i*-го объекта,  $P_i$  – число репрезентаций *i*-го объекта по *i*-му населенному пункту.

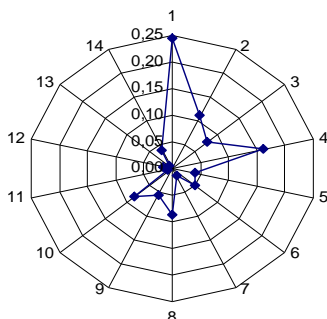
Результаты анализа пейзажеобразующей роли отдельных элементов ландшафта представлены на рис. 1 (на осях отложены значения  $Kp_i$ ).

Оценка удовлетворенности от наблюдаемого *i*-го объекта в пределах пространственного ареала *i*-го населённого пункта определяется как отношение числа положительных оценок к общему числу высказанных оценок (табл. 1):

$$Kp_n^+ = \frac{P_i^+}{\sum_{i=1}^n P_i^+ + P_i^-},$$

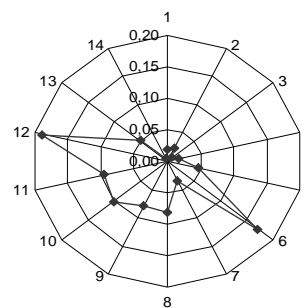
где  $Kp_n^+$  – коэффициент положительной репрезентации наблюдаемых объектов в пределах пространственного ареала по *i*-му населенному пункту;  $P_i^+$  – число положительных и  $P_i^-$  отрицательных репрезентаций; *n* – число групп.

## Наблюдаемый пейзаж



1 – дома; 2 – другие здания; 3 – дворовые территории; 4 – улица; 5 – поле / луг; 6 – лесной массив; 7 – парк; 8 – сад; 9 – огород; 10 – одиночные растения; 11 – река; 12 – пруд / озеро; 13 – рельеф; 14 – другой.

## Ландшафтные предпочтения



1 – дома; 2 – другие здания; 3 – дворовые территории; 4 – улица; 5 – поле / луг; 6 – лесной массив; 7 – парк; 8 – сад; 9 – одиночные растения; 10 – река; 11 – пруд / озеро; 12 – море; 13 – горы; 14 – другой рельеф.

Рис. 1. Частота упоминания респондентами элементов среды в поселках городского типа (в долях единицы)

Таблица 1

**Фрагмент таблицы «Частота упоминания респондентами элементов среды. Наблюдаемый пейзаж»**

№ п/п	Наименование населенного пункта	Kp <sub>n</sub> <sup>+</sup>	Коэффициент репрезентации (в долях единицы)							
			дома	другие здания	двор	Улица	поле / луг	лесной массив	парк	сад
1	Разумное	0.46	0.21	0.08	0.09	0.04	0.04	0.04	0.08	0.21
2	Северный	0.42	0.29	0.19	0.15	0.17	0.04	0	0	0
3	Дубовое	0.62	0.33	0.14	0.10	0.10	0.01	0.09	0	0.03
4	Майский	0.66	0.21	0.19	0.09	0.07	0.03	0.05	0.02	0.10
5	Пролетарский	0.45	0.54	0.04	0.01	0.15	0.08	0.06	0.01	0.03
6	Томаровка	0.51	0.15	0.04	0.06	0.29	0.05	0.03	0.01	0.05
7	Ивня	0.70	0.09	0.13	0.04	0.23	0.02	0.12	0	0.15
8	Борисовка	0.34	0.26	0.17	0.16	0.18	0.02	0.03	0.02	0.02
9	Красная Яруга	0.73	0.13	0.02	0.02	0.25	0.06	0.02	0	0.20
Все ПГТ		0.54± 0.14	0.25± 0.13	0.11± 0.07	0.08± 0.05	0.16± 0.08	0.04± 0.02	0.05± 0.04	0.02± 0.03	0.09± 0.08

Зная коэффициент рекреационного использования и площадь каждого объекта (современные ГИС-технологии позволяют с легкостью определить площадь необходимого объекта), можно рассчитать рекреационную нагрузку на ареал общественного землепользования (табл. 2).

Оценка рекреационной нагрузки на пространственный ареал с учетом того, что каждая группа рекреантов делает различное число выходов в год, определялась следующей формулой:

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n N_i \times T_i}{S_i},$$

где  $N_i$  – численность  $i$ -той группы рекреантов, человек;  $T_i$  – число выходов  $i$ -той группы рекреантов в год;  $n$  – число групп.

Таблица 2

**Расчет рекреационной нагрузки на ареалы населенных пунктов  
Белгородской области**

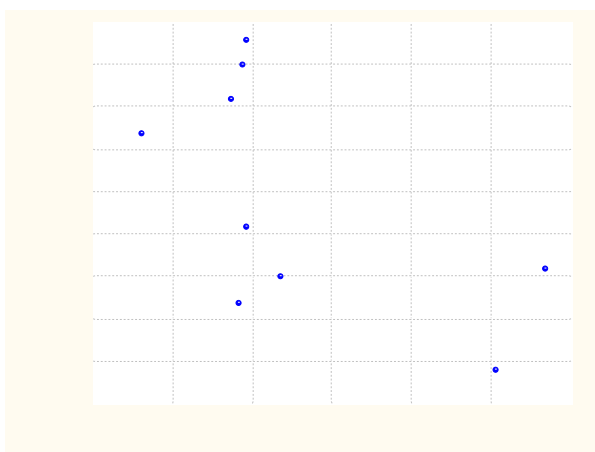
№ п/п	Наименование населенного пункта	Число мнений о возможном рекреационном использовании по группам (число выходов)				Рекреационная нагрузка на ареал, человеко-выходов в год/га
		1-4 раза в месяц ( $N_1 \times T_1$ )	3-4 раза в полгода ( $N_2 \times T_2$ )	1-2 раза в год ( $N_3 \times T_3$ )	Всего $\sum_{i=1}^n N_i \times T_i$	
1	Разумное	122640	28623	7665	158928	2.58
2	Северный	58560	13986	3493.5	76039.5	1.24
3	Дубовое	88416	7581	325.5	96322.5	1.57
4	Майский	41544	29477	1644	72665	1.18
5	Пролетарский	116232	9611	1302	127145	2.07
6	Томаровка	58488	18235	2206	78929	1.28
7	Ивня	72312	16765	1969.5	91046.5	1.48
8	Борисовка	213888	18053	2991	234932	3.82
9	Красная Яруга	83760	10108	3250.5	97118.5	1.58
Итого		855840	152439	24847	1033126	1.87

Оценка эстетико-потребительских параметров должна осуществляться с учетом внешнего пейзажного разнообразия, которое характеризуется сочетанием различных пейзажей и взаимосвязями между ними. Результаты исследования показали, что наиболее ценными являются следующие совокупности компонентов ландшафта: 1) вода (река, озеро) – лес (парк/сад); 2) лес – поле/луг; 3) вода – поле/луг. То есть наиболее привлекательными являются краевые зоны (стык различных сред).

