

№ 9 (80) 2010
Выпуск 11

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
кафедры мировой экономики
Белгородского государственного
университета

Боруха С.Ю.

доцент кафедры педагогики
Белгородского государственного
университета, кандидат педагогических наук

**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

Морфологическая классификация трихом *Ribes americanum* Mill.
(Grossulariaceae). **Т.А. Резанова, В.Н. Сорокопудов,
Д.А. Колесников 5**

Этапы формирования флор техногенных экотопов в степной зоне
сопредельных регионов России и Украины. **В.К. Тохтарь 11**

Экотопы дуба в южной лесостепи и распространение в них наиболее
опасных микопатогенов дуба. **А.В. Дунаев, Е.Н. Дунаева,
С.В. Калугина 18**

Взаимодополняющие методы изучения и сохранения редких и по-
лезных растений в условиях *ex situ* и *in situ*. **К.Г. Ткаченко 25**

Редкие и охраняемые виды в урбанофлоре Белгорода.
В.К. Тохтарь, О.В. Фомина 33

Некоторые аспекты интродукции магонии падуболистной в Белго-
родской области. **О.Ю. Жидких, В.Н. Сорокопудов 37**

Интродукция *Cerasus besseyi* в условиях Белгородской области.
С.М. Шевченко, В.Н. Сорокопудов, И.А. Навальнева 40

Виды очитковых (*Crassulaceae*) для озеленения города Белгорода.
О.Н. Орлова, О.А. Сорокопудова 45

Исследование морфологических и физиологических изменений
жимолости голубой при воздействии аммонийной, нитратной,
аммонийно-нитратной и амидной форм азота. **О.А. Белосохова,
Ф.Г. Белосохов 49**

Влияние настоя из амброзии полыннолистной на важнейшие сель-
скохозяйственные культуры. **Т.Н. Глубшева 55**

Влияние препарата Нано-Гро на урожайность и качество зерна
яровой пшеницы и ячменя. **Ю.Н. Куркина, Р.О. Газманов,
В.М. Кочетов 59**

Динамика населения почвообитающих беспозвоночных травяни-
стых сообществ южной тайги Западной Сибири.
Е.В. Сергеева 65

Новые виды позвоночных животных государственного природного
заповедника «Воронинский». **А.Н. Гудина 73**

Продукционная характеристика некоторых малых полифункцио-
нальных водоемов аридных территорий. **И.Ю. Киреева 75**

Оценка состояния среды с использованием информационно-
значимых показателей вида-биоиндикатора (на примере наземных
экосистем Алексеевского района Белгородской области).

**И.В. Батлуцкая, Е.Н. Хорольская, Е.А. Болховитина,
О.А. Маканина 80**

Ответственный секретарь

Куркина Ю.Н.

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент (Белгородский государственный университет)

Члены редколлегии

Балютинская Л.Н., доктор химических наук, профессор (Белгородский государственный университет)

Батлуцкая И.В., доктор биологических 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., кандидат географических наук, профессор (Белгородский государственный университет)

Сергеев С.В., доктор геологических 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)

Оригинал-макет *А.В. Присный,*

Н.А. Гапоненко

E-mail: prisniy@bsu.edu.ru

Подписано в печать 15.06.2010

Формат 60×84/8

Гарнитура Georgia, Impact

Усл. п. л. 19,88

Тираж 1000 экз.

Заказ 113

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

Оценка рекреационной нагрузки и биологической значимости овражно-балочных комплексов как опорных элементов экологического каркаса Белгородской области. **Е.А. Стаценко, А.Г. Корнилов, А.В. Присный, В.К. Тохтарь, А.Ф. Колчанов 86**

Биохимические показатели крови и геометрический профиль лейкоцитов здоровых мужчин. **В.Н. Тукин, М.З. Федорова, Г.Н. Клочкова 91**

Оценка влияния наночастиц магнетита ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) и лепидокрокита ($\gamma\text{-FeOOH}$) на клетки крови крыс после однократного интрагастрального введения. **В.В. Симонов, И.Л. Канев, М.З. Федорова, А.И. Везенцев, С.В. Надеждин, Е.В. Симон 94**

Применение фитоаскорбоминералосорбента при колибактериозе телят и дизентерии свиней. **В.Д. Буханов, А.И. Везенцев, А.А. Шапошников, В.Н. Скворцов, Н.П. Зуев, Л.А. Козубова, Н.А. Воловичева, Г.В. Фролов 99**

ХИМИЯ

Параметры антиоксидантной активности соединений: относительная антиоксидантная активность чая. **И.П. Анисимович, В.И. Дейнека, Л.А. Дейнека, П.А. Фролов, П.А. Мясникова 104**

Исследование супрамолекулярных комплексов: взаимодействие резвератрола с β -циклодекстрином в некоторых растворителях. **Г.В. Васильев, И.П. Анисимович, А.Ю. Михеев, В.И. Дейнека, О.О. Новиков 111**

Текстурные характеристики и сорбционные свойства природной и магний-замещенной монтмориллонит содержащей глины. **А.И. Везенцев, С.В. Королькова, В.Д. Буханов 119**

Содержание йода и фтора в воде централизованных систем питьевого водоснабжения Белгородской области. **Л.Ф. Голдовская-Перистая, В.А. Перистый, А.А. Шапошников, Е.А. Денисов 124**

Сорбция из растворов ионов Fe^{3+} и Ni^{2+} природными и активированными глинами. **С.Н. Дудина 131**

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Внутригодовое распределение стока на примере реки Оскол. **Л.К. Решетникова, М.Г. Лебедева, М.А. Петина 137**

Роль изменения климата в землеустройстве. **Г.Н. Григорьев, И.В. Волощенко 143**

Условия применения различных способов бурения скважин на воду в пределах Днепровско-Донецкого артезианского бассейна. **А.Т. Скиданов, Г.К. Бубнова, И.К. Богущкий, Н.В. Соболева 148**

Бесцементная закладочная смесь на основе техногенных отходов. **Е.А. Ермолович 156**

МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

Методические аспекты сочетания традиционной и новой информационной технологии в обучении биологии. **Р.Ш. Избасарова 159**

Сведения об авторах 166

Информация для авторов 169

№ 9 (80) 2010
Issue 11

SCIENTIFIC PEER-REVIEWED JOURNAL

Founded in 1995

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

Founder:

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

Publisher:

Belgorod State University
BSU Publishing house

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

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

Editorial board of journal

Editor-in-chief

L.J. Djatchenko

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

Deputy editor-in-chief

A.P. Peresypkin

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

Assistant Editor

V.M. Moskovkin

Doctor of geographical sciences, professor of world economy department Belgorod State University

Borukha S.Yu.

Associate professor of Pedagogics department of Belgorod State University, 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. Prisnyi

Doctor of biological sciences, professor (Belgorod State University)

Deputies of chief editor

O.E. Lebedeva

Doctor of chemical sciences, professor (Belgorod State University)

A.G. Kornilov

Doctor of geographical sciences, professor (Belgorod State University)

**Belgorod State University
Scientific Bulletin**

Natural sciences

НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ

Белгородского государственного университета

Естественные науки

CONTENTS

BIOLOGY

Morphological Classification of Ttichomes of *Ribes americanum* Mill. (Grossulariaceae). **T.A. Rezanova, V.N. Sorokopudov, D.A. Kolesnikov 5**

Stages of Formation of Floras of Technogenic Ecotopes in Steppe Zone of Adjacent Regions of Russia and Ukraine. **V.K. Tokhtar' 11**

Ecotopes of Oak in Southern Forest-Steppe Zone and Distribution of the Most Dangerous Mycopathogenes of the Oak in Them. **A.V. Dunaev, E.N. Dunaeva, S.V. Kalugina 18**

Complementary Methods for Investigation and Conservation *ex situ* and *in situ* of Rare and Beneficial Plants. **K.G. Tkachenko 25**

Rare and Guarded Species in Urbanoflora of Belgorod. **V.K. Tokhtar', O.V. Fomina 33**

Some Aspects of Introduction of *Mahonia aquifolia* in Belgorod Region. **O.Yu. Zhidkih, V.N. Sorokopudov 37**

Introduction of *Cerasus besseyi* in the Conditions of Belgorod Region. **C.M. Shevchenko, V.N. Sorokopudov, I.A. Navalneva 40**

Sedoidea Species (Crassulaceae) for a Town Gardening OF Belgorod. **O.N. Orlova, O.A. Sorokopudova 45**

Research of Morphological and Physiological Changes of Sweet-Berry Honeysuckle Under the Influence of Ammonium, Nitrate, Ammonium-Nitrate and Amide Nitrogen Forms. **O.A. Belosohova, F.G. Belosohov 49**

Influence of *Ambrosia artemisiifolia* Infusion on the Main Agricultural Crops. **T.N. Glubsheva 55**

Influence of Nano-Gro Preparation on Productivity and Quality of Grain of Spring Wheat and Spring Barley. **Yu.N. Kurkina, R.O. Gazmanov, V.M. Kochetov 59**

Population Dynamics of Soil Invertebrates of Grassy Communities of the Southern Taiga of Western Siberia. **E.V. Sergeeva 65**

New Vertebrate Species of the State Nature PReserve «Voroninskiy». **A.N. Gudina 73**

Production characteristics of some polyfunctional reservoirs in arid areas. **I.Yu. Kireeva 75**

Environmental Assesment with Using of Informative-Significant Parameters of a Species-Bioindicator (with Terraneous Ecosystems in Alekseevsky District of Belgorod Region as an Example). **I.V. Batlutskaya, E.N. Horolskaya, E.A. Bolkhovitina, O.A. Makanina 80**

Responsible secretary

Yu.N. Kurkina

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

Members of editorial board

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

I.V. Bathutskaya, 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 geography-mineralogical 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)

Page layout by A.V. Prisniy
N.A. Gaponenko
E-mail: prisniy@bsu.edu.ru
Passed for printing 15.06.2010
Format 60×84/8
Typeface Georgia, Impact
Printer's sheets 19,88
Circulation 1000 copies
Order 113

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

Assessment of Recreational Load and Biological Significance of Gullies and Ravines Complexes as Supporting Elements of the Ecological Carcass of Belgorod Region. **E.A. Statsenko, A.G. Kornilov, A.V. Prisniy, V.K. Tokhtar, A.F. Kolchanov** 86

Biochemical Indicators of the Blood and Geometrical Profile of Leucocytes of Healthy Men. **V.N. Tugin, M.Z. Fedorova, G.N. Klochkova** 91

Estimation of Influence of Nanoparticles of Maghemite ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) and Lepidocrocite ($\gamma\text{-FeOOH}$) on Blood Cells of Rats after Single Intragastric Instillation. **V.V. Simonov, I.L. Kanev, M.Z. Fedorova, A.I. Vezentsev, S.V. Nadezhdin, E.V. Simon** 94

Fytoascorbomineral Sorbent Application at the Colibacteriosis of Calves and the Dysentery of Pigs. **V.D. Bukhanov, A.I. Vezentsev, A.A. Shaposhnikov, V.N. Skvortsov, N.P. Zuev, L. A. Kozubova, N.A. Volovicheva, G. V. Frolov** 99

CHEMISTRY

Parameters of Antioxidant Activity of Compounds: Relative Antioxidant Activity of Tea. **I.P. Anisimovitch, V.I. Deineka, L.A. Deineka, P.A. Frolov, P.A. Miasnikova** 104

Investigation of Supramolecular Complexes: Interaction of Resvaratiol with β -Cyclodextrin in Some Solvents. **G.V. Vasiliev, I.P. Anisimovitch, A.Yu. Mikcheev, V.I. Deineka, O.O. Novikov** 111

Textural Characteristics and Sorption Properties of Natural and Magnesium-Substituted Montmorillonite -Containing Clay. **A.I. Vezentsev, S.V. Korolkova, V.D. Buhanov** 119

Iodine and Fluorine Content in Water of the Centralized Systems of Drinking Water Supply of the Belgorod Region. **L.F. Goldovskaya-Peristaya, V.A. Peristy, A.A. Shaposhnikov, E.A. Denisov** 124

Sorption of Ions Fe^{3+} and Ni^{2+} from Solutions by Natural and Activated Clays. **S.N. Dudina** 131

EARTH SCIENCES

Intraannual Distribution of the Flow with the Oskol River as an Example. **L.K. Reshetnikova, M.G. Lebedeva, M.A. Petina** 137

Role of Climate Change in Land Management. **G.N. Grigoriev, I.V. Voloshenko** 143

Conditions of Application of Various Ways of Well-Boring on Water Within the Limits of the Dnieper-Donets Artesian Basin. **A.T. Skidanov, G.K. Bubnova, I.K. Bogutsky, N.V. Soboleva** 148

Cementless Filling Mix Based on the Technogenic Waste. **E.A. Ermolovich** 156

METHODS OF TEACHING OF NATURAL SCIENCES

Methodical Aspects of a Combination of Traditional and New Information Technology in Biology Training. **R.S. Izbassarova** 159

Information about Authors 166

Information for Authors 169

БИОЛОГИЯ

УДК 581.821 УДК 581.131.3

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ТРИХОМ *RIBES AMERICANUM* Mill. (GROSSULARIACEAE)

Т.А. Резанова¹
В.Н. Сорокопудов¹
Д.А. Колесников²

¹ Белгородский
государственный
университет,
Россия, 308015, г. Белгород,
ул. Победы, 85
E-mail: Rezanova@bsu.edu.ru

² Белгородский
государственный
университет, Россия, 308034,
г. Белгород,
ул. Королева, 2а

Проведено морфологическое описание разнообразия трихом *Ribes americanum*, выделены три подтипа одноклеточных и три подтипа многоклеточных трихом, впервые описаны железистые трихомы с двумя железистыми головками. Проведены морфометрические измерения трихом, основных клеток эпидермиса у основания трихом. Выявлен различный рисунок воскового налета на поверхности смородины американской и черной, что имеет систематическое значение. Описано распределение трихом на адаксиальном и абаксиальном эпидермисе листовой пластинки *Ribes americanum* по сравнению с *R. nigrum*. Описаны функциональные состояния пельтатных железок (стадии развития).

Ключевые слова: *Ribes americanum*, эпидермис, трихомы, пельтатные железки.

Введение

Роль трихом в жизни растения остается далеко не всегда ясной. Спорно значение различных волосков в регуляции водного режима растения [1]. Высказываются мнения об участии различных типов трихом в синтезе веществ гормональной природы, влияющих на ростовые процессы листа, об осуществлении одноклеточными трихомами биосинтеза гидролитических ферментов [2]. Достаточно полная классификация трихом у рода *Ribes*, включающая как железистые, так нежелезистые волоски, до сих пор не разработана. С 1907 года Янчевским проводилось описание трихом рода *Ribes* [3], и до настоящего времени классификация дополняется [4]. Однако в этих описаниях нет сведений о трихомах *Ribes americanum*. Это обусловило необходимость ее дополнения при исследовании морфологического разнообразия в роде *Ribes*. Основные группы (типов) выделялись в соответствии с классификацией трихом покрытосеменных растений в фундаментальной сводке «Handbuch der Pflanzenanatomie» [5], классификации трихом у рода *Salvia* [6].

Цель настоящей работы – расширение и детализация морфологической классификации трихом рода *Ribes* на примере *R. americanum*.

Экспериментальная часть

Материалы и методы. Объектами исследования была смородина американская 2002 года посадки, произрастающая в ботаническом саду по схеме 3×1 м. Контроль – *Ribes nigrum* ssp. *sibiricum*.

Для морфо-анатомических исследований отбирались листья с годичных приростов (4-й от основания прироста) с учетом их морфологического адреса, освещенности. Консервация листьев проводилась общепринятым способом в смеси: спирт, вода, глицерин (1:1:1). Приготовление препаратов эпидермиса происходило по модифицированной методике [7].

Изучение эпидермиса и его структур проводилось с помощью СМ «Биолам С 13», Микромед-5, бинокля МБС 10 и РЭМ Quanta 200 3D в центре коллективного пользования научным оборудованием БелГУ.

При составлении классификации учитывались признаки зрелых, полностью сформированных структур. Учитывали форму трихом, измерялись их морфометрические параметры, распределение на адаксиальном и абаксиальном эпидермисе листовой пластинки.

Результаты и обсуждение

Все разнообразие трихом смородины американской и смородины черной сибирского подвида в соответствии с морфофункциональными критериями разделено на две большие группы: нежелезистые и железистые (рис. 1).

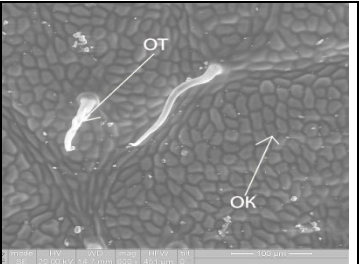
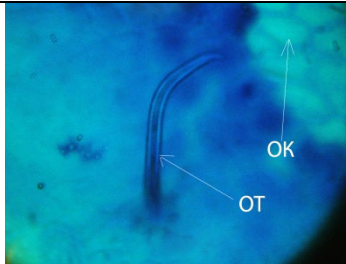
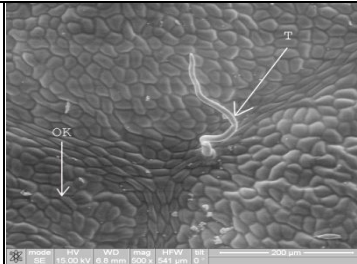
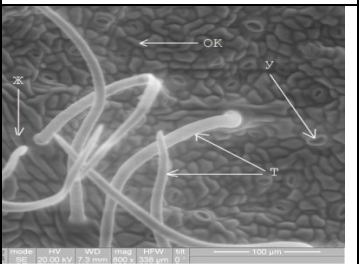
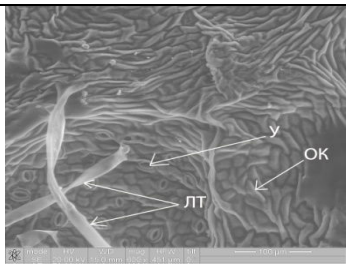
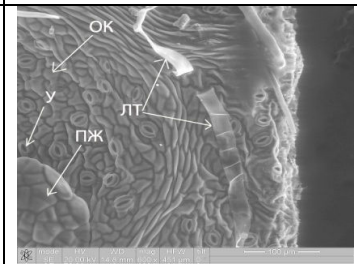
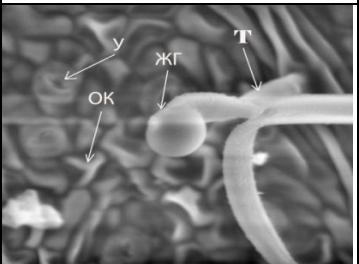
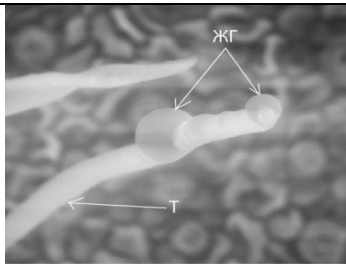
Нежелезистые	простые (одноклеточные) неветвистые волоски				
		конические прямые волоски ×600	конические короткие волоски, слегка оттянутые к верхушке ×1300	конические короткие волоски серповидно изогнутые ×500	
		сложные однорядные неветвистые волоски			
	объемные волоски ×800		узкие лентовидные волоски ×800	широкие лентовидные волоски ×800	
	Железистые		головчатые неветвистые волоски		
		волоски с одной головкой ×2000		волоски с двумя головками ×2000	пелътатные железки ×600

Рис. 1. Морфологическое разнообразие трихом у *R. americanum*

ОК – основная клетка эпидермиса; Т – трихома; ОТ – одноклеточная трихома; ЛТ – лентовидная трихома; ЖГ – железистая головка трихомы; ПЖ – пелътатная железа; У – устьице; Ж – жилка

Среди нежелезистых волосков выделяются два типа. Среди них нами выделены: одноклеточные волоски (прямые и серповидно изогнутые), многоклеточные однорядные волоски (лентовидные узкие и широкие, и объемные прямые и извитые).

Среди железистых волосков выделяются три типа: головчатые неветвистые волоски, головчатые ветвистые, пелътатные железки [6]. В отличие от этой классификации мы выделили только два типа: головчатые волоски (с одной или двумя головками), пелътатные железки.

Простые конические волоски состоят из одной вытянутой клетки, прямой или серповидно изогнутой, или с оттянутым концом. Зачастую такие трихомы можно увидеть на адаксиальном эпидермисе листьев смородины американской. Длина волоска превышает ширину волоска в 9 раз, а иногда и более чем в 10 раз. Основание волоска варьирует от 9.34 до 22.19 мкм ($V=27.87\%$), диаметр волоска в средней части от 6.6 до 13.13 мкм ($V=21.81\%$).

Клетки эпидермиса, прилегающие к основанию трихом, нередко обнаруживают иную форму и размеры, чем остальные клетки эпидермиса. Так, у смородины американской клетки эпидермиса, окружающие волосок, имеют ровные антиклинальные стенки, тогда как стенки соседних клеток волнистые. Клетки, прилегающие к основанию волосков, значительно короче других эпидермальных клеток. Клетки у основания волоска, да и сам волосок покрыт кутикулой, внешне напоминая «валик». Диаметр этого «валика» составляет от 12.76 до 26.70 мкм ($V=3.38\%$). Возможности светового микроскопа позволяют увидеть трапецевидную форму этих клеток. Своим меньшим основанием они примыкают к основанию волоска, создавая вид радиального расхождения антиклинальных оболочек клеток, образующих ребра трапеций (рис. 2).



Рис. 2. Клетки у основания волосков листа эпидермиса *R. americanum*

OK – основные клетки эпидермиса; Т – трихома; МТ – многоклеточный трихом

Вполне возможно, что клетки, прилегающие к волоскам, более молодые и последними делились, не успев вырасти, что объясняет их меньшие размеры.

Неспециализированные кроющие волоски часто являются высоко метаболически активными образованиями, которые долгое время не отмирают и остаются вполне жизнедеятельными даже на сформировавшихся листьях, обнаруживают очень сильно развитый агранулярный эндоплазматический ретикулум [2].

Конические простые волоски имеют гофрированную оболочку, на их оболочках обнаруживаются выросты – протуберанцы, которые не имеют обычные эпидермальные клетки. У основания волоска протуберанцев меньше, чем у его вершины (рис. 3). Конические простые волоски в основном можно обнаружить на адаксиальном эпидермисе листа.

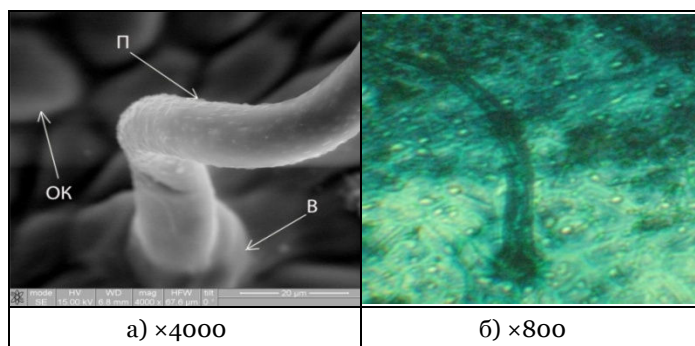


Рис. 3. Кроющие трихомы *R. americanum*: а) простой конический волосок серповидно изогнутый; б) простой конический волосок в поле зрения светового микроскопа

OK – основная клетка эпидермиса, П – протуберанцы, В – валик

Простые конические трихомы у *R. americanum* находятся в основном на адаксиальном эпидермисе, они обращены в акропетальном направлении. Наибольшая концентрация трихом у основания и по краю листа, где они располагаются плотно в ряд. *R. nigrum* не имеет трихом на адаксиальном эпидермисе.

К сложным однорядным неветвистым волоскам относятся лентовидные однорядные узкие и длинные волоски, которые расположены в основном на жилках абаксальной стороны листа. Их диаметр в средней части составляет 12.02 мкм ($V=23.65\%$).

Конические, длинные, объемные волоски имеют у основания размеры 21.72 мкм, в середине 11.90 мкм, и также они концентрируются в основном на эпидермисе нижней стороны листа в области жилок. У основания клетки эпидермиса вытянутые, по длине несколько меньше, чем клетки эпидермиса покрывающих жилки. Поверхность волоска также имеет гофрированную оболочку. Концентрация протуберанцев у основания меньше, чем на вершине волоса (рис. 4).



Рис. 4. Сложные многоклеточные однорядные неветвистые волоски *R. americanum*

ОК – основные клетки эпидермиса; МТ – многоклеточный однорядный волосок;
П – протуберанцы; В – валик

Появление лентовидных волосков на поверхности абаксального эпидермиса возможно связано с высыханием протопласта клеток трихомы, отмиранием волоска. Данное предположение нуждается в дополнительных исследованиях.

У смородины американской сложные многоклеточные однорядные неветвистые волоски располагаются на абаксальном эпидермисе не только на жилках, но и вне их. У смородины черной многоклеточные неветвистые трихомы находятся только на жилках.

Головчатые неветвистые волоски были обнаружены у смородины американской на абаксальном эпидермисе на жилках. Ножка имеет гофрированную поверхность. Головок может быть одна или две, несимметричных по форме, слегка суженных сверху. Ножка между головками гофрированная. Головка находящаяся выше – меньших размеров. Диаметр ножки в среднем 10.16 мкм ($V=2.02\%$), диаметр головки 30.73 мкм ($V=42.32\%$).

Пельтатные железки. У смородин липофильные вещества (эфирные масла) продуцируются пельтатными железками. На зеленом листе при наблюдении с помощью бинокля пельтатные железки выглядят, словно россыпь янтаря с блестящим секретом. Они имеют оттенок от зелено-желтого (смородина сибирская) до темно – красного цвета.

Формирование железистого аппарата на раннем этапе развития примордиев листьев определяется физиологическим состоянием растения и условиями среды. Он специализируется на синтезе, накоплении и хранении соединений терпеноидного характера вместе с процессами, происходящими в этих образованиях, взятых в отношении их взаимодействия, результатом которого является наличие в различных органах растения терпеноидного секрета, традиционно называемого эфирным маслом. До сих пор нет единого мнения о местах синтеза эфирного масла.

По мнению большинства авторов, развитие железки происходит постепенно и включает предсекреторную, секреторную и постсекреторную фазу [8]. Железки смородины американской и смородины черной состоят из базальной клетки-ножки и расположенных вокруг в один слой железистых клеток, образующихся в результате

антиклинальных делений. Диаметр ножек железок смородины американской – 58.21×60.94 мкм.

Молодые железки у смородина американской в начале вегетации могут быть без субкутикулярной полости. Старые железки имеют полости от светло-коричневого цвета до черного, во время полной спелости наблюдаются высохшие железки, железки с поврежденной кутикулой (рис. 5).

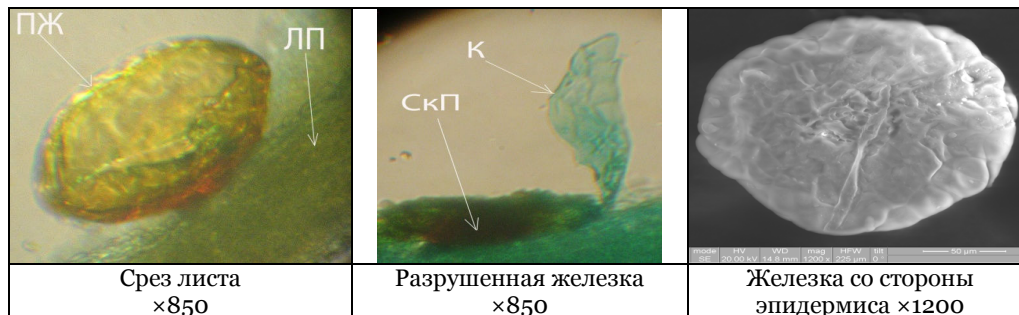


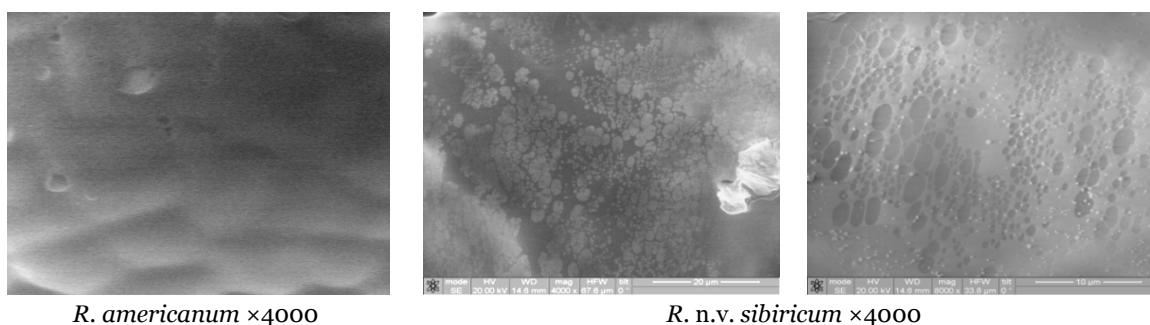
Рис. 5. Анатомическое строение пельтатных железок *R. americanum*

ПЖ – пельтатная железка; К – кутикула; ЛП – листовая пластинка;
СкП – субкутикулярная полость

При синтезе и накоплении эфирных масел кутикула постепенно растягивается, что приводит к увеличению размеров железок.

Наружная стенка клеток верхнего и нижнего слоев железок заметно утолщена и покрыта мощной кутикулой, содержащей редкие дендриты. Толщиной кутикулы, по одним данным, варьируется от 0.9 до 1.0 мкм, по другим – до 1.5 мкм. Толщина кутикулы у нижних (обращенных к эпидермису) клеток достигает 0.2-0.5 мкм. Кутикула железок смородины лишена пор и, очевидно, непроницаема для секрета, который накапливается в так называемой субкутикулярной полости. При образовании этой полости кутикула вместе с частью оболочки отделяется от верхних клеток железки и приподнимается над ним в виде купола.

У смородины американской и смородины черной рисунок воскового налета отличается, что является систематическим признаком (выявленным для форм смородины американской впервые). У смородины американской он более однородный, а у смородины черной имеет вид овальных вкраплений. Возможно, это обусловлено адаптивными механизмами, связанными с увеличением плотности кутикулы за счет вкраплений и ее толщины (рис. 6).



R. americanum ×4000

R. n.v. sibiricum ×4000

Рис. 6. Поверхность пельтатной железки

Секрет накапливается только в субкутикулярной полости, и под его давлением кутикула рвется, в результате чего он оказывается на поверхности органа. По мере увеличения субкутикулярной полости в процессе секреции кутикула не становится тоньше.

Выводы.

При изучении морфологических особенностей трихом *R. americanum* Mill. нами расширены имеющиеся представления о трихомах рода *Ribes* на примере

R. americanum. Учитывались признаки зрелых, полностью сформированных структур.

Среди простых неветвистых трихом выделены: конические прямые, конические слегка оттянутые к верхушке, конические серповидно изогнутые.

К нежелезистым сложным одноклеточным неветвистым трихомам отнесены конические длинные объемные, лентовидные длинные узкие и широкие. Среди железистых трихом впервые в роде *Ribes* описаны волоски с двумя железистыми головками (они находятся на абаксиальной поверхности на жилках).

У смородины американской рисунок воскового налета на поверхности железки более однородный, а у смородины черной он имеет овальные вкрапления, что является систематическим признаком, выявленным для *R. americanum*.

У *R. americanum* на верхнем эпидермисе располагаются простые одноклеточные трихомы. Листы *R. nigrum* не имеют на абаксиальном эпидермисе трихом. На абаксиальном эпидермисе листовой пластинки *R. americanum* располагаются многоклеточные неветвистые трихомы на жилках и вне их, у *R. nigrum* они располагаются только на жилках.

На предсекреторной стадии пельтатные железки листа *R. americanum* (в начале вегетации) могут быть без субкутикулярной полости. На секреторной стадии пельтатные железки имеют полости от светло-коричневого цвета до черного. На постсекреторной стадии пельтатные железки (полная спелость) наблюдаются высохшие железки, железки с поврежденной кутикулой.

Список литературы

1. Lauter, D. Water Loss via the Glandular Trichomes of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) / D. J. Lauter and D. N. Munns // *Journal of Experimental Botany*. – 2009. – Vol. 37. – № 5. – P. 640–649.
2. McLellan, T. Correlated evolution of leaf shape and trichomes in *Begonia dregei* (Begoniaceae) / Tracy McLellan // *American Journal of Botany*. – 2005. – № 92. – P. 1616–162.
3. Janczewski E. Monographie des Groseilliers *Ribes* L. – Geneve: Imprimerie W. Kündig & Fils, Vieux-College, 1907. – 520 p.
4. Weigend M., Motley M., Weigend T., Mohr O. Phylogeny and classification in the genus *Ribes* (Grossulariaceae) based on 5S-NTS sequences and morphological and anatomical data // *Bot. Jahrb. Syst.* – 2002. – 124:163 – P. 182.
5. *Handbuch der Pflanzenanatomie*. – Berlin, 1962. – Bd 4, T. 5. – 289 S.
6. Байкова Е.А. Род шалфей: морфология, эволюция, перспективы интродукции / Е.В. Байкова. – Новосибирск: Наука, 2006. – 248 с.
7. Резанова Т.А., Сорокопудов В.Н. Некоторые особенности анатомо-морфологического строения *Ribes americanum* Mill. // Биологически активные соединения природного происхождения: фитотерапия, фармацевтический маркетинг, фармацевтическая технология, ботаника. Материалы междунар. научн.-практ. конф. – Белгород: БелГУ, 2008. – С. 133–135.

MORPHOLOGICAL CLASSIFICATION OF TRICHOMES OF *RIBES AMERICANUM* MILL. (GROSSULARIACEAE)

T.A. Rezanova¹
V.N. Sorokopudov¹
D.A. Kolesnikov²

¹Belgorod State University,
 Pobedy Str., 85, Belgorod,
 308015, Russia

E-mail: Rezanova@bsu.edu.ru

²Belgorod State University,
 Koroloeva Str, 2a, Belgorod,
 308034, Russia

The morphological description of a variety of trichomes of *Ribes americanum* is carried out, three subtypes of unicellular trichomes and three subtypes of multicellular trichom are allocated, ferruteros trichomes with two ferruteros heads are described for the first time. Morphometric measurements of trichomes and the main cells of epidermis at the basis of trichomes are accomplished. Various patterns of a wax touch on surface of american currant and black currant are revealed, the difference has taxonomic value. Distribution of trichomes on adaxial and abaxial epidermis of leaf plate of *Ribes americanum* in comparison with *R. nigrum* is described. Functional conditions of oil-secreting glandular hairs (a development stage) are described.