Помимо этого, важным здесь является поиск статистических соответствий между размером, типом поселения, характером среды и эстетическо-потребительскими параметрами, а также иными возможными показателями, выявленными в ходе исследования.

Для оценки зависимости между переменными рассчитывается простая линейная корреляция (корреляция Пирсона, r)

На рисунках 2 и 3 представлены примеры графиков исследуемых зависимостей.







жду долей коренных жителей и коэффициентом положительной репрезентации наблюдаемого пейзажа не выявлена ( $r = 0.25$ ). Обнаружена достоверная умеренная обратная связь между численностью населения ПГТ и коэффициентом положительной репрезентации ( $r = -0.60$ ) (рис. 2) и т.п.

Таблица 3

**Связь коэффициента положительной репрезентации с показателями**

Коэффициенты корреляции		Коэффициенты Корреляции		Коэффициенты корреляции		Коэффициенты корреляции	
Площадь территории, га	-0.29	% приезжих	-0.32	Кр лесного массив	0.47	Кр поле-луг	-0.12
Число жителей, тыс. человек	-0.60	Средний возраст, лет	-0.16	Кр парк/сад	0.10	Кр <sub>n</sub>	0.58
Плотность населения, человек/га	0.04	Длительность проживания в населенном пункте, лет	0.06	Кр реки	0.42	Кнп	0.73
Доля коренных жителей, %	0.25	Число переездов, раз	-0.32	Кр пруд/озеро	0.38	R	-0.63

Определенные зависимости выявлены при анализе влияния конкретных наблюдаемых объектов и их суммы на уровень пейзажной удовлетворенности (коэффициент положительной репрезентации) (табл. 3, рис. 3).

По результатам исследования были построены картосхемы ареалов общественного природопользования для исследуемых ПГТ. Далее, в качестве примера, рассмотрены результаты исследования на примере пгт Пролетарский (табл. 4).

Ареалы общественного землепользования для пгт Пролетарский характеризуются следующими параметрами:

– средний радиус ареала наиболее часто посещаемых территорий составляет 0.3 км; средняя частота посещения составляет 7 раз в неделю на одного жителя (53.2 % выходов).

– средний радиус часто посещаемых территорий – 0.4 км; средняя частота посещения составляет 5.5 раз в неделю на одного жителя (42.9 % выходов).

– средний радиус редко посещаемых территорий – 7.3 км; средняя частота посещения составляет 0.3 раза в неделю (3.9 % выходов).

Таблица 4

**Удельные площади ареалов общественного природопользования пгт Пролетарский**

Наиболее часто посещаемые территории, га		Часто посещаемые территории, га		Редко посещаемые территории, га		Общая площадь, га	
общая	на 1 жителя	общая	на 1 жителя	общая	на 1 жителя	общая	на 1 жителя
1617.81	0.18	3032.26	0.34	3715.14	0.43	8365.21	0.96

Распределение «внешнего» и «внутреннего» землепользования и «чистой рекреации» следующее: общая частота посещения в неделю, кол-во раз на 1 жителя – 12.8; соотношение «внешнего» и «внутреннего» общественного землепользования – 59 / 41 % и чистая рекреация – 69.7 %.

Аналогичные параметры определены для всех изученных ПГТ. Причём, размеры ареалов общественного землепользования в Белгородской области колеблются в зависимости от величины населенного пункта, численности его населения, разнообразия ландшафтов. Для представителей всех возрастных групп наиболее часто посещаемой зоной является зона населенного пункта.

При удалении от ПГТ общее число видов общественного землепользования сокращается. В редко посещаемых природных ландшафтах, отдаленных на большие расстояния сохраняется лишь рекреационная функция (купание, отдых) и такие виды об-



публичного землепользования как охота, рыбалка. Существуют «оторванные» ареалы, которые удалены от населенного пункта на большие расстояния. Они представлены в основном отдаленными локальными участками леса, прудами и т.д. Эти ландшафты используются очень редко (2-4 раза в год) для рекреации.

Находясь на стыке городской и сельской среды, ПГТ являются как бы промежуточным звеном между селом и городом. Соответственно и население, проживающее в них, представляет собой особое сочетание различных интересов, потребностей, ландшафтных предпочтений. Поэтому подходить к планированию и организации рациональной структуры земель посёлков городского типа следует с учетом выявленных особенностей.

### Литература

1. Кусков А.С. Рекреационная география: Учеб.-метод. комплекс / А.С. Кусков, В.Л. Волобуев, Т.Н. Одинцова. – М.: Флинта: МПСИ, 2005. – 496 с.
2. Гененко И.А. Методика изучения социально-географических аспектов общественного природопользования и оценки эстетико-потребительских параметров среды: Метод. пособие / И.А. Гененко, Е.М. Лопина, А.Г. Корнилов – Белгород: ИПЦ «ПОЛИТЕРРА», 2009. – 44 с.
3. Корнилов А.Г. Параметры общественного землепользования (общественного природопользования) и эстетического восприятия ландшафтов разных типов населенных пунктов Белгородской области / А.Г. Корнилов, И.А. Гененко, Е.М. Лопина // Проблемы региональной экологии. – 2007. – №6. – С. 113-121.

## EVALUATION OF AESTHETIC AND CONSUMER PARAMETERS OF THE LANDSCAPE IN THE MODERN LAND-UTILIZATION (BY THE EXAMPLE OF TOWNSHIPS IN BELGOROD REGION)

A. G. Kornilov  
A. P. Fedutenko  
E. M. Lopina

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

It is tested a research technique of the aesthetic and consumer parameters of a landscape by the example of townships in the Belgorod region. Here it is studied the dependences between aesthetic evaluations and territorial, social and demographic characteristics of the settlements.

Key words: esthetics of landscapes, assessment of esthetics resources, recreation exploitation of natural resources, recreation load



# МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

УДК 911.8

## РАЗРАБОТКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ТРОП В ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ РАЗЛИЧНЫХ ПРИРОДНЫХ РЕГИОНОВ

**М. С. Оборин**<sup>1</sup>**В. В. Непомнящий**<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Пермский филиал Санкт-Петербургского института внешнеэкономических связей, экономики и права, Россия, 614000, г. Пермь, ул. 9 Мая, 21

<sup>2</sup> Заповедник «Хакасский», Россия, 655017, г. Абакан, ул. Цукановой, д. 164, а/я189

В статье приведены основные особенности экологических троп и маршрутов. Выявлены основные цели и задачи образования экологических троп, а также предложены требования, которые должны предъявляться к выбору экологических маршрутов. Рассмотрены экологические маршруты и тропы на примере Усть-Качкинской курортной зоны Пермского края и других особо охраняемых природных территорий (ООПТ).

Ключевые слова: экологическая тропа, экологический маршрут, особо охраняемая природная территория

Экологическая тропа – специально проложенная и оборудованная трасса, в местах, где окружающая живая природа позволяет познакомиться с естественными природными явлениями и объектами, служит для воспитания экологического и природоохранного мышления. Экологический маршрут же представляет собой специально проложенную и информационно обеспеченную трассу, на которой посетители получают устную (с помощью экскурсовода) и/или письменную (стенды, аншлаги и т. д.) информацию о природных и историко-культурных комплексах и объектах. Как правило, тематически объединяют различные туристические объекты, а также одну или несколько экологических троп на территории ООПТ. Организация экологической тропы – одна из форм воспитания экологического мышления и мировоззрения [8]. Основное назначение троп природы – воспитание культуры поведения людей в природе. Таким образом, основные цели создания экотроп можно объединить в две группы:

1) эколого-просветительская (сочетание активного отдыха посетителей экотропы в природной обстановке с расширением их кругозора и формирование экологической культуры – как части общей культуры взаимоотношений между людьми и между человеком и природой).

2) природоохранная (локализация посетителей природной территории на определенном маршруте).

Эффективность процесса экологического обучения и воспитания на экотропах, а также особенности их разработки детально изложены в работах М.П. Батурина [1], А.Н. Захлебного [3], В.П. Чижовой [8] и др.

Организация экологических троп является важнейшим приоритетом в деле развития экологического просвещения в ООПТ, об этом упоминалось Н.И. Троицкой [7] на семинаре-совещании руководителей Государственных природных заповедников «Актуальные вопросы деятельности государственных природных заповедников России на современном этапе» 17 декабря 2009 года в г. Тольятти. Там же был представлен передовой отечественный и зарубежный опыт обустройства экологическими тропами ООПТ. Отмечено, что обустройство экологических троп в России происходит достаточно активно, особенно в национальных парках, где они становятся важной частью экскурсионно-туристической структуры и экологического просвещения. При этом к проектированию троп подходят как к важнейшему элементу природной и культурно-

ландшафтной среды, максимально учитывающему природные и историко-культурные особенности территории.

В зависимости от состава посетителей, имеющегося спроса и особенностей территории развиваются различные по тематике, информационной насыщенности, оформлению и т.п. тропы. Наиболее интересные результаты в развитии экологических троп показали национальные парки: «Куршская коса», «Кенозерский», «Угра», «Прибайкальский», «Смоленское поозерье», «Мещера» и другие ООПТ (рис. 1, 2, 3) [6, 7].



Рис. 1. Фольклорные, сказочные тропы в Национальном парке «Мещера» (фото Н.И. Троицкая)

Особенность процесса экологического обучения и воспитания на экотропах состоит в том, что он строится на основе не дидактического, а непринужденного усвоения информации и норм поведения в природном окружении. Достигается это путем ограниченного сочетания отдыха и познания во время пребывания на маршруте.

Можно выделить основные требования, которые предъявляются к выбору маршрута экологической тропы. В их числе:

1) привлекательность: эстетическая выразительность и аттрактивность окружающего ландшафта в местности, где проходит экологическая тропа, тропа не должна быть похожа на другие и быть монотонной;

2) доступность: небольшая протяженность; наличие хорошей пешеходной или подъездной дороги к тропе; безопасность выбранного маршрута; отсутствие серьезных трудностей при продвижении учебных групп по маршруту;

3) информативность: возможность удовлетворить познавательные потребности посетителей в области естественнонаучных дисциплинах; включение наибольшего количества природных объектов;

4) отдых: дети и отдыхающие, находясь на тропах должны чувствовать себя умиротворенными, психологически защищенными и ощущать себя в гармонии с природой.

Особенности развития и функционирования экологических и учебных троп мы рассмотрим на примере Усть-Качкинской рекреационной зоны (УРЗ) Пермского края. УРЗ – природно-антропогенный комплекс (квазиприродный), включающий территориальные элементы с разной степенью внутренних и внешних взаимодействий: территория курорта «Усть-Качка» (спальные корпуса и жилой фонд поселка); курортно-рекреационная зона (побережья Воткинского водохранилища, его заливов, нижнего течения р. Качки); садоводческие кооперативы, земли сельскохозяйственного назначения и лесного фонда.



Воздействие человека на ландшафты исследуемой территории до XVII века было весьма локальным. Оно, в основном, ограничивалось районами речных долин и приречных местностей. По плотности заселения в этот период район исследования характеризуется как «пустые» земли, что позволяет нам сделать вывод о преобладании естественных природных комплексов [4, 5]. С конца XIX – начала XX веков сельскохозяйственная направленность природопользования территории постепенно сменяется рекреационным направлением, для развития которого способствует уникальные природные рекреационные ресурсы (сочетание ландшафтных комплексов, водные объекты и открытые минеральные источники), хорошая транспортная доступность к ядру формировавшейся Пермской агломерации.

*Рис. 2.* Видовая площадка на экологической тропе (фото Н.И. Троицкая)



*Рис. 3.* Обустройство тропы специальным настилом, минимизирующим воздействие на почву и растительность



Территориальные границы УРЗ на местности определялись наличием экотонных участков лесной и луговой растительности (они отличаются наибольшим видовым разнообразием), естественных объектов (участки водохранилища, водотоки, болота) и сформировавшейся сети экологических троп, которые интенсивно используются рекреантами и отдыхающими курорта.