Key words: *Ribes americanum*, epidermis, trichomes, oil-secreting glandular hairs.

ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ФЛОР ТЕХНОГЕННЫХ ЭКОТОПОВ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ СОПРЕДЕЛЬНЫХ РЕГИОНОВ РОССИИ И УКРАИНЫ

В.К. Тохтарь

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

E-mail: tokhtar@bsu.edu.ru

Изложены результаты исторического анализа формирования флор техногенных экотопов в степной зоне сопредельных областей России и Украины. Предложена схема формирования различных типов антропогенно трансформированных флор и выделены этапы их формирования. Установлено что современная структура флор техногенных экотопов специфична, но вместе с тем она неразрывно связана с местными региональными флорами, которые оказывают фоновое влияние на ее формирование.

Ключевые слова: флора, этапы развития, антропогенная трансформация.

Введение

Образование глобальной сети техногенных экотопов привело к трансформации структур флор степной зоны в пределах сопредельных территорий России и Украины, к деградации и необратимым изменениям локальных флор, снижению или полному исчезновению редких и эндемичных видов, существенному сокращению их ареалов, заносу новых адвентивных, в том числе, активно распространяющихся, карантинных видов растений, вытесняющих раритетные местные виды.

Формирование флор техногенных экотопов приводит к существенному изменению не только локальной флористической ситуации, но и к серьезным последствиям вдали от создающихся техногенных объектов. Опосредованное техногенное воздействие может даже превышать со временем его непосредственное влияние на окружающую среду. Поэтому флоры, формирующиеся в условиях техногенных экотопов, являясь элементами структуры всей региональной флоры, дестабилизируют ее естественное развитие, способствуют смещению тенденций современного флорогенеза в сторону его антропогенной составляющей.

С другой стороны, спонтанные процессы формирования флор в техногенных экотопах происходят на фоне природных флор. В пределах техногенных территорий встречаются останцевые фрагменты естественных сообществ. Поэтому, а также из-за недостаточной изученности слабонарушенных антропогенным воздействием участков некоторых промышленных предприятий, здесь найдены новые для разных регионов раритетные виды, которые до сих пор не отмечались даже в природных местообитаниях. Как уже отмечалось, техногенные экотопы могут служить рефугиумом не только для аборигенных, но и для адвентивных видов, представляя серьезную угрозу их дальнейшего распространения в природные местообитания. Поэтому флора техногенных экотопов является наиболее динамичным элементом региональной флоры, требующим постоянного контроля и мониторинга [1].

Все это свидетельствует о необходимости регионального мониторинга техногенных экотопов, формирующихся в границах степной и лесостепной зон сопредельных территорий России и Украины в качестве научно-информационной системы наблюдений, анализа, прогноза и принятия решений. Она должна включать информацию о состоянии растительного покрова в прошлом и на современном этапе развития, учитывать результаты антропогенного воздействия на разных этапах формирования флоры, оценивать комплекс современных, действующих антропогенных факторов, пополняться за счет данных периодического обследования локальных флор. Результатом использования такой системы мониторинга и накопления данных должен стать долговременный вероятностный прогноз изменения флоры при антропогенном воздействии.

Объект и методы исследования

Объектом исследования были флоры техногенных экотопов, формирующие-



ся на фоне региональных флор в степной зоне сопредельных областей России и Украины (в пределах административных границ Белгородской, Донецкой и Луганской областей).

Применялась методика маршрутного флористического обследования с полевой документацией и сбором гербария. Для сопоставления параметров флор в прошлом и на современном этапе развития применялся исторический метод. Историко-экстраполяционный метод использовался для сравнения основных характеристик флор техногенных экотопов с природными флорами на фоне которых они формируются.

Результаты и обсуждение

В результате проведенных исследований основные предпосылки для создания системы мониторинга флор техногенных экотопов региона уже сделаны. Разработаны принципы, согласно которым она должна быть построена, выделены основные этапы формирования флор техногенных экотопов в пределах степной зоны сопредельных территорий России и Украины и факторы, влияющие на их развитие.

Поэтапное формирование флор техногенных экотопов неразрывно связано с предыдущим историческим ходом естественного флорогенеза изученных регионов. Поэтому региональная система мониторинга флор техногенных экотопов должна включать данные об основных особенностях развития природной флоры, на основе которой и сформировался этот тип антропогенной трансформации. Чтобы понять суть современных процессов сложения флор в техногенных экотопах на фоне региональной флоры, необходим исторический анализ формирования ядра местной флоры.

Таким образом, система мониторинга флор техногенных экотопов в пределах степной зоны сопредельных территорий России и Украины должна опираться на изучение особенностей исторического формирования региональной флоры, анализ современного состояния флор природных и техногенных экотопов и факторов, детерминирующих их развитие. Комплекс этих данных позволяет создать модель развития флоры в техногенной среде и на ее основе выявить тенденции изменений и осуществить вероятностный прогноз формирования локальных флор.

Изучение исторического формирования флоры, сформировавшейся на современной территории сопредельных областей степной зоны России и Украины свидетельствует о том, что флорогенез происходил здесь на протяжении длительного периода времени под комплексным воздействием биотических и абиотических факторов и в зависимости от фило- и ценогенетических процессов, детерминированных развитием физико-географической среды. Как свидетельствуют палеоботанические данные эндемичное ядро степной флоры сформировалось в миоцен – плиоцене [2]. Субтропическая лесная флора волынского экологического типа постепенно превращалась в теплоумеренную флору тургайского типа. В среднем и верхнем миоцене образовались флоры, в которых преобладали широколиственные древесные породы, хотя наряду с ними формировались ксерофильные кустарниковые группировки, которые известны из Амвросиевской флоры и флоры Крынки [2]. Предполагается, что в силу существования политоппности именно в миоцен – плиоценовый период происходила первоначальная дифференциация растительных сообществ на современные флороценоотипы: неморальнолесной, степной, петрофильный, псаммофильный, луговой, галофильный, болотный и гидрофильный. Постепенно широколиственная тургайская флора превращалась в более молодую неморальную флору. При этом формирование неморальнолесных группировок накладывалось на развивающиеся параллельно степные, солончаковые, луговые.

По мнению А.Н. Криштофовича [3] образование типичных степей в геологическом прошлом происходило как автохтонно, так и с участием привнесенных элементов и было связано в первую очередь с аридизацией климатических условий. Значительное влияние на формирование степного облика флоры и особенно петрофитона оказала впоследствии флора Древнего Средиземья [4]. Отмечается, что в настоящее время петрофитон является гетерогенным и гетерохронным образованием. Он сформировался, вероятнее всего, благодаря древним видам миоцен – плейстоценового периода,

среди которых немаловажную роль играют автохтонные виды Древнего Средиземья, хотя возможно и частично антропогенное происхождение петрофитона. Своеобразный флористический комплекс псаммофитона признается многими авторами как достаточно древний и высокоэндемичный комплекс, сложившийся в специфических условиях изолированных песчаных террас, благодаря климатическим изменениям. Формирование галофильного комплекса связывается с литоралями морских бассейнов аридных территорий, откуда растения распространялись вдоль засоленных местообитаний вглубь материка.

В четвертичном периоде происходило чередование потеплений и похолоданий, которые приводили к колебаниям соотношений между умеренно термофильной и умеренно креофильной растительностью, а также изменению границ между степью и лесостепью. Общая ксерофитизация растительного покрова приводила к выпадению влаголюбивых и части древесных видов, которые находили приемлемые условия для своего развития в долинах рек и балках [4].

Общая синантропизация растительного покрова привела к возникновению голоценовых неоккомплексов рудеральной и сорно-полевой флор. Влияние человека на растительный покров нарастало в результате хозяйственной деятельности человека начиная с палеолита [4]. Локальное воздействие: собирательство, земледелие, скотоводство, первые разработки полезных ископаемых, с возникновением городов сменились более интенсивными формами: распашка, сенокосение, выпас, вырубка лесов способствовали образованию просинантропного флористического комплекса. В конце XIX в. развитие промышленности привело не только к уничтожению больших площадей растительного покрова, но и появлению совершенно новых для растений техногенных субстратов. В результате антропогенного воздействия коренным образом изменились условия окружающей среды.

Очевидно, что сформировавшиеся комплексы просинантропной флоры были первыми антропогенными группами, которые образовались и вычленились под воздействием антропогенного фактора. Усиление интенсивности и увеличение разноплановости антропогенного воздействия привело к формированию различных устойчивых типов антропогенной трансформации флоры. В настоящее время выделяются следующие антропотолерантные типы флор [2]: флоры территорий природно-заповедного фонда, обедненные флоры естественных экотопов, способные к самовосстановлению, окультуренные флоры полуестественных экотопов, урбанofлоры, флоры агрофитоценозов и флоры техногенных экотопов, не имеющих природных аналогов. К типам трансформированных флор относятся комплексы видов, появление которых обусловлено суммарным воздействием антропогенных факторов и отражает степень трансформации зональной флоры в регионе. Основным критерием при отнесении флоры к типу антропогенной трансформации является степень ее переформирования под воздействием антропогенных факторов.

Различные типы антропогенно трансформированных флор существуют одновременно и отражают разные фазы преобразования флор – от флоры природно-заповедного фонда до флор техногенных экотопов. Поэтому мы рассматриваем их как этапные модели антропогенной эволюции флоры, которые характеризуются различным биологическим разнообразием фитобиоты. Отсутствие экотопологической приуроченности неofлор, которое выражается в разрушении флороценотипной и парциальной структуры, свидетельствует об их переходе в разряд искусственных экологических комплексов [5]. Наличие активных микроэволюционных процессов в антропогенных экотопах подтверждается образованием новых гибридных таксонов, присутствием видов антропогенного происхождения, формированием антропотолерантных апофитов и неоэндемиков, устойчивых к загрязнению, морфологически обособленных рас и видов, приуроченных к экотопам с повышенным содержанием тяжелых металлов в постиндустриальных или естественных экотопах (например, в индустриальной Рурской области, Германия), появлением мимикрирующих под полезные для человека виды растений и тератных форм. Эволюционные изменения растительного покрова происходят уже на первых стадиях развития растительного покрова: попадании диаспор, их прорастании и выживании. Установлено, что наиболее характерные



черты флоры утрачиваются, когда уровень парциальной флоры собственно антропогенных экотопов в ней составляет 55-60% [6]. На таком уровне разрушается экотопологическая структура флоры, которая характеризует связь любого флорокомплекса с естественной флорой и его способность к самовосстановлению. Такая флора становится искусственной, а произошедшие в ней антропогенные изменения – необратимыми.

Формирование специфичных флор техногенных экотопов исторически происходило очень быстро, поскольку развитие промышленности и возникновение специфичных техногенных форм антропогенного воздействия на окружающую среду началось лишь несколько столетий назад. Совершенствование технологий, увеличение объемов и интенсификация производства привела к образованию промышленных ландшафтов, занимающих громадные территории. Однако несомненно, что формирование современных флор техногенных экотопов в созданных человеком неэкотопах, происходило не мгновенно, а в результате их постепенного развития, эволюции и адаптации на уровнях уже сформированных в регионе флорокомплексов, составляющих их сообществ, видов и привнесенных адвентивных элементов.

Таким образом, образование крайнего типа антропогенной трансформации флоры – флоры техногенных экотопов, происходит на фоне зональной флоры, прошедшей длительную эволюционную историю развития. Схема, отражающая этапы формирования флоры техногенных экотопов, представлена на рисунке. Из нее видны последовательные изменения флористических комплексов при усилении антропогенного фактора и повышении разнообразия его действия.

В настоящее время все представленные типы флор и флористические комплексы сосуществуют в пространстве и во времени, хотя возникли они не одновременно. Вершиной воздействия антропогенеза является образование флор техногенных экотопов, которые, несмотря на большое разнообразие, могут быть разделены на флоры первичных и вторичных техногенных экотопов (рис.). Флоры первичных техногенных экотопов наиболее трансформированы, поскольку их развитие определяется в первую очередь необычными геохимическими факторами эдафотопы, многие из которых крайне токсичны. К ним относятся, например, различные классы флор, формирующиеся на золо-, шламо-, шлакоотвалах и отвалах угольных шахт. Флоры вторичных техногенных экотопов менее трансформированы из-за того, что они развиваются не на пустом месте, а из видов и сообществ, существовавших здесь до строительства техногенного объекта.

Несмотря на некоторые различия и особенности формирования флор первичных и вторичных техногенных экотопов, в дальнейшем они могут развиваться по трем одинаково возможным путям, образуя флоры действующих предприятий, флоры рекультивированных техногенных экотопов и сукцессионные флоры (рис.). Последние образуются в процессе спонтанного зарастания нефункционирующих предприятий, которые заброшены или в силу различных причин в настоящее время не работают. В них происходит спонтанное развитие растительного покрова уже лишь под влиянием остаточного воздействия антропогенного фактора.

Согласно общепринятым и обоснованным в настоящее время геоботаническим взглядам формирование фитоценоза происходит в прямой зависимости от экологического объема местообитания и его видовой емкости [7]. Ухудшение условий среды ведет к усилению внешних воздействий на виды растений и уменьшению роли конкуренции между ними. В наиболее экстремальных условиях антропогенных местообитаний с низким экологическим объемом (например, первичные техногенные экотопы) преимущества получают лишь некоторые эколого-биологические группы или лишь отдельные виды. В благоприятных условиях экотопа с значительным экологическим объемом могут формироваться более разнообразные группировки видов. Сила антропогенного воздействия приводит к ухудшению экологических условий местообитаний, уменьшению их экологической емкости, формированию специфичных флор техногенных экотопов и толерантных к конкретному антропогенному типу воздействия группировок растений. Причем условия среды и экологический объем местообитания могут изменяться в пределах одного класса флор в зависимости от степени антропогенного воздействия. Например, в различных зонах загрязнения металлургических,

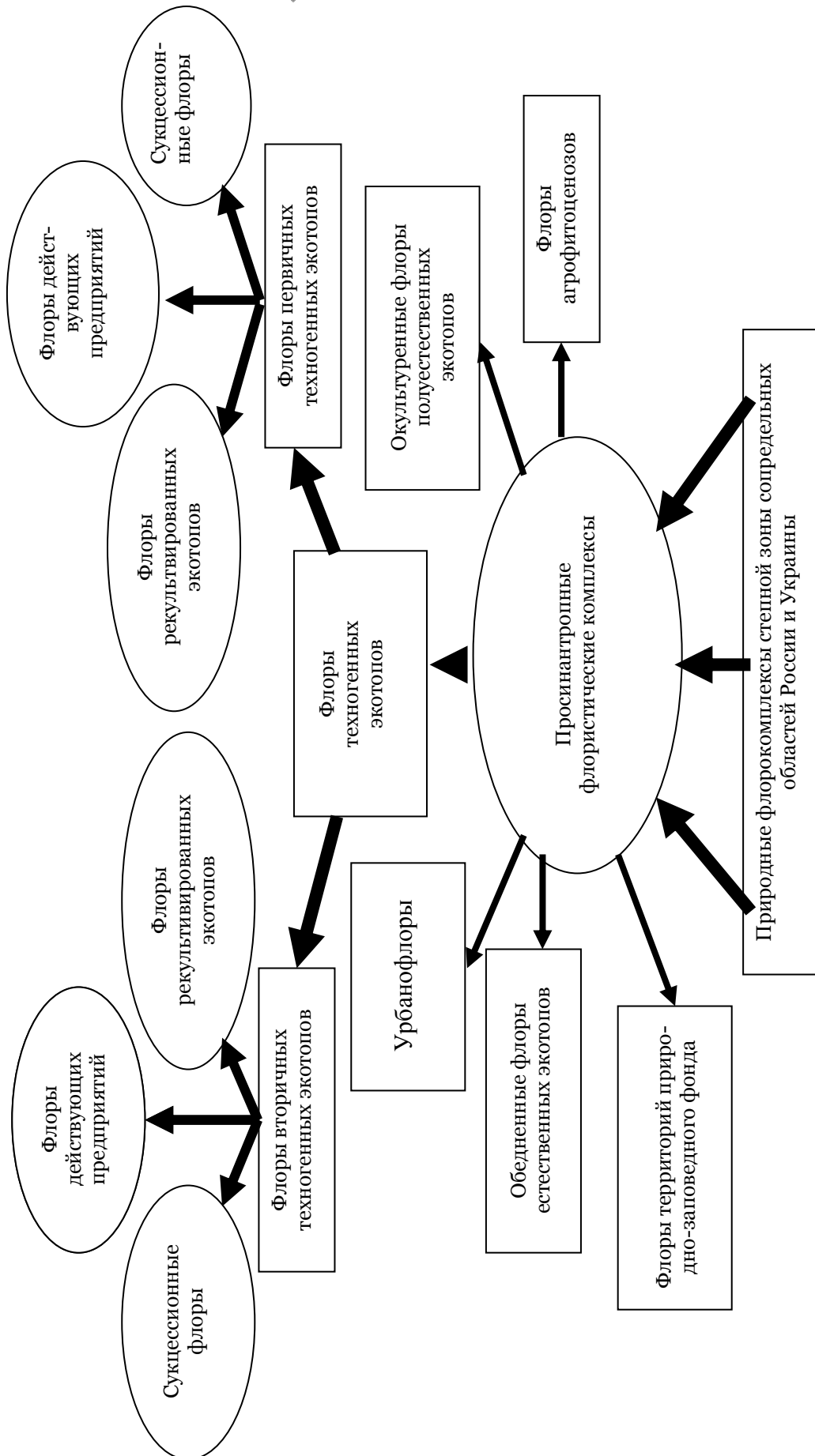


Рис. Схема формирования флор при воздействии антропогенного фактора в степной зоне сопредельных областей России и Украины



коксохимических, химических предприятий формируются флоры различной степени антропогенной трансформированности.

Заключение

Таким образом, формирование современной флоры техногенных экотопов происходило постепенно и, очевидно, имеет общие черты с образованием таких же флор в других регионах [8]. На ранних этапах на современной территории региона сложилась система естественных равнинных флор, ядром которых были степные и лесостепные виды. Своеобразие ей придавали галофильные флорокомплексы, связанные с литоральями бассейна Азовского моря и выходами к поверхности соленых почвенных вод. К этому времени в результате длительной эволюции растительного покрова образовались специфичные псаммо-, петрофильный, в частности, кальцепетрофильный комплексы. Поэтому здесь сосуществовали степные, лесостепные, псаммофильные, петрофильные, галофильные и гидрофильные флористические комплексы, которые и стали тем “материалом”, на основе которого происходила эволюция растительного покрова при антропогенном воздействии. На древнем этапе развития флоры ведущими антропогенными факторами были огонь, вырубка деревьев и выпас, что приводило к некоторому обезлесению и незначительной пасквальной дигрессии растительного покрова. Следствием этого стали необратимые преобразования экотопов: сортировка грунтов, их засоление-рассоление, развитие эрозионных и аллювиальных процессов. Появились антропогенные модификации пойменных и водораздельных экосистем, демулационные и дигрессионные пирогенные и пасквальные изменения растительного покрова.

Следующим этапом антропогенной эволюции растительного покрова стало широкомасштабное хозяйственное освоение изучаемого региона, результатом которого стали распашка земель и формирование сети орошения сельскохозяйственных угодий, образование больших площадей, отведенных под пастбища. В этих условиях происходила интенсификация формирования сегетального и пасквального флористических синантропных комплексов, появлялись различные антропогенные модификации экосистем (защитные лесополосы, грунтовые дороги, искусственные водохранилища, каналы, ирригационные каналы).

На современном этапе развития флоры под влиянием антропогенного воздействия происходит формирование сети токсичных техногенных экотопов, загрязнение почв и воды промышленными отходами, возникновение техногенных пустошей и бэдлэндов. Это приводит к обеднению биологического разнообразия, исчезновению как отдельных раритетных видов, так и сокращению доли участия псаммо- и петрофильных видов в формировании локальных флор региона. На этом фоне наблюдается глобальная синантропизация, увеличение количества заносных видов, галофитизация растительного покрова. В настоящее время антропогенные изменения во флоре происходят за счет создания искусственных неоекотопов и распространения в них местных видов-апофитов и адвентивных видов.

Список литературы

1. Tokhtar V.K. Synanthropisation of rural settlements vegetation cover by invasion of adventive species // *Anthropization and Environment of Rural Settlements. Flora and Vegetation Intern. Conf.* – Kosice: Olimpia, 1994. – P. 184-187.
2. Бурда Р.И. Антропогенная трансформация флоры. – Киев: Наук. думка, 1991. – 169 с.
3. Криштофович А.Н. Основные пути развития флор и растительности в кайнозое (изложение докл. на заседании постоян. комис. по истории флоры и растительности СССР в 1945 г.) // *Сов. ботаника.* – 1945. – № 5. – С. 47-48.
4. Лавренко Е.М. Провинциальное разделение Причерноморско-Казахстанской подобласти Степной областью Евразии // *Ботан. журн.* – 1970. – Т. 55, № 5. – С. 609-625.
5. Бурда Р.И. До питання про антропогенну трансформацію флори // *Укр. ботан. журн.* – 1996. – Т. 53, №1. – С.26-30.
6. Бурда Р.И. Биологическое разнообразие фитобиоты в антропогенно преобразованных ландшафтах (проблема и опыт изучения) // *Ботаника и микология на пути в третье тысячелетие.* – Киев: Изд-во Института ботаники им. Н.Г. Холодного, 1996. – С. 119-126.

7. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Адвентизация растительности в призме идей современной экологии // Журн. общ. биол. – 2002. – Т. 63, № 6. – С. 500-508.

8. Тишков А.А. Ценофонд: пути формирования и роль сукцессий // Биологическое разнообразие: подходы к изучению и сохранению. – СПб.: Наука, 1992. – С. 21-34.

STAGES OF FORMATION OF FLORAS OF TECHNOGENIC ECOTOPES IN STEPPE ZONE OF ADJACENT REGIONS OF RUSSIA AND UKRAINE

V.K. Tokhtar

*Belgorod State University,
Pobedy Str., 85, Belgorod,
308007, Russia*

E-mail: tokhtar@bsu.edu.ru

Results of study of flora formation hystorical analysis under the conditions of steppe zone within adjacent regions of Russia and Ukraine are reported. The scheme for formation of anthropogenously transformed floras has been proposed and stages of their formation have been distinguished. Modern structure of floras of technogenous ecotopes is specific and simultaneously it is connected with native regional floras, which usually impact on their formation.

Key words: flora, stages of formation, anthropogenic transformation.

ЭКОТОПЫ ДУБА В ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ В НИХ НАИБОЛЕЕ ОПАСНЫХ МИКОПАТОГЕНОВ ДУБА

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

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

E-mail:
kiriyushenko@bsu.edu.ru

Работа посвящена изучению экотопов дуба черешчатого *Quercus robur* L. в южной лесостепи. В качестве полигона для исследования была выбрана местность, включающая правобережье и левобережье рек Северский Донец и Нежеголь в окрестностях села Графовка Шебекинского района Белгородской области. Изучалось также распространение в различных местообитаниях дуба наиболее опасных его микопатогенов (*Microsphaera alphitoides* Griff. et Maubl., *Phellinus robustus* Bourd et Galz, *Fistulina hepatica* (Schaeff.) Fr., *Armillaria mellea* (Fr. Ex Vahl.) Karst.).

Установлено, что благоприятные условия для роста дубовых древостоев существуют как в нагорной части правобережья, так и в плакорной и надпойменно-террасной частях левобережья. Установлено, что *Microsphaera alphitoides* и *Phellinus robustus* распространены во всех экотопах, где произрастают дубовые древостои. *Fistulina hepatica* и *Armillaria mellea* встречаются в нагорных, склоновых и плакорных дубравах.

Ключевые слова: экотоп, дуб черешчатый, дубовые древостои, дубравы, нагорная часть, терраса, микопатоген.

Введение

Сохранение и воспроизводство дубовых древостоев в условиях южной лесостепи, имеющих противозероизирующее, водорегулирующее, средообразующее, рекреационное и др. значения, – одна из важнейших экологических задач современности. Поэтому всестороннее изучение экологического состояния популяций основной лесобразующей породы – дуба черешчатого *Quercus robur* L. – в различных условиях местообитания и в разных экотопах имеет первостепенное значение для научного обоснования мероприятий по сохранению и воспроизводству дубрав.

Условия существования дуба черешчатого в южной лесостепи довольно разнообразны. В нагорной части правобережья произрастают нагорные и склоновые дубравы, в пойменной части, кое-где, – пойменные дубравы. Эти типы дубрав – традиционный объект изучения лесоводов, экологов и лесопатологов. Менее изучены дубовые древостои надпойменно-террасной и плакорной частей левобережья. Мало внимания уделяется изучению возобновления дуба в суборевых и близких к судубравным условиям. Иными словами, экотопические особенности произрастания дубрав на юге лесостепной зоны в целом изучены недостаточно. Не существует единого мнения по поводу возобновительной способности дуба в разных экотопах. Отсутствует единая картина и в понимании особенностей распространения наиболее опасных патогенов, приуроченных к дубу, в разных экотопах.

Исследованию поставленных вопросов и посвящена настоящая статья.

Объекты и методы исследования

Объектами исследований выступали естественные дубовые древостои и их компоненты.

Полевые исследования проводились в вегетационные сезоны 2008-2009 гг. Наблюдения велись в нагорных, склоновых, надпойменно-террасных и плакорных дубовых древостоях окрестностей с. Графовка Шебекинского района Белгородской области. Район исследований был выбран не случайно. Лесистость Шебекинского района выше средней по области, в регионе хорошо выражен лесорастительный профиль правобережье – левобережье, четко выделяются составляющие рельефа (нагорная часть, склоновая часть, пойма, терраса, плакор).

Задачи ставились и решались следующие:

– изучить лесорастительный профиль правобережье – левобережье (на примере правого и левого берегов р. Сев. Донец в окрестностях с. Графовка Шебекинского района

Белгородской области);

– изучить лесорастительные условия и экотопы естественного произрастания дуба черешчатого;

– оценить распространение наиболее опасных микопатогенов дуба в разных экотопах.

Полевые исследования проводились рекогносцировочным и детальным методами [1, 2].

Встречаемость патогенного вида оценивали как возможность обнаружения данного патогена в разных древостоях, типах леса и лесорастительных условиях. Распространенность – как долю деревьев в древостое, пораженных данным патогеном [2, 5, 6].

Результаты и их обсуждение

Рельеф исследуемого региона представляет собой полого-всхолмленную равнину [3], составленную такими элементами как долины рек (Северский Донец, Нежеголь) и водораздельные территории, изрезанные овражно-балочной сетью. Речные долины формируются реками и состоят из русла реки, поймы и террас. Водораздельные территории обычно более пологи в левобережной части, образуя так называемые плакоры (равнинные участки рельефа с небольшими разницеми высот при продвижении от левого берега вглубь водораздельного пространства). Постепенно перепады высот становятся значительней (сеть горизонталей, связывающих одинаковые отметки высот над уровнем моря, становится гуще), что характерно для нагорной части правобережья, имеющей отметки 200-220 м и выше над уровнем моря. Обычно нагорная часть водораздела приурочена к правому берегу реки.

Так, если обратиться к карте (рис. 1), например, правый берег Сев. Донца на протяжении Графовка–Архангельское имеет высокие отметки рельефа; левый берег Сев. Донца и междуречье Сев. Донца и Нежеголи – относительно низменны и пологи. Заметный рост высот наблюдается в направлении слияния рек Нежеголь и Корень: для одной и другой рек это правобережная сторона.



Рис. 1. Карта района исследований

Обозначения: 1 – нагорная часть (нагорная дубрава урочище «Коровинское»); 2 – нагорная часть (склоновая дубрава урочище «Рог»); 3 – участки надпойменной террасы под дубовыми древостоями; 4 – участки плакора под дубовыми древостоями

Почвы исследуемого региона достаточно разнообразны. В нагорной части под лесной растительностью формируются почвы типа серых лесных, встречающиеся в двух основных подтипах: собственно серые лесные и темно-серые лесные. Это суглинистые гумусированные почвы. Почвы второго подтипа отличаются более выражен-

ным гумусовым горизонтом. Лесные серые почвы формируются на мощных покровных и лессовидных суглинках и достаточно плодородны.

Почвы надпойменной части (террас) – песчаные и супесчаные, слабо гумусированные, подстилаемые лессовидными суглинками. По мере удаления от левого берега вглубь водораздела встречаются связно-супесчаные гумусированные и легкосуглинистые почвы, имеющие комковатую структуру верхнего горизонта A_1 .

Для почв исследуемого региона характерен периодически промывной тип водного режима [4]. При среднем многолетнем коэффициенте увлажнения равном 1, в годы, когда сумма осадков превышает испаряемость, почвы промываются до грунтовых вод.

Наличие доступной для лесной растительности влаги в почве обусловлено уровнем стояния грунтовых вод (ГВ), количеством выпадающих осадков, структурой почвы, природой и мощностью подстилаемого горизонта. Особенности рельефа, почв и подстилающих пород, особенности гидрологического режима – обуславливают соответствующие лесорастительные условия.

В нагорной части правобережья формируются дубравные лесорастительные условия (табл. 1): суховатая дубрава (D_{1-2}), свежая дубрава (D_2), увлажненная дубрава (D_{2-3}). В надпойменной террасной части левобережья формируются суборевые и судубравные лесорастительные условия (см. табл. 1): суховатая, свежая до увлажненной субори (B_{1-2} , B_{2-3}), свежая судубрава (C_2). В плакорной части удаленной от поймы формируются судубравные и дубравные лесорастительные условия (см. табл. 1): свежие и увлажненные судубравы и дубравы (C_2 , C_{2-3} , D_2).

Лесорастительные условия, а также исторически сложившийся на данной территории тип естественной растительности и хозяйственная деятельность человека – определяют тот или иной тип леса и структуру древостоев. В нагорном правобережье (см. табл. 1) произрастают свежие кленово-липовые и ясенево-осоковые нагорные дубравы, представляющие более или менее крупные лесные массивы в десятки, сотни и тысячи га, вытянутые вдоль правого берега (пример: урочище «Коровинское», см. рис. 1).

Также в нагорной части (см. рис. 1) нередко встречаются относительно небольшие склоновые (байрачные, овражно-балочные) дубравы: суховатые снытево-осоковые полево-кленовые и бересклетовые, свежие снытевые и снытево-осоковые кленово-липовые (пример: урочище «Рог», см. рис. 1). Эти маломощные дубравы, по видимому, являются «островками», оставшимися (в местах неудобий) от былых крупных нагорных массивов, сведенных в результате хозяйственной деятельности человека. По днищам и нижним частям склонов оврагов и балок встречаются участки древостоев типа увлажненной вязовой дубравы (табл. 1).

В надпойменной террасной части левобережья (см. рис. 1, табл. 1) встречаются небольшие участки бересклетовых злаково-снытево-осоковых дубрав, где дуб растет без примеси мягколиственных спутников (липы и клена) на слабогумусированных и гумусированных супесях при высоком уровне стояния ГВ. Такие участки дубравной растительности окружены обычно древостоями сосны типа простой субори, где нередко встречается дуб семенного происхождения 1-3 класса возраста; помимо дуба из лиственных пород встречаются вяз гладкий, ясень, береза. В надпойменно-террасной части левобережья встречаются также участки под свежими бересклетовыми снытево-осоково-ландышевыми и полево-кленовыми снытево-осоковыми дубовыми древостоями

На плакорах (см. рис. 1, табл. 1), где сформированы достаточно плодородные связно-супесчаные и легкосуглинистые почвы, произрастают типичные свежие дубравы с кленом полевым, остролистным и примесью ясеня, липы. На достаточно мощных лессовидных суглинках, на которых сформированы серые лесные почвы, произрастают дубравы нагорного типа: свежие ясенево-осоковые и кленово-липовые с осоккой и снытью в напочвенном живом покрове.

Все рассмотренные типы леса в нагорной, террасной и плакорной частях ландшафта представлены порослевыми 60-90-летними древостоями со значительной долей дуба черешчатого в первом ярусе: от 10 до 5-6 единиц (на 10 учтенных деревьев).

Таблица 1

Типы дубового леса в разных типах лесорастительных условий (ЛУ) и типах местности

Тип местности	терраса	плакор	нагорная часть
Тип ЛУ	В ₁₋₂ , В ₂₋₃ , С ₂	С ₂ , С ₂₋₃ , Д ₂	Д ₁₋₂ , Д ₂ , Д ₂₋₃
Тип дубового леса	суховатая бересклетовая злаково-снытево-осоковая дубрава (В ₁₋₂)	свежая полево-кленовая снытево-осоковая дубрава (С ₂)	суховатая полево-кленовая осоково-снытевая дубрава (Д ₁₋₂)
	свежая до увлаженной бересклетовая снытево-осоково-ландышевая дубрава (В ₂₋₃)	свежая до увлаженной ясеневая дубрава (С ₂₋₃)	суховатая бересклетовая осоково-снытевая дубрава (Д ₁₋₂)
	свежая полево-кленовая снытево-осоковая дубрава (С ₂)	свежая кленовая снытево-осоковая дубрава (Д ₂)	свежая кленово-липовая снытево-осоковая дубрава (Д ₂)
			свежая ясеневая дубрава (Д ₂)
			увлажненная вязовая дубрава (Д ₂₋₃)

На отдельных лесорастительных участках доля дуба может быть ниже – 3-4 единицы (например, урочище «Коровинское», квартал 5: состав 1-го яруса 3Д 7Яс).

Естественное возобновление дуба под пологом дубрав, как семенное, так и порослевое, осложнено развитием мучнистой росы листьев и затенением. Но у стены леса семенное возобновление встречается не так редко. Например, в урочище «Рог» вдоль юго-восточной стены леса отмечено семенное возобновление дуба. На протяжении 100 м вдоль опушки и удалении 3-15 м от нее насчитывается 10 деревьев дуба хорошего состояния 1-3 класса возраста. Единичное возобновление отмечено и у стены леса небольшой ясеневой дубравы, некогда, по-видимому, являющейся составной частью Коровинского массива, а ныне отделенной от него полем.

Под пологом хорошее естественное семенное возобновление дуба наблюдается в суборевых и судубравных лесорастительных условиях (В₂₋₃, С₂₋₃). В светлых субориях нередко можно встретить дуб 1-4 класса возраста в хорошем состоянии. Из лиственных пород, достигающих до 1-го яруса, здесь также встречаются ясень и вяз.

Искусственное семенное возобновление дуба может быть успешным на открытых пространствах, занятых луговой растительностью, как в плакорной так и в нагорной частях ландшафта. Пример, – залесение дубом открытого участка между дорогой и дубравой после поворота с трассы Белгород–Шебекино на Титовку (по ходу – направо). Здесь дуб имеет 1 класс возраста.

Другой пример – в нагорной части ландшафта – залесение дубом (и березой) склона вдоль оврага, выходящего в балку перед урочищем «Коровинское». Здесь дуб сажался в разное время и имеет 1-3 класс возраста.

Лесопатологическое состояние дуба в дубравах разных лесорастительных условий, типов леса и структуры древостоев оценивалось рекогносцировочным методом [2]. Учитывалась и оценивалась встречаемость и распространенность таких патогенных организмов как возбудитель мучнистой росы листьев дуба *Microsphaera alphitoides* Griff. et Maubl., ложный дубовый трутовик *Phellinus robustus* Bourd et Galz, печеночница обыкновенная *Fistulina hepatica* (Schaeff.) Fr., опенок осенний *Armillaria mellea* (Fr. Ex Vahl.) Karst. Под встречаемостью подразумевали возможность обнаружения данного патогена в разных древостоях, типах леса и лесорастительных условиях; под распространенностью – долю деревьев в древостое, пораженных данным патогеном.

Возбудитель мучнистой росы листьев идентифицировался по характерному мучнистому налету на пораженных листьях, ложный дубовый трутовик и печеночница обыкновенная – по характерным плодовым телам на стволах пораженных деревьев, опенок осенний – по ризоморфам под корой и плодовым телам на древесине [1, 2, 5, 6]. Мучнистая роса листьев дуба (рис. 2) встречается повсеместно (табл. 2) и широко рас-

пространена во всех типах дубрав. Распространенность в отдельные годы достигает 80-100%. Наиболее восприимчивы к мучнистой росе 1-6-летние дубки и поросль дуба под пологом леса, а также листья побегов 2-3 приростов у дубов жерднякового и среднего возраста (3-6 классы возраста).

В сухие годы мучнистая роса не приносит существенного вреда, так как, с одной стороны, споры (конидии) возбудителя не могут прорасти вне воздушно-капельной среды и заново заражать листья, с другой – весенние листья в сухой сезон образуют более жесткие и непроницаемые покровные ткани, а водянистых летних листьев с рыхлой паренхимой и тонким эпидермисом не образуется.

Ложный дубовый трутовик (рис. 3) – обычный патогенный консорт дуба, вызывающий ядровую стволовую гниль. Встречается в нагорных, террасных и плакорных дубовых древостоях в разных лесорастительных условиях (табл. 2). Распространенность в нагорных и склоновых порослевых дубравах с высокой долей дуба (8-10 единиц) 6-9 класса возраста в составе древостоя составляет около 3%.

Печеночница (рис. 4) – возбудитель ядровой комлевой гнили дуба. Поражает деревья дуба в основном 7-9 класса возраста. Встречается и распространена в нагорных и склоновых дубравах правобережья и в плакорных дубравах левобережья в лесорастительных условиях С₂, С₂₋₃, Д₁₋₂, Д₂, Д₂₋₃ (см. табл. 2). Распространенность в отдельных древостоях – 2-3%.



Рис. 3. Плодовые тела ложного дубового трутовика на стволе живого дуба



Рис. 2. Листья дуба, пораженные мучнистой росой

Таблица 2
Встречаемость микопатогенов, приуроченных к дубу, в дубовых древостоях в разных лесорастительных условиях

Гигротоп \ Трофотоп	В	С	Д
1-2	м, т	м, т	м, т, п,
2	м, т	м, т, п, о	м, т, п, о
2-3	м, т, о	м, т, п, о	м, т, п, о

Примечание: м – мучнистая роса листьев; т – ложный дубовый трутовик, п – печеночница обыкновенная; о – опенок осенний

Опенок осенний (рис. 5) – возбудитель периферической корневой, комлевой и стволовой гнилей дуба. Часто встречается в нагорных и склоновых дубравах (лесорастительные условия Д₁₋₂, Д₂, Д₂₋₃) (см. табл. 2) с высокой долей дуба в составе древостоя. Распространенность составляет 3-8%, причем, его распространение в более бедных трофотопах лимитировано, очевидно, недостатком почвенного увлажнения (см. табл. 2).

Очаги массового распространения опенка обычно приурочены к лесорастительным участкам, где ранее деревья дуба повреждались массовыми видами листогрызущих насекомых. Встречается и имеет распространение

также и в плакорных дубравах (лесорастительные условия С₂, С₂₋₃, Д₂) (см. табл. 2); в надпойменно-террасных древостоях (В₂₋₃) – встречается редко.

Заключение



Рис. 4. Плодовое тело печеночницы у основания дуба



Рис. 5. Ризоморфы опенка под корой усохшего дуба

1. На примере лесорастительного профиля правобережье – левобережье р. Северский Донец в окрестностях с. Графовка Шебекинского района Белгородской области изучены характерные экотопы естественного произрастания дуба черешчатого в условиях южной лесостепи. Благоприятные условия для роста дубовых древостоев существуют как в нагорной части правобережья (нагорные и склоновые дубравы), так и в плакорной и надпойменно-террасной частях левобережья (плакорные и надпойменно-террасные дубовые древостои). Все изученные древостои имеют преимущественно порослевое происхождение и возраст 60-90 лет.

2. Благонадежное естественное возобновление дуба под пологом дубрав в нагорном и плакорном типах местности отсутствует. Благонадежное естественное возобновление дуба под пологом леса отмечено только в суборевых условиях. Хорошее семенное возобновление дуба как естественное, так и искусственное, наблюдается на открытых пространствах под луговой растительностью в нагорном и плакорном типах местности на суглинистых гумусированных почвах.

3. Мучнистая роса листьев дуба (возбудитель – *Microsphaera*

alphitoides Griff. et Maubl) и ложный дубовый трутовик (*Phellinus robustus* Bourd et Galz) встречаются во всех экотопах, где произрастают дубовые древостои. Распространенность мучнистой росы достигает 80-100%, ложного дубового трутовика – 3%. Печеночница (*Fistulina hepatica* (Schaeff.) Fr.) встречается в нагорных, склоновых и плакорных дубравах. Распространенность печеночницы в дубовых древостоях составляет 2-3%. Опенок осенний (*Armillaria mellea* (Fr. Ex Vahl.) Karst.) обычно встречается в нагорных, склоновых и плакорных дубравах. Распространенность опенка в дубовых древостоях составляет 3-8%, причем, его распространение в более бедных трофотопах лимитировано недостатком почвенного увлажнения.

Список литературы

1. Селочник Н.Н. К методике оценки состояния дубовых насаждений в лесостепной зоне РСФСР / Н.Н. Селочник // Сб. научн. тр. ВНИИАЛМИ. – 1987. – Вып. 3 (92). – С. 176–183.
2. Шевченко С.В., Цилорик А.В. Лесная фитопатология. – Киев: Вища школа, 1986. – 384 с.
3. Белгородская область (природа, история, промышленность, сельское хозяйство, культура). / Составители: Н. Кузнецов, К. Новоспаский, – Воронеж: Центрально-Черноземное книжное издательство, 1974. – 279 с.
4. Груздева Л.П., Яскин А.А., Тимофеев В.В. Почвоведение с основами геоботаники. – М.: Агропромиздат, 1991. – 448 с.
5. Дунаев А.В. Афанасенкова О.В. Макромицеты, поражающие стволую часть дуба черешчатого в лесостепных дубравах // Защита и карантин растений. – 2009. – №2. – С. 51–52.
6. Дунаев А.В. О склонности к паразитическому образу жизни некоторых ксилотрофных



базидиомицетов, входящих в консорцию дуба // Материалы научн.-практич. конф. «Сохранение биоразнообразия, стратегия развития и инновационные решения», сост. 18-21 мая 2009 г. – Белгород: ИПЦ «Политера», 2009 г. – С. 210–212.

ECOTOPES OF OAK IN SOUTHERN FOREST-STEPPE ZONE AND DISTRIBUTION OF THE MOST DANGEROUS MYCOPATHOGENES OF THE OAK TO THEM

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

*Belgorod State University,
Pobedy Str., 85, Belgorod,
308007, Russia*

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

The work is devoted to studying the ecotopes of common oak *Quercus robur* L. in southern forest-steppe. As a territory for the research the district including a right bank and a left bank of the Severski Donets and the Nezhegol rivers in vicinities of Grafovka village of Shebekinsky District of Belgorod region has been chosen. A distribution of most dangerous oak mycopathogenes (*Microsphaera alphitoides* Griff. et Maubl., *Phellinus robustus* Bourd et Galz, *Fistulina hepatica* (Schaeff.) Fr., *Armillaria mellea* (Fr. Ex Vahl.) Karst.) in various habitats of oak was studied as well.

It is established that favorable conditions for growth of oak stands exist both in upland right bank parts and in placore and terrace left bank parts. It is established that *Microsphaera alphitoides* and *Phellinus robustus* are extended in all ecotopes where oak forest stands grow. *Fistulina hepatica* and *Armillaria mellea* can be found in upland, slope and placore oak groves.

Key words: ecotope, common oak, oak stands, oak groves, upland part, terrace, mycopathogen.

ВЗАИМОДОПОЛНЯЮЩИЕ МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ И СОХРАНЕНИЯ РЕДКИХ И ПОЛЕЗНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ *EX SITU* И *IN SITU*

К.Г. Ткаченко

Ботанический институт
им. В.Л. Комарова РАН,
Россия, 197376,
г. Санкт-Петербург,
ул. Профессора Попова, 2
E-mail: kigatka@rambler.ru

В работе обсуждается актуальность, важность и значимость изучения особенностей роста и развития растений, начиная с латентного и регенеративного периодов, для последующего анализа данных и разработки путей сохранения, возобновления ресурсов страны. Предложены комплиментарные методы разнопланового изучения в стационарных и полевых условиях растений разных групп полезности (ресурсных, редких и исчезающих).

Ключевые слова: семена, плоды, растения, редкие, исчезающие, ресурсные, полезные, сохранение *ex situ* и *in situ*, воспроизводство, изучение, методы, онтогенез, антропоэкология.

Окончание XX, начало XXI веков ознаменовалось широкомасштабными исследованиями, посвященными активному познанию, сохранению и воспроизводству генофонда природного разнообразия планеты. Изучение биоразнообразия, выявление новых и оценка запасов используемых ресурсных видов, приобретают теоретическую, научную и практическую значимость, и актуально в настоящее время. Сохранение и воспроизводство живых организмов *ex situ* возможно при постоянном мониторинге. Поэтому мировое сообщество в ближайших перспективах отдает приоритет сохранению растений именно в условиях *ex situ*. В программах же о долгосрочном сохранении биологического разнообразия большое внимание уделено сохранению растений в контролируемых условиях *in situ*.

Наиболее эффективными мероприятия по сохранению природного разнообразия становятся осуществимы в условиях создания новых, и, расширяемых ранее созданных, особо охраняемых природных территориях. Самым же распространённым и эффективным на сегодня методом сохранения разнообразия растений являются ботанические сады, питомники и собранные в них коллекции. Однако создание коллекций ради самих этих ботанических коллекций уже отошло на второй план. В настоящее время наиболее востребованы такие коллекции живых растений, которые дополнены собранными банками данных о единицах хранения (в том числе и диаспор, т.е. криобанки и банки хранения спор, семян и плодов), позволяющие оперативно представить разнообразные данные об объектах хранения и/или возможного быстрого их воспроизводства (размножения). Реализация разработок в этих направлениях (создание баз данных) и ныне активно проходит в самых разнообразных программах [1-4]. Сейчас настает время, когда десятилетиями накапливаемый фактический материал должен трансформироваться в практические предложения и реализации по сохранению и воспроизводству генетических ресурсов страны, и планеты в целом [5-19].

Для сохранения видов *in situ* уже предложены, например, такие принципы как: экосистемный (с сохранением отдельных биогеоценозов или их участков), популяционно-видовой (с детальным изучением отдельных видов, их распространения и состояния популяций с их участием), организменный и территориальный. При отборе же исходного материала для последующего интродукционного изучения *ex situ* следует учитывать, помимо всего традиционного, ещё и внутривидовую, внутривидовую, экологическую, географическую изменчивость растений. Наличие полиморфизма в интродукционных популяциях позволяет делать наиболее разносторонние отборы, а так же обеспечить её устойчивость во времени [15, 17, 19].

Ботанические учреждения – ботанические сады, арборетумы, питомники, лесхозы, стационары и др., разного административного подчинения, в настоящее время становятся основной базой в реализации программ по сохранению и воспроизводству биоразнообразия природной флоры не только каждого конкретного региона, но и



флористического богатства страны в целом [6, 7, 10, 14]. Сохранение природных ценозов должно быть ориентировано на редкие, сокращающие ареал, декоративные, но и также на лекарственные, технические и другие группы полезных (ресурсных) видов растений. Уже созданные в Садах коллекции генофонда живых растений должны стать центрами их сохранения, изучения и воспроизводства. В ближайшей перспективе они могут служить источниками семенного и посадочного материала для последующей реинтродукции или репатриации растений в места их естественного произрастания. Ботанические коллекции, созданные и/или создаваемые в настоящее время, желательно наполнять максимально большим числом не только видов и их разнообразных генетических образцов (которые вводятся в коллекции семенами или живыми растениями). Расширяться коллекции должны за счёт введения всё новых образцов одного вида, но разного географического происхождения. На созданных и, особенно на вновь создаваемых, коллекциях очень важно проводить разносторонние исследования, включающие обязательно наблюдения за сезонным ритмом прохождения фенологических фаз, сменой возрастных состояний, выявлением особенностей роста и развития, антропоэкологией, оценивать качество получаемых семян, разрабатывать способы ускоренного размножения и отрабатывать приёмы агротехники для каждой вводимой культуры. Накапливаемый обширный экспериментальный материал, в последующем, будет служить той основой для сравнительного анализа всего объёма собранных материалов который и позволит решать вопросы сохранения, восстановления вида в природных и успешного культивирования в искусственных ценозах.

Среди современных путей сохранения богатства флоры – наиболее разработанные такие как создание, поддержание, развитие, восстановление коллекций (и/или экспозиций) живых растений в ботанических садах. Результаты этой работы есть суть интродукционных исследований. Однако на современном этапе отношение к сохранению генофонда должно быть поднято на иной уровень. Прежде всего, в значительной степени должны быть расширены и максимально детализированы исследования особенностей онтогенеза испытываемых видов растений. При этих исследованиях объектами пристального внимания должны быть латентный и прегенеративный периоды развития, как самые показательные по адаптации конкретного вида к новым условиям. Эти исследования должны быть проводимы как с декоративными, редким и исчезающим, так и полезными или ресурсными, то есть со всеми видами растений, впервые вводимыми в первичную культуру. Особым интересом и вниманием должны быть охвачены все ресурсные виды, находящие различное применение и использование для нужд человека, либо разрабатываемые как новые перспективные источники сырья для разных отраслей хозяйства. Ранее были предложены новые пути в организации и проведении работ по изучению латентного периода [19–21], суть которых сводится к следующему, предлагаемому, алгоритму комплиментарных исследований.

Начальный этап исследовательских работ – особое внимание должно быть уделено сбору семян (диаспор) в полевых или стационарных условиях. Обязательно, при возможности ежегодное, определение потенциальной, условно-реальной и реальной семенной продуктивности. Методики проведения этих работ наиболее полно отражены в работах Р.Е. Левиной [22–24], М.К. Фирсовой [25, 26], Е.А. Ходачек [27–29] и ряде других авторов.

Следующим важнейшим этапом работ является организация хранения собранных семян. Оно осуществимо, например, либо в холодильниках при постоянной температуре + 4 °С или в морозильных камерах с постоянно поддерживаемой температурой на –18 °С. Возможно хранение семян и в условиях криогенна, если для этого есть всё достаточное оборудование. В случае невозможности организации особых условий хранения (холодильные или морозильные камеры), хранить семена следует не на свету и в прохладных условиях, нежели традиционные обогреваемые рабочие помещения.

Для диаспор каждого вида растений необходимо делать максимально полное их морфологическое описание и отражать размеры, форму и цвет семян. При этом возможно делать разбор по степени их зрелости и положению в соцветии. Описание цвета желательно проводить по международным классификаторам, использующие буквенно-цифровые коды цвета. Собственно работа с семенами и плодами (диаспора-

ми) должна начинаться с разделения собранного материала по фракциям, например, на почвенных ситах с ячейками разного диаметра, с учётом их места положения как в соцветии, так и расположение соцветия на растении.

Важной характеристикой как природных, так и полученных в условиях контролируемого выращивания семян является показатель их жизнеспособности, степень развитости и сформированности зародыша и эндосперма. Определение жизнеспособности можно проводить с помощью трифенилтетразолий хлорида, или других красителей, работающих на активные ферменты, и с помощью рентгеноскопии. Первый путь приводит к полной гибели и потере материала. Второй же позволяет сохранить жизнеспособным материал и проводить дальнейшие определения с каждым конкретным семенем, зная степень развития его зародыша и эндосперма. Однако для каждого вида следует подбирать свои особые условия скопии или обработки реагентами. Наиболее сложно подвергать рентгеноскопии виды, имеющие мелкие семена.

Определение всхожести семян в лабораторных условиях желательнее расширить, организовав ежемесячное проращивание семян в контролируемых условиях. Важно учитывать такие внешние факторы как: наличие или отсутствие света, проращивание семян при постоянных или переменных температурах. Для прорастания, для получения положительных результатов, возможно, будет решающим наличие или отсутствие этих факторов. Постановка семян на проращение должна учитывать их исходное качество: степень развитости и сформированности. Помочь в этом может даже простое разделение семян на фракции, по размеру. Разделить семена можно так же и по окраске, которая часто является показателем степени зрелости. На всхожесть семян будет влиять и их местоположение в соцветии, и положение конкретного соцветия на побеге. В начале работы с диаспорами по их проращиванию важно учитывать наличие ранее опубликованных данных, для каких видов нужно проводить стратификацию, для каких скарификацию, или же промораживание но может быть, например, длительное промывание в воде для удаления колинов, ингибирующих их проращение. Подспорьем в этой работе должны быть работы М.Г. Николаевой [30-31].

Постановка семян на проращивание должна осуществляться ежемесячно, для выявления динамики и особенностей ритмов прорастания. Важно выявление для исследуемых видов волновых зависимостей прорастания от календарных сроков (зима, весна, лето, осень). Основной (наибольший) пик, как правило, для большинства видов циркумполярной области, приходится на весну, второй пик может появляться в конце лета, начале осени. Обязательно выявление длительности сроков сохранения всхожести семян при разных условиях хранения, до начала их проращивания. Возможно привнесение дополнительных данных, например, об особенностях превегетации материнских растений, которое так же сказывается на жизнеспособности, особенностях прорастания, энергии прорастания, длительности сохранения жизнеспособности семян, а так же ритмах роста и развития нового поколения [19, 33].

Создание ботанических коллекций (разных групп лекарственных, технических, полезных, декоративных, и, конечно же, редких и исчезающих) растений должно сопровождаться созданием родовых комплексов. Изучение в локальных, конкретных, условиях выращивания большого числа видов и образцов позволяет проводить разносторонние ботанические исследования в сравнительном аспекте для разных изучаемых видов и образцов разного географического происхождения одного рода в идентичных почвенно-климатических условиях. Такие коллекции, имеющие широкий ассортимент видов, позволяют осуществлять отбор, наиболее ценных, устойчивых и высокопродуктивных видов растений [34-37].

Среди приоритетных исследований интродуцентов должно стать изучение особенностей их возрастных состояний (длительности пребывания в каждом из них), семенной продуктивности, сопряженной с возрастом растений, а так же при возможности – в сравнительном аспекте «природа – культура», и далее «культура – природа». И обязательной всесторонней оценкой качества получаемых диаспор: плодов, семян, единиц вегетативного размножения. Нужно уделять внимание разработке способов повышения их продуктивности и всхожести формирующихся семян и плодов.

Изучение индивидуального роста и развития, сезонного ритма, возрастных особенностей растений должно проходить с учётом исходного географического проис-



хождения и качества диаспор. При наблюдении за особенностями и длительностью нахождения особей в разных возрастных состояниях будет проявляться исходная разнокачественность семян (гетероспермия, гетерокарпия или гетеродиаспория). Сбор таких материалов желательно организовывать в сравнительном аспекте. Обязательно нужно фиксировать то, как вид растёт и развивается в природных ценозах. Параллельно важно сравнивать получаемые данные с таковыми, но для видов, уже растущих в условиях интродукции [35–43]. При этом необходимо подбирать максимально однородный материал, вплоть до закладки экспериментальных учётных площадок семенами одной партии, как в природе, так и при выращивании в контролируемых условиях. Важно выявление значимости семян разного качества для сохранения вида в популяции, почвенных банков семян.

Привлечение в коллекцию значительного числа образцов одного вида, но разного географического происхождения, а также разных видов одного рода, позволяет выявить многие морфофизиологические реакции растений на его перенос в новые условия произрастания или культивирования. Реакция растений будет проявляться в длительности периода жизни особи (от семени до полной гибели особи), на изменении морфологических параметров органов, на накопление и динамику биологически активных веществ и их качественный состав в условиях первичной культуры, а так же и от длительности и самих условий культивирования, применения агроприёмов, внесения элементов питания и т.д.

Основными разделами в изучении репродуктивной биологии растений являются следующие: ритмика цветения и опыления, пол растения, способы размножения, эмбриональные процессы, плодоношение и семенная продуктивность, покой и прорастание семян, неоднородность семян и плодов, десеминация и семенное возобновление. Основные разработки теоретических и практических, как общих, так и частных вопросов этой тематики посвящены работы Т.Б. Батыгиной, И.Н. Бейдеман, В.Ф. Войтенко, Р.Е. Левиной, А.М. Негруль, В.И. Некрасова, М.Г. Николаевой, Л.М. Поздовой, И.Ф. Сацыперовой, Э.С. Терёхина, В.Л. Тихоновой и других исследователей. Некоторые важные с научной и практической точек зрения вопросы репродуктивной биологии остаются, к большому сожалению, пока всё ещё вне поля зрения исследователей. Таковыми являются: детальное изучение антропоэкологии, особенности распределения половых типов цветков в пределах одного соцветия и/или растения в целом; влияния разных факторов на изменение числа цветков одного пола в соцветии или на особи; ритм плодоношения и явление гетеродиаспории и ее проявления в развитии нового поколения [19, 44, 45].

Организация сбора данных по особенностям цветения опытных растений нужно организовывать таким образом, что бы выявлять: морфологические особенности соцветий (первого и последующих порядков); половую дифференциацию цветков (в пределах соцветия, особи, особей разного возраста и возрастного состояния); ритмику распускания и отцветания цветков в пределах особи и агропопуляции (или популяции); последовательность и длительность прохождения фаз (мужской и женской) цветения цветков разных половых типов в пределах соцветия и особи; влияние метеорологических и экологических условий на ритм цветения; динамику нектаро- и мёдопродуктивности цветков разного полового типа; насекомых-опылителей и ритм их посещения цветков; особенности формирования семян в разных частях соцветия и особи. Естественным продолжением наблюдений за цветением, является выявление особенностей плодоношения. При изучении семенной продуктивности (потенциальной и реальной) растений, необходимо освещать ритм плодоношения (с регистрацией наступления дат фаз спелости у модельных цветков, особей и агропопуляции; в зависимости от их местоположения в соцветии и положения соцветия на особи). Важным моментом современного изучения особенностей онтогенеза и антропоэкологии является выявление гетеродиаспоричности (гетерокарпии и/или гетероспермии). Условия формирования семян в пределах соцветия и/или особи в конкретных популяций не одинаковы. Это приводит к значительной разнокачественности семян, которая сказывается в дальнейшем на ритме роста и развития особей нового поколения. При проведении выше перечисленных наблюдений необходимо учитывать возраст и возрастное состояние особей и как оно сказывается на ритме развития особей нового поколения.

Важно фиксировать возраст впервые зацветших особей и как меняется ритм их цветения на протяжении генеративного состояния (отмечено, что с увеличением возраста сроки зацветания сдвигаются на всё более ранние); длительность репродуктивного состояния у генеративных растений (продолжительность пребывания в каждом из состояний); факторы, влияющие на семенное возобновление.

Использование питомников (полей или участков) для проведения экспериментальных работ, накопления данных по особенностям репродуктивной биологии позволяет построить план наблюдений таким образом, что бы они сочетались с программой работ по изучению онтогенеза и сохранения генофонда ресурсных, редких и исчезающих видов растений нашей страны. При оценке качества исходного семенного материала, помимо определения лабораторной и грунтовой всхожести и энергии прорастания семян, можно выявлять приёмы, способствующие ускорению прорастания семян с разными типами покоя. При проведении наблюдений за особенностями развития особей можно решать вопросы и вегетативного размножения ещё до того, как растения вступили в репродуктивное состояние. Зачастую, размножение вегетативными диаспорами оказывается более эффективно и экономически оправдано, нежели долгий путь выращивания растений из семян или плодов. В этих исследованиях важно установить наилучшие сроки для черенкования (как заготовки, так и начала укоренения), наиболее оптимальные стимуляторы роста (сроки обработки и дозы) и т.д.

Детализированные исследования для изучаемых видов собираемых родовых комплексов, конечно же, обязательно нужно проводить и с учётом морозо- и зимостойкости, засухоустойчивости, совпадения ритмов роста и развития с местными климатическими параметрами, сезонными циклами, почвенно-климатическими особенностями.

Иными путями сохранения генофонда, в том числе и в ботанических садах, являются карпоботанические коллекции. Собираемые и ежегодно обновляемые коллекторские сборы семян, проводимые в ботанических садах для обмена, являются базой для накопления генофонда. Организация современного хранения семян позволяет часть собранных диаспор содержать в холодильных камерах при температурах от 4–5 до 7–10°C. Другая же часть хранимых диаспор, герметично упакованная, ежегодно закладывается на длительное хранение, но уже в морозильные камеры при температуре –18°C. Важно проводить оценку сохранения всхожести хранимого материала в течение всего периода хранения. Анализ накапливаемого материала даст важные параметры для общей характеристики выращиваемых растений.

Специальным направлением современных научных исследований должна быть программа по охране и воспроизводству полезных растений местных флор. Необходимо как можно шире оповещать различные слои населения о том, какие редкие и исчезающие виды растут в их регионе. Какие виды как можно использовать, при этом нужна предварительная программа школьного образования. Без правильного воспитания молодого поколения, с развитым чувством бережного отношения к окружающей природе нам будет не спасти пока еще богатый ассортимент полезных растений наших регионов и страны в целом. Для значительного большинства территорий нашей страны важно успеть собрать и этноботанические данные по разностороннему использованию (в качестве поделочного, лекарственных, красильных, съедобных) растений коренным населением.

Коллекции живых растений Ботанического сада БИН РАН служат базой для детального комплексного изучения вводимых в первичную культуру разнообразных видов растений и способствует формированию коллекций родовых комплексов. На протяжении последних десятилетий были созданы, значительно дополнены и изучены комплексы таких родов как *Acer*, *Allium*, *Aconitum*, *Aralia*, *Arnica*, *Berberis*, *Centaurea*, *Chionodoxa*, *Cimicifuga*, *Digitalis*, *Dioscorea*, *Erythronium*, *Fritillaria*, *Hedysarum*, *Helleborus*, *Hemerocallis*, *Heraclium*, *Hosta*, *Inula*, *Iris*, *Lilium*, *Ononis*, *Origanum*, *Paeonia*, *Picea*, *Pinus*, *Phlox*, *Podophyllum*, *Polygonum* (*Aconogonon*, *Bistorta*, *Persicaria*), *Pulsatilla*, *Rheum*, *Rhodiola*, *Rosa*, *Salvia*, *Sanguisorba*, *Scilla*, *Sedum*, *Scopolia*, *Stemmacantha* (*Rhaponticum*), *Symphytum*, *Syringa*, *Thalictrum*, *Thuja*, *Trillium* и др. В результате проведённых наблюдений было показано что, образцы разного географического происхождения имеют неодинаковый габитус, не одновременно проходят ос-



новые сезонные ритмы развития (различия в сроках их наступления составляют от 5 до 20 дней). Ритм роста и развития коллекционных особей определяет исходное качество ежегодно получаемых от растений семян. Особи из хорошо развитых семян быстрее проходят возрастные состояния виргинильного периода, раньше вступают в генеративный период, но и срок жизни их короче, чем у особей, развившихся из семян средних или мелких размеров. Новые возникающие методы позволяют на коллекциях собирать оригинальный материал. Наличие разнопланового материала, и применение взаимодополняющих методов дают возможность проведение анализа по каждому роду для условий Северо-запада. Многие данные по результатам изучения собранных родовых комплексов обобщены в виде опубликованных монографических работ.

Используя в работе по изучению, сохранению, воспроизводству разных групп полезности, редких и исчезающих видов растений, взаимодополняющие методы можно в кратчайшие сроки собрать и обработать разноплановые экспериментальные данные. Анализ накапливаемого объёма комплементарных знаний по особенностям роста и развития, сезонным изменениям в жизни растений в значительной степени будет способствовать разработке приёмов ускоренного введения их в первичную культуру, и сохранению видов в природных ценозах. И, возможно, возвращению исчезающих видов в места их исходного природного обитания. Суммарно все эти исследования в значительной степени способствуют успеху изучения и сохранения биологического разнообразия растений как *in situ* так и *ex situ*.

Список литературы

1. Конвенция о биологическом разнообразии. Текст и приложения. UNEP/CBD, 1995. – 34 с.
2. Национальная Стратегия сохранения биоразнообразия в России / Под рук. Д.С. Павлова. – М., 2001. – 63 с.
3. Актуальные проблемы инноваций с нетрадиционными природными ресурсами и создания функциональных продуктов // Материалы II Российской научн.-практ. конф. (2–3 июня 2003 года). – М., 2003. – 320 с.
4. Convention on Biological Diversity / Conference of the parties to the Convention on Biological Diversity. Hague, 2002.
5. Скворцов А. К. Охрана редких видов *in situ* и *ex situ*: проблемы и взаимоотношения двух стратегий охраны // Бюлл. ГБС. – 1991. – Вып. 162. – С. 3-6.
6. Сикура И.И., Миролюбов А.В., Майстров П.Д., Пожилова А.И., Куксова В.Б. Сохранение биологического разнообразия *ex situ* (*in vivo*, *in vitro*, банк семян) растений природных и культурных флор // Биологическое разнообразие. Интродукция растений. Тез. докл. научн. конф. (12-15 декабря 1995 г., Санкт-Петербург). СПб., 1995. – С. 11–12.
7. Смирнов Ю.С., Поздова Л.М. Интродукционный метод сохранения биоразнообразия // Биологическое разнообразие. Интродукция растений. Материалы Второй междунар. конф. – СПб, 1999. – С. 14–20.
8. Деви А. Планирование национальной системы охраняемых природных территорий. – М., 2002. – 60 с.
9. Стратегия Ботанических садов России по сохранению биоразнообразия растений / Отв. ред. Л.Н. Андреев. – М., 2003. – 32 с.
10. Дзыбов Д.С. Ботанические сады – центры разработки научных и научно-практических основ сохранения флористического и ценогического разнообразия регионов // Ботанические сады как центры сохранения биоразнообразия и рационального использования растительных ресурсов. – М., 2005. – С. 160–162.
11. Камелин Р.В. Великая селекция зари человечества. – Барнаул: Изд-во Азбука, 2005. – 128 с.
12. Растения Красной Книги России в коллекциях ботанических садов и дендрариев. – М.: ГБС РАН; Тула: ИПП «Гриф и К», 2005. – 144 с.
13. Багмет Л.В., Смекалова Т.Н. Мобилизация дикорастущих родичей культурных растений российского Кавказа в связи с проблемой их сохранения // Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века. Материалы всесоюзн. конф. Ч. 3. – Петрозаводск, 2008. – С. 316–318.
14. Горбунов Ю.Н. Ботанические сады России и реинтродукция редких растений // Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века. Материалы всесоюзн. конф. Ч. 3. – Петрозаводск, 2008. – С. 338–341.
15. Демидов А.С., Потапова С.А. Вопросы теории и методы интродукции растений, разработанные в Главном Ботаническом саду им. Н.В. Цицина РАН // Фундаментальные и при-

кладные проблемы ботаники в начале XXI века. Материалы всесоюзн. конф. Ч. 6. – Петрозаводск, 2008. – С. 222-224.

16. Кочетов А.А. Новый подход к построению теории и созданию методологии ускоренной интродукции растений // Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века. Материалы всесоюзн. конф. Ч. 6. – Петрозаводск, 2008. – С. 254-257.

17. Пересторонина О.Н., Савиных Н.П. Научные основы охраны редких и исчезающих видов флоры Кировской области // Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века. Материалы всесоюзн. конф. Ч. 3. – Петрозаводск, 2008. – С. 374-376.

18. Смекалова Т.Н. Систематика культурных растений в связи с проблемами сохранения и изучения генетических ресурсов растений // Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века. Материалы всесоюзн. конф. Ч. 3. – Петрозаводск, 2008. – С. 250-253.

19. Ишмуратова М.М., Ткаченко К.Г. Семена травянистых растений: особенности латентного периода, использование в интродукции и размножении *in vitro*. – Уфа: Изд-во Гилем, 2009. – 116 с.

20. Ткаченко К.Г. Методические аспекты изучения латентного периода // Эколого-популяционный анализ кормовых растений естественной флоры, интродукция и использование. Материалы IX Междунар. симпозиума по новым кормовым растениям. – Сыктывкар, 1999. – С. 206-209.