По мнению М.С. Оборина [5], на территории курорта «Усть-Качка» произрастают продуктивные сосновые и елово-сосновые леса (III – IV бонитет), входящие в леса 1-й группы и выполняющие санитарно-гигиенические и оздоровительные функции, в составе которых представлены следующие наиболее крупные фитоценозы: сосновый бор малиново-травяной; сосновый бор малиново-разнотравно-кисличный; сосновый бор травяной парковый; елово-сосновый травяной парковый лес; елово-пихтово-сосновый разнотравно-кисличный лес; елово-сосновый чернично-кисличный лес; смешанный липово-березово-лиственничный травяной лес (рис. 5). Доминирующими породами среди хвойных являются ель сибирская (*Picea obovata*), сосна обыкновенная (*Pinus silvestris*), пихта сибирская (*Abies sibirica*); среди лиственных – березы бородавчатая и пушистая (*Betula verrucosa* и *Betula pubescens*) и осина, или тополь дрожащий (*Populus tremula*).

На территории УРЗ зоны было выделено восемь экологических троп под руководством Т.П. Девятковой и Г.В. Морозовой [2], которые входят в состав трех экологических маршрутов. Сейчас мы рассмотрим наиболее посещаемые из них.

Тропа 1. Протяженность 850 метров, начинается на лодочной станции курорта и проходит по берегу залива, занятым суходольным разнотравным лугом. Здесь на рыхлых песчаных (аллювиальных) почвах растут кустарники, главным образом, ивы: березина, верба и чернотал. Из злаков преобладают корневищные: пырей ползучий, костер безостый, осока и ситник.

Уникальность заливных лугов (рис. 4) близ курорта заключается в их соседстве и чередовании с небольшими перелесками из осины, березы, вяза и суходольными лугами. На опушках колков и заливных лугов, незатронутых сенокосением, обнаружены растения, занесенные в Красную Книгу Урала: ирис сибирский, лук-скорода, радиола розовая (золотой корень), валериана лекарственная, купена лекарственная, синюха голубая и раковая шейка.

Эта тропа интенсивно используется отдыхающими и садоводами-огородниками в течение всего года.



Рис. 4. Места стоянок и купания рекреантов

Чтобы не допустить зарастания лугов сорными видами (лютики ядовитый и жгучий, хвощи, пырей ползучий) необходимо провести меры по уходу за ними – боро-



нование, посев злаков и ограниченное внесение минеральных удобрений. Для сохранения краснокнижных растений нужно снизить антропогенное влияние и, если возможно, объявить территорию заливных лугов и заливов- стариц «Памятником природы», с сохранением покосов за местным населением.

**Тропы 5 и 8.** Протяженность первой экологической тропы 1400 метров, а второй – 800 метров. Обе тропы проходят по территории перестойного соснового и средневозрастного сосново-елового леса. Кустарниковый ярус представлен рябиной, черемухой и лесной малиной. В травяно-кустарничковом ярусе доминирует кислица обыкновенная, обычны копытень европейский и черника. Моховой покров образуют мхи: плеуроциум шребера и кукушкин лен. Здесь представлены и практически ручные обитатели леса (рис. 6)

Сосновые леса на территории тропы 8 находятся в угнетенном состоянии, что связано с их заболоченностью. Лес был прочищен в ходе санитарных рубок в связи с его усыханием. Причина заболочивания – постройка защитной дамбы поселка в бассейнах рек Качки и Осинówki, которая препятствует естественному движению водотоков. Затем вырубка заканчивается, и начинаются изреженные сосновые насаждения, пройденные выборочной рубкой.

Среди основных предпосылок развития лесной рекреации являются: контрастность и ритм лесных ландшафтов, географическая специфика, уникальность или, наоборот, типичность, размеры и форма лесных объектов и так далее. Все сказанное характерно для лесов курорта «Усть-Качка». Лесные участки воздействуют на человека целым комплексом факторов: микроклиматом, ионизацией и чистотой воздуха, отсутствием шума, биосредой благоприятными звуковыми и ароматическими раздражителями. Вот основные результаты воздействия его на человека: улучшается обмен веществ, повышается утилизация кислорода и выделение углекислого газа, увеличивается количество функционирующих капилляров и скорость кровотока. Если перевести эти медицинские термины на бытовой язык, резко улучшается самочувствие, прекращаются боли в сердце, стабилизируется давление и так далее.

Немаловажное значение для повышения настроения и самочувствия людей имеют элементарные удобства для отдыха: укрытия от непогоды, места для привалов и так далее. Основная их цель – снять у отдыхающих отрицательные эмоции, связанные с отсутствием бытовых удобств, и повысить тем самым коэффициент полезного времени, проведенного в лесу (на лоне природы).

Благоустройство должно проводиться с учетом нужд отдыхающих, не забывая при этом и лесохозяйственных интересов. При помощи декоративной скульптуры, интересных построек, а также заранее продуманной системы лесных дорог и тропинок нетрудно отвлечь людей от участков леса, обладающих малой антропогенной устойчивостью (рис. 7). Этот фактор имеет немаловажное значение для повышения санитарно-гигиенических функций и продуктивности насаждений. Если в лесах будет предусмотрено достаточное число лесных сооружений в местах безопасных в пожарном отношении, то вероятность поджога будет сведена к минимуму.

Все сказанное было учтено при создании экологических троп территории. Это помогло снизить антропогенное влияние людей на уникальные лесные биоценозы и максимально использовать леса в экотерапии. Отдыхающие и местное население, зачастую, варварски относятся к лесным прелестям – многие архитектурные сооружения были разрушены. Причина этого кроется в слабом экологическом просвещении и культуре населения.

### Список литературы

1. Батурин М.П. Методические рекомендации при проведении экологических экскурсий. – М.: Турист, 1991. – 97 с.
2. Девяткова Т.П., Морозова Г.В. Разработка экологической тропы в окрестностях курорта «Усть-Качка» (проект). Пермь: ПГУ – ЕНИ, 1998. -150 с.
3. Захлебный А.Н. На экологической тропе (опыт экологического воспитания). М.: Знание, 1986. – 122 с.