21. Ткаченко К.Г. Программа работ по изучению латентного периода растений в полевых и стационарных условиях // Методы популяционной биологии. Сб. материалов докл. VII Всероссийск. популяционного семинара (Ч. 1). 16-21 февраля 2004 г. Республика Коми, г. Сыктывкар. – Сыктывкар, 2004. – С. 212-213.

22. Левина Р.Е. Аспекты изучения гетерокарпии // Ботан. журн. – 1967. – Т. 52, № 1. – С. 3-12.

23. Левина Р.Е. Новый аспект в трактовке гетерокарпии // Журн. общ. биол. – 1980. – Т. 41, № 5. – С. 680-684.

24. Левина Р.Е. Репродуктивная биология семенных растений. – М., 1981. – 96 с.

25. Фирсова М.К. Методы исследования и оценки качества семян. – М.: Гос. изд-во сельхозлитературы, 1955. – 376 с.

26. Фирсова М.К. Семенной контроль. – М., 1969. – 295 с.

27. Ходачек Е.А. Семенная продуктивность и урожай семян растений в тундрах Западного Таймыра // Бот. журн. – 1970. – Т. 55, № 7. – С. 995-1010.

28. Ходачек Е.А. Семенная продуктивность растений Западного Таймыра // Структура и функции биогеоценозов таймырской тундры. – Л.: Наука, 1978. – С. 167-198.

29. Ходачек Е.А. Популяционные и ценогические аспекты изучения репродукции растений в условиях Арктики // Эмбриология цветковых растений (терминология концепции). Т III. – СПб.: Изд-во «Мир и Семья», 2000. – С. 432-439.

30. Николаева М.Г., Лянгузова И.В., Поздова Л.М. Биология семян. – СПб.: НИИ химии СПбГУ, 1999. – 233 с.

31. Николаева М.Г., Разумова М.В., Гладкова В.Н. Справочник по проращиванию покоящихся семян. – Л.: Наука, 1985. – 268 с.

32. Николаева М.Г., Тихонова В.Л., Далецкая Т.В. Долговременное хранение семян дикорастущих видов растений. Биологические свойства семян. – Пушкино, 1992. – 46 с.

33. Ткаченко К.Г. Сезонные колебания в ритме прорастания семян. // Изучение онтогенеза видов природных флор в ботанических учреждениях Евразии. – Киев, 1993. – С. 197-198.

34. Ткаченко К.Г. Направление работы с родовыми комплексами лекарственных растений в ботанических садах // Анализ и прогнозирование результатов интродукции декоративных и лекарственных растений мировой флоры в ботанические сады. Материалы 2-ой Международн. конф. Минск, 26-28 авг., 1996 г. – Минск, 1996. – С. 113-114.

35. Ткаченко К.Г. Создание и сохранение коллекционных питомников полезных растений в Ботанических садах // Hortus botanicus. – 2001. – № 1 (Петрозаводск). – С. 115-116.

36. Ткаченко К.Г. Гетеродиспория как стратегия жизни и ритмов развития нового поколения // IX Всероссийский популяционный семинар «Особи и популяция - стратегия жизни» (2-6 октября 2006 г., Республика Башкортостан, г. Уфа). Ч.1. – Уфа, 2006. – С. 237-242.

37. Ткаченко К.Г., Паутова И.А. Создание коллекций лекарственных и полезных растений в ботанических садах и основные направления работ с ними // Ботанические сады как центры сохранения биоразнообразия и рационального использования растительных ресурсов. Материалы международн. конф., посвященной 60-летию ГБС им. Н.В. Цицина (5-7 июля 2005, г. Москва). – М., 2005. – С. 492-493.

38. Садыперова И.Ф. Изучение особенностей онтогенеза, как один из необходимых этапов интродукции травянистых полезных растений // Рациональное использование растительных ресурсов Казахстана / Тез. докл. – Алма-Ата, 1986. – С. 3-4.



39. Сацыперова И.Ф. О методических подходах при изучении особенностей онтогенеза травянистых растений в коллекционных питомниках // Рекомендации: Онтогенез высших цветковых растений. – Киев, 1989. – С. 111–116.

40. Сацыперова И.Ф. Методические подходы при ресурсоведческом стационарном изучении нетрадиционных кормовых культур // Новые идеи в растениеводстве и пути их реализации. Материалы конф. молодых ученых и аспирантов (г. Воронеж, 9-13 июля 1991 г.). – М., 1991. – С. 3–7.

41. Сацыперова И.Ф., Рабинович А.М. Проект общесоюзной программы исследований по интродукции лекарственных растений // Растит. ресурсы. – 1990. – Т. 26, вып. 4. – С. 587–597.

42. Ткаченко К.Г. Влияние гетерокарпии у видов р. Борщевик на темпы развития особей // Основные направления научных исследований по интенсификации эфиромасличного производства / Тез. докл. V Симпозиум по эфирномасличным растениям и маслам. Кишинев, 17–19 сентября 1990. – Симферополь, 1990. – С. 52–53.

43. Ткаченко К.Г. Качество семян (мерикарпиев) у видов *Heracleum* L. при интродукции в Ленинградскую область // Охрана, обогащение, воспроизводство и использование растительных ресурсов. Тез. докл. Всес. совещ. к 30 летию Ставроп. бот. сада. – Ставрополь, 1990. – С. 200 - 201.

44. Ткаченко К.Г. Сезонные ритмы прорастания семян // Чтения памяти А.П. Хохрякова. Материалы Всероссийской научной конференции (Магадан, 28-29 октября 2008 г.). – Магадан, 2008. – С. 165–168.

45. Ткаченко К.Г. Гетеродиспория и сезонные колебания в ритмах прорастания // Научн. ведомости Белгородского гос. ун-та. – 2009. – № 11 (66). Серия Естественные науки. Вып. 9 (1). – С. 44-50.

COMPLEMENTARY METHODS FOR INVESTIGATION AND CONSERVATION *EX SITU* AND *IN SITU* OF RARE AND BENEFICIAL PLANTS

K.G. Tkachenko

*Komarov Botanical Institute
of RAS, Prof. Komarova Str.,
2, St. Petersburg, 197376,
Russia*

E-mail: kigatka@rambler.ru

In this work such questions as actuality, importance and significance of learning features of growing and development of plants beginning from latent and pre-generative periods for further data analyses and elaboration of ways to safe and renew country resources are discussed. Complementary methods of complex investigation of plants of different utility groups under stationary and field conditions are proposed.

Key words: seeds, fruit, rare, engendered and helpful plants, conservation, investigation, methods, ontogeny, antecology.

РЕДКИЕ И ОХРАНЯЕМЫЕ ВИДЫ В УРБАНОФЛОРЕ БЕЛГОРОДА

В.К. Тохтарь
О.В. Фомина

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

E-mail: tokhtar@bsu.edu.ru

Статья посвящена изучению редких видов растений, произрастающих в условиях городской среды Белгорода. В результате проведенных исследований найдены новые местообитания видов, занесенных в Красную книгу. Приводится перечень видов и их характеристики. В статье приведены возможные причины сохранения этих растений в антропогенно трансформированной среде. Установлено, что этому может способствовать экотонный эффект, возникающий в городской среде, образование «антропогенного рефугиума», в котором экологические условия, в целом, соответствуют экологическим нишам видов, не выдерживающих распашки почв, но вполне толерантных к другому типу антропогенного воздействия – влиянию промышленных загрязнений, обнажение почвенных горизонтов и извлечение на поверхность банка семян, адаптационные процессы, происходящие в популяциях, сохранение нетронутых или слабонарушенных антропогенным воздействием природных участков и выращивание жителями г. Белгорода редких растений, которые используются ими для целей озеленения.

Ключевые слова: редкие виды, урбанофлора, Белгород.

Введение

Сокращение популяций и уничтожение их местообитаний в результате антропогенного воздействия приводит к исчезновению ряда местных реликтовых и эндемичных видов. Я.П. Дидух [1] указывает на приуроченность многих реликтовых и редких видов к экотонным местообитаниям, что помогает им сохраняться при смене растительных сообществ. Известно, что такие экотопы могут возникать и в антропогенно трансформированной среде. Так, например, изучение отвалов добычи калийной руды в Германии и Франции подтверждает их важность для сохранения видов сосудистых растений, поскольку исчезающие виды галофитов встречаются на 90% отвалов калийных шахт. 18 отвалов колонизированы четырьмя и более видами Красной книги Германии [2]. Установлено, что при строительстве промышленных объектов, территории, подвергшиеся нарушению, часто служат местообитаниями некоторых редких для Дании растений, популяции которых могут при этом несколько расширяться. В частности, отмечается произрастание редких видов на окраинах глинистых карьеров [3]. Эти данные являются подтверждением роли техногенных экотопов для сохранения антропогенных реликтов и редких видов в различных регионах.

По мнению И.Г. Ильминских [4] (1998) такие экотонные местообитания особенно характерны для городов, поскольку с давних времен они обычно создавались на стыке разных экосистем. Именно экотонным эффектом объясняется увеличение биоразнообразия в городской среде.

Элементы предыдущих флор и фитоценозов способны сохраняться преимущественно в азональных субстратах. Поэтому в условиях таких рефугиумов происходит сохранение редких и исчезающих, а также адвентивных видов. Создание сети антропогенных ландшафтов, в пределах которых находится значительное количество природных участков, способствовало появлению «антропогенных рефугиумов», в которых могли найти убежище некоторые виды. В этих условиях многие из них не только сохранились, но и стали активно распространяться в новые местообитания. Здесь оказались виды, не выдерживающие распашки почв, но вполне толерантные к другому типу антропогенного воздействия – влиянию промышленных загрязнений.

Материалы и методика исследования

В 2009 г. нами проведены флористическое обследование городской территории Белгорода и его зеленой зоны. Исследование проводилось маршрутным способом, с выполнением стандартных процедур сушки, монтирования и камеральной обработки гербарных образцов.

Результаты и их обсуждение

В настоящее время Белгород испытывает достаточно сильную антропогенную нагрузку. Его территория характеризуется мозаичностью экотопов: здесь расположены жилые территории плотной застройки, крупные промышленные предприятия, автомобильные и железные дороги общероссийского и международного значения, реки, рудеральные и квазиприродные участки. Несмотря на столь сильное антропогенное воздействие, флора, формирующаяся в условиях городской среды Белгорода, остается достаточно богатой. Доказательством этому служат выявленные нами в пределах городской черты Белгорода 10 видов Красной Книги Белгородской области и один вид, относящийся к списку растений, требующих повышенных мер охраны – кандидатов на включение в региональную Красную книгу [5].

Ниже приводим список видов, занесенных в Красную книгу Белгородской области с указанием места и времени сбора.

***Corydalis marschalliana* (Pall, ex Willd.) Pers.** (Хохлатка Маршалла, Fumariaceae). Многолетнее растение с плотным клубнем. Эфемероид. Цветет в апреле-мае. Размножается семенами. Уязвимый на территории области евразийский неморальный вид. Встречается по лесам и кустарникам многих районов Белгородской области. Одна из основных причин внесения в список охраняемых растений – вытаптывание и сбор цветущих растений, так как вид очень декоративен [5]. В Белгороде крупная популяция *Corydalis marschalliana* (Pall, ex Willd.) Pers. отмечена нами на затененных склонах в Монастырском лесу (27.04.09).

***Muscari neglectum* Guss.** (Гадючий лук незамеченный, Liliaceae). Многолетнее луковичное растение. Весенний эфемероид. Цветет в апреле-мае. Размножается семенами и вегетативно. Малоизученный в Белгородской области вид южноевропейского горного происхождения. Отмечен по травянистым склонам в восточных районах области. Лимитирующие факторы – массовый сбор растений населением во время цветения, вытаптывание, выпас скота [5]. Жители Белгорода нередко культивируют данный вид в палисадниках и на кладбищах (15.04.09, 25.04.09).

***Nuphar lutea* (L.) Smith** (Кубышка желтая, Nymphaeaceae). Многолетнее водное растение. Цветет в июне-августе. Размножается семенами. Уязвимый на территории области евразийский вид. В Белгородской области распространена по стоячим и не быстро текущим водам. Численность вида сокращается в связи с загрязнением и осушением водоемов, а также сбором корневищ для изготовления лекарственных препаратов [5]. В пределах Белгорода кубышка образует заросли вдоль берегов по р. Северский Донец и притоку – р. Везелка (7.08.09, 15.08.09).

***Anemone sylvestris* L.** (Ветреница лесная, Ranunculaceae). Многолетнее травянистое растение. Цветет в мае-июне. Размножается семенами. Редкий для территории области евразийский лугово-степной вид. Отмечен для центральных и западных районов Белгородской области [6]. Сокращение численности вида связано с хозяйственным использованием территорий, сбором на букеты и выкапыванием корневищ для садовых участков. В Белгороде *Anemone sylvestris* L. изредка встречается в культуре [5]. Жители города используют вид в декоративных целях на кладбищах и в палисадниках (22.04.09, 10.05.09).

***Actaea spicata* L.** (Воронец колосовидный, Ranunculaceae). Многолетнее травянистое растение. Цветет в мае-июне. Размножается семенами. Уязвимый на территории области европейско-сибирский неморальный вид. Обитает в тенистых лесах некоторых районов области. Ограничивающими факторами для распространения вида в Белгородской области являются лесомелиоративные мероприятия и сбор на букеты [5]. В Белгороде отмечены единичные особи на затененном склоне балки в лесопарке по ул. Горького (22.05.09).

***Orthilia secunda* (L.) House** (Ортилия однобокая, Rutaceae). Многолетнее травянистое растение с очень длинным ветвящимся корневищем. Цветет в июне-июле. Размножается семенами и вегетативно. Сокращающийся на территории области евразийский бореальный неморальный вид. Отмечен для некоторых центральных районов Белгородской области. Ограничивающими факторами для существования вида являются вырубка сосновых лесов, вытаптывание, поджигание лесной подстилки [5].

На территории Белгорода отмечена небольшая популяция вида в урочище Сосновка (28.05.09).

***Primula veris* L.** (Первоцвет весенний, Primulaceae). Многолетник. Цветет с середины апреля до июня. Размножается вегетативно и семенами. Уязвимый на территории области европейский луговой вид. Произрастает на лугах, склонах и оврагах во многих районах области. Причины сокращения численности вида – сбор растений на букеты, интенсивный выпас скота, лесомелиоративные мероприятия [5]. На территории Белгорода вид отмечен в культуре на кладбищах и в палисадниках (15.04.09, 25.04.09).

***Amygdalus nana* L.** (Миндаль степной, Rosaceae). Кустарник. Цветет с середины апреля до середины мая. Размножается семенами и вегетативно. Сокращающийся на территории области восточноевропейский эндемичный степной вид. В пределах Белгородской области произрастает по степным склонам в большинстве центральных районов. Ограничивающими факторами для его существования являются строительство дач на остепненных участках и сбор населением [5]. На территории Белгорода *Amygdalus nana* L. единично отмечен в культуре на кладбище Ячнево (17.05.09).

***Astragalus dasyanthus* Pall.** (Астрагал шерстистоцветковый, Fabaceae). Многолетнее травянистое растение. Цветет в июне-июле. Размножается семенами. Редкий европейский степной вид. Отмечен для некоторых северных районов Белгородской области по степным склонам и меловым обнажениям. Факторами, ограничивающими его распространение, являются интенсивный выпас скота, распашка степей, разработка карьеров [5]. В пределах Белгорода единичные особи *Astragalus dasyanthus* Pall. обнаружены нами на склоне Меловой горы (02.07.09).

***Salvia aethiopis* L.** (Шалфей эфиопский, Lamiaceae). Многолетник. Цветет с июня по август. Размножается семенами. Редкий евразийский степной вид. В Белгородской области встречается на степных и каменистых склонах, иногда в посевах в некоторых центральных и южных районах. Уязвимость вида связана с разработкой меловых карьеров и сокращением степных участков [5]. На территории г. Белгорода отдельные особи *Salvia aethiopis* L. нередко встречаются на естественных участках территории ботанического сада Белгородского государственного университета (28.07.09).

Вид, относящийся к списку растений, требующих повышенных мер охраны – кандидатов на включение в региональную Красную книгу – ***Vinca minor* L.** (Барвинок малый, Aposupaseae). Вечнозеленое многолетнее травянистое растение. На территории Белгорода вид массово встречается в Монастырском лесу (22.04.09) и в культуре на кладбищах города (15.04.09, 20.04.05).

Произрастание и распространение ряда видов в Белгороде отчасти объясняется тем, что жители Белгорода в палисадниках и на кладбищах часто используют для озеленения местные растения, в том числе редкие: *Sedum acre* L., *S. purpureum* (L.) Schult., *Cruciata laevipes* Opiz, *Viola odorata* L., *V. suavis* Bieb., *Amygdalus nana* L., *Gagea lutea* Ker-Gawl., *Muscari neglectum* Guss., *Primula veris* L., *Anemone sylvestris* L., *Vinca minor* L., *Scilla sibirica* Haw.

Выводы

Таким образом, наши флористические находки, сделанные в пределах городской черты Белгорода, а также литературные данные и предыдущие исследования свидетельствуют о том, что в результате хозяйственного освоения, распашки, создания пастбищных угодий и уничтожения природных местообитаний раритетных в настоящее время видов растений, происходит сокращение ареалов и численности ряда редких и эндемичных видов. Несмотря на это, значительное количество этих растений не только произрастает в урбоэкотопах, но и успешно распространяется в этих условиях.

Наличие раритетных видов природных местообитаний в техногенных экотопах, по-видимому, объясняется экотонным эффектом, возникающим в городской среде, образованием «антропогенного рефугиума», где экологические условия, в целом, соответствуют экологическим нишам видов, не выдерживающим распашки почв, но вполне толерантным к другому типу антропогенного воздействия – влиянию промышленных загрязнений, обнажением почвенных горизонтов и извлечением на поверхность банка



семян, а также адаптационными процессами, происходящими в популяциях и сохранением нетронутых или слабонарушенных антропогенным воздействием природных участков. В некоторых случаях распространению редких видов способствует выращивание жителями г. Белгорода местных растений для целей озеленения.

Список литературы

1. Дидух Я.П. Эколого-ценотические особенности поведения некоторых реликтовых и редких видов в свете теории оттеснения реликтов // Ботан. журн. – 1988. – Т. 73, № 12. – С. 1686-1698.
2. Garve E., Garve V. Halophyten an Kalihalden in Deutschland und Frankreich (Elsass) // Tuexenia. – 2000. - №20. – P. 375 - 417.
3. Petersen B.V. Sjøldne planter på gravens rand // Gejrfuglen. – 1987. – Vol. 23, № 4. – P. 110 - 111.
4. Ильминских И.Г. Экотонный эффект и феномен урбаногенной флористической аномалии. / Материалы IV рабоч. Совещ. по сравнит. флористике «Изучение биологического разнообразия методами сравнительной флористики». – 1993. – С. 233-243.
5. Красная книга Белгородской области: редкие и исчезающие растения, лишайники, грибы и животные. Офиц. изд. / Общ. научн. ред. А.В.Присный. – Белгород, 2005. – 531 с.
6. Еленевский А.Г., Радыгина В.И., Чаадаева Н.Н. Растения Белгородской области (конспект флоры). – М.: МПГУ, 2004. – 120 с.

RARE AND GUARDED SPECIES IN URBANOFLOTA OF BELGOROD

V.K. Tokhtar
O.V. Fomina

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

E-mail: tokhtar@bsu.edu.ru

The paper is devoted to a study of rare and protected plant species, growing under the city Belgorod conditions. New localities of the species presented in the Red Book of Russia are found. There is a list of species with their characteristics in the paper. The most probable reasons, which allows the species to grow under the anthropogenous conditions are: ecoton effect, creation of anthropogenous refugium for the plant, adaptation of plants to industrial pollution influence, exposure of soil horizons, presence of bank seeds in soils, plant adaptation processes, cultivation of rare plants for the gardening aims by inhabitants of Belgorod.

Key words: rare species, urbanoflora, Belgorod.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ИНТРОДУКЦИИ МАГОНИИ ПАДУБОЛИСТНОЙ В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

О.Ю. Жидких
В.Н. Сорокопудов

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

E-mail: zhidkih@bsu.edu.ru

Рассмотрены перспективы возделывания в условиях Белгородской области новой садовой культуры – магонии падуболистной. Описан ритм сезонного развития, плодоношение, зимостойкость.

Ключевые слова: магония падуболистная, интродукция, сезонное развитие, зимостойкость, плодоношение.

Введение

Важной актуальной задачей ботанических садов является привлечение в культуру новых перспективных видов и форм растений. В числе перспективных видов для интродукции в Центрально-Черноземной зоне считается *Mahonia aquifolia* (Pursh) Nutt. Магонии вызывают высокий интерес у исследователей при введении в культуру прежде всего как высокодекоративные растения. В Европе их культивировали еще в XIV–XV вв. В настоящее время *Mahonia* выделяют в отдельный ботанический род, а не в секцию рода *Berberis* [1]. В роде *Mahonia* Nutt. насчитывают, по данным различных источников, от 70 до 110 видов. Их географический ареал – Азия (от Японии до Суматры), Северная и Центральная Америка.

Растения рода *Mahonia* это вечнозеленые кустарники, лишенные колючек, с непарноперистыми, блестящими, кожистыми, колючими листьями, в период разворачивания красноватыми, летом темно-зелеными, осенью красновато-золотисто-бронзовыми, особенно на солнечных местах [2]. Магонии – красивые растения для низкорослых групп, опушек и бордюров, украшения любительских участков [3].

Из многочисленных видов магонии в средней полосе России, благодаря высокой зимостойкости, наибольшее распространение получили два вида – магония падуболистная и магония ползучая.

За рубежом выведено много сортов магонии падуболистной. А вот в России, к сожалению, они пока еще малоизвестны и не интродуцированы, особенно по зимостойкости. Несколько лет назад к нам стали завозить только два сорта, оба голландской селекции «*Apollo*» и «*Atropurpurea*».

Кроме декоративности нужно отметить и лекарственные свойства магонии. Растения семейства барбарисовых ценны как основные источники берберина и родственных алкалоидов [4]. По литературным данным сумма алкалоидов в листьях составляет 1.31%, в стеблях – 5.2%, корневищах – 3.55%. Именно этим соединениям приписывают эффективность магонии при лечении псориаза [5].

Как плодово-ягодное растение магонию обычно не рассматривают, хотя из ягод можно варить варенье, компоты и кисели, обладающие целебными свойствами. Плоды магоний богаты природными пигментами – антоцианами, обуславливающие окраску растений от красной до синей. В последнее время эти вещества привлекают все большее внимание исследователей в биологии и медицине, и не только как потенциальные колоранты для медицинской и пищевой промышленности [6]. Плоды магонии по абсолютному содержанию антоцианов (в пересчете на цианидин-3-глюкозид) сопоставимы с черной смородиной, но разнообразнее по составу [7]. Помимо антоцианов в плодах магонии содержатся сахара, пектиновые вещества – протопектины, органические кислоты, витамин С, каротиноиды, дубильные и красящие вещества [8]. Из-за большого содержания пектиновых веществ плоды магонии будут полезны людям, проживающим на радиоактивно зараженной территории, так как пектины с различными металлами образуют комплексные соединения – хелаты, которые легко выво-



дятся из организма. Пектиновая кислота может использоваться в качестве носителя лекарственных веществ.

Цель работы: провести хозяйственно-биологическую оценку магонии падуболистной в условиях Белгородской области и выделить отборные формы для дальнейшей селекционной работы с комплексом биологически активных веществ (БАВ).

Материал и методы

В Ботаническом саду Белгородского государственного университета магонию высадили в 2002 году двулетними саженцами. Посадки магонии падуболистной представлены в количестве 136 растений. Агротехника – общепринятая для ягодных кустарников в Центральном Черноземье. Исследования проводились согласно «Программ и методик сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур»; обработка данных – методами математической статистики по Б.А. Доспехову с использованием программного обеспечения EXCEL. Определение витамина С проводили спектрофотометрически с помощью краски Тильманса (2,6-дихлорфенолиндофенола); антоцианы экстрагировали настаиванием плодов в 10%-м водном растворе муравьиной кислоты.

Результаты

Изучение особенностей магонии падуболистной при интродукции в Белгородской области проводится с 2006 года. Ранее единичные насаждения магонии падуболистной использовали для декоративного оформления Белгорода.

Метеорологические условия периода исследований отличались крайней неоднородностью. Интродуценты испытали на себе комплекс отрицательных климатических условий Центрального Черноземья, что позволило дать предварительную оценку перспективности интродукции магонии падуболистной.

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 [9].

Анализ данных показывает, что магония довольно хорошо приспособлена к условиям Белгородской области. В 2006 году растения магонии начинали вегетацию в первой декаде мая. Идентичной ситуация была в 2007 году. В 2008 году вегетация началась на неделю раньше чем в 2007 г, большинство форм начали вегетировать с 28 марта. Это связано с аномально теплой весной в 2008 году. Такой интервал по календарным датам сохраняется в прохождении всех фенофаз в течение года. Наиболее значимо изменялся период цветения магоний: в среднем он продолжается 15-20 дней. Первые зрелые плоды образуются в середине июля – начале августа. Вегетационный период длится семь–восемь месяцев.

Результаты изучения зимостойкости магонии падуболистной в Белгородской области показывают что, подмерзает в основном верхняя часть годичных побегов. По результатам исследований зимой 2007–2008 года ни один из испытываемых сортов образцов серьезно не пострадал от зимних морозов, а также от возвратных весенних заморозков. Степень подмерзания была оценена в 1–2 балла. Зимой 2008–2009 года отмечено повреждение годичных побегов, оцененное в 2–3 балла.

У изученных форм магонии наблюдались различия по характеру плодоношения. В 2008 году обильно цвели и плодоносили все растения. Средняя урожайность плодов в 2008 году составила 1.2 кг с куста. Половина исследуемых растений имела прямостоячую форму куста, что очень важно при сборе плодов. Средняя масса одной «ягоды» составила 0.4 г и варьировала от 0.13 до 0.91 г. Аналогично менялась и максимальная масса. На семена приходится от 1.25 до 61% массы плодов (в среднем – от трех до пяти семян в одном плоде). В 2009 году из-за неблагоприятных погодных условий в зимний период большинство растений получили повреждения верхних частей побегов. Цветение наблюдалось только на тех побегах, которые находились под снегом. В 2009 году плодоносили 54 растений из 136 (40%).

Исследования по определению содержания антоцианов и витамина С в плодах магоний проводили с образцами, собранными в начале сентября с отборных форм, произрастающих в ботаническом саду БелГУ в 2008 году. В результате определения содержания аскорбиновой кислоты в плодах магонии падуболистной было установлено, что количество витамина С варьирует от 84.8 до 104.9 мг%. Антоцианов плоды магонии содержат до 0.45 г/100 г, благодаря чему она может служить пищевым красителем.

Выводы

Проведенные нами исследования по интродукции магонии показывают перспективность использования данного кустарника как декоративной и промышленной культуры в условиях Белгородской области. Подготовлены и переданы документы в Государственную комиссию по сортоиспытанию на 5 сортов магонии падуболистной с комплексом хозяйственно-ценных признаков.

Список литературы

1. Ahrendt L. Berberis and Mahonia. A taxonomic revision // J.Linn. Soc. (Bot.) – 1961. – Vol. 57 (369). – P. 1-410
2. Аксенова Н.А., Фролова Л.А. Деревья и кустарники для любительского садоводства и озеленения. – М.: Изд-во МГУ, 1989. – 160 с.
3. Плотникова Л.С. Деревья и кустарники рядом с нами. – М.: Наука, 1994. – 175 с.
4. Lee M.K., Kim H.S. Inhibitory effects of protoberberine alkaloids from the roots of *Coptis japonica* on catecholamine biosynthesis in PC12 cells. – *Planta Med.* – 1996. Vol. 62. – P. 31-34.
5. Hansel R. *Mahonia aquifolium* – Ein pflanzliches Antipsoriatikum. *Dt. Apoth. Ztg.* – 1992. – Bd. 132/40. S. 2095-2097.
6. Болотов В.М., Рудаков О.Б. Химические пути расширения эксплуатационных свойств природных красителей из растительного сырья России // *Химия растительного сырья.* – 1999. – № 4. – С. 35-40.
7. Сорокопудов В.Н., Хлебников В.А., Дейнека В.И. Опыт интродукции магонии падуболистной и перспективы ее использования // *Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук.* – 2006. – № 3. – С. 35-36.
8. Меженский В.Н. Барбарис. Магония. – М.: АСТ; Донецк: Сталкер, 2005. с. 27.
9. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под ред. Г.А. Лобанова. – Мичуринск, 1973. – С. 251-279.

SOME ASPECTS OF INTRODUCTION OF *MAHONIA AQUIFOLIA* IN BELGOROD REGION

**O.Yu. Zhidkih,
V.N. Sorokopudov**

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

E-mail: zhidkih@bsu.edu.ru

Prospects of cultivation of new garden culture – *Mahonia aquifolia* in the conditions of Belgorod region are considered. The rhythm of seasonal development, fructification, winter hardiness is described.

Key words: *Mahonia aquifolia*, introduction, seasonal development, winter hardiness, fructification.

ИНТРОДУКЦИЯ *CERASUS BESSEYI* В УСЛОВИЯХ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

С.М. Шевченко
В.Н. Сорокопудов
И.А. Навальнева

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

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

Изучены морфологические особенности плодов вишни песчаной в условиях Белгородской области. Продление срока хранения свежих плодов показало, что способ заморозки плодов обеспечивает сохранность витамина С через 6 месяцев хранения в среднем на 75-97%. Это дает возможность замораживать свежесобранные плоды вишни песчаной и употреблять ее после разморозки в зимнее время в качестве продукта питания, как дополнительный источник аскорбиновой кислоты.

Ключевые слова: *Cerasus besseyi*, микровишня песчаная, урожайность, морфометрические параметры, аскорбиновая кислота, антоцианы.

Введение

Микровишня песчаная – *Cerasus besseyi* (Bail.) Sok., относится к подроду *Spiraeopsis* [1]. Она происходит из районов с суровыми климатическими условиями канадских прерий. В диком виде произрастает в Северной Америке – в канадской провинции Манитоба и в штате Миннесота (США) по песчаным берегам рек и озер. В странах СНГ произрастает на Украине, в Молдавии, на юге Казахстана, на среднем Урале, в Западной и Восточной Сибири. Небольшой раскидистый куст, 30-120 см высоты с тонким гладким стволом. Ветви тонкие, гладкие, буровато-чёрные. Листья густо расположенные, мелкие – 6 см длины, 2,5 см ширины, толстые, упругие, широколанцетовидные, верхушка листа короткозаостренная. Верхняя сторона листа темно-зеленая, блестящая, гладкая [2].

Цветы мелкие, белые, диаметром до 1 см, собраны по 2-5 в сидячие зонтики.

Микровишня песчаная исключительно скороплодная. В плодоношение вступает на 2-3-й год после всходов, генеративные почки закладывает на однолетних побегах. Плодоносит обильно и регулярно. Дает много поросли. Плоды диаметром 1,25 см, круглые, желтые, пёстрые или пурпурно-чёрные, более или менее вяжущие. Косточка большая, округлая, несколько сжата с боков. Мякоть плодов нежная и сочная. Масса плода 1.3 г. Созревает в июле. Плодоносит обильно, но нерегулярно. Встречаются ароматные и вкусные плоды, выделены формы с плодами очень хорошего вкуса [1,3].

Содержание сухих веществ в плодах 14-23%, сахаров 6.1-10.3, кислот 0.72-1.2%, аскорбиновой кислоты 4-32 мг%, полифенолов 250-870 мг%. В засушливые годы содержание сахаров, аскорбиновой кислоты и полифенолов в плодах снижается [4].

Благодаря комплексу признаков: хорошей всхожести семян, легкой укореняемости побегов, высокой морозостойкости корневой системы и хорошей совместимости с представителями рода *Prunus* при вегетативном размножении, микровишня песчаная используется как универсальный подвой для косточковых культур, также может применяться для отдаленной гибридизации. [5]. К сожалению, эта вишня пока широко не используется. Ее можно найти на Лесостепной опытной станции садоводства (ЛОСС) в Липецкой области, в некоторых дендрариях Москвы и Московской области [6].

Объект и методика исследований

Объекты исследования – 7 форм вишни песчаной. Исследования проводились в ботаническом саду Белгородского государственного университета. В течение 2008-2009 гг. исследуемые формы оценивали по устойчивости к биотическим и абиотическим факторам в богарных условиях. Морфометрические параметры плодов исследовали путем их измерений и взвешивания, наблюдения за периодом вегетации растений в условиях г. Белгорода согласно «Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур (1999г)» [7].

Биохимический анализ ягод проводили следующими методами:

1. Содержание сахаров и сухих растворимых веществ проводили рефрактометрическим методом, основанным на определении показателя преломления исследуемого раствора с использованием рефрактометра типа ИРС-454Б2М (ГОСТ 28562-90).

2. Суммарное определение содержания антоцианов проводили спектрофотометрически на спектрофотометре типа СФ-102. Метод основан на реакции 0,1N соляной кислоты с антоцианами ягод и плодов [8].

3. Содержание аскорбиновой кислоты определяли спектрофотометрически с использованием 2,6-дихлорфенолиндофенола. Метод основан на редуцирующих свойствах аскорбиновой кислоты. Раствор 2,6-дихлорфенолиндофенола синего цвета (краска Тильманса) восстанавливается в бесцветное соединение экстрактами растений, содержащими аскорбиновую кислоту, при избытке краски в кислой среде кислотные вытяжки из плодов и ягод приобретают слабо-розовое окрашивание [9].

Результаты исследований и их обсуждение

Основными критериями производственно-биологической оценки изучаемых форм является урожайность. Учет урожайности проводили в килограммах с одного дерева. Схема посадки 3×1,5 метра. В результате полученных данных нами установлено, что средняя урожайность за 2008-2009 гг. по исследуемым формам составила 1,35 кг/куст. Наибольшую урожайность показали формы П-2 (1,65 кг/куст) и П-6 (1,60 кг/куст). Менее урожайной оказалась форма П-5 – 0,65 кг/куст.

Таблица 1

Урожайность вишни песчаной за 2008–2009 гг.

Название формы	Урожайность, кг/куст	Масса плода, г		Масса косточки средняя, г	Доля косточки, %
		средняя	max		
П-1	1.40	0.56±0.05	0.6	0.10±0.00	18.00
П-2	1.65	0.54±0.05	0.6	0.10±0.00	18.67
П-3	1.50	0.44±0.05	0.5	0.10±0.00	23.00
П-4	1.15	0.48±0.04	0.5	0.10±0.00	21.00
П-5	0.65	0.52±0.07	0.6	0.10±0.00	19.67
П-6	1.60	0.54±0.05	0.6	0.10±0.00	19.17
П-7	1.45	0.40±0.00	0.4	0.10±0.00	25.00
ср.знач.	1.35	0.50±0.04	0.5	0.10±0.00	20.64

Из элементов продуктивности в исследованиях были изучены: масса плода и косточки, доля косточки, морфометрические параметры плода и косточки, длина плодоножки.

Форма плодов различна: тупо-сердцевидная, округлая, яйцевидная и овальная. Рельеф плода ровный, боковой шов мало заметен. Основание пестика довольно сильно заметно, оно лежит в глубокой, гладкой воронке. Окраска — коричнево-черная, почти черная, глянцевоблестящая, ровная по всему плоду; кожица плотная, эластичная, легко поддается разрыву.

В результате исследования массы плода и косточки установлено, что средняя масса плодов составила 0.50±0.04 г. Наименьшая масса плода отмечена для формы П-7 (0.40±0.00 г). Самая большая масса зафиксирована для формы П-1 (0.56±0.05 г). Масса косточки зарегистрирована на уровне 0.10 г. Доля косточки составляет в среднем пятую часть от массы плода (20.64%). Наиболее мелкая косточка зафиксирована для формы П-1 (18%), наиболее крупная – П-7 (25%). Максимальная масса плода варьировала от 0.4 до 0.6 г, и в среднем по формам составила 0.5 г. Лучшие формы с максимальной массой плода отмечены П-1, П-2, П-5, П-6 (0.6 г) (табл. 1).

Средние морфометрические параметры (высота, ширина и толщина) плода – 0.97±0.04×0.89±0.02×0.94±0.04 см. Высота плодов варьирует от 0.94±0.05 (формы П-3, П-4) до 1.00±0.00 см (П-1). Ширина плодов находится в пределах от 0.80±0.00 (П-7)



до 0.96 ± 0.05 (П-5, П-6) см, а толщина изменяется от 0.82 ± 0.04 (П-7) – 1.02 ± 0.04 (П-5) см. В результате изучения морфометрических параметров плодов вишни песчаной можно сделать вывод, что плод микровишни песчаной (форма П-6) имеет практически правильную округлую форму (см. табл. 2).

Косточка – овальной или округлой формы, красноватого цвета; оба ребра, как тупое, так и острое, выражены не сильно, от острого ребра отходят в сторону небольшие острые ребрышки, тупое ребро выражено сильно только в верхней части косточки, где она выступает в виде довольно большого клюва.

Средние размеры морфометрические параметры (высота, ширина и толщина) косточки плода – $0.71 \pm 0.02 \times 0.50 \pm 0.01 \times 0.44 \pm 0.01$ см. Высота косточки варьирует от 0.68 (формы П-4, П-6) до 0.77 (П-7) см, ширина изменяется от 0.48 (П-7) до 0.52 (П-5) см, толщина косточки находится в пределах от 0.40 (П-1, П-3, П-7) до 0.49 (П-4, П-5) (см. табл. 2).

Плодоножка достигает длины (в среднем) 1.32 ± 0.09 см, имеет зеленоватую окраску. Плодоножка находится в глубокой, широкой, довольно правильной воронке; прикреплена она к плоду довольно прочно. На самой короткой плодоножке сидят плоды следующих форм П-3 и П-7 (1.22 см), П-5 отличается наиболее длинной плодоножкой – 1.54 см (табл. 2).

Таблица 2

Особенности морфологии плода вишни песчаной (2008–2009 гг.)

Форма	Параметры плода, см			Параметры косточки, см			длина плодоножки, см
	высота	ширина	толщина	высота	ширина	толщина	
П-1	1.00 ± 0.00	0.90 ± 0.00	0.98 ± 0.04	0.70 ± 0.00	0.50 ± 0.00	0.40 ± 0.00	1.30 ± 0.06
П-2	0.98 ± 0.04	0.90 ± 0.00	0.98 ± 0.04	0.75 ± 0.04	0.50 ± 0.00	0.45 ± 0.03	1.30 ± 0.14
П-3	0.94 ± 0.05	0.84 ± 0.05	0.88 ± 0.04	0.70 ± 0.00	0.50 ± 0.00	0.40 ± 0.00	1.22 ± 0.11
П-4	0.94 ± 0.05	0.90 ± 0.00	0.96 ± 0.05	0.68 ± 0.02	0.50 ± 0.00	0.49 ± 0.02	1.32 ± 0.07
П-5	0.98 ± 0.04	0.96 ± 0.05	1.02 ± 0.04	0.71 ± 0.02	0.52 ± 0.02	0.49 ± 0.02	1.54 ± 0.08
П-6	0.96 ± 0.05	0.96 ± 0.05	0.96 ± 0.05	0.68 ± 0.04	0.51 ± 0.02	0.47 ± 0.02	1.32 ± 0.11
П-7	0.97 ± 0.04	0.80 ± 0.00	0.82 ± 0.04	0.77 ± 0.02	0.48 ± 0.02	0.40 ± 0.00	1.22 ± 0.07
ср. зн.	0.97 ± 0.04	0.89 ± 0.02	0.94 ± 0.04	0.71 ± 0.02	0.50 ± 0.01	0.44 ± 0.01	1.32 ± 0.09

В задачу изучения качества плодов входило определение содержания сахаров и антоцианов, содержания витамина С в динамике (в момент сбора и после хранения в замороженном виде).

По содержанию биологически активных веществ нами были проанализированы пять форм вишни песчаной. Количественное содержание аскорбиновой кислоты проводилось нами в момент сбора и после 6 месяцев хранения в морозильной камере.

Замораживание плодов проводили согласно ГОСТ 29187-91 [10].

Количественное определение содержания витамина С, как наиболее необходимого БАВ для питания людей, проводили в момент сбора плодов, находящихся в стадии технической зрелости и после шести месяцев хранения в морозильной камере. Содержание аскорбиновой кислоты в свежих плодах составило в среднем 89.28 ± 9.13 мг%, которое соответствует следующим формам вишни песчаной: П-2, П-5 и П-7. Форма П-1 охарактеризовалась достаточно низким количеством витамина С в плодах, всего 76.78 мг%. Наибольшее количество аскорбиновой кислоты отмечается у формы П-6, которое превысило 100 мг% (табл. 3).

Полученные результаты в незначительной степени превышают данные полученные М.Н. Саламатовым [5] – $17.6-60.4$ мг%, что может быть обусловлено специфической погодных условий в период созревания плодов.

Через полгода после замораживания было проведено повторное измерение количественного содержания витамина С в плодах вишни песчаной. Установлено, что среднее содержание аскорбиновой кислоты после хранения составило 76.07 ± 2.82 мг%, что составляет 14.05% от исходного среднего содержания витамина С во время сбора плодов. Самая высокая потеря витамина С отмечена для формы П-6 – 26.13% от исходного, содержание аскорбиновой кислоты в которой снизилось до 77.95 ± 2.89 мг%.



Наименьшее разрушение аскорбиновой кислоты отмечено для формы П-1 – 3.41% от исходного количества и составило 73.87 мг% (табл. 3).

Полученные результаты говорят о том, что данный способ заморозки плодов обеспечивает сохранность витамина С в среднем на 75-97%. Это дает возможность замораживать свежесобранные плоды вишни песчаной и употреблять ее после разморозки в зимнее время в качестве продукта питания, как дополнительный источник аскорбиновой кислоты.

Таблица 3

Оценка плодов вишни песчаной по содержанию аскорбиновой кислоты в динамике

Название формы	Содержание аскорбиновой кислоты, мг%		Доля потери, %
	в момент сбора	после хранения	
П-1	76.48±7.82	73.87±2.74	3.41
П-2	87.59±8.96	71.51±2.65	18.36
П-5	87.43±8.94	78.98±2.93	9.66
П-6	105.52±10.79	77.95±2.89	26.13
П-7	89.38±9.14	78.03±2.89	12.69
ср.знач.	89.28±9.13	76.07±2.82	14.05

Для потребления в свежем виде важны вкусовые качества плодов, где из составляющих является содержания сахаров, поэтому было проведено определение содержания суммы сахаров и количество антоцианов после хранения в замороженном состоянии.

Содержание антоцианов. Среднее количество антоцианов в плодах вишни песчаной составило 362.5 мг на 100 г. Наименьшее их содержание отмечено для формы

П-7 – 295.8 мг на 100 г. Лидером является форма П-6 – 534.3 мг на 100 г (табл. 4).

Содержание сахаров составило в среднем 6,88%. Наименьшее количество отмечено формы П-5 – 5,66%. Наибольшее содержание сахаров зафиксировано для формы П-6 – 8.73%. Полученные данные соответствуют литературным – 7.8-11.8% [1] (см. табл. 4).

Таблица 4

Содержание антоцианов и сахаров в плодах вишни песчаной после заморозки

Название формы	Содержание некоторых БАВ после заморозки	
	антоцианов, мг на 100 г.	сахара, %
П-1	344.2	5.95
П-2	315.0	6.74
П-5	323.1	5.66
П-6	534.3	8.73
П-7	295.8	7.31
ср.знач.	362.5	6.88

Комплекс, состоящий из аскорбиновой кислоты и антоцианов, является прекрасным средством, которое тонизирует, укрепляет кровеносные капилляры, снижает повышенное артериальное давление, повышает устойчивость организма к неблагоприятным воздействиям, в частности, к повышенному радиационному фону. В связи с этим плоды вишня песчаной могут использоваться в качестве общерегуляторного и укрепляющего средства.

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

выделены перспективные формы по комплексу признаков, которые могут

использоваться для дальнейшей селекции;

плоды микровишни можно замораживать и использовать в свежем и переработанном виде во внесезонное время, как дополнительный источник биологически активных веществ.

Список литературы

1. Жуков, О.С. Селекция вишни. – М.: Агропромиздат, ВАСХНИЛ, 1988. – 141 с.



2. Дускабилова, Т.И. Вишня на юге Средней Сибири / РАСХН. Сиб. Отд-ние. ГНУ НИИАП Хакасии. – Новосибирск, 2007. – 156 с.
3. Карпель Б.А. Вишня в Якутии. Рекомендации любителям-садоводам. Изд-ва СО РАН. – Якутск 2000. – 10 с.
4. Петрова В.Н. Дикорастущие плоды и ягоды. – М.: Лесн. пром-сть, 1987. – 248 с.
5. Саламатов М.Н. Биологические особенности интродуцированных косточковых плодовых растений и их акклиматизация в сибирских условиях // Интродукция и акклиматизация культурных растений Сибири. – Новосибирск, 1972. – С. 5-24.
6. Юшев, А.А. Вишня, черешня: Пособие для садоводов-любителей. – М.: Издательство «Ниола-Пресс»; Издательский дом «ЮНИОН-паблик», 2007. – 224 с.
7. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н.Седова. – Орел. 1999. – 608 с.
8. Саенко, И.И. Антоцианы Белгородской флоры – для профилактики ретинопатии // «Современный наукоёмкие лечебные и фармацевтические технологии для офтальмологии» для молодых ученых / Сборник материалов Всероссийской школы-семинара (Белгород, 28 сентября – 1 октября 2009 года) – Белгород: ИПЦ «ПОЛИТЕРРА», 2009. – С. 114-126.
9. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под ред. Г.А.Лобанова. – Мичуринск, 1973. – 496 с.
10. Справочник технолога плодоовощного консервного производства. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1983. – 408 с.

INTRODUCTION OF *CERASUS BESSEYI* IN THE CONDITIONS OF BELGOROD REGION

S.M. Shevchenko

V.N. Sorokopudov

I.A. Navalneva

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

E-mail:

*Shevchenko_S@bsu.edu.ru;
sorokopudov@bsu.edu.ru;
irina.navalneva@mail.ru*

Morphological features of fruits of a sandy cherry in the conditions of Belgorod region are studied. Prolongation of a period of storage of fresh fruits has shown that the way of fruit frosting provides safety of average 75-97 % of vitamin C in 6 months of storage. It gives the chance to freeze the fresh fruits of a sandy cherry and to use them after freezing during wintertime as a foodstuff, as an additional source of ascorbic acid.

Key words: *Cerasus besseyi*, sandy microcherry, productivity, morphology parameters, ascorbic acid, anthocyanins.

ВИДЫ ОЧИТКОВЫХ (*CRASSULACEAE*) ДЛЯ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ГОРОДА БЕЛГОРОДА

О.Н. Орлова
О.А. Сорокопудова

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

E-mail:
orlova-belgorod@yandex.ru

В ботаническом саду БелГУ интродуцировано 16 видов родов *Sedum*, *Hylotelephium*, *Phedimus* подсемейства *Sedoideae* Berger. Выявлены некоторые особенности строения и развития изученных видов, их способность к окореняемости при ранне-весеннем черенковании и разрастанию в условиях засушливого года.

Ключевые слова: очитковые, интродукция, озеленение, размножение, декоративность.

Введение

Очитковые (subfamilia *Sedoideae* Berger, *Crassulaceae* DC.) являются суккулентными, многолетними растениями. Подсемейство *Sedoideae* - наиболее крупное в семействе *Crassulaceae*, насчитывают около 500-600 видов [2]. В средней полосе европейской части России произрастает шесть видов – *Sedum acre* L., *S. purpureum* (L.) Schult. *S. telephium* L., *S. stepposum* Boriss, *Sempervivum ruthenicum* (Koch) Schnittsp. Et C.V.Lehm., *Jovibarba sobolifera* (J. Sims) Opiz [3].

Большинство представителей очитковых (например, виды родов *Sedum* L., *Phedimus* Raf.) способны быстро разрастаться в горизонтальном направлении и покрывать землю плотным зеленым слоем. Они образуют длинные, облиственные, стелющиеся побеги, формирующие корни в любом узле [1].

Озеленение улучшает эстетический облик городов и способствует снижению уровня влияния неблагоприятных факторов среды. Поэтому в последние годы значительно возрос интерес к ландшафтному дизайну, например, к устройству каменистых садов, которые уже невозможно представить без представителей подсемейства *Sedoideae*. Виды данного подсемейства используются для оформления альпийских горок, рокариев, рабаток, бордюров, фоновых куртин, в живых картинах, клумбах и различных композициях. Виды с прямостоячими побегами используются в миксбордерах, одиночных посадках, группах, побеги *Hylotelephium spectabile* (Vogel) H. Ohba и для срезки. В последнее время очитки стали высаживать на крышах и использовать в мини-композициях [4].

Очитковые имеют свойство, как и все почвопокровные растения, создавать прочный декоративный покров. Они не требуют скашивания и стрижки, быстро разрастаются и конкурируют с сорняками, что уменьшает затраты на уход. Образование декоративного эффекта в массе, отсутствие признаков быстрого биологического старения имеет важное значение для создания долгосрочного декоративного покрытия [6]. Все очитки неприхотливы и хорошо растут на любой окультуренной почве, засухоустойчивы и светолюбивы, имеют высокий коэффициент размножения, на одном месте без пересадки могут расти до 4-5 лет. Виды очитковых варьируют по высоте (от 3-4 см до 60 см), строению и окраске мясистых листьев и цветков. «Коврики» образуют низкорослые очитки с ползучими побегами [1].

Цель наших исследований – дать оценку пригодности использования очитковых в ландшафтном озеленении в условиях г. Белгорода.

Объекты и методы исследований

Исследование проводили в 2009 г. на территории Ботанического сада БелГУ (г. Белгород). Объектами изучения являлись 16 видов родов *Hylotelephium* H. Ohba, *Phedimus* Raf., *Sedum* L. Названия видов приведены в соответствии с номенклатурой GRIN Taxonomy for Plants [7].

Климат в Белгородской области умеренно-континентальный и характеризуется продолжительным безморозным периодом – 153–164 дня, суммой эффективных температур 2600–2700°C. Среднее количество осадков в год составляет 480–550 мм. Характерной особенностью климата Белгородской области является большое колебание осадков не только в разные годы, но и по сезонам. В холодный период количество осадков варьирует от 138 до 195 мм, продолжительность периода со снежным покровом в среднем составляет около 120 дней. В теплый период года выпадает от 295 до 405 мм осадков [5].

Лето 2009 г. было жаркое, засушливое. В июле наблюдалось повышение температуры до +41...+43 С. С апреля по август включительно выпало 129 мм осадков, что составило 29% от среднегоголетних данных.

Результаты и их обсуждение

Изученные виды очитковых являются длительно вегетирующими растениями, и продолжительность их вегетации в условиях Белгородской области составляет около 185 дней. Декоративный эффект создается не только окраской цветков, которая может быть белой (*S. album* L., *Ph. kamschaticus* f. *album*), лимонной (*S. sexangulare* L.), желтой (*Ph. hybridus* (L.) 't Hart, *Ph. kamschaticus* (Fisch) 't Hart), розовой (*Ph. spurius*¹ (M. Bieb.) 't Hart, ¹ – форма или сорт неустановленного происхождения), бордовой (*H. spectabile* (Boreau) H. Ohba), светло-фиолетовой (*Ph. spurius* (M. Bieb.) 't Hart), но также и окраской листьев. Листья многих очитковых меняют цвет в течение года. Например, у *S. album* и *S. album* f. *murale* весной и осенью листья бордового цвета, у *S. sediforme* (Jacq.) Pau – с фиолетовым оттенком, у *S. acre* – с красноватым оттенком, летом – зеленого цвета. У *Ph. spurius*¹ листья и летом бордовые. У некоторых представителей листья имеют двойную окраску – с каймой по краю листовых пластинок, которая может быть оранжевой, белой, розовой (*Ph. kamschaticus* f. *variegatum*, *Ph. spurius* var. *variegatum*, *Ph. spurius*, *Ph. kamschaticus* f. *album*).

К середине октября декоративный внешний вид сохраняется только у видов рода *Sedum* с летне-зимнезелеными листьями. У видов *Ph. hybridus*, *Ph. spurius*, *Ph. kamschaticus* f. *album*, *Ph. spurius* 'Album' зимуют лишь розеточные верховые листья. У видов *H. spectabile*, *H. telephium* subsp. *maximum*, *Ph. kamschaticus*, *Ph. aizoon* (L.) 't Hart листья весенне-летне-осенние, к зиме основная часть побегов отмирает, сохраняются только их базальные части.

Виды очитковых цветут в разные сроки. Период от начала вегетации до начала цветения в условиях Белгородской области составляет от 65 (*Ph. hybridus*) до 152 (*H. spectabile*) дней. Продолжительность цветения составляет от 13 (*S. hispanicum* L.) до 32 (*H. spectabile*) дней. Наибольшее число изученных видов цветет в средние сроки – во второй половине июня и в июле (*Ph. hybridus*, *Ph. kamschaticus*, *S. hispanicum*, *S. acre*, *S. album*, *S. sarmentosum* Bunge). Самый поздний срок цветения приходится на сентябрь – начало октября (*H. spectabile*).

Большинство видов можно успешно размножить семенами для увеличения генетического разнообразия. Период от начала цветения до начала семеношения составляет от 17 (*S. hispanicum*) до 67 (*Ph. aizoon*) дней и не зависит от сроков цветения.

В ходе исследования была изучена способность очитковых к быстрому разрастанию путем измерений величины куртин в начале лета и осенью. Учеты проводили на молодых посадках – в октябре 2008 г. высаживали небольшие делздки (рис. 1). Наибольшей способностью к захвату территории в засушливый год обладали *S. album*, *S. album* f. *murale*, *S. sexangulare*, *Ph. hybridus*, *Ph. kamschaticus* f. *variegatum*. Наименьшим показателем разрастания характеризовались *Ph. spurius*, *Ph. spurius*¹, *Ph. kamschaticus*, *Ph. kamschaticus* f. *album* (рис. 2).

Была проведена оценка способности окоренения и разрастания видов очитковых трех родов: *S. sexangulare*, *S. album*, *S. sediforme*, *Ph. kamschaticus* f. *variegatum*, *Ph. spurius*, *H. spectabile*. Размножение осуществлялось черенками. Черенки высаживали в открытый грунт в середине апреля без предварительного окоренения. Через месяц после посадки проводили подсчет прижившихся растений.

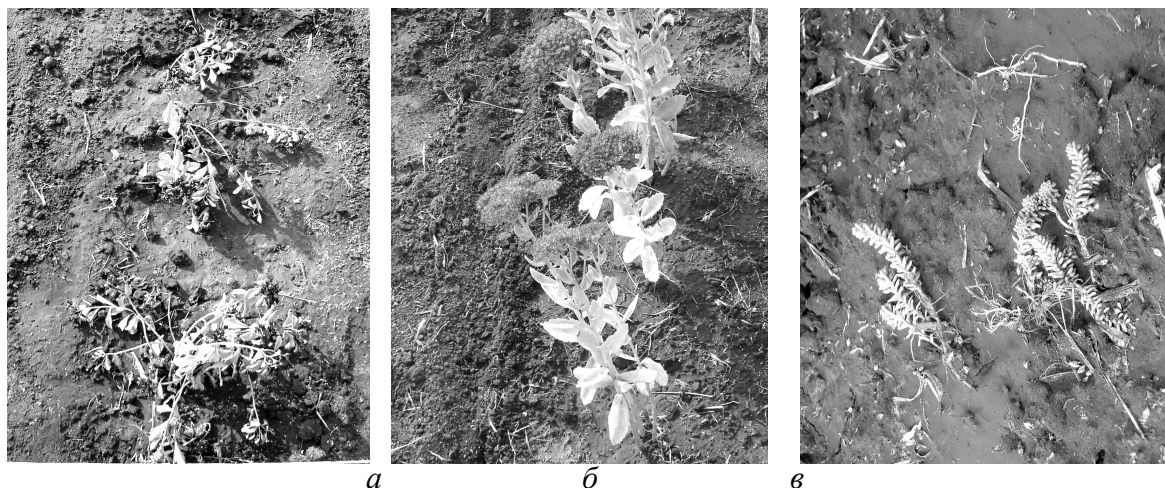


Рис. 1. Посадка видов очитковых, октябрь 2008 г.
а – *Ph. kamschaticus*, б – *H. spectabile*, в – *S. sexangulare*

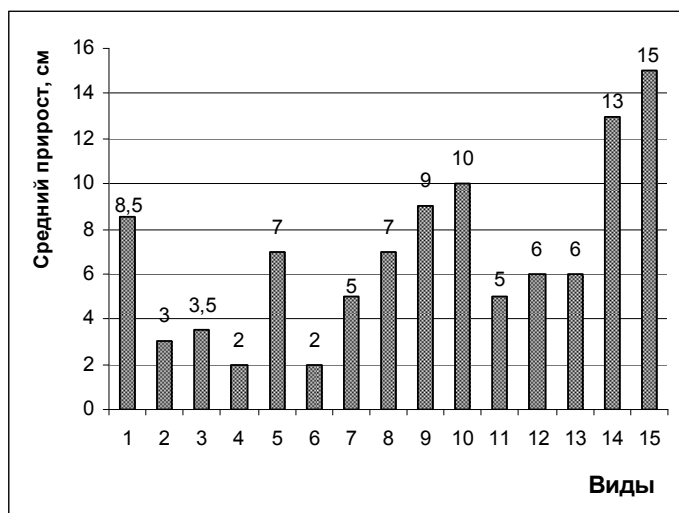


Рис. 2. Средний показатель разрастания куртины в засушливый период (см)

Виды: 1. *Ph. kamschaticus* f. *variegatum*, 2. *Ph. kamschaticus*, 3. *Ph. kamschaticus* f. *album*, 4. *Ph. spurius*, 5. *Ph. spurius* var. *variegatum*, 6. *Ph. spurius*¹, 7. *Ph. spurius*³ (1,3 – формы или сорта неустановленного происхождения, отличающиеся окраской цветков), 8. *Ph. spurius* `Album`, 9. *Ph. hybridus*, 10. *S. sexangulare*, 11. *S. sediforme*, 12. *S. acre*, 13. *S. hispanicum*, 14. *S. album*, 15. *S. album* f. *murale*

Черенки видов рода *Phedimus* делили на три части в зависимости от месторасположения на побеге – в нижней, средней и верхней частях. Облиственными были черенки, взятые только с верхних частей побега. У *Ph. spurius*, *S. album*, *S. sediforme*, *S. sexangulare* в качестве черенков использовали и побеги второго порядка. Длина черенков составляла от 2 до 5 см. У



Рис. 3. Побег *S. sediforme*

Ph. kamschaticus f. *variegatum* из всех черенков развились только единичные растения. *Ph. spurius* характеризовался более высоким показателем приживаемости черенков (более 60 %). Окоренение лучше происходило у черенков, взятых из средней части побегов, и боковых побегов.

У видов *S. album*, *S. sediforme* приживались облиственные части боковых побегов и черенки из побегов первого порядка (рис. 3). У вида *S. sexangulare* черенки побегов второго порядка были мелкими и не прижились. У вида *H. spectabile* черенками являлись почки во-



зобновления и части корневища. Все черенки характеризовались 100 % приживаемостью и в отличие от растений, развившихся из черенков предыдущих видов, этим же летом цвели и плодоносили. Наиболее мощный захват территории растениями, развившимися из черенков, как и среди взрослых растений, наблюдался у *S. album*.

Заключение

По результатам исследований выявлено, что в условиях Белгородской области все изученные виды очитковых являются ценными почвопокровными или среднерослыми декоративно-лиственными, декоративно-цветущими многолетними растениями. Они обладают разнообразной окраской цветков, листьев, меняющейся в течение вегетационного периода. Многие из них создают плотное покрытие почвы. Наибольшей способностью к быстрому разрастанию обладают виды *S. album*, *S. album* f. *murale*, *S. sexangulare*, *Ph. hybridus*, *Ph. kamschaticus* f. *variegatum*. Высокой окореняемостью в условиях открытого грунта в засушливый год при ранне-весеннем черенковании характеризуются виды *S. album*, *S. sediforme*, *H. spectabile*.

Список литературы

1. Гагарина Т. Коврики на почве [Почвопокровные неприхотливые растения: живучка, камнеломка, седум] // Флора. – 2003. – № 1-2. – С. 36–40.
2. Гончарова С.Б. Очитковые (Sedoideae, Crassulaceae) флоры российского Дальнего Востока. – Владивосток: Дальнаука, 2006. – 222 с.
3. Губанов И.А. и др. Иллюстрированный определитель растений Средней России. Т. 2: Покрывосеменные (двудольные: раздельнолепестные). – М.: Т-во научных изданий КМК, Ин-т технологических исследований, 2003. – 665 с.
4. Клюйков Е.В., Госс Д.Д. Очитки и очитники. – М.: Изд. Дом МСП, 2006. – 48 с.
5. Лукин С.В. Агроэкологическое состояние почв Белгородской области. – Белгород: КОНСТАНТА, 2008. – 176 с.
6. Тюльдюков В.А., Кобозев Н.В., Парахин И.В. Газоноведение и озеленение населенных территорий. – М.: КолосС, 2002. – 264 с.
7. Genera of *Crassulaceae* subfam. *Sedoideae* / United States Department of Agriculture. Germplasm Resources Information Network (*GRIN*). – 2007. – Режим доступа: <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/gnlist.pl?1764>.

SEDOIDEA SPECIES (CRASSULACEAE) FOR A TOWN GARDENING OF BELGOROD

O.N. Orlova,
O.A. Sorokopudova

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

E-mail:
orlova-belgorod@yandex.ru

16 species of genera *Sedum*, *Hylotelephium*, *Phedimus* subfamily *Sedoideae* Berger were introduced into the botanical garden of BSU. Some features of the structure and reproduction of the plants, ability to rooting of grafts are identified in a droughty year.

Key words: sedoideae, introduction, planting, reproduction, decorative.

ИССЛЕДОВАНИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ЖИМОЛОСТИ ГОЛУБОЙ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ АММОНИЙНОЙ, НИТРАТНОЙ, АММОНИЙНО-НИТРАТНОЙ И АМИДНОЙ ФОРМ АЗОТА

О.А. Белосохова¹

Ф.Г. Белосохов²

¹ Мичуринский
государственный
педагогический институт,
Россия, г. Мичуринск-
наукоград РФ

² Мичуринский
государственный аграрный
университет,
Россия, г. Мичуринск-
наукоград РФ
E-mail: tgau@mich.ru

В работе рассмотрены изменения в морфологии, поглотительной деятельности корневой системы и биологической продуктивности жимолости голубой под воздействием внесения в почву азота в аммонийной, нитратной, аммонийно-нитратной и амидной формах. Исследован характер взаимоотношения между поглотительной деятельностью корневой системы и фотосинтетической активностью листового аппарата в данных экспериментальных условиях.

Ключевые слова: жимолость голубая, корневая система, листовой аппарат, поглотительная деятельность, фотосинтетическая активность.

Введение

Реализация потенциала продуктивности жимолости голубой и обеспечение производства стандартного посадочного материала этой популярной в последние годы культуры сдерживается биологическими особенностями её роста, развития и формирования биомассы. Одним из путей решения этой проблемы является разработка системы удобрения жимолости, адаптированной к условиям конкретного региона выращивания. В ЦЧР минеральное питание жимолости изучено пока недостаточно полно, что является одним из барьеров для увеличения урожайности и промышленного производства этой культуры.

Как известно, минеральное питание неразрывно связано с морфологическими и анатомическими особенностями роста корней, величиной их активной поверхности, поглотительной способностью, концентрацией элементов минерального питания в почвенном растворе и потребностью растений в этих элементах для создания органического вещества, со скоростью синтетических процессов и активностью ферментов [1, 3, 4]. Увеличение площади контакта корней с почвой обеспечивает более благоприятные условия для снабжения растений минеральными элементами [5]. Недавними исследованиями установлены низкие уровни концентрации и потребления жимолостью азота и фосфора, высокая потребность в калийном питании [2].

Задачи исследований

В задачи данного исследования входило изучение изменений в морфологии, поглотительной деятельности корневой системы и биологической продуктивности жимолости голубой под воздействием внесения в почву азота в аммонийной, нитратной, аммонийно-нитратной и амидной формах. Кроме того, нас интересовал характер взаимоотношения между поглотительной деятельностью корневой системы и фотосинтетической активностью листового аппарата в данных экспериментальных условиях.

Условия, методика и объекты исследований

Экспериментальная работа выполнялась в 2005–2007 гг. на кафедре химии Мичуринского государственного педагогического института и на кафедре биологии растений и селекции плодовых культур Мичуринского государственного аграрного университета.

Объектами изучения в данном эксперименте служили двухлетние саженцы жимолости сорта Голубое Веретено. В опыт были включены растения с исходной сырой массой от 10 до 15 г. Растения выращивались при естественном освещении в поч-

венной культуре (смесь дерново-перегнойной земли с речным песком в объемном отношении 3:1). Почвенная смесь содержала легкогидролизующего азота 6,5 мг, доступной для растений фосфорной кислоты 8,7 мг и калия 18 мг на 100 г почвы. Показатель рН водной вытяжки составил 7,0; солевой – 6,6.

В один из вариантов удобрения не вносили (контроль). В другом варианте в качестве фона внесли фосфора и калия по 150 мг на килограмм почвы. В остальные варианты на фоне указанных доз фосфора и калия внесли по 150 мг/кг почвы азота в аммонийной, нитратной, аммонийно-нитратной и амидной формах.

Растворенные удобрения в виде дигидрофосфата калия, хлорида калия, сульфата аммония, нитрата натрия, карбамида и нитрата аммония были внесены через две недели после высадки растений.

Определение содержания в почве проводили: легкогидролизующего азота по методике Корнфилда; подвижного фосфора и обменного калия - по методу Чирикова на фотоколориметре КФК-3 и пламенном фотометре ПФМ; рН солевой вытяжки - на ионометре ИПФ. Анализ активной части корневой системы и вычисление ее активной поверхности проведены по методике «анализа пряди корней», предложенной И.А. Муромцевым и дополненной В.М. Лебедевым. Определение площади листьев на растении осуществляли методом высечек, предложенным В.М. Лебедевым. Чистую продуктивность фотосинтеза вычисляли по Ничипоровичу.

Статистическую обработку результатов исследований проводили методом ANOVA с помощью статистических пакетов STATISTICA и STATGRAPHICS Plus 5.0 .

Результаты и обсуждение

Анализ активной части корневой системы жимолости показал, что уровень и форма азотного питания в разные годы исследования по-разному влияли на число точек роста, приходящихся на единицу длины корневой системы (табл. 1). Так, если в условиях 2005 года во всех вариантах на единицу длины корней приходилось практически равное число точек роста, то в 2006 году в варианте без внесения элементов питания ветвление корней было существенно более сильным, чем в остальных вариантах. В варианте с внесением фосфора и калия удельное число точек роста также было достоверно более высоким по сравнению с вариантами с дополнительным внесением азота. В условиях 2006 года форма азотного питания так же, как и в предыдущий год, не оказывала существенного влияния на число точек роста.

Влияние уровня и формы азотного питания на активную часть корневой системы жимолости сорта Голубое Веретено

Варианты опыта	Количество точек роста на 1 п.м. корней		Диаметр активного корня, мкм	
	2005 г.	2006 г.	2005 г.	2006 г.
Контроль	104	198	124	137
PK (фон)	109	156	131	126
PK + NH ₄ NO ₃	101	120	92	115
PK + NaNO ₃	102	129	91	116
PK + (NH ₄) ₂ SO ₄	99	126	78	131
PK + CO(NH ₂) ₂	91	133	93	117
HCP ₀₅	12	16	9	11

формированию менее значительной по сравнению с контролем удельной активной поверхности корневой системы (УАПКС) (табл. 2). Достоверно более высокие показатели удельной активной поверхности корневой системы наблюдались в вариантах без внесения азота.

Таблица 11

Низкий уровень доступного азота (6,5 мг/100 г почвы) способствовал увеличению диаметра активного корня, а внесение азотного питания, независимо от формы, приводило к уменьшению этого параметра. Исключение наблюдалось лишь в 2006 году при внесении аммонийной формы азота, когда диаметр активного корня был зафиксирован на уровне контроля.