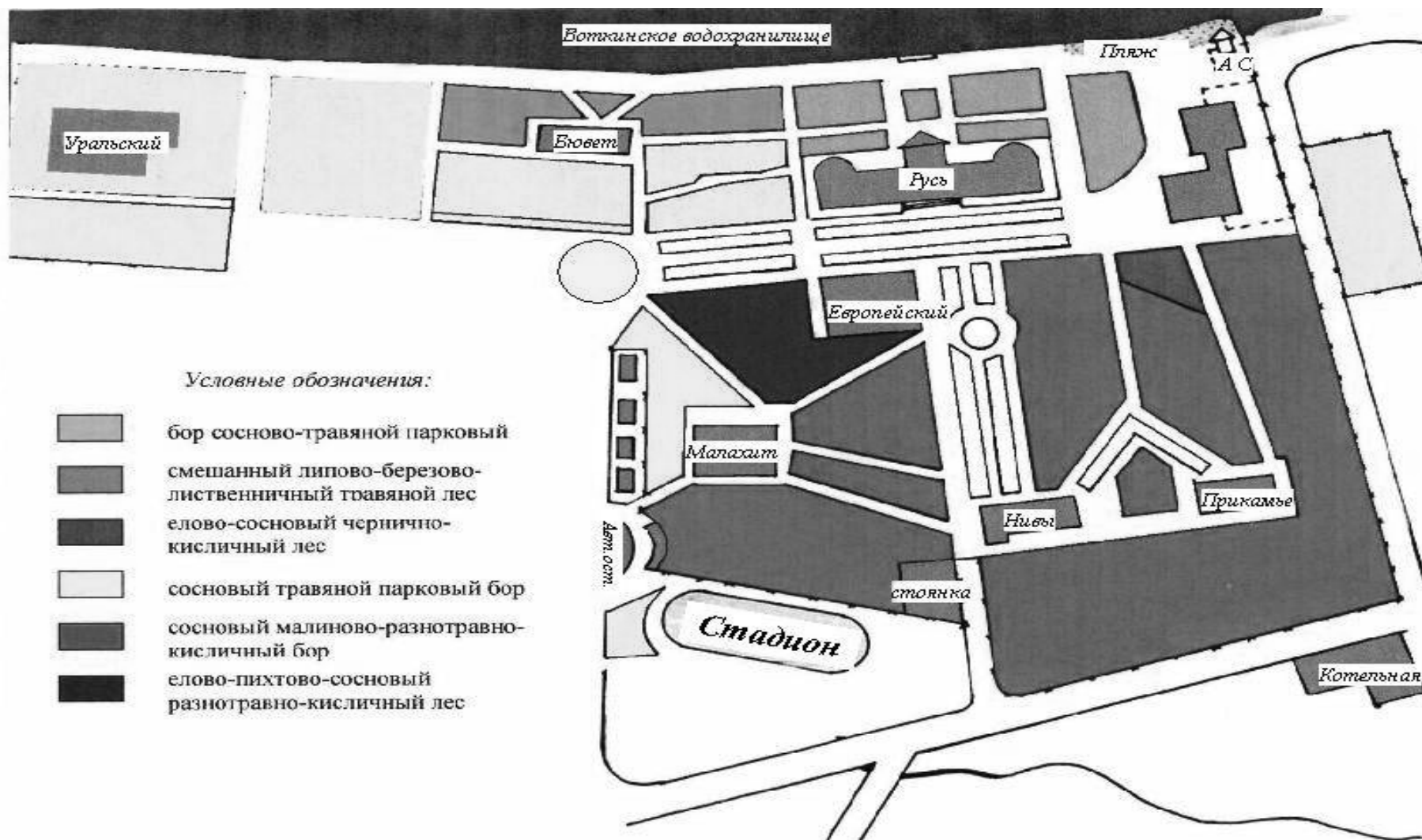


Рис. 5. Схема типов леса на участке Усть-Качкинской курортной зоны



Рис. 6. Обитатели лесных маршрутов



Рис. 7. У шалаша спокойно и уютно

4. Оборин М.С. Современное состояние лесов на территории курорта «Усть-Качка» и их роль в оздоровительном процессе // XII Межвуз. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых «Экология: проблемы и пути решения». Пермь, 2004. С.95-98.

5. Оборин М.С. Усть-Качкинская курортно-рекреационная зона как Эколога-социально-экономическая система. Дис...канд. географических наук. Пермь, 2007. – 225 с.

6. Тропа в гармонии с природой. Сборник российского и зарубежного опыта по созданию экологических троп. М.: «Р. Валент». – 2007. – 176 с.

7. Троицкая Н., Троицкий А. Экологические тропы на ООПТ: мировой и отечественный опыт, принципы обустройства /Материалы семинара-совещания руководителей Государственных природных заповедников «Актуальные вопросы деятельности государственных природных заповедников России на современном этапе» 17 декабря 2009 года в г.Тольятти.

8. Чижова В.П. Учебные тропы природы. Методические рекомендации для заповедников и национальных парков /В.П. Чижова. – М.: Просвещение, 1996. – 765 с.

## DEVELOPMENT OF ECOLOGICAL PATHS IN NATURAL PRESERVES IN DIFFERENT NATURAL REGIONS

M. S. Oborin<sup>1</sup>

V. V. Nepomnachy<sup>2</sup>

<sup>1</sup> St. Petersburg IEELEL,  
9 May Str. 21, Perm,  
614000, Russia

<sup>2</sup> State natural reserve  
«Khakassky», Tsukanova St. 164,  
Abakan, 655017, Russia

The basic features of ecological paths and routes are resulted in the article. The primary purposes and tasks of ecological paths formation are exposed and it also offered the requirements which must be produced to the choice of ecological routes. Ecological routes and paths are considered on the example of Ust-Kachka resort area in the Perm regions and other especially guarded natural territories (EGNT).

Key words: ecological path, ecological route, especially guarded natural territory.

## НАШИ ЮБИЛЯРЫ



**Исполнилось 75 лет видному ученому в области генетики и селекции растений, доктору сельскохозяйственных наук (1992), профессору (2003) кафедры анатомии и физиологии живых организмов, заместителю генерального директора по науке научно-производственного предприятия ООО «Семена и травы» Ивану Константиновичу Ткаченко.**

Иван Константинович родился на Днепропетровщине, в селе Николаевка, 18 ноября 1935 года. Детство его пришлось на трудные военные и послевоенные годы. С ранних лет наравне со взрослыми познал нелегкий крестьянский труд и посвятил всю свою жизнь сельскому хозяйству.