Уменьшение диаметра активных корней в вариантах с внесением различных форм азота привело к

Таблица 2
Влияние уровня и формы азотного питания на величину УАПКС и отношение корневого потенциала (КП) к фотосинтетическому потенциалу (ФП) жимолости сорта Голубое Веретено

Варианты опыта	УАПКС, см ² /м		КП/ФП	
	2005 г.	2006 г.	2005 г.	2006 г.
Контроль	2.14	1.54	2.16	1.10
РК (фон)	2.17	1.48	1.49	0.83
РК + NH ₄ NO ₃	1.59	1.41	0.50	1.63
РК + NaNO ₃	1.50	1.41	0.35	1.57
РК + (NH ₄) ₂ SO ₄	1.65	1.41	0.86	0.71
РК + CO(NH ₂) ₂	1.64	1.42	0.89	0.42
НСР ₀₅	0.16	0.09	0.22	0.12

Отмеченное явление, по нашему мнению, можно рассматривать как адаптивную реакцию жимолости, направленную на увеличение контакта корневой системы с большим объемом почвы для лучшего обеспечения растений недостающим элементом. Сопоставление активных поверхностей растения (активной поверхности корней и площади листьев) показало, что уровень и форма азотного питания оказывали значительное влияние на соотношение полярных органов. В контроле и при фоновом внесении фосфора и калия наблюдался достоверно более быстрый рост активной поверхности корней относительно площади листьев, чем в вариантах при внесении азотного питания. Величина отношения корневого потенциала (КП) к фотосинтетическому потенциалу (ФП) у растений жимолости, получавших азотное питание, была существенно ниже, чем в контроле. Форма азотного питания также оказывала существенное влияние на этот показатель. В условиях 2005 года в варианте с внесением нитрата натрия величина отношения КП/ФП была минимальной, а при внесении азота в аммонийной и амидной формах этот показатель увеличился в два с лишним раза. Комбинированный вариант аммиачной селитры занял промежуточное положение. В условиях 2006 года минимальное соотношение между указанными показателями было достоверно зафиксировано в варианте удобрения растений жимолости карбамидом. Существенные различия в величине соотношения КП/ФП были обнаружены в вариантах внесения аммонийной в сравнении с нитратной и аммонийно-нитратной формами азотного удобрения.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что погодные условия года оказывают существенное влияние на норму реакции растений на вносимые формы азота. Количество осадков за весну 2005 года было на 66 % выше нормы, а июньские осадки втрое превысили месячную норму. В 2006 году в весенние месяцы выпало почти в полтора раза меньше осадков, а основная масса осадков пришлась на период, который начался со второй половины июня, когда рост побегов жимолости завершился.

Отмеченные морфологические изменения в корневой системе жимолости наложили определенный отпечаток и на её минеральную продуктивность (табл. 3).

Таблица 3
Влияние уровня и формы азотного питания на минеральную продуктивность корневой системы жимолости сорта Голубое Веретено

Варианты опыта	Поглощение азота, мг/м ² сутки		Поглощение фосфора, мг/м ² сутки		Поглощение калия, мг/м ² сутки	
	2005 г.	2006 г.	2005 г.	2006 г.	2005 г.	2006 г.
Контроль	21	20	27	38	28	41
РК (фон)	46	74	21	39	30	65
РК + NH ₄ NO ₃	114	115	59	57	101	74
РК + NaNO ₃	78	152	38	78	63	84
РК + (NH ₄) ₂ SO ₄	76	156	39	55	71	95
РК + CO(NH ₂) ₂	134	125	95	132	105	96
НСР ₀₅	12	14	9	14	13	8

Растения в контроле и получавшие только фосфор и калий поглощали достоверно менее интенсивно азот, фосфор и калий по сравнению с растениями, удобрявшимися азотом, несмотря на то, что величина УАПКС в вариантах без внесения азота была существенно больше, чем в вариантах с внесением азота. Коэффициент корреляции между величиной УАПКС и поглощением изучавшихся элементов в зависимости от года исследования изменялся от $r = -0.467$ до $r = -0.953$, применительно к различным элементам. Форма азотного питания оказывала существенное влияние на интенсивность поглощения корневой системой жимолости не только азота, но и фосфора и калия.

В условиях 2005 года поглощение азота растениями жимолости при питании их нитратной и аммонийной формами азота осуществлялось на достоверно более низком уровне, чем при амидной и аммонийно-нитратной формах.

В условиях 2006 года интенсивность поглощения этого элемента при удобрении растений карбамидом и нитратом аммония находилась на уровне 2005 года, в то время как интенсивность поглощения азота при питании растений жимолости нитратной и аммонийной формами азота была в два раза выше по сравнению с 2005 годом. Отмеченные особенности в интенсивности поглощения азота корневой системой жимолости в зависимости от формы азотного питания наблюдались и при усвоении этой культурой фосфора и калия.

Форма азотного питания в зависимости от условий года существенно изменяла эффективность использования фосфора и калия растениями жимолости. В менее влажных условиях весны 2005 года эффективность использования фосфора при формировании единицы биомассы была более высокой при питании растений карбамидом, а самая низкая эффективность использования фосфора наблюдалась при аммонийной форме питания. В условиях более дождливого 2006 года фосфор с наибольшей эффективностью использовался для формирования единицы биомассы жимолости при питании аммонийно-нитратной формой азота. В 2005 году калий с наибольшей эффективностью использовался в формировании биомассы при питании растений аммонийной формой азота, а в 2006 году – при аммонийно-нитратном и амидном питании.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что в зависимости от условий года интенсивность поглощения элементов питания растениями жимолости при нитратной и аммонийной формах питания сильно варьирует.

Несмотря на то, что уровень и форма азотного питания оказывали существенное влияние на минеральную продуктивность корневой системы жимолости, фотосинтетическая активность листового аппарата в 2005 году находилась практически на одном уровне, что свидетельствует о способности растений жимолости стабилизировать работу наиболее жизненно важного для растения процесса – фотосинтеза, несмотря на значительные колебания в минеральной продуктивности корневой системы (табл. 4).

Таблица 4

Влияние уровня и формы азотного питания на чистую продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) и биологическую продуктивность (БП) жимолости сорта Голубое Веретено

Варианты опыта	Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м ² день		Биологическая продуктивность, раз	
	2005 г.	2006 г.	2005 г.	2006 г.
Контроль	8.30	7.81	1.50	2.06
PK (фон)	8.21	8.26	1.54	2.10
PK + NH ₄ NO ₃	8.24	8.24	2.22	2.49
PK + NaNO ₃	7.52	8.44	1.95	2.47
PK + (NH ₄) ₂ SO ₄	7.04	9.66	1.92	2.54
PK + CO(NH ₂) ₂	8.20	9.32	2.24	2.56
HCP ₀₅	0.48	0.68	0.30	0.27

Следует отметить при этом невысокие значения коэффициентов корреляции между данными показателями (табл. 5).

Таблица 5

Коэффициенты корреляции между показателями чистой продуктивности фотосинтеза и минеральной продуктивности корневой системы жимолости сорта Голубое Веретено

Элементы питания	Коэффициенты корреляции	
	2005 г.	2006 г.
Азот	0.427	0.496
Фосфор	0.490	0.184
Калий	0.413	0.295

до 0.496), а между минеральной продуктивностью и биологической продуктивностью эта связь была положительная и довольно высокая ($r = 0.611...0.977$). Форма азотного питания существенно влияла на поглотительную деятельность корней, но практически не изменяла биологической продуктивности растений жимолости голубой.

3. В условиях низкой обеспеченности растений азотом усиливаются ростовые процессы корней, что приводит к увеличению отношения КП/ФП. В то же время минеральная продуктивность корневой системы находится на низком уровне. Коэффициент корреляции между отношением КП/ФП и минеральной продуктивностью корней колебался от -0.528 до -0.876. Изменение этого отношения в сторону корневого потенциала приводило к снижению биологической продуктивности жимолости ($r = -0.808... -0.868$).

4. Форма азотного питания в зависимости от условий года существенно изменяла эффективность использования фосфора и калия растениями жимолости голубой. В менее влажных условиях весны 2005 года эффективность использования фосфора при формировании единицы биомассы была более высокой при питании растений карбамидом, а самая низкая эффективность использования фосфора наблюдалась при аммонийной форме питания. В более дождливых условиях 2006 года фосфор с наибольшей эффективностью использовался для формирования единицы биомассы жимолости при питании аммонийно-нитратной формой азота. В 2005 году калий с наибольшей эффективностью использовался в формировании биомассы при питании растений аммонийной формой азота, а в 2006 году - при аммонийно-нитратном и амидном питании.

5. Выбор соответствующей формы и уровня азотного питания позволит рационально использовать минеральные удобрения при формировании урожая жимолости и получении стандартного посадочного материала в конкретных экологических условиях.

Выводы

На основании проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Форма азотного питания оказывала существенное влияние на морфологию, физиологию и функциональную активность корневой системы жимолости. Коэффициент корреляции между величиной УАПКС и поглощением азота, фосфора и калия при этом в зависимости от элемента и года исследования изменялся от -0.467 до -0.953.

2. В условиях опыта между поглотительной деятельностью корневой системы и фотосинтетической деятельностью листового аппарата за годы исследования существовала слабая корреляционная зависимость (коэффициент корреляции изменялся от 0.184

до 0.496), а между минеральной продуктивностью и биологической продуктивностью эта связь была положительная и довольно высокая ($r = 0.611...0.977$). Форма азотного питания существенно влияла на поглотительную деятельность корней, но практически не изменяла биологической продуктивности растений жимолости голубой.

3. В условиях низкой обеспеченности растений азотом усиливаются ростовые процессы корней, что приводит к увеличению отношения КП/ФП. В то же время минеральная продуктивность корневой системы находится на низком уровне. Коэффициент корреляции между отношением КП/ФП и минеральной продуктивностью корней колебался от -0.528 до -0.876. Изменение этого отношения в сторону корневого потенциала приводило к снижению биологической продуктивности жимолости ($r = -0.808... -0.868$).

4. Форма азотного питания в зависимости от условий года существенно изменяла эффективность использования фосфора и калия растениями жимолости голубой. В менее влажных условиях весны 2005 года эффективность использования фосфора при формировании единицы биомассы была более высокой при питании растений карбамидом, а самая низкая эффективность использования фосфора наблюдалась при аммонийной форме питания. В более дождливых условиях 2006 года фосфор с наибольшей эффективностью использовался для формирования единицы биомассы жимолости при питании аммонийно-нитратной формой азота. В 2005 году калий с наибольшей эффективностью использовался в формировании биомассы при питании растений аммонийной формой азота, а в 2006 году - при аммонийно-нитратном и амидном питании.

5. Выбор соответствующей формы и уровня азотного питания позволит рационально использовать минеральные удобрения при формировании урожая жимолости и получении стандартного посадочного материала в конкретных экологических условиях.

Список литературы

1. Долгов С.В. Особенности азотного питания яблони в зависимости от силы роста / С.В. Долгов // Автореф. дисс. ...канд. с.-х. наук. – Мичуринск, 1986. – 22с.
2. Кондратьев А.В., Трунов Ю.В., Белосохов Ф.Г. Минеральное питание как фактор повышения урожайности жимолости съедобной // Роль науки в повышении устойчивости функционирования АПК Тамбовской области., Т. 2. – Мичуринск: Мичурин. гос. аграр. ун-т, 2004. – С. 52-56.
3. Лебедев В.М. Минеральное питание и биологическая продуктивность яблони. Автореф. дисс. ...докт. с.-х. наук. – Мичуринск, 1985. – 49 с.
4. Лебедев В.М. Характер коррелятивной связи между поглотительной деятельностью и морфологическим строением корневой системы плодовых растений // Методика исследований и вариационная статистика в научном плодоводстве: Сб. докл. Междунар. научн.-метод. конф., 25-26 марта 1998. – Мичуринск: МГСХА, 1998. – Т. 1. – С. 91-94.
5. Трунов Ю.В. Минеральное питание и урожайность яблони на слаборослых клоновых подвоях. – Мичуринск: Изд-во МичГАУ, 2003. – 188 с.



RESEARCH OF MORPHOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL CHANGES OF SWEET-BERRY HONEYSUCKLE UNDER THE INFLUENCE OF AMMONIUM, NITRATE, AMMONIUM-NITRATE AND AMIDE NITROGEN FORMS

O.A. BELOSOHOVA

F.G. BELOSOHOV

*Michurinsk State Pedagogical
Institute, Michurinsk
RF-Science City, Russia*

*Michurinsk State Agrarian
University, Michurinsk
RF-Science City, Russia*

E-mail: mgau@mich.ru

The paper discusses changes in the morphology, absorption of the root system and the biological productivity of blue honeysuckle under the influence of an introduction of nitrogen in ammonium, nitrate, ammonium nitrate and amide forms into the soil. A relationship between absorptive activity of the root system and photosynthetic activity of leaves was investigated under the given experimental conditions.

Key words: *Lonicera caerulea*, root system, leaf system, absorbing activity, photosynthetic activity.

ВЛИЯНИЕ НАСТОЯ ИЗ АМБРОЗИИ ПОЛЫННОЛИСТНОЙ НА ВАЖНЕЙШИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ КУЛЬТУРЫ

Т.Н. Глубшева

*Белгородский
государственный
университет.*

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

E-mail: glubsheva@bsu.edu.ru

Изложены результаты опытов по изучению влияния аллелопатической активности карантинного сорняка амброзии полыннолистной на важнейшие сельскохозяйственные культуры. Оценка проводилась по начальным ростовым процессам.

Ключевые слова: аллелопатия, амброзия полыннолистная, карантинный сорняк, колины, взаимодействия растений.

Введение

Интерес к такому уникальному в мире растений явлению как аллелопатия огромный и почти постоянный. Наверное, потому, что разгадав его, до конца раскроется широкая панорама картин взаимодействия живых тел в диапазоне от популяций организмов до биосферы Земли. Экологические исследования феномена увеличения органической массы биоценозов, в которых сглаживается дарвиновская борьба за существование, прямо указывает на его причину. Она состоит в богатом видовом составе этих сообществ, где различные по своим требованиям организмы не мешают, а способствуют процветанию друг друга. И здесь аллелопатия играет не последнюю роль. Аллелопатия – это взаимодействие растений посредством выделения биологически активных веществ во внешнюю среду. Практически каждое растение создает вокруг себя определенную биохимическую сферу. При этом речь может идти о стимулирующем или ингибирующем действии [1]. Известно 4 группы таких веществ. Первые две группы образуются микроорганизмами. Первая группа – антибиотики, подавляющие жизнедеятельность других микроорганизмов. Вторая – миазмины – вещества завядания, действующие на высшие растения. Вещества вторых двух групп выделяются высшими растениями – это фитонциды. Третья – вещества, подавляющие жизнедеятельность микроорганизмов. Четвертая – колины, тормозящие развитие высших растений [2].

Давно отмечен сложный механизм, который может быть односторонним или обоюдным. Различия в механизмах проявляются в зависимости от экологических условий [3].

Выделения высших растений можно разделить на активные и пассивные, а выделения отмерших растительных тканей относят к посмертным. Под активными выделениями растений понимают те вещества, которые синтезируются в их организме и выделяются в окружающую среду в результате обменных процессов в виде гуттации, паров эфирных масел, кутикулярных экскретов, корневых экзометаболитов. К пассивным выделениям относят вещества, вымываемые осадками из листьев, соцветий и других надземных органов, а также вещества, образующиеся в результате механических и патологических повреждений. Сумма всех выделений живых и мертвых организмов и отдельных их частей составляет так называемый аллелопатический потенциал, который создает аллелопатическую напряженность среды. Практически все растения обладают аллелопатической активностью в большей или меньшей степени. Химическая природа аллелопатических агентов колинов весьма разнообразна. Среди них отмечены вещества вторичного происхождения (терпеноиды, стероиды, органические кислоты, алкалоиды), вещества, образующиеся в процессе метаболизма, гидролиза и автолиза растительного и микробного происхождения (белки, аминокислоты, пурины, полипептиды) [4].

Важной проблемой аллелопатии является изучение влияния биологически активных веществ сорных растений на сельскохозяйственные культуры. Особый интерес вызывают представители адвентивной флоры. Ее представитель – амброзия полыннолистная на территории России отмечена на обширной территории: Дальнем Восто-



ке, в Северокавказском и Волжско-Камском регионах, в областях Средней России и Центрального Черноземья, на Южном Урале, в Оренбургской области, на юге Западной Сибири, в Алтайском крае. Локальные очаги амброзии находятся в Курской, Белгородской, Воронежской, Астраханской, Саратовской областях, в Дагестане, Башкортостане и в Хабаровском крае [5].

Описана вредоносность амброзии полыннолистной, на основе полевых наблюдений и вычленения аллелопатического фактора из ценопопуляционного анализа установлены ее сложные взаимоотношения многолетними травами, предложены меры борьбы [6]. Однако мы не имеем еще достаточно полных данных о взаимоотношениях амброзии полыннолистной с различными дикорастущими, сорными и культурными растениями. Неизвестна также роль физиологически активных веществ в механизме межпопуляционных взаимодействий. Такие исследования могли бы послужить основой для разработки биологических и агротехнических методов борьбы и сократить до минимума химические обработки посевов и непахотных угодий.

В данной работе рассмотрено аллелопатическое влияние амброзии полыннолистной на культурные растения. В рамках этой цели были поставлены следующие задачи:

- 1) оценить влияние амброзии полыннолистной на энергию прорастания важнейших сельскохозяйственных культур;
- 2) выявить влияние амброзии полыннолистной на всхожесть важнейших сельскохозяйственных культур;
- 3) изучить силу начального роста важнейших сельскохозяйственных культур, находящихся под влиянием настоя амброзии полыннолистной.

Методика и материал

Аллелопатическая активность амброзии оценивалась в лабораторных условиях стандартным методом на семенах [4]. Изучались семена пшеницы (*Triticum aestivum* L.) сорта Белгородская 12, кукурузы (*Zea mays* L.) гибрида ТОСС 223, подсолнечника (*Helianthus annuus* L.) гибрида Вейделевский, горчицы (*Sinapis alba* L.) сорта «Радуга» Семена предварительно дезинфицировались в марганцовокислом калии. Зеленая масса амброзии была собрана осенью 2008 года, высушена до воздушно сухого состояния и использовалась для получения холодных настоев, в которых и проращивались семена. На основе сухой массы делался 1% водный суточный настой, в котором и проращивались семена. Повторность трехкратная.

В качестве критериев оценки использовались энергия прорастания, всхожесть, сила начального роста семян. Энергия прорастания и всхожесть определены в соответствии с ГОСТом 12088-84. Сила начального роста определялась методом морфобиологической оценки проростков [7]. Статистическая обработка проведена разностным методом. Существенным влиянием изучаемого фактора в нашем опыте считается различие с контролем свыше пяти процентов.

Результаты и их обсуждение

В проблеме аллелопатии с практической точки зрения следует различать в основном два аспекта – влияние физиологически активных выделений на рост растений и величину полезной части урожая, и действие этих выделений на качество растительной продукции. Кроме того, следует учитывать ряд других важных обстоятельств – роль выделений в прогрессивном повышении плодородия почвы; роль выделений в формировании почвенной микрофлоры, в том числе фитопатогенной, в отпугивании или привлечении вредных насекомых-опылителей и т. д.

Одной из задач первого из названных направлений является установление действия колинов сорняков на сельскохозяйственные растения и разработка мероприятий по регулированию уровня колинов в почве, воздухе. Известно, что при оптимальном их содержании растения могут значительно ускорять свой рост и при прочих равных условиях давать больший урожай [8]. Они могут выступать в роли пускового механизма онтогенеза других растений.

Как показывают результаты наших исследований (табл.) с тестовой культурой – горчицей, настоем амброзии полыннолистной блокирует в первые часы прорастание семян при хорошей набухаемости. Это существенно, достоверно снижает энергию прорастания. Энергия прорастания подопытных растений горчицы была в 2 раза ниже, чем у контрольных. Затем между опытом и контролем расхождения несколько уменьшаются. Так всхожесть горчицы слабее по отношению к контролю на 23%, и в итоге третий показатель «сила начального роста» оказалась почти в семь раз слабее от контроля. Тем самым подтверждается угнетающая роль этого карантинного сорняка на горчицу белую.

Таблица

Оценка начальных ростовых процессов семян культурных растений под действием настоя амброзии полыннолистной

Оцениваемые показатели		Горчица	Пшеница	Подсолнечник	Кукуруза
Энергия прорастания, %	Опыт	37.3±5.51**	86.3±1.53	38.0±4.36	18.67±1.15**
	контроль	96.3±1.53	85.7±1.53	34.0±2.65	40.0±2.00
Всхожесть, %	Опыт	77.3±3.06**	90.7±0.58	96.7±4.16	51.3±5.03***
	контроль	100±0.00	91.3±4.04	88.0±4.00	69.67±3.79
Сила начального роста, %	Опыт	12.4±1.53*	94.7±0.93	72.0±1.95***	87.5±1.61
	контроль	91.0±2.00	90.3±4.16	57.0±2.65	91.3±3.79

* разница достоверна на уровне вероятности 0.998

** разница достоверна на уровне вероятности 0.990

*** разница достоверна на уровне вероятности 0.950

Изучение влияния 1%, водного, суточного настоя амброзии полыннолистной на семена пшеницы не выявило различий с контролем по первым двум показателям, только по силе начального роста обнаружена тенденция к ее усилению – около 5% к контролю. Полевые наблюдения, а также литературные данные свидетельствуют о существовании несильного угнетения на культурах сплошного сева. Видимо здесь подключаются иные механизмы, напоминающие взаимодействия индивидуумов в растительных популяциях или даже в биоценозах.

Лабораторные исследования по изучению влияния настоя амброзии на прорастание семян подсолнечника выявили слабый, но стимулирующий эффект по всем трем признакам – от 4% до 15%, хотя известно сильное угнетение амброзией полыннолистной пропашных культур. Это обстоятельство побуждает нас к дальнейшим исследованиям аллелопатического влияния амброзии на подсолнечник. Возможно, концентрация в 1% настоя амброзии для крупных семян подсолнечника является стимулирующей дозой. Вероятно, для подсолнечника на проявление аллелопатического эффекта в полевых условиях вносят поправки другие факторы.

Семена кукурузы под влиянием настоя амброзии существенно, достоверно в опыте снизили энергию прорастания в два раза, всхожесть на 17%. На силе начального роста это, практически, не отразилось, она снизилась на 4%.

Не просматривается никакой закономерности и по признакам начального роста. Энергия прорастания снижается у горчицы и кукурузы под влиянием колинов амброзии и мало изменяется у пшеницы и подсолнечника. Всхожесть снижается в опыте с горчицей и кукурузой, немного стимулируется у подсолнечника, и остается практически без изменений у пшеницы. Качество ростков снижается очень сильно у горчицы, у подсолнечника и пшеницы повышается, и мало изменяется у кукурузы.

Выводы

Таким образом, результаты этих опытов свидетельствуют о существовании сложных межвидовых взаимодействий карантинного сорного растения амброзия полыннолистной и важнейших сельскохозяйственных культур. Не удалось проследить и зависимость между признаками начальных ростовых процессов от присутствия колинов амброзии полыннолистной. Все это стимулирует продолжение исследований в различных направлениях: изучить многофакторное влияние настоя амброзии с температурой, кислотностью среды, засоленностью и т.д.; определить роль почвы в про-



явлении аллелопатического эффекта; выявить физиологическое влияние настоя амброзии на сельскохозяйственные культуры.

Список литературы

1. Раис Э. Природные средства защиты растений от вредителей.// Перевод с английского Е.Е. Верещагиной. Под редакцией акад. АН УССР А. М. Гродзинского – М.: Мир. – 1986. – 184 с.
2. Гродзинский А.М. Основа химических взаимодействий растений. Киев: Наукова думка, 1973. – 136 с.
3. Гродзинский А.М. Экспериментальная аллелопатия. Киев: Наукова думка, 1987. – 236 с.
4. http://science.crimea.edu/zapiski/2008/biology_chemistry/ush_21_2b/simagina_14.pdf
5. <http://www.sevin.ru/invasive/invasion/plants/ragweed.html>
6. Марьюшкина В.Я. Амброзия полыннолистная и основы биологической борьбы с ней. – Киев: Наукова думка, 1986. – 117 с.
7. Методические указания. Определение силы начального роста семян зерновых культур по морфологической оценке проростков. – Л., 1975. – 16 с.
8. <http://www.sevin.ru/invasive/invasion/plants/ragweed.html>

INFLUENCE OF *AMBROSIA ARTEMISIIFOLIA* INFUSION ON THE MAIN AGRICULTURAL CROPS

T.N. Glubsheva

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

E-mail:
glubsheva@bsu.edu.ru

The article presents the results of experiments on influence of allelopathic activity of quarantine weed *Ambrosia artemisiifolia* on main agricultural crops. The primary growth processes were evaluated. The model of active influence through the soil is described in the article.

Key words: allelopathy, ragweed, quarantine weed, plants interaction.

ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТА НАНО-ГРО НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ И ЯЧМЕНЯ

Ю.Н. Куркина¹

Р.О. Газманов²

В.М. Кочетов³

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

E-mail: kurkina@bsu.edu.ru

² ООО «Доминанта», Россия, 119146, г. Москва, Комсомольский проспект, 23/7

³ ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород», подсобное хозяйство «Пушкинское»

Изложены результаты полевых испытаний регулятора роста растений Нано-Гро на яровой пшенице и яровом ячмене. Изучено и действие Нано-Гро в сочетании с протравителем семян зерновых – Раксиллом. Показано, что предпосевная обработка семян пшеницы и ячменя раствором Нано-Гро способствует повышению урожайности пшеницы на 21,3% и ячменя на 19,6% за счет увеличения продуктивной кустистости и озерненности колоса. Регулятор роста способствовал возрастанию стекловидности зерна пшеницы на 20,3% и повышению содержания в нем сырой клейковины на 21,7%, а в зерне ячменя – содержания сырого протеина на 17%.

Ключевые слова: регулятор роста, Нано-Гро, урожайность и качество зерна, яровая пшеница, яровой ячмень.

Введение

Яровые пшеница и ячмень – важнейшие сельскохозяйственные культуры с высоким потенциалом урожайности, для наибольшей реализации которого на современном этапе необходимо создание наукоемких технологий возделывания, включающих в себя новые малозатратные элементы.

Кроме того, в настоящее время обозначились тенденции экологизации производства продуктов питания, которые востребовали освоение альтернативных систем земледелия с минимально возможным уровнем техногенного загрязнения окружающей среды [1]. Низкие дозы применения регуляторов роста растений делают их привлекательными как с экономической точки зрения, так и с экологической, так как не создают нагрузки на окружающую среду [2].

В литературе имеется множество сведений о результатах действия различных биологически активных веществ на хозяйственно ценные признаки сельскохозяйственных культур. Отмечается их применение на яровой пшенице, ржи, ячмене, картофеле, гречихе, томатах, перце, горохе, сое, кормовых бобах, лекарственных растениях [1, 3-15]. Преимущественно анализируют действие регуляторов роста на посевные качества семян и урожайность культур. Несомненный интерес представляет и изучение влияния различных ростостимулирующих препаратов на компоненты урожайности. В связи с этим, выбранное направление исследований является весьма своевременным и актуальным.

Потребности в использовании различных стимуляторов роста в сельскохозяйственном производстве быстро возрастают [7].

Нано-Гро – новый органический регулятор роста растений, созданный на основе нанотехнологий. Согласно информации производителя – это гомеопатический препарат, действующий в сверхмалых концентрациях, активные ингредиенты которого скомбинированы в форме водорастворимых гранул сахарозы. Отмечено, что Нано-Гро не вызывает трансгенных изменений растений и животных, не содержит генетически модифицированных источников и может применяться в комбинации с любыми удобрениями или регуляторами роста [16].

В научной литературе нет сведений о результатах действия Нано-Гро на компоненты урожайности растений яровой пшеницы и ярового ячменя.

Целью данной работы было изучение влияния предпосевной обработки семян регулятором роста растений Нано-Гро на урожайность, ее компоненты и качество зерна яровой пшеницы и ярового ячменя.



В соответствии с целью решались задачи:

- установить действие препарата на урожайность зерна и отдельные ее компоненты – продуктивную кустистость, число зерен в колосе и массу 1000 зерен;
- определить влияние предпосевной обработки семян регулятором роста на натуру и стекловидность собранного зерна яровой пшеницы, содержание в нем сырой клейковины и изменение ИДК (индекса деформации клейковины);
- оценить влияние предпосевной обработки семян ярового ячменя на натуру зерна и содержание в нем белка.

Объекты и методы исследования

Экспериментальную работу проводили на пшенице яровой сорта «Курская 2038» и ячмене яровом сорта «Прима Белоруссии» в Подсобном хозяйстве «Пушкинское» филиала ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород» по схеме, включающей варианты:

- Нано-Гро (24 гранулы на 10 литров рабочей жидкости на тонну семян);
- Раксил (в соответствии с рекомендациями изготовителя);
- Раксил + Нано-Гро.

Контролем служила дистиллированная вода. Раксил – системный фунгицид из класса триазолы, протравитель, обычно применяемый в хозяйстве на зерновых. Действующее вещество Раксила – тебуконазол.

Протравку семян проводили машиной ПС-10А. Площадь каждого варианта опыта составила 0,5 га. Почва опытного участка темно-серая лесная, глинистая, не смытая. Содержание гумуса в почве 7,3%, P_2O_5 – 162 мг/кг, K_2O – 172 мг/кг.

Посев проводили элитными семенами. Норма высева 250 кг/га.

Для анализа ИДК и сырого протеина зерно пшеницы и бобовых размалывали на лабораторной мельнице МЛ-1. Определение количества и качества клейковины проводили стандартным методом (ГОСТ 13586.1-68), путем замачивания шрота с последующим отмыванием клейковины в водопроводной воде и определением упругих свойств на приборе ИДК-1 [17]. Количество сырого протеина в зерне ячменя устанавливали на основе определения азота по Кьельдалю (ГОСТ 13496.4-93) с последующим пересчетом результатов на сырой белок [18]. Определение натуре и стекловидности зерна пшеницы определяли согласно ГОСТам [19, 20].

Результаты и их обсуждение

Анализ результатов экспериментальной работы показал, что предпосевная обработка семян пшеницы положительно повлияла на большинство изучаемых признаков, за исключением высоты растений (табл.). Тем не менее, незначительное уменьшение высоты стеблестоя могло способствовать повышению устойчивости к полеганию и, таким образом, внести свой положительный вклад в повышение урожайности зерна.

Отмечено положительное действие Нано-Гро как на число зерен в колосе (38,3 шт.), массу 1000 семян (38,9 г), так и на урожайность культуры в целом (50,6 ц/га). Превышение контроля по числу зерен в колосе составило 22,8%, а по массе 1000 зерен – 4,9%. Урожайность зерна пшеницы после обработки Нано-Гро была достоверно (рис. 1) выше контрольной на 21,3%.

Аналогичная тенденция выявлена и для Раксила. Превышение контроля по числу зерен в колосе после предпосевной обработки семян составило 18,9%, по массе 1000 семян – 5,9%, по урожайности – 13,2%.

Совместное применение Раксила и Нано-Гро способствовало увеличению числа зерен на 4,5%, массы 1000 зерен – на 4%, урожайности культуры – на 17,3%.

Натура зерна, собранного с растений, обработанных Нано-Гро, была на уровне 725,4 г/л. После предпосевной протравки семян выявлена тенденция к снижению показателей натуре зерна пшеницы. Хотя этот признак учитывается при оценке качества зерна, ряд исследователей – К.М. Чинго-Чингас (1931), П.Н. Кизима (1952), Е.Д. Макшанова (1970), Л.М. Артамонова (1973) нашли, что сопряженность натуре зерна с

выходом муки колеблется лишь в пределах от 0.68 до 0.76 (цитируется по Колмакову, 2004) [21]. Г.А. Егоров и Т.П. Петренко (1999) считают, что натура зависит от многих факторов, поэтому она не является устойчивым признаком [22].

Таблица

Изменение урожайности, ее составляющих и качества урожая под действием регулятора роста Нано-Гро и фунгицида Раксил

Вариант	Высота растения перед уборкой, см	Урожайность, ц/га	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Продуктивная кустистость, шт./кв.м	Натура, г/л	Содержание сырой клейковины, %	ИДК, ед	Стекловидность, %	Содержание сырого протеина, %
пшеница										
Контроль	102.1	41.7	31.2	37.1	-	744.4	20.3	97.9	69	-
Нано-Гро	98.5	50.6	38.3	38.9	-	725.4	24.7	95.1	83	-
Раксил	100.8	47.2	37.1	39.3	-	711.2	22.4	101.8	75	-
Раксил + Нано-Гро	97.1	48.9	32.6	38.6	-	729.6	24.0	104	81	-
ячмень										
Контроль	77.4	60.2	22.6	57.8	582	642.8	-	-	-	9.2
Нано-Гро	89.2	72.0	26.2	57.7	798	633.0	-	-	-	10.8
Раксил	72.4	62.4	21.1	58.9	651	617.3	-	-	-	9.6
Раксил + Нано-Гро	80.4	68.6	21.1	57.1	716	659.5	-	-	-	9.0

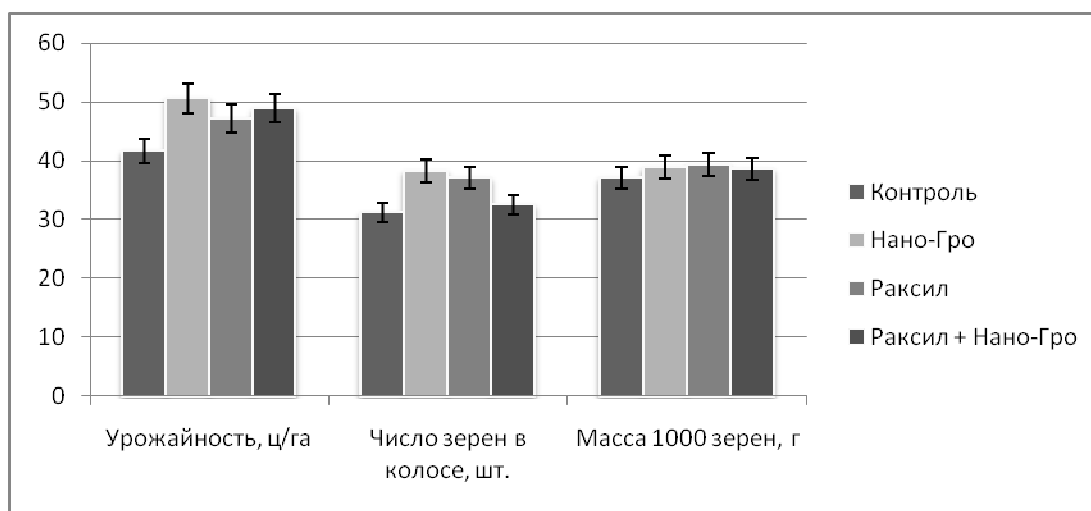


Рис. 1. Показатели урожайности яровой пшеницы после применения Нано-Гро и Раксила (планки погрешностей с относительными ошибками, 5 %)

Отмечено, что в контроле данный сорт пшеницы формирует клейковину II группы качества, действие испытываемых препаратов приводит к некоторому размягчению клейковины и увеличению показателя ИДК, не приводя, впрочем, к изменению группы качества клейковины.

Содержание клейковины в зерне возрастает во всех вариантах опыта (см. табл., рис. 2). Так, после обработки Нано-Гро содержание сырой клейковины достоверно увеличилось на 21.7%, а при сочетании Раксила и Нано-Гро – на 18.2% по сравнению с контролем.

Стекловидность характеризует консистенцию, структуру эндосперма и зависит от количества, состава, свойств, размеров, формы и расположения крахмальных зерен; от количества, свойств и распределения белковых веществ; от характера и прочности связи между белками и крахмалом. В стекловидном зерне питательные вещества уло-

жены очень плотно, между ними не остается микропромежутков [19]. Показатели стекловидности превышают контрольные значения (60%): в варианте с Нано-Гро на 20.3%, с Раксилон – на 8.7% и с комбинацией Раксил+Нано-Гро – на 17.4%. Из рисунка 2 видно, что данные превышения над контролем являются статистически достоверны в вариантах с Нано-Гро.

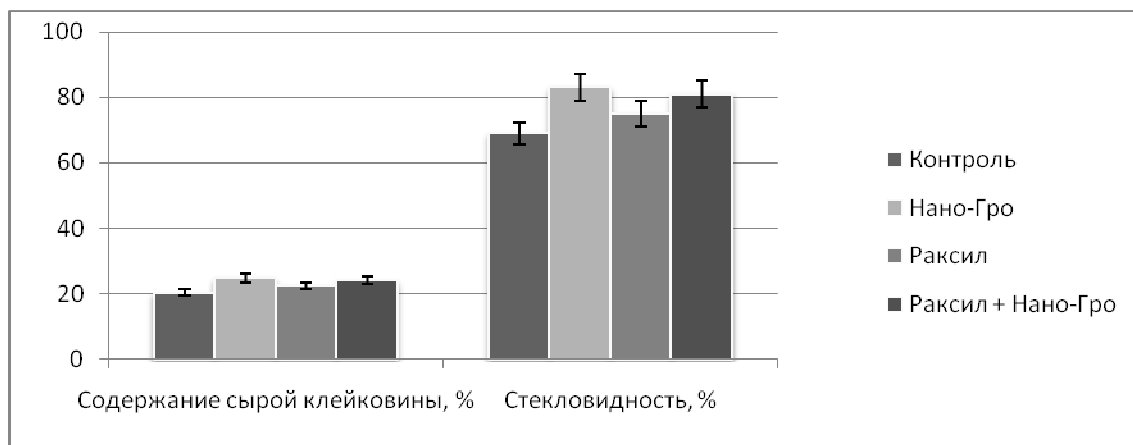


Рис. 2. Показатели стекловидности и содержания сырой клейковины в зерне пшеницы после применения препаратов (планки погрешностей с относительными ошибками 5%)

Как видно из таблицы, обработка ячменя препаратом Нано-Гро повысила значения большинства анализируемых признаков. Так, число зерен в колосе увеличилось с 22.6 шт. в контроле до 26.2 шт., что составило 15.9 %, а число продуктивных стеблей с 582 до 798 шт./м², то есть на 71.4 %. Масса 1000 зерен оказалась на уровне контрольных значений. Урожайность зерна ячменя после обработки Нано-Гро увеличилась до 72 ц/га с 60.2 ц/га в контроле (на 19.6 %).

Следует отметить, что применение Нано-Гро в сочетании с Раксилон так же способствовало увеличению урожайности (рис. 3), тогда как предпосевное протравливание семян Раксилон не дало достоверного превышения урожайности.

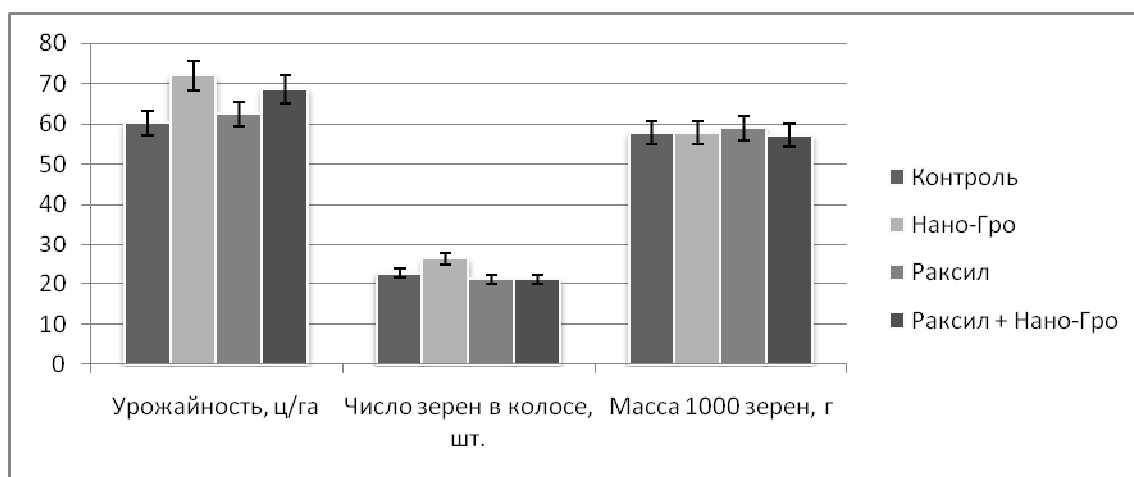


Рис. 3. Показатели урожайности ячменя после применения препаратов (планки погрешностей с относительными ошибками 5%)

Урожайность зерна ячменя в варианте с Нано-Гро увеличивалась, главным образом, за счет увеличения числа зерен и продуктивной кустистости (см. табл.)

Натура зерна, собранного с растений, обработанных Нано-Гро, была на уровне 633 г/л, что соответствует требованиям ГОСТа. После комплексного применения На-

но-Гро и Раксила натура зерна была на уровне 659.5 г/л, при контроле – 642.8 г/л. Необходимо отметить, эти различия не являются статистически достоверными.

После обработки Нано-Гро отмечено значительное превышение над контролем и другими вариантами опыта по содержанию сырого протеина в зерне (на 17 % по сравнению с контролем).

Выводы

1. Предпосевная обработка семян раствором Нано-Гро способствовала увеличению урожайности пшеницы на 21.3% и ячменя – на 19.6%; озерненности колоса на 22.8 и 15.9% у пшеницы и ячменя соответственно; массы 1000 семян пшеницы – на 4.9% и продуктивной кустистости ячменя – на 37.1%.

2. После обработки семян регулятором роста не выявлено статистически достоверного изменения натуры зерна пшеницы, но отмечено увеличение содержания в нем сырой клейковины на 21.7% и стекловидности – на 20.3%.

3. Регулятор роста не вызывал достоверных изменений натуры зерна ячменя, однако увеличивал содержание сырого протеина в нем на 17%.

Таким образом, применение регулятора роста Нано-Гро увеличивало урожайность пшеницы и ячменя, а также повышало стекловидность зерна пшеницы и содержание в нем клейковины, а в зерне ячменя – сырого протеина.

Список литературы

1. Кропоткина В.В. Влияние сверхмалых доз органических кислот на рост и развитие ряда двудольных растений. – Автореф. ... канд. биол. наук. – Барнаул, 2009. – 22 с.

2. Спицин А.А. Влияние салициловой кислоты на прорастание семян гороха в нормальных и стрессогенных условиях // Современные проблемы генетики, биотехнологии и селекции растений: Тез. 2-ой междунар. конференции, Харьков, 19-23 мая 2003 г. – Харьков: ИР им. В.Я. Юрьева. – 2003. – С. 90–91.

3. Корнев В.Б., Башкатов В.Н. Влияние различных доз и соотношений фитогормонов на урожайность и болезнеустойчивость томатов // Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения: Материалы 7 междунар. научн.-произв. конф. – Ч. 1. Агронимия, ветеринария, животноводство. – Белгород: БелГСХА. – 2003. – С. 105–106.

4. Сикорская С.Б. Биолого-морфологические особенности стевии / *Stevia rebaudiana* (Bertoni) / при интродукции в условиях ЦЧЗ России. Автореф. ... канд. биол. наук. – Курск, 2004. – 20 с.

5. Брилева С.В., Брилев М.С. Применение удобрений и стимуляторов роста растений на посадках валерианы лекарственной в западном регионе Беларуси // Современные проблемы фитодизайна: Материалы междунар. научн.-практ. конф. Белгород, 28–31 мая 2007 г. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2007 – С. 435–437.

6. Дирина Е.Н., Винаров А.Ю., Осипов В.И., Быков В.А. Эффективность применения биодобавки на основе регуляторов роста и микроэлементов при выращивании лекарственных растений // Сельскохозяйственная биология. – 2007. – № 3. – С. 96–100.

7. Ващенко А.П., Дега П.А., Логачев В.В., Анисимов М.М. Рост и продуктивность растений сои при действии стимуляторов роста ДВ-47 и Биостил // Сельскохозяйственная биология. – 2008. – № 3. – С. 110.

8. Вострикова Т.В. Особенности однолетних цветочно-декоративных растений в условиях интродукции и применение стимуляторов роста // Флора и растительность Центрального Черноземья – 2008: Материалы научн. конф. Курск, 27 марта 2008. – Курск: КурГУ, 2008. – С. 148–150.

9. Сенькина Л.Н. Влияние способов формирования и применение регуляторов роста на развитие и продуктивность перца сладкого в зимних грунтовых теплицах в условиях третьей световой зоны. – Автореф. ... канд. с.-х. наук. – Москва, 2008. – 20 с.

10. Будыкина Н.П. Циркон на сладком перце // Защита и карантин растений. – 2009. – № 2. – С. 31.

11. Куркина Ю.Н. Регулятор роста Нано-Гро как компонент биологического земледелия / Нанобиотехнологии: проблемы и перспективы // Сб. тез. Всерос. шк.-семинара для студ., аспирантов и молодых ученых (Белгород, 14–17 октября 2009 года) / Под. ред. д-ра хим.наук, проф. О.Е. Лебедевой. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2009. – С.23–26.



12. Куркина Ю.Н. Регулятор роста – против твердосемянности декоративных бобовых / Проведение научных исследований в области индустрии наносистем и материалов: материалы Всерос. конф. с элементами научн. школы для молодежи / Отв. за вып. О.Н. Иванов. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2009. – С.264–267.

13. Панарина В.И., Амелин А.В., Кораблева Н.П., Проценко М.А. Влияние физиологически активных веществ мелафена и эпина на репродукционную способность современных морфогенотипов гороха // Вестник РелГАУ. – 2009. – № 6. – С. 44–47.

14. Тимошкин О.А., Кшникаткин П.С. Применение микроэлементов и регуляторов роста в технологии возделывания кормовых бобов // Нива Поволжья. – 2009. – № 3 (12). – С. 103–106.

15. Щукина Н.В. Формирование урожая и качество зерна озимой пшеницы при некорневом внесении микроэлементов, азотных удобрений и регуляторов роста. – Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. – Оренбург, 2009. – 20 с.

16. Agro Nanotechnology Corporation: Home. – Web site: <http://www.agronano.com/nanogro.htm>. – 2007.

17. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице. ГОСТ 13586.1-68.

18. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице. ГОСТ 13586.1-68.

19. Зерно. Методы определения стекловидности ГОСТ 10987-76.

20. Зерно. Методы определения натурности ГОСТ 10840-64.

21. Колмаков Ю.В. Качество зерна пшеницы и пути ее улучшения. – Дисс. ... докт. с.-х. наук. – Омск, 2004. – 360 с.

22. Егоров Г.А., Петренко Т.П. Технология муки и крупы. Учеб. для студентов вузов, обучающихся по спец. «Технология хранения и перераб. зерна» – М.; Изд. комплекс МГУПП, 1999. – 334 с.

INFLUENCE OF NANO-GRO PREPARATION ON PRODUCTIVITY AND QUALITY OF GRAIN OF SPRING WHEAT AND SPRING BARLEY

Yu.N. Kurkina¹

R.O. Gazmanov²

V.M. Kochetov³

¹ *Belgorod State University, Pobedy Str., 85, Belgorod, 308015, Russia*

E-mail: kurkina@bsu.edu.ru

² *LLC «Dominanta», Komsomolskiy prospect, 23/7, Moscow, 119146, Russia*

³ *LLC «Gasprom transgas Nizhniy Novgorod» Part-time farm «Pushkinskoe», Russia*

Results of field tests of Nano-Gro plant growth regulator for spring wheat and spring barley are stated. Action of Nano-Gro in a combination with pesticide for seeds of grain-crops – Raxsilom is studied also. It is shown that preceeding processing of seeds of wheat and barley with a solution of Nano-Gro promotes an increase of productivity of wheat on 21.3% and for barley the increase is 19.6% owing to an increase of spike number per plant and a number of seeds in an ear. The growth regulator promoted an increase of wheat grain hardness on 20.3% and an increase of crude gluten in it on 21.7%, and in barley grain crude protein content grew on 17%.

Key words: plant growth regulator, Nano-Gro, productivity and quality of grain, spring wheat, spring barley.

ДИНАМИКА НАСЕЛЕНИЯ ПОЧВООБИТАЮЩИХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ТРАВЯНИСТЫХ СООБЩЕСТВ ЮЖНОЙ ТАЙГИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Е.В. Сергеева

Тобольская биологическая
станция РАН, Россия,
626150, г. Тобольск,
ул. Академика Осипова, 15
E-mail: elenatbs@rambler.ru

Проведен сравнительный анализ состава, структуры и динамики животного населения почв, различающихся по положению в рельефе и теплообеспеченности, травянистых сообществ южной тайги Западной Сибири. Показано, что таксономический состав, структура и динамика мезофауны определяется рядом факторов, главным из которых является гидротермический режим почвы.

Ключевые слова: Западная Сибирь, южная тайга, травянистые сообщества, животное население.

Введение

Около 85% площади Западной Сибири расположено в пределах Западно-Сибирской равнины, которая представляет относительно молодую поверхность суши, сформировавшуюся в кайнозой и сложенную осадочными породами преимущественно аллювиального происхождения. Климат региона умеренно-континентальный. На севере равнина открыта в сторону Ледовитого океана, поэтому арктические холодные и сухие воздушные массы быстро и глубоко проникают на юг во все времена года, что определяет суровость климата всех зон Западно-Сибирской равнины [1].

Район исследования находится в подзоне южной тайги. Зональным типом растительности являются южно-таежные группировки, расположенные на поверхности коренной террасы. Они представлены сложным сочетанием хвойных (сосны обыкновенной, сибирской, ели, пихты) и лиственных (березы, осины, реже липы, рябины) пород. Напочвенный покров травянистый или зеленомошный. В течение полутора столетий растительный покров испытывает сильный антропогенный пресс, поэтому в настоящее время собственно зональные группировки занимают относительно ограниченную территорию и представлены, преимущественно, лесами вторичного происхождения [2].

Естественные травянистые сообщества встречаются в поймах рек, реже на склонах террас. На коренной террасе они представлены нарушенными антропогенно-модифицированными сообществами, находящимися на разных стадиях сукцессионного развития. В случае периодического вмешательства человека (палы, сенокосы), естественный ход развития сообществ может останавливаться на каком-то этапе.

Исследования почвенной мезофауны таежной зоны Западной Сибири немногочисленны, и посвящены преимущественно изучению зонально-климатических особенностей [2, 3, 4].

Объекты и методы исследования

Исследования состава, структуры и динамики населения почвообитающих беспозвоночных проводили в различающихся по положению в рельефе и теплообеспеченности сообществах. Разнотравный луг расположен на поверхности коренной террасы. Сенокосение и периодические палы препятствуют восстановлению на нем древесной растительности. Второй биотоп расположен на склоне южной экспозиции коренной террасы. Это единственный известный нам задернованный участок склона. Его формирование началось в начале 17 века, когда русло Иртыша было отведено от основания склона коренной террасы. На нем преобладает полынь холодная (*Artemisia frigida*) и низкорослый, равномерно распределенный по его поверхности шиповник (*Rosa canina*).

Количественные учеты почвенной мезофауны проводили методом ручной разборки почвенно-зоологических проб размером 25×25 см [5]. Живых беспозвоночных



взвешивали на торсионных весах. На разнотравном лугу исследования проведены в 2005-2008 гг., на склоне – в 2007-2008 гг. Анализ межгодовой динамики численности и состава почвенного населения приведен по результатам осенних учетов. Сезонную динамику оценивали по результатам весенних, летних и осенних учетов. В общей сложности проанализировано 84 пробы. Для оценки сходства-различия животного населения исследованных сообществ использовали коэффициент Жаккара. Температуру почвы на глубине 5 см измеряли регистраторами DS1921G-F5.

Среди травянистых сообществ южной тайги, исследованные группировки характеризуются максимальными различиями по теплообеспеченности (табл. 1).

Таблица 1.

Температура и теплообеспеченность почвы на глубине 5 см травянистых сообществ южной тайги

Метеорологические характеристики	Луг	Склон
Среднегодовая температура	5.6 °С	6.3 °С
Экстремальные температуры	-5.5 °С; +24 °С	-14.5 °С; +38 °С
Сумма положительных температур	1920 °С	2823 °С
Сумма эффективных (выше 10 °С) температур	1716 °С	2614 °С
Дата перехода через 0 °С	10.11-01.05	30.10-21.03
Продолжительность безморозного периода	не менее 193 дней	не менее 224 дней

Экстремальные значения на склоне изменяются от -14.5 до +38 °С (против -5.5 и +24 °С на лугу). Сумма положительных и эффективных температур почвы склона выше на 900 °С, и близка к таковым показателям зональных степей. Вегетационный период на склоне начинается на 40 дней раньше – с 20 марта, когда температура на глубине 5 см переходит через 0 °С, при этом влажность почвы в первой декаде апреля составляет около 21%.

Результаты и обсуждение

Средняя плотность популяций беспозвоночных в исследованных сообществах варьировала – от 291 на склоне до 985 экз/м² на разнотравном лугу, а зоомасса – от 3930 до 26329 мг/м² соответственно (табл. 2). Колебания численности и зоомассы выявлены во всех ключевых группах беспозвоночных, но особенно значительны они у малощетинковых червей (136-446 экз/м²; 487-21942 мг/м²), пауков (24-86 экз/м²; 333-359 мг/м²), личинок двукрылых (11-114 экз/м²; 173-953 мг/м²). Плотность жуков изменялась более, чем в два раза, от 110 до 271 экз/м², тогда как показатели зоомассы изменялись незначительно – от 2342 до 2624 мг/м² главным образом за счет присутствия на склоне большего количества крупных личинок пластинчатоусых жуков (табл. 2).

Плотность популяций малощетинковых червей энхитреид колебалась от 136 до 380 экз/м². Видимо, основная причина этого заключается в значительных изменениях температурного режима и влажности почвы на протяжении вегетационного периода [6]. Известно [7, 8], что у энхитреид развитие из коконов протекает в течение одной-двух недель, благодаря этому они способны в короткий период благоприятных гидротермических условий значительно увеличивать плотность своей популяции. Дождевые черви также чувствительные к влаге, но имеющие длительный период развития, не встречаются в почвах с высокими температурами и крайне низкой влажностью. Их максимальная численность в весенний период на склоне террасы южной экспозиции не более 12 экз/м² – прямое подтверждение неблагоприятного для их обитания гидротермического режима. Этот фактор является ограничивающим пространственное распределение не только отдельных видов, но и крупных таксонов.

В исследуемых сообществах выявлено 3 вида дождевых червей. Везде отмечены *Aporrectodea caliginosa* Sav. и *Dendrobaena octaedra* Sav. На лугу, в незначительных количествах, встречалась *Eisenia nordenskioldi* Eisen.

Не менее 1% от общего обилия мезофауны составили многоножки. Везде присутствовали геофилиды, численность которых на разнотравном лугу составила 24 экз/м², а зоомасса 116 мг/м², против 1 экз/м² и 15 мг/м² на склоне. На склоне зарегистрированы литобииды (4 экз/м²), тогда как на лугу они отсутствовали.

Таблица 2

Средняя плотность и зоомасса почвенных беспозвоночных травянистых сообществ южной тайги

Группа б/п	Луг		Склон	
	экз/м ²	мг/м ²	экз/м ²	мг/м ²
ISOPODA	-	-	2	7
OLIGOCHAETA	446	21942	136	487
Enchytraeidae	380	548	136	487
Lumbricidae	66	21394	-	-
CHILOPODA	24	116.5	4	44
Lithobiidae	-	-	3	29
Geophilidae	24	116.5	1	15
ARANEI	86	333.5	24	359
COLEOPTERA	271	2342.5	110	2624
DIPTERA	114	953	11	173
LEPIDOPTERA	17	463.5	3	233
TENTHREDINIDAE	1	11.5	-	-
ORTHOPTERA	2	48	-	-
HOМОPTERA (Cicadinea)	9	34.5	-	-
HETEROPTERA	12	74	1	3
Insecta varia	3	10	-	-
Всего	985	26329	291	3930

Облигатными компонентами населения разнотравного луга были цикадовые и клопы: от 9 до 12 экз/м² (от 34 до 74 мг/м²) соответственно. На склоне отмечены только клопы – не более 1 экз/м², что говорит о бедном флористическом разнообразии растительного покрова этого сообщества.

Своеобразие населению беспозвоночных на склоне придают присутствие равноногих раков (Isopoda), численность которых в осенних раскопках составляла 2 экз/м². Эти животные являются примером почвенных беспозвоночных, у которых переход от сапрофагии к фитофагии возник как адаптация к компенсации дефицита влаги в организме в условиях повышенных температур [9].

Основу населения насекомых почв травянистых сообществ южной тайги составляют личинки и имаго жуков, на их долю приходится от 27 до 38% от общего обилия (табл. 3). В результате почвенных раскопок выявлено не менее 115 видов жесткокрылых из 20 семейств.

Таблица 3

Средняя плотность и зоомасса жуков травянистых сообществ южной тайги

Семейство	Луг		Склон	
	экз/м ²	мг/м ²	экз/м ²	мг/м ²
Carabidae	68	1061	15	394
Staphylinidae	87	165	25	31
Scarabaeidae	3.2	194	16	1604
Byrrhidae	4.7	113	4	54
Elateridae	24.5	281	18	140
Curculionidae	46	203	25	143
Dermestidae	9	17.5	-	-
Lagriidae	8.5	22	-	-
Leiodidae	4.5	7	-	-
Phalacridae	5	6	-	-
Tenebrionidae	-	-	3	197
Прочие	10.6	273	4	61
Всего	271	2342.5	110	2624

Среди исследованных биотопов разнотравный луг характеризуется высокими показателями численности и разнообразия – до 271 экз/м² (не менее 95 видов из 18 семейств), против склона – 110 экз/м² (24 вида, 9 семейств).

Во всех фитоценозах доминируют жужелицы, стафилиниды, щелкуны и долгоносики. Их количество в исследованных биотопах изменяется в 2-4 раза. Высокой численности на разнотравном лугу достигают жужелицы и стафилины – 68 экз/м² и 87 экз/м² соответственно. На склоне их плотность была ниже: 15 экз/м² и 25 экз/м². Максимальные значения зоомассы (не менее 1001 мг/м²) на лугу имели жужелицы, против 394 мг/м² на склоне.

Из 22-х видов жужелиц обитающих на разнотравном лугу преобладали *Calathus melanocephalus* L. (в раскопках встречаются скоплениями), *Amara aenea* Deg., *A. tibialis* Pk. На склоне насчитывается 8 видов, из которых только ксерофильные *Dyschiriodes bonnellii* Putz. и *Poecilus sericeus* Fisch. встречались регулярно и в максимальных количествах. Личинки Carabidae в раскопках составляли 15-46% от общего числа жужелиц.

В исследуемых сообществах выявлен высокий показатель видоспецифичности жужелиц: лишь один вид – *Syntomus truncatellus* L. встречался во всех биотопах.

На разнотравном лугу зарегистрировано 29 видов Staphylinidae, среди которых преобладали *Amischa analis* Grav, *Heterothops quadripunctulus* Grav, *Gabrius osseticus* Kol. В ксерофитном сообществе отмечено 3 вида, основными являлись *Tachyporus chrysomelinus* L., *Bledius procerulus* Er., последний вид обитает только на склоне. Единично встречалась *Amischa analis*. Состав стафилинид исследованных сообществ характеризуется высокой индивидуальностью. Сходство этих фитоценозов не превышает 6%.

Плотность щелкунов изменялась от 24 экз/м² (281 мг/м²) на разнотравном лугу, до 18 экз/м² (140 мг/м²) – на склоне. В раскопках они, как правило, представлены личинками от 61 до 98% от общего числа Elateridae. Имаго насчитывает 4 вида: *Agrypnus murinus* L., *Agriotes obscurus* L., *A. sputator* L., *Cardiophorus atramentarius* Er. На лугу отмечен только, широко распространенный в полевых почвах, *A. obscurus* L., [10], на склоне доминирует вид степного происхождения *A. sputator* L. [11].

Долгоносики в почвах травянистых сообществ составляют не менее 17% от общего числа жесткокрылых. На разнотравном лугу плотность долгоносиков достигала 46 экз/м², а масса 203 мг/м². Из них на долю личинок приходится не менее 26%. На склоне это семейство представлено только личинками – 25 экз/м² (143 мг/м²).

Видовой комплекс Curculionidae насчитывает до 20 видов. Регулярно и в значительных количествах встречались *Apion apricans* Herbst, *Sitona sulcifrons* Thunb., *Sitona lateralis* Gyll., *Tanymecus palliatus* F.

На склоне в состав доминантов вошли личинки пластинчатоусых жуков – 16 экз/м² (1604 мг/м²), на лугу их плотность не превышала 4 экз/м², а зоомасса – 194 мг/м².

Пилюльщики не вошли в превалирующую группу, но присутствовали во всех исследуемых фитоценозах до 5 экз/м². На склоне встречались только личинки, на лугу отмечены и имаго. В общей сложности на разнотравном лугу обитает 5 видов Byrrhidae: *Byrrhus fasciatus* Forst., *B. pustulatus* Forst., *B. arietinus* Stef., *Cytilus sericeus* Forst., *Lamprobyrrhulus nitidus* Schall.

На разнотравном лугу зарегистрированы личинки кожееда *Dermestes lanarius* Ill. (Dermestidae) – 9 экз/м² и мохнатки *Lagria hirta* L. (Lagriidae) – до 8.5 экз/м². Там же отмечены представители семейств Phalacridae и Leiodidae – не более 5 экз/м².

Только на склоне отмечена ксерофильная чернотелка *Oodescelis polita* Sturm. – 3 экз/м² (197 мг/м²).

Представители других семейств жуков малочисленны и не оказывали существенного влияния на структуру животного населения травянистых сообществ.

Количество личинок мух в исследованных сообществах изменяется более, чем в 10 раз – от 11 экз/м² на склоне, до 114 – на разнотравном лугу (табл. 4).

Они представлены не менее 10 семействами (подотряд Brachycera-Cyclorhapha не определен). Во всех биотопах отмечены Asilidae и Empididae. На склоне зарегистрировано два семейства мух, среди которых максимальной численности (10 экз/м²) дос-

тигают личинки Asilidae. Это семейство входит в состав ксерофильного комплекса и в значительном количестве встречается в степных биоценозах [12]. Empididae здесь отмечены единично, не превышая 1 экз/м². На разнотравном лугу высокой численности достигали Sciaridae (28 экз/м), Empididae (17 экз/м), Tipulidae (11 экз/м²). Коэффициент сходства личинок двукрылых исследованных сообществ не превышает 30%.

Таблица 4

Средняя плотность и зоомасса двукрылых травянистых сообществ южной тайги

Семейство	Луг		Склон	
	экз/м ²	мг/м ²	экз/м ²	мг/м ²
Asilidae	3	29	10	166
Empididae	17.5	50	1	7
Sciaridae	28.5	89	-	-
Chironomidae	1	1	-	-
Stratiomyidae	1	9.5	-	-
Tabanidae	0.5	26.5	-	-
Dolichopodidae	6	26	-	-
Tipulidae	11	474	-	-
Limoniidae	0.5	0.5	-	-
Therevidae	1.5	25.5	-	-
Brachycera-Cyclorhapha	44	222	-	-
Всего	114	953	11	173

Плотность популяций почвенных беспозвоночных в разные годы изменяется в несколько раз – на разнотравном лугу от 440 до 1524 экз/м² и незначительно – на склоне от 234 до 348 экз/м² (табл. 5).

Таблица 5

Межгодовая динамика численности почвенных беспозвоночных травянистых сообществ южной тайги (экз/м²)

Группа б/п	Луг				Склон	
	2005	2006	2007	2008	2007	2008
OLIGOCHAETA	832	542	100	310	16	256
Enchytraeidae	808	508	44	160	16	256
Lumbricidae	24	34	56	150	-	-
CHILOPODA	37	12	14	34	8	-
ARANEI	84	24	70	164	32	16
COLEOPTERA	347	284	198	254	152	68
DIPTERA	170	162	30	96	14	8
Прочие	54	32	28	62	12	-
Всего	1524	1056	440	920	234	348

Межгодовые колебания плотности беспозвоночных обусловлены, главным образом, энхитреидами, количество которых в почвах травянистых сообществ изменялось на порядки: от 44 до 808 экз/м² на лугу и от 16 до 256 экз/м² – на склоне [13]. Вместе с тем, в годы с относительно низкой численностью энхитреид наблюдалось увеличение плотности популяций дождевых червей.

У жуков существенные колебания численности отмечены у личинок и имаго жужелиц, щелкунов, долгоносиков, а на склоне еще и личинок пластинчатоусых жуков. Высокие значения численности мух в отдельные годы определены сциаридами, которые могут образовывать большие скопления («гнезда»), а также личинками и пу-париями круглошовных мух.

Сезонная динамика населения почвообитающих беспозвоночных в исследованных фитоценозах не имеет общей направленности. В травянистых сообществах плотность популяций беспозвоночных изменяется в 2-3 раза (табл. 6).

Таблица 6

**Сезонная динамика населения почвенных беспозвоночных
травянистых сообществ южной тайги (экз/м²)**

Группа б/п	Луг			Склон		
	весна	лето	осень	весна	лето	осень
OLIGOCHEATA	110	318	542	248	12	256
Enchytraeidae	104	310	508	236	8	256
Lumbricidae	6	8	34	12	4	-
CHILOPODA	6	4	12	12	18	-
ARANEI	40	90	24	6	6	16
COLEOPTERA	194	186	284	140	120	68
DIPTERA	16	54	162	10	4	8
Прочие	38	108	32	70	2	-
Всего	404	760	1056	486	162	348

На разнотравном лугу увеличение плотности наблюдается от весны к осени и больше всего выражено у энхитреид – от 104 до 508 экз/м². На склоне максимальной плотности (236 экз/м²) энхитреиды достигали весной, летом их численность снижалась до 8 экз/м², а осенью приближалась к весенним показателям – 256 экз/м². Это вполне закономерно, так как весной и осенью гидротермический режим в ксероморфных местообитаниях изменяется в сторону увеличения влажности и снижения температуры почвы [14]. Так, средняя влажность почвы склона весной и осенью 2009 г. составила 21 и 17% соответственно. Эти показатели близки к влажности почвы на разнотравном лугу, где осенью того же года она не превышала 25%.

У дождевых червей изменения численности были менее значительны. На разнотравном лугу максимальной плотности они достигали осенью, минимальной – весной. На склоне люмбрициды отмечены только весной (12 экз/м²) и летом (4 экз/м²).

Увеличение численности геофилид на лугу (до 12 экз/м²) приходится на осенний период, в другое время их плотность не превышала 6 экз/м². Численность многоножек на склоне весной и летом составила 12 и 18 экз/м² соответственно, а в осенних раскопках они отсутствовали.

Динамика численности пауков на разнотравном лугу характеризуется летним пиком (90 экз/м²) и осенним спадом (24 экз/м²). На склоне их плотность к осени возрастала с 6 до 16 экз/м².

Сезонные различия плотности у большинства жуков в раскопках выражены незначительно. Существенные флуктуации отмечены у жужелиц, стафилинид, личинок щелкунов и долгоносиков. Плотность жужелиц на лугу изменялась от 42 экз/м² (лето) до 58 экз/м² осенью. В ксерофильном сообществе высокой численности жужелицы достигали весной (30 экз/м²), а летом и осенью их численность снижалась в несколько раз (не более 7 экз/м²). Плотность Staphylinidae на лугу возрастала к осени – 90 экз/м², а весной и летом составляла 12 и 30 экз/м² соответственно. На склоне максимальной численности стафилиниды достигали весной (58 экз/м²), в другое время – не превышали 20 экз/м². Максимальная плотность личинок щелкунов на разнотравном лугу зарегистрирована в летний период (32 экз/м²), минимальная – весной (6 экз/м²). На склоне их численность ниже, а пик приходится на весну – до 20 экз/м². Плотность личинок долгоносиков на лугу изменялась от 18 и 30 экз/м² (лето, осень) до 90 экз/м² (весна). На склоне численность личинок Curculionidae варьировала незначительно от 4 до 8 экз/м².

Летом в почве ксерофильного сообщества значительно возрастало количество личинок пластинчатоусых жуков до 40 экз/м², против 8 и 12 экз/м² весной и осенью соответственно.