После службы в рядах Советской Армии, в 1957 году поступил на агрономический факультет Харьковского СХИ, который окончил с отличием в 1962 г., и уехал работать в Казахстан, на целину.

Тяга к науке привела его в аспирантуру Украинского НИИ им. Юрьева (г. Харьков) в 1968 году. Он никогда не искал легких путей. В то время когда ученые искали пути повышения продуктивности сельскохозяйственных культур, Иван Константинович отработывал гетерозис на новой культуре для нашей зоны – кукурузе. В результате под руководством профессора В.Е. Козубенко он защитил кандидатскую диссертацию по теме «Проявление гетерозиса у гибридов кукурузы по вегетативным и репродуктивным признакам».

Профессиональный рост ученого-агрария продолжился старшим научным сотрудником, затем заведующим лабораторией селекции люцерны Полтавской опытной станции. В этот раз в поле его научного интереса многолетняя, полиморфная, перекрестная культура со сложной половой организацией. Понять передачу признаков по наследству достаточно сложно. Иван Константинович одним из первых начал разработку вопроса параллельной селекции на семенную и кормовую продуктивность. На основе уникальных методик и чуткой научной интуиции им созданы три сорта люцерны: Полтавчанка, Белгородская 6, Белгородская 86.

С 1978 года у Ивана Константиновича начинается преподавательская деятельность в Белгородский СХИ по генетике, селекции и семеноводству полевых культур, а с 1994 года в Белгородском государственном университете по генетике, биологическим основам сельского хозяйства, фермерскому делу. Он одновременно продолжает селекционную тему и остается верным кормовым травам.

И.К.Ткаченко опубликовал более 130 научных трудов. Наиболее значимыми является монография «Селекция и семеноводство люцерны и других трав», где обобщена вся научная и селекционная деятельность, а также методические пособия «Практикум по основам генетики и селекции», «Красная нить биологии».

И в настоящее время И.К.Ткаченко продолжает педагогическую деятельность в НИУ «БелГУ». Он щедро дарит свои знания, опыт подрастающему поколению моло-





дых исследователей. Богатый жизненный опыт, эрудиция, философский жизненный подход основа его уникальных занятий по курсу «История и методология биологии». Под его научным руководством подготовлено и защищено шесть кандидатских и две докторские диссертации.

Все, кто его знают, отмечают его честность и высокую требовательность к себе и стремление помочь ближнему. Его добросовестность появляются во всем: начиная с каллиграфического почерка, взвешенности мысли, и заканчивая основательностью трудов.

От всей души поздравляем юбиляра и желаем ему дальнейших творческих и научных успехов, здоровья и счастья.

Сотрудники кафедры анатомии и физиологии живых организмов

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- Абубакаров А.Д. – аспирант, Комплексный НИИ РАН, г. Грозный  
 Автина Н.В. – кандидат фармацевтических наук, доцент, Белгородский государственный университет
- Анисимович И.П. – ассистент, Белгородский государственный университет  
 Безменова М.Д. – аспирант, Белгородский государственный университет  
 Беляева Е.Ю. – аспирант, Белгородский государственный университет  
 Богданов С.С. – аспирант, Белгородский государственный университет  
 Бурлуцкая Д.В. – студент, Белгородский государственный университет  
 Бурменко Ю.В. – научный сотрудник, Белгородский государственный университет  
 Бусловская Л.К. – доктор биологических наук, профессор, Белгородский государственный университет
- Буханов В.Д. – кандидат ветеринарных наук, доцент, Белгородский государственный университет
- Васильева Т.В. – научный сотрудник, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
- Везенцев А.И. – доктор технических наук, профессор, Белгородский государственный университет
- Венгеров П.Д. – доктор биологических наук, Воронежский государственный природный биосферный заповедник
- Вострикова С.М. – лаборант, Белгородский государственный университет  
 Габрук Н.Г. – кандидат биологических наук, доцент, Белгородский государственный университет
- Галяс А.В. – аспирант, Курский государственный университет  
 Глухарева Н.А. – кандидат химических наук, доцент, Белгородский государственный университет
- Горшенева Е.Б. – лаборант, Медицинский институт Тамбовского государственного университета им. Г.Р. Державина
- Гусев А.А. – кандидат сельскохозяйственных наук, Медицинский институт Тамбовского государственного университета им. Г.Р. Державина
- Давиденко А.В. – студент, Белгородский государственный университет  
 Дейнека В.И. – доктор химических наук, профессор, Белгородский государственный университет
- Дейнека Л.А. – кандидат химических наук, доцент, Белгородский государственный университет
- Емельянов А.В. – кандидат биологических наук, доцент, Институт естествознания, Тамбовского государственного университета им. Г.Р. Державина
- Журавель М.А. – студент, Белгородский государственный университет  
 Зайцева О.Н. – кандидат биологических наук, доцент, Медицинский институт Тамбовского государственного университета им. Г.Р. Державина
- Закирова Л.Р. – кандидат биологических наук, доцент, Белгородский государственный университет
- Картушинский В.В. – аспирант, Белгородский государственный университет  
 Коваленко Я.Н. – аспирант, Белгородский государственный университет  
 Ковтуненко А.Ю. – кандидат биологических наук, Белгородский государственный университет
- Козубова Л.А. – кандидат биологических наук, доцент, Белгородский государственный университет
- Колесникова Е.Н. – кандидат химических наук, доцент, Белгородский государственный университет
- Корнилов А.Г. – доктор географических наук, профессор, Белгородский государственный университет
- Кудайбергенова А.К. – старший преподаватель, Иссыкульский государственный университет им. К. Тыныстановы, г. Каракол (Кыргызстан)
- Кулько С.В. – магистрант, Белгородский государственный университет  
 Куркина Ю.Н. – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Белгородский государственный университет



- Кutowой В.А. – кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, ННЦ «Институт экспериментальной и клинической ветеринарной медицины»
- Кущан А.Т. – доктор ветеринарных наук, профессор, член-корреспондент НААН Украины, ННЦ «Институт экспериментальной и клинической ветеринарной медицины»
- Лазарев А.В. – доктор биологических наук, профессор, Белгородский государственный университет
- Лопина Е.М. – кандидат географических наук, Белгородский государственный университет
- Лютенко О.В. – младший научный сотрудник, Белгородский НИИ сельского хозяйства РАСХН
- Мазур Н.В. – аспирант, Белгородский государственный университет
- Малинин О.А. – доктор ветеринарных наук, профессор, член-корреспондент НААН Украины, ННЦ «Институт экспериментальной и клинической ветеринарной медицины»
- Метелев А.В. – магистрант, Белгородский государственный университет
- Михневич Н.И. – аспирант, Белгородский государственный университет
- Мищенко А.А. – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, ННЦ «Институт экспериментальной и клинической ветеринарной медицины», г. Харьков, Украина
- Навальнева И.А. – аспирант, Белгородский государственный университет
- Надеждин С.В. – кандидат биологических наук, доцент, Белгородский государственный университет
- Негробов С.О. – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Воронежский государственный университет
- Непомнящий В.В. – кандидат географических наук, государственный заповедник «Хакасский»
- Нетребенко Н.Н. – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Белгородский государственный университет
- Нетребенко Н.Н. – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Белгородский государственный университет
- Нецветаев В.П. – доктор биологических наук, заведующий отделом, Белгородский НИИ сельского хозяйства РАСХН; профессор, Белгородский государственный университет
- Новиков О.О. – доктор фармацевтических наук, профессор, Белгородский государственный университет
- Оборин М.С. – кандидат географических наук, Пермский филиал Санкт-Петербургского института внешнеэкономических связей, экономики и права
- Олейникова И.Е. – аспирант, Белгородский государственный университет
- Олейникова И.И. – кандидат педагогических наук, доцент, Белгородский государственный университет
- Павлов Н.А. – аспирант, Белгородский государственный университет
- Пашенко Л.С. – младший научный сотрудник, Белгородский НИИ сельского хозяйства РАСХН
- Петина М.А. – аспирант, Белгородский государственный университет
- Пигалева Т.А. – магистрант, Белгородский государственный университет
- Писарев Д.И. – кандидат фармацевтических наук, доцент, Белгородский государственный университет
- Полякова И.А. – лаборант, Медицинский институт Тамбовского государственного университета им. Г.Р. Державина
- Попкова И.И. – младший научный сотрудник, Белгородский НИИ сельского хозяйства РАСХН
- Присный А.А. – кандидат биологических наук, доцент, Белгородский государственный университет
- Присный А.В. – доктор биологических наук, профессор, Белгородский государственный университет
- Резанова Т.А. – кандидат биологических наук, ассистент, Белгородский государственный университет
- Рюшина В.А. – аспирант, Белгородский государственный университет

- Скворцов В.Н. – доктор ветеринарных наук, профессор, Белгородский отдел Всероссийского института экспериментальной ветеринарии
- Соколов А.Ю. – научный сотрудник, государственный природный заповедник «Белогорье»
- Сорокопудов В.Н. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Белгородский государственный университет
- Сорокопудов В.Н. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Белгородский государственный университет
- Стегний Б.Т. – доктор ветеринарных наук, профессор, академик НААН Украины, ННЦ «Институт экспериментальной и клинической ветеринарной медицины», г. Харьков, Украина
- Терехин Э.А. – аспирант, Белгородский государственный университет, младший научный сотрудник, Федерально-региональный центр аэрокосмического мониторинга объектов и природных ресурсов БелГУ
- Тихова А.А. – магистрант, Белгородский государственный университет
- Ткачев А.Г. – доктор технических наук, профессор, ООО «НаноТехЦентр», г. Тамбов
- Тохтарь В.К. – доктор биологических наук, Белгородский государственный университет
- Тохтарь Л.А. – научный сотрудник, ботанический сад аспирант, Белгородского государственного университета
- Трегубов А.В. – соискатель, ОАО Агрофирма «Росток», пгт. Волоконовка, Белгородская обл.
- Третьяков М.Ю. – кандидат биологических наук, научный сотрудник, Белгородский НИИ сельского хозяйства РАСХН
- Туртыгин А.В. – аспирант, Белгородский государственный университет
- Умаров М.У. – доктор биологических наук, член-корреспондент МАНЭБ, Комплексный НИИ РАН, г. Грозный
- Федоров А.В. – аспирант, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
- Федутенко А.П. – магистрант, Белгородский государственный университет
- Фомина О.В. – аспирант, Белгородский государственный университет
- Фролов Г.В. – директор, МИП «Наносорбент БелГУ»
- Халикова М.А. – аспирант, Белгородский государственный университет
- Чавчавадзе Е.С. – доктор биологических наук, главный научный сотрудник, БИН РАН, Санкт-Петербург
- Шапошник Е.И. – кандидат биологических наук, ассистент, Белгородский государственный университет
- Шапошников А.А. – доктор биологических наук, профессор, Белгородский государственный университет
- Шевченко С.М. – аспирант, Белгородский государственный университет
- Шутова С.В. – кандидат биологических наук, доцент, Медицинский институт ТГУ им. Г.Р. Державина



**Правила оформления статей в журнал  
«Научные ведомости Белгородского государственного университета»:  
серия «Естественные науки»**

В журнале «Научные ведомости Белгородского государственного университета» публикуются статьи теоретического, методического и прикладного характера, содержащие оригинальный материал исследований автора (соавторов) по разделам «Науки о Земле», «Химия» и «Биология», «Методика преподавания естественных наук» ранее нигде не опубликованные. Обзорные статьи публикуются по заявкам редколлегии или в особых случаях.

Статьи представляются в редколлегию в печатном (1 экз.) и электронном виде с использованием Microsoft Word для Windows. Поля страницы (формата А-4): левое – 3 см, другие по 2 см. Текст – шрифтом Times New Roman, 12 pt, межстрочный интервал – одинарный, красная строка (абзац) – 1,25 см., выравнивание по ширине. Страницы не нумеруются. Объем статей не должен превышать 12 страниц, включая иллюстративный и графический материал, список литературы.

Перед названием статьи необходимо указать УДК (слева сверху). Название статьи оформляется прописными буквами, жирным шрифтом (12 pt) с выравниванием по центру. Ниже через два интервала указать инициалы и фамилии авторов жирным шрифтом (12 pt) с выравниванием по центру. Ниже через два интервала указать адрес места работы с указанием почтового индекса, e-mail автора (соавторов) – обычный шрифт (10 pt) с выравниванием по центру.

Аннотация статьи (резюме) должна располагаться ниже на два пробела от последнего адреса места работы авторов – обычный шрифт (10 pt) с выравниванием по ширине. В конце аннотации необходимо указать ключевые слова (5–7).

В конце статьи на английском языке приводятся название, инициалы и фамилии авторов, адреса мест работы авторов, аннотация и ключевые слова с теми же правилами оформления, что и на русском языке.

В статье должны четко и сжато излагаться современное состояние вопроса, описание методики исследований и обсуждение полученных результатов. Заглавие статьи должно полностью отражать ее содержание. Рекомендуется стандартизировать структуру статьи, используя подзаголовки: Введение (теоретический анализ), Объекты и методы исследования (экспериментальная часть), Результаты и их обсуждение, Заключение (Выводы), Список литературы.

Если статья выполнена при поддержке гранта или на основе доклада, прочитанного на конференции, то необходимо сделать соответствующую сноску в заголовке статьи (см. пример).

К статьям, направляемым в редколлегию, должна быть приложена авторская справка: Фамилия, Имя, Отчество, научная степень, ученое звание, место работы, должность, точный почтовый адрес, контактный телефон, факс, e-mail.

К статьям, выполненным аспирантами или соискателями научной степени кандидата наук, необходимо приложить рекомендацию, подписанную научным руководителем (если руководитель не является соавтором).

Редколлегия направляет полученные статьи на рецензирование.

Редколлегия оставляет за собой право вернуть статью на доработку.

**Условия публикации.** В течение календарного года автором (авторским коллективом) в журнале может быть опубликовано не более 4-х статей. К публикации принимаются материалы подписчиков журнала (не менее чем полугодовая подписка). Копия квитанции прилагается к материалам, направляемым для публикации.

Более подробную информацию о правилах оформления статей для серии «Естественные науки» и условиях публикации можно получить по адресу [http://www.bsu.edu.ru:8806/dok\\_fakt.htm](http://www.bsu.edu.ru:8806/dok_fakt.htm)



**Пример оформления статьи**

УДК 51-72:530.145

**Полуклассическое приближение к исследованию двумерных гамильтоновых систем на основе метода нормальных форм<sup>3</sup>**

Н.А. Чеканов<sup>1</sup>, В.Н. Тарасов<sup>2</sup>, Н.Н. Чеканова<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Белгородский государственный университет, Россия, 308007, г. Белгород, ул. Студенческая, 14, e-mail: *Chekanov@bsu.edu.ru*

<sup>2</sup> Академия гражданской защиты Украины, Украина, 61023, г. Харьков, ул. Чернышевского, 94

<sup>3</sup> ННЦ Харьковский физико-технический институт, Украина, 61108, г. Харьков, ул. Академическая, 1

Изложена процедура приведения классического гамильтониана к нормальной форме Биркгофа-Густавсона. При помощи правила соответствия Вейля по классической нормальной форме некоторых интегрируемых и неинтегрируемых систем построены их квантовые аналоги и найдены приближенные энергетические спектры и волновые функции. Показано, что полученный таким образом энергетический спектр с хорошей точностью воспроизводит точный спектр в той области энергий, где при классическом рассмотрении этой же системы движение регулярно, а в области, где классическое движение переходит в хаотическое, согласие между обоими спектрами резко ухудшается. Установлено, что ...

Ключевые слова: классический гамильтониан, нормальная форма Биркгофа-Густавсона, правило соответствия Вейля, энергетический спектр, волновая функция, метод квантования.

К настоящему времени установлено существование детерминированного хаоса в различных классических динамических системах [1, 2]. Известно, что детерминированный или классический хаос возможен в консервативных гамильтоновых системах даже с двумя степенями свободы [3], а также и в одномерных гамильтоновых системах, но зависящих от времени [4].

В данной работе рассмотрены консервативные гамильтоновы системы с двумя степенями свободы .....

В работе исследованы ...

**Список литературы**

1. Лихтенберг А., Либерман М. Регулярная и стохастическая динамика. – М.: Мир, 1984. – 528 с.
2. Степановский Ю.П. Атом водорода во внешнем поле как ангармонический осциллятор // УФЖ. – 1987. – Т.32. – С. 1316-1321.
3. Соловьев Е.А. Адиабатические инварианты и проблема квазиклассического квантования многомерных систем // ЖЭТФ. – 1978. – Т.75, вып.4. – С. 1261-1268.
4. Gutzwiller M.C. Chaos in Classical and Quantum Mechanics. – New York: Springer, 1990. – 432 p.
5. Henon M. Integrals of the Toda lattice // Phys. Rev. – 1974. – Vol. 9, №4. – P. 1921-1923.

**A Semiclassical Approach to the Investigation of the Two-Dimensional Hamiltonian Systems by the Normal Form Method**

**N.A. Chekanov<sup>1</sup>, V.N. Tarasov<sup>2</sup>, N.N. Chekanova<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Belgorod State University, Studencheskaja Str., 14, Belgorod, 308007, Russia, e-mail: *Chekanov@bsu.edu.ru*

<sup>2</sup> Civil defence Academy of Ukraine, Chernyshevsky Str. 94, Kharkov, 61023, Ukraine

<sup>3</sup> National Scientific Center, Kharkov Institute for Physics and Technology, Akademicheskaj Str. 1, Kharkov, 61108, Ukraine

The receiving procedure of classical Hamiltonian to the Birkhoff-Gustavson normal form is described. With help of the Weyl correspondence rule for the classical normal forms of some integrable and nonintegrable systems their quantum counterparts are constructed and approximated energy spectra and wave functions are found. It is shown that thus obtained energy spectra are represented good exact ones in an energy domain where the classical motion is regular but agreement is worsen strongly at the energy domain where the classical regular motion is going into chaotic one. It is established that ...

Key words: classical Hamiltonian, Birkhoff-Gustavson normal form, Weyl correspondence rule, energy spectra, wave function, method of quantization.

<sup>3</sup> Работа выполнена при частичной грантовой поддержке РФФИ: №03-02-17695, №03-02-16263