В весенний период максимальной численности на склоне достигали мокрицы – 68 экз/м². На разнотравном лугу летом существенно возрастало количество клопов и цикадовых – до 80 экз/м², в другое время их плотность не превышала 14 экз/м².

Исследованные сообщества существенно отличаются по трофической структуре (табл. 7).

Таблица 7
Трофическая структура населения почвообитающих беспозвоночных травянистых сообществ южной тайги (в % от средней массы)

Трофическая группа	Луг	Склон
Сапрофаги	75,4	37,2
Фитофаги	15,0	47,8
Хищники	7,3	14,5
Прочие	2,3	0,5
Всего	100	100

ной отличительной особенностью. На склоне в состав сапрофагов помимо олигохет входят мокрицы. Последние являются фитосапрофагами, и основное их значение в функционировании комплексов почвообитающих беспозвоночных заключается в первичном разрушении растительных остатков на поверхности почвы [15]. На долю хищников приходится 14.5 %.

Заключение

Таким образом, выявленные изменения в составе и структуре мезофауны исследованных травянистых сообществ определяются рядом факторов, главным из которых является гидротермический режим почвы.

Плотность и биомасса почвенных беспозвоночных травянистых сообществ изменяются в широких пределах, что вызвано, главным образом, колебаниями численности малощетинковых червей (энхитреиды и дождевые черви). Особенно сильно эти колебания проявляются в ксерофильном сообществе. Так, в летний период численность энхитреид на склоне резко снижается, а весной и осенью, когда влажность почвы приближается к показателям разнотравного луга, возрастает на порядок.

Высокая температура поверхности почвы в летний период и разреженный растительный покров склона создают экстремальные условия обитания для герпетобионтов. Поэтому, летом происходит перестройка структуры сообщества, когда существенно снижается численность и разнообразие обитателей поверхности и в то же время увеличивается количество собственно почвенных, устойчивых к низкой влажности, личинок пластинчатоусых жуков и щелкунов, что характерно для степных биоценозов.

Специфичность животного населения на склоне подтверждается не только присутствием ксерофильных видов жуков, но и увеличением доли фитофагов, что также характерно для степных сообществ.

Список литературы

1. Уфимцева К.А. Почвы южной части таежной зоны Западно-Сибирской равнины. – М.: Колос, 1974.–203 с.
2. Стриганова Б.Р., Порядина Н.М. Животное население почв бореальных лесов Западно-Сибирской равнины. – М.: Товар-во научных изданий КМК, 2005. – 234 с.
3. Стриганова Б.Р. Пространственное распределение ресурсов животного населения почв в климатических градиентах // Успехи в современной биологии. – 2009. – Т. 129, №6. – С. 538-549.
4. Порядина Н.М. Почвенные беспозвоночные мезофауны средней тайги Западной Сибири // Зоологический журнал. – 1989. – Т.68, вып. 1. – С.138-142.
5. Гиляров М.С. Учет крупных беспозвоночных (мезофауна) // Количественные методы в почвенной зоологии. – М.: Наука, 1987. – 288 с.
6. Сергеева Е.В. Население почвообитающих беспозвоночных травянистых сообществ южной тайги Западной Сибири // Материалы VI Всероссийск. науч.-практ. конф. «Тобольск научный – 2009», сост. 13-14 нояб. 2009. – Тобольск, 2009. – С. 99-102.
7. Мордкович В.Г. Степные экосистемы. – Новосибирск: Наука, 1982. – 208 с.
8. Мордкович В.Г., Корсунов В.М. Состав и почвообразующая роль мезофауны таежных почв Приенисейской части Западно-Сибирской равнины // Известия СО АН СССР. Серия биологических наук. – 1983. – №10, вып.2. – С. 91-95.
9. Гиляров М.С. Закономерности приспособления членистоногих к жизни на суше. – М.: Наука, 1970. – 276 с.

На разнотравном лугу доминировали сапрофаги (не менее 75%), основная масса которых представлена олигохетами. На долю фитофагов приходится 15%, а хищники составляли около 7%.

В ксерофильном сообществе трофическая структура характеризуется увеличением численности фитофагов – 48% и значительным сокращением сапрофагов – 37%. Такое распределение характерно для степных экосистем и является основ-



10. Стриганова Б.Р. Влияние эдафического фактора на формирование животного населения почв агроценозов // Зоологический журнал. – 2003. – Т.82, вып. 2. – С. 178-187.
11. Гурьева Е.Л. Очерк фауны жуков-щелкунов (Coleoptera, Elateridae) Центрального Казахстана // Энтомологическое обозрение. – 1965. – Т.44, вып.1. – С. 100-105.
12. Воронова Л.Д. Почвообитающие беспозвоночные безлесных участков Ильменского заповедника и хребта Таганай (Южный Урал) // Экология почвообитающих беспозвоночных. – М.: Наука, 1973. – С. 84-93.
13. Бухкало С.П., Галич Д.Е., Сергеева Е.В. Динамика беспозвоночных травянистых сообществ низовий Иртыша // Материалы X Междунар. науч-практ. эколог. конф. «Живые объекты в условиях антропогенного пресса», сост. 15-18 сент. 2008. – Белгород, 2008. – С. 36-37.
14. Бухкало С.П. Население беспозвоночных степных и лугово-степных сообществ верхней Колымы // Экология, продуктивность и генезис травяных экосистем Дальнего Востока. – 1990. – С. 138-148.
15. Стриганова Б.Р. Питание почвенных сапрофагов. – М.: Наука, 1980. – 244 с.

POPULATION DYNAMICS OF SOIL INVERTEBRATES OF GRASSY COMMUNITIES OF THE SOUTHERN TAIGA OF WESTERN SIBERIA

E.V. Sergeeva

*Tobolskaja biology station
Russian Academy of Sciences,
Osipova Str., 15, Tobolsk,
626150, Russia*

E-mail: elenatbs@rambler.ru

Comparative analysis of content, structure and dynamics of animal populations of grassy communities of the southern taiga of Western Siberia differing in location in relief and warmth maintenance was done. It is specified that the taxonomic content, structure and dynamics of soil macrofauna are defined by some factors, the main of them being hydrothermal regime of soil.

Key words: Western Siberia, southern taiga, grassy communities, animal population.

НОВЫЕ ВИДЫ ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА «ВОРОНИНСКИЙ»

А.Н. Гудина

Государственный природный заповедник «Воронинский», Россия, 393310, Тамбовская обл., р.п. Инжавино, ул. Братская, 23
E-mail: karajvor@mail.ru

Сообщается о первых находках северной бормотушки и рыси на востоке Тамбовской области.

Ключевые слова: северная бормотушка, рысь, первая регистрация, бассейн Вороны, заповедник «Воронинский».

Северная бормотушка – *Hippolais caligata* (Lichtenstein, 1823). Юго-западная граница ареала этого вида в Европейской России мало изучена и проводится в значительной мере условно [1, 2]). Статус бормотушки на Тамбовщине не выяснен [3]. В состав местной фауны она включалась в качестве чрезвычайной редкости (видимо, на основании единичного залёта) только В.Д. Херувимовым с соавт. [4]. В прилегающей Пензенской области бормотушка недавно найдена многочисленной на гнездовании в Попереченской степи, расположенной на водоразделе верховьев Хопра и Вороны [5]. Вниз по Хопру она доходит, по крайней мере, до Аркадакского района Саратовской области. [20.05.1970 г. самец добыт А. Луговым (колл. Зоомузея Зоологического ин-та РАН) в окр. с. Озёрное. 29.05.1993 г. птица, пол которой не был определён, добыта Е.В. Завьяловым (колл. Зоомузея СГУ) в окр. с. Летяжевка.] В бассейне же р. Вороны бормотушка до сих пор не регистрировалась.

15.08.2009 г. в 5 км восточнее с. Карай-Салтыково Инжавинского района нами добыта северная бормотушка, державшаяся на расположенной среди поля высохшей мочажине с тальниковыми кустами и мелкой порослью берёзы. Эта первый достоверный, подтверждённый коллекционным материалом, случай регистрации вида не только в окрестностях заповедника «Воронинский», но и на территории Тамбовской области вообще.

Описанная находка, как и обнаружение в 2003 г. небольшой локальной гнездовой популяции бормотушки на залежных землях Кантемировского района Воронежской области [6], возможно, свидетельствуют о некотором расселении вида в южном направлении.

Рысь – *Lynx lynx* (Linnaeus, 1758). Во 2-й половине февраля 2009 г. одновременно из нескольких источников, достоверность которых не вызывает сомнения, нами получена информация о добыче браконьерами в Инжавинском лесном массиве заповедника «Воронинский» (в окр. с. Балыклей) крупного экземпляра этого зверя. Перекрёстный опрос местных жителей позволил выяснить, что рысь была поймана в капкан. Браконьеры, оглушив зверя, ещё живым доставили его в Тамбов, где он был продан за крупную сумму. Дальнейшая судьба добытой рыси неизвестна.

Первые сведения о появлении рыси в пределах Тамбовской области относятся к 1970 г. [7]. Известны 4 случая добычи одиночных зверей в 1985 – 1998 гг. Все они, как и наблюдения рыси или её следов в последующие годы, связаны исключительно с Цнинским лесным массивом [7]. В 2001 г., кроме того, рысь встречена в верховьях Вороны, в Белинском районе Пензенской области [8]. Дважды отмечали рысь и в верхнем течении Хопра. Так, В.Ю. Ильин [8] приводит личное сообщение В.В. Фролова о встрече зверя в Сердобском районе Пензенской области. А в книгах «Животный мир Саратовской области» [9: 58] и «Млекопитающие севера Нижнего Поволжья» [10: 200] на основании устного сообщения А.А. Киселёва отмечается, что 18.10.1983 г. рысь наблюдалась «на территории Макаровского лесхоза Аркадакского района». (Следует уточнить только, что Макаровский лесхоз расположен в Ртищевском административном районе).



Таким образом, описанный нами случай регистрации рыси на территории заповедника «Воронинский» – первый для восточных районов Тамбовской области, как минимум, второй – для бассейна Вороны и 4-й – для бассейна Хопра.

Список литературы

1. Портенко Л.А. Птицы СССР. Ч. IV. – М. – Л.: Изд-во АН СССР, 1960. – 415 с.
2. Степанян Л.С. Конспект орнитологической фауны СССР. – М.: Наука, 1990. – 728 с.
3. Гудина А.Н. Северная бормотушка – *Hippolais caligata* (Lichtenstein, 1823) // Позвоночные Тамбовской области: кадастр. – Тамбов, 2007. – С. 179–180.
4. Херувимов В.Д., Кузнецова М.Я., Херувимова Н.И. Каталог коллекций птиц и зверей Тамбовского областного краеведческого музея. – Тамбов, 1977. – 67 с.
5. Лебяжинская И.П. Дополнения к аннотированному списку авифауны заповедника «Приволжская лесостепь» // ПОЛЕ: научно-популярный экологический вестник. – Вып. 4. – Пенза, 2001. – С. 45 – 49.
6. Венгеров П.Д. Птицы и малоиспользуемые сельскохозяйственные земли Воронежской области. – Воронеж: Изд-во ООО «Кривичи», 2005. – 152 с.
7. Соколов А.С., Лада Г.А. Рысь *Lynx lynx* (Linnaeus, 1758) // Позвоночные Тамбовской области: кадастр. – Тамбов, 2007. – С. 251.
8. Ильин В.Ю. Рысь *Lynx lynx* (Linnaeus, 1758) // Красная книга Пензенской области. Т. 2 Животные. – Пенза, 2005. – С. 184.
9. Животный мир Саратовской области. Кн. 3. Млекопитающие: Учеб. пособие / Шляхтин Г.В., Бебяченко А.В., Завьялов Е.В. и др. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2005. – 132 с.
10. Рысь обыкновенная – *Lynx lynx* Linnaeus, 1758 // Млекопитающие севера Нижнего Поволжья. Кн. 1 / Под ред. д.б.н. Е.В. Завьялова. – Саратов: Изд-во Саратов ун-та, 2009. – С. 200–202.

NEW VERTEBRATE SPECIES OF THE STATE NATURE PRESERVE «VORONINSKIY»

A.N. Gudina

State Nature Reserve «Voroninskiy»; Bratskaja, 22
Inzhavino, Tambov region,
393310, Russia
E-mail: karajvor@mail.ru

It is reported about first findings of booted warbler and lynx at the east of Tambov region.

Key words: Booted warbler, lynx, first registration, the Vorona river's basin, State Nature Preserve «Voroninskiy».

ПРОДУКЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕКОТОРЫХ МАЛЫХ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОДОЕМОВ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

И.Ю. Киреева

*Национальный
университет биоресурсов и
природопользования,
Украина, 03041, г. Киев,
ул. Героев Оборона, 15
E-mail: kireevaiu@mail.ru*

Представлены данные по основным показателям фитопланктона Западных подступных ильменей дельты реки Волги с целью определения возможности их комплексного использования для рыбоводных целей.

Ключевые слова: фитопланктон, ильмени, поликультура, интенсификация, трофность, продуктивность.

Введение

В современных экологических условиях дефицита пресной воды, особенно в аридных зонах, вопрос об ее экономии стоит особенно остро. В России для обводнения аридных территорий имеется и построено значительное количество малых водоемов многоцелевого назначения: противоэрозионных, ирригационных, для водопоя скота и орошения, технических целей, а также для рыбозаведения и получения растительной продукции (озера, малые водохранилища, ильмени, ирригационные водоемы, пруды) [1]. Такое комплексное использование малых водоемов позволяет не только экономить запасы пресной воды, но и получать дополнительную биологическую продукцию, становясь неотъемлемыми ресурсами засушливых территорий, имеющими особое значение для агропромышленного комплекса. Для выяснения роли продукционных процессов, протекающих в полифункциональных водоемах, важно знать закономерности функционирования таких экосистем. Оказалось, что для полифункциональных водоемов, какие-либо закономерности продукционных процессов выявить очень сложно [2, 3, 4], поскольку в силу особенностей континентального и засушливого климата, динамики водопоступления и характера эксплуатации, большинству таких водоемов свойственны нестабильность гидрологического, гидрохимического режимов и видового разнообразия гидробионтов. Особенность рыбохозяйственного освоения водоемов южных аридных территорий тесно связана с природными и антропогенными процессами, влияющими на качество воды и биоценозы, что, в конечном счете, отражается на их биопродукционном потенциале. В то же время биологическая продуктивность зависит от общих для любых рыбохозяйственных водоемов экологических факторов, а именно – солнечной инсоляции, зарастаемости, ветрового перемешивания. Большое влияние оказывает и интенсивность потока аллохтонного вещества, образующегося за счет постоянной смены воды.

Несмотря на важнейшее общехозяйственное и водохозяйственное значение, длительную историю создания, большую численность, малые водоемы аридной зоны до последнего времени остаются слабо изученными как по уровенному режиму, водообмену, кормовой базе, рыбопродуктивности так и в плане типизации для целей рыбоводства. Остается актуальным и выяснение роли первичной продукции в формировании кормовой базы для рыб, величины рыбопродуктивности и места полифункциональных водоемов в создании наземных агроценозов.

Объекты и методы исследований

Объекты исследования – полифункциональные водоемы (западные подступные ильмени) дельты р. Волги. Цель исследования – определение продукционных возможностей малых водоемов дельты р. Волги с целью их рыбохозяйственного использования на основании изучения основных показателей фитопланктона (биомасса, видовой состав). Определение первичной продукции и анализ проб фитопланктона проводили по общепринятым в гидробиологии методам [5].

Результаты и их обсуждение

В пресноводных аридных водоемах к продуцентам относят в основном организмы фитопланктона и создаваемая ими первичная продукция, поэтому анализ полученных данных по биомассе фитопланктона выявил широкий диапазон изменения этого показателя – от 1.31 до 24.27 г/м³, и позволил характеризовать их по степени трофности на основе классификации озер по С.П. Китаеву [6]. Выявлено, что основная масса обследованных ильменей (56%) относилась к группе мезотрофных водоемов, а к гиперэвтрофным только 14%. 30% водоемов присущ эвтрофный тип развития водорослей. При этом биомасса фитопланктона в гиперэвтрофных ильменях варьировала от 17.87 до 24.27 г/м³, при среднем показателе 21.9 г/м³, что в 2.2 раза больше, чем в мезотрофных. Максимальная биомасса фитопланктона отмечалась в ильмене Шушой, а минимальная в мезотрофном ильмене Глухом – 1.31 г/м³. Среди мезотрофных ильменей наибольшая биомасса фитопланктона – 8.34 г/м³ наблюдалась в ильмене Харнур. Доминирующими представителями фитопланктона были группы синезеленых, диатомовых, зеленых, вольвоксовых, жгутиковых и протококковых водорослей. Численно преобладали диатомеи, которые встречались в 14-ти водоемах из 22 обследованных водоемов. Синезеленые преобладали в 11-ти ильменях. Реже доминировали жгутиковые – в 5-ти водоемах, еще реже - протококковые и зеленые, превалявшие в 4-х и 2-х ильменях соответственно. И только в одном ильмене (Яров) среди массовых представителей фитопланктона выявлена группа зигнемовых водорослей. Весьма интересно, что в 19 из 21 изученных ильменей (83%) с различным уровнем трофности, доминирующей группой были диатомовые водоросли. В 9-ти ильменях (23%) у диатомовых субдоминантной группой выступали синезеленые. В 5-ти ильменях высокое развитие получали жгутиковые, в 4-х ильменях совместно с диатомовыми доминировали протококковые и зигнемовые (табл. 1).

Таблица 1

Морфо-биологическая характеристика разнотипных ильменей дельты Волги

Название	S, га	Средняя глубина, м	Вф., г/м ³	Доминирующая группа водорослей
Гипертрофные				
Шушой	300	1.2	24.27	Синезеленые, диатомовые
Малая Чада	60	0.9	23.54	Жгутиковые, диатомовые
Кара-Булак	250	1.0	17.87	Синезеленые
Эвтрофные				
Власов	120	1.0	12.01	Диатомовые, жгутиковые
Утусун	180	1.0	13.68	Диатомовые, протококковые
Долгий	120	1.0	14.54	Синезеленые, диатомовые
Большой Сарул	250	1.1	11.28	Синезеленые, диатомовые
Культкун	180	1.0	14.87	Диатомовые, зигнемовые
Большая Чада	300	1.2	13.28	Зеленые, протококковые
Малый Чапчалган	100	1.0	10.54	Синезеленые, диатомовые
Мезотрофные				
Большая Хошма	200	0.9	3.22	Диатомовые, зеленые
Табун	120	0.8	2.53	Диатомовые, зеленые
Уласты	300	1.4	2.24	Диатомовые, протококковые
Соленый	40	0.5	6.73	Жгутиковые
Юнхара	150	1.3	2.11	Диатомовые
Бурата	180	1.5	3.96	Диатомовые, синезеленые
Баркасный	270	1.3	3.69	Диатомовые, жгутиковые
Кривой	150	1.0	2.71	Диатомовые, синезеленые
Яров	100	0.6	5.90	Вольвоксовые, синезеленые
Будухта	180	1.1	5.09	Диатомовые, жгутиковые
Харнур	100	1.0	8.34	Диатомовые, протококковые
Глухой	120	1.0	1.31	Диатомовые, синезеленые

Представлялось важным определить группу фитопланктона, которая обеспечила максимальный уровень его развития в каждой из обследованных групп ильменей. При рассмотрении доминирования главных групп фитопланктона по разнотипным ильменям обнаружено, что для гипертрофных характерно превалирование синезеленых; для евтрофных – синезеленых и диатомовых, а в подавляющем большинстве мезотрофных водоемов доминировали диатомовые виды при субдоминанте других групп. При этом максимальная биомасса фитопланктона – 38.8 г/м^3 – была характерна для синезеленых водорослей гиперэвтрофного ильменя Шушой, а минимальная – 0.06 г/м^3 – для жгутиковых эвтрофного водоема Утусун.

Что касается численно доминирующих диатомовых, то их максимальная биомасса не превысила 14.1 г/м^3 (ил. Ханур), что почти в 3 раза меньше, таковой синезеленых, но в 1.9 раза выше, чем зеленых (ил. Шушой).

Оценку продуктивности опытных водоемов проводили также и на основе существующей классификации озер по типам трофности Г.Г. Винберга [7]. В результате установлено, что 30 % изученных водоемов относятся к олиготрофным, а оставшаяся часть может быть отнесена к мезо-евтрофному типу продуктивности. Полученные данные указывают на то, что в ильменях Шушай, Уласты, Власов выращивание рыбы, вероятно, потребует внесения минеральных удобрений для старта развития фитопланктона, т. к. их естественная продуктивность очень низка. В других, более продуктивных водоемах (Утусун, Глухой, Большая Чада, Культкун) потребуются меньший уровень интенсификации, и только 20 % этих водоемов (типа Чапчалган, Цасты), вероятно, не потребует проведения интенсификационных мероприятий в виду высокой естественной продуктивности.

Кроме того, полученные данные по первичной продукции обследованных ильменей сравнивались с уровнем трофности прудовых хозяйств по классификации Г.Г. Винберга и В.П. Ляхновича [8], выявлено, что первичная продукция 39% ильменей соответствуют уровню низкопродуктивных прудов, а оставшаяся часть приближается к среднепродуктивным. Прудам с высоким уровнем продуктивности не соответствует ни один из изученных водоемов, что вполне объяснимо, так как в прудах уровень развития фитопланктона напрямую связан с интенсификационными мероприятиями - количеством вносимых минеральных удобрений, а в естественных ильменях подобные мероприятия не осуществляются. Таким образом, Западные подстепные ильмени в подавляющем большинстве относятся к мезо-, эвтрофному типу водоемов. Последнее указывает на возможность увеличения их рыбопродуктивности за счет вселения растительноядных рыб. Неблагоприятная для пищевых потребностей рыб сезонная динамика валовой суточной первичной продукции фитопланктона при интенсивном способе выращивания рыбы потребует внесения минеральных удобрений. При экстенсивном способе выращивания трофика водоемов способна удовлетворить потребности рыб в кормах.

Что касается видового состава фитопланктона, то его разнообразие в этих водоемах достаточно большое и способно обеспечить пищевые потребности растительноядных рыб. Образцы воды собранные нами в период 2003-2004 гг. с 17-ти разнотипных ильменей в весенний (май) и летний (июль) периоды показали, что в количественных пробах фитопланктона определено 183 таксона, относящихся к семи типам: синезеленым – 36; жгутиковым – 11; золотистым – 5; пирифитовым – 1; желтозеленым – 2; диатомовым – 61; зеленым – 67, из них протококковых – 50, вольвоксовых – 5, десмидиевых – 8, улотриксковых – 2, зигнемовых – 2.

Представлялось важным установить сезонную динамику фитопланктона в разнотипных естественных ильменях (рис. 1). Выяснилось, что в части ильменей общая биомасса фитопланктона испытывает тенденцию к росту от весны к лету и уменьшению к осени. Однако на некоторых ильменях после весеннего пика общая биомасса фитопланктона перманентно уменьшается от весны к осени, что вероятно, связано с условиями круговорота биогенных элементов в данных водоемах. В тех водоемах, где после зимней минерализации в воду из илов выбрасываются большие концентрации биогенных элементов, после чего следует вспышка развития водорослей, наблюдается тип сезонной динамики характерный для ильменя Культкун. В ильменях, обедненных питательными для фитопланктона солями, начальные биомассы фитопланктона низ-

кие и тип сезонной динамики его общей биомассы соответствует таковому ильменей Большой Чапчалган и Малая Чада. Выяснено, что показатели максимальной биомассы фитопланктона наблюдаются весной после распаления льда и в дальнейшем, несмотря на поступление паводковых вод, они уменьшаются, оставаясь невысокими в летне-осенний период.

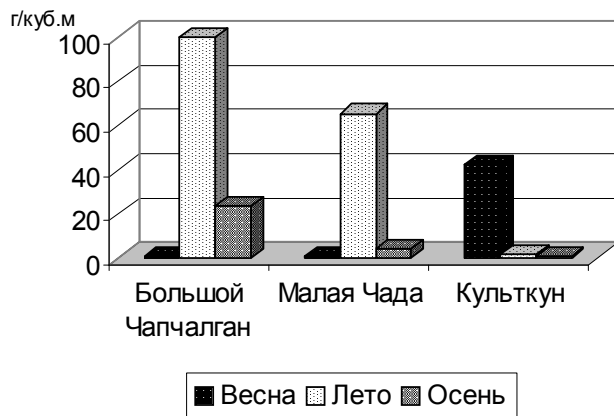


Рис. 1. Сезонная динамика общей биомассы фитопланктона в естественных ильменях дельты Волги

роприятий. Что касается видового состава фитопланктона, то его разнообразие в этих водоемах достаточно большое и способно обеспечить пищевые потребности растительноядных рыб. Данные по биомассе фитопланктона и доминирующим группам водорослей необходимо учитывать при планировании способов эксплуатации этих водоемов для рыбохозяйственных целей. В них целесообразно выращивать именно те виды рыб, спектр питания которых будет соответствовать доминирующим группам фитопланктона, а в случае их недостаточного количественного развития будет необходимо применение интенсификационных мероприятий в виде внесения минеральных удобрений. Следовательно, особенность комплексного рыбохозяйственного освоения естественных водоемов южных аридных территорий тесно связана с природными и антропогенными процессами, влияющими на качество воды и биоценозы, отражая их биопродукционный потенциал. Важным моментом является и экономия пресной воды, что особенно актуально на аридных территориях.

Список литературы

1. Рекомендации по выращиванию рыбы на рисовых чеках / Н.И. Чижов, А.И. Батенко, К.К. Чесноков, Т.В. Чеснокова, В.Ф. Демьянко, В.В. Мищенко. – Краснодар: КрасНИИрыбного хозяйства, 1970. – 27 с.
2. Калайда М.П. Первичная продукция в водоемах комплексного назначения // Рациональное использование и охрана гидробионтов в водоемах Волжско-Камского края. – Казань, 1985. – С. 90-96.
3. Козлов В.И. Освоение водоемов комплексного назначения в сельскохозяйственном рыбоводстве // Вестн. сельскохоз. науки. – 1986. – №4 (355). – С. 118-125.
4. Шерман И.М., Краснощек Г.П., Пилипенко Ю.В. Методические рекомендации по рыбохозяйственному освоению водохранилищ Крыма разного целевого назначения. – Херсон: Херсонский СХИ, 1986. – 12 с.
5. Абакумов В.А. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. – Л.: Гидрометеиздат. – 1988. – 239 с.
6. Китаев С.П. Экологические основы биопродуктивности озер различных природных зон. – М.: Наука. – 1984. – 209 с.
7. Винберг Г.Г. Первичная продукция водоемов. Минск: Изд-во АН БССР. – 1960. – 329 с.
8. Винберг Г.Г., Ляхнович В.П. Удобрение прудов. – М.: Пищев. пром-ть, 1965. – 249 с.

Заклучая следует отметить, что в некоторых ильменях характер сезонной динамики как первичной продукции фитопланктона так и динамики его общей биомассы не соответствуют пищевым потребностям рыб. На это указывает и то обстоятельство, что в этой зоне нет ильменей, которые по продуктивности соответствовали бы высококормным прудам. В большинстве случаев их можно приравнять к прудам средней продуктивности. Поэтому при интенсивном ведении рыбоводного процесса в них потребуются проведение мелиоративных ме-

**PRODUCTION CHARACTERISTICS OF SOME POLYFUNCTIONAL RESERVOIRS IN ARID AREAS****I.J. Kireeva**

*National University of Life
and Environmental Sciences
of Ukraine, Geroev Oborony
Str., 15, Kiev, 03041, Ukraine
E-mail: kireevaiu@mail.ru*

The data on key indicators of phytoplankton of Western ilmens of the Volga delta are presented in order to determine their possible use for integrated fish farming purposes.

Key words: phytoplankton, ilmens, polyculture, intensification, trophic opportunities, productivity.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ СРЕДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФОРМАЦИОННО-ЗНАЧИМЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВИДА-БИОИНДИКАТОРА (НА ПРИМЕРЕ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ АЛЕКСЕЕВСКОГО РАЙОНА БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ)

И.В. Батлуцкая
Е.Н. Хорольская
Е.А. Болховитина
О.А. Маканина

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

E-mail: bat@bsu.edu.ru

Применение биоиндикации для оценки состояния среды возможно при наличии адаптированной к региону системы, включающей одновременное использование нескольких информационно-значимых показателей вида биоиндикатора, обитающего в анализируемых биотопах. Материалом для данной работы послужило более 1400 половозрелых особей клопа-солдатика (*Pyrhocoris apterus* L.) из 3 природных популяций. Авторами было проведено биоиндикационное исследование состояния биоты в Алексеевском районе Белгородской области России, с использованием показателей изменчивости отдельных элементов меланизированного рисунка покрова клопа-солдатика с учетом их флуктуирующей асимметрии, анализа половой структуры исследуемых популяций, а также анатомо-морфологических особенностей переднеспинки клопа-солдатика.

Ключевые слова: биоиндикация, клоп-солдатик, меланизированный рисунок, изменчивость, наземные экосистемы.

Введение

Сложность использования биоиндикации для оценки состояния среды и биотических комплексов объясняется затруднениями в оценке экологической значимости многих гомеостатических реакций на клеточном, тканевом, популяционном уровнях на фоне природных изменений антропогенного климатического и сезонного характера.

Применение биоиндикации для оценки состояния среды возможно при наличии адаптированной к региону системы, включающей одновременное использование нескольких информационно-значимых показателей вида биоиндикатора, обитающего в анализируемых биотопах. Преимущества такого подхода усиливаются на фоне отсутствия единой системы нормирования экологических показателей для всех стран и регионов. В качестве биоиндикаторов все чаще предлагают использовать животных. Целесообразность их применения в качестве биоиндикаторов связана с тем, что они взаимодействуют со средой гораздо плотнее, чем человек. Экспериментально показано, что биологические виды более чувствительны к изменениям в среде, чем приборы аналитических исследований. ПДК не учитывают эффектов кумуляции и транслокации, тем не менее, незначительные постоянные дозы трудноразложимых загрязнителей ведут к накоплению последних в природной среде в концентрациях, опасных для биологического сообщества [1, 2].

Насекомые представляют собой один из самых удобных объектов биоиндикации. Их популяции многочисленны, смена поколений происходит быстро, метаболизм характеризуется высоким темпом протекания. Извлеченные из естественных мест обитания, насекомые демонстрируют специфические, часто уникальные ответные реакции на весь спектр химических, физических, климатических факторов, характерных для данной экосистемы. Это обстоятельство позволяет использовать насекомых в качестве биоиндикаторов состояния среды [3, 4].

Далеко не каждый вид насекомых может быть использован в качестве биоиндикатора. Помимо чувствительности к определенным дозам воздействия, вид-индикатор должен отличаться распространенностью, относительно низкой подвижностью и, в этой связи, трофической связью с анализируемым биотопом достаточно большой продолжительностью жизни [2, 5]. Корректность подхода к выбору объектов, напрямую связана с определением явлений и признаков, используемых при биоиндикации. Изучение изменчивости меланизированного рисунка покрова клопа-солдатика, по мнению авторов, формирует необходимую определяющую триаду в

биоиндикации: виды, явления, признак. В большинстве случаев меланизированный рисунок сформирован из отдельных, легко диагностируемых элементов. Изучение их изменчивости в различных экосистемах позволяет выделить те, которые возможно применять в качестве маркеров определенных экологических состояний [3].

Цель исследования – проведение мониторинга наземных экосистем Алексеевского района Белгородской области. Задачи выполнения данного исследования включали использование следующих биоиндикационных показателей: изменчивость отдельных элементов меланизированного рисунка покрова клопа-солдатика с учетом их флуктуирующей асимметрии; анализ половой структуры исследуемых популяций; анатомо-морфологические особенности внутреннего строения кутикулы переднеспинки *Pyrhocoris apterus* L. из различных наземных экосистем.

Материал и методика

Материалом для данной работы послужило более 1400 половозрелых особей клопа-солдатика из 3 природных популяций Алексеевского района Белгородской области РФ. Авторами использован общепринятый комплекс методов полевого наблюдения и камеральной обработки собранного материала. При фенотипическом описании вариаций элементов меланизированного рисунка покрова клопа-солдатика использовали ранее составленные каталоги [3, 6]; для изучения анатомо-морфологических особенностей использовали авторскую адаптированную методику приготовления постоянных препаратов, применительно к насекомым [7].

Результаты и их обсуждение

Из популяции КС-1 всего сделано 3 выборки: летняя, осенняя и весенняя (перезимовавшая). Анализ половой структуры, фенотипического разнообразия и асимметрии вариаций элементов меланизированного рисунка покрова клопа-солдатика позволил проследить следующие изменения. В половой структуре исследованной популяции во второй выборке по сравнению с первой наблюдается увеличение доли самок (рис. 1).

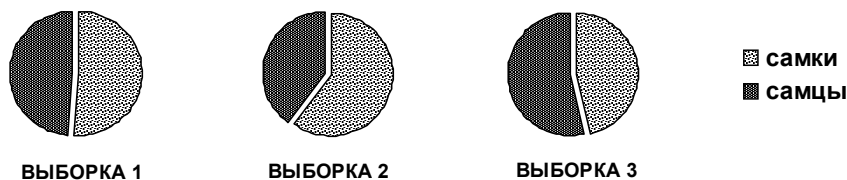


Рис. 1. Динамика половой структуры в популяции КС-1

Наблюдаемая динамика соотношения самок и самцов свидетельствует о популяционной стратегии, направленной на активное размножение. Анализ фенотипического разнообразия и учет асимметрии обнаруженных вариаций элементов меланизированного рисунка покрова указывает на неблагоприятную обстановку анализируемой экосистемы. Малая частота встречаемости особей с вариацией П1 (1 выборка – $6.1 \pm 4.2\%$; 2 выборка – $19.4 \pm 3.8\%$; 3 выборка – $5.0 \pm 2.0\%$), увеличение количества асимметричных элементов и их сочетаний (1 выборка – А, В, А-В, В-D и П-В-D; 2 выборка – А, В, D, А-D, В-D, П-А-В и А-В-D; 3 выборка – А, В, D, А-В, А-D, В-D и А-В-D.), при сходном общем проценте особей с асимметрией вариаций (1 выборка – $81.8 \pm 6.7\%$; 2 выборка – $81.5 \pm 3.7\%$; 3 выборка – $60.3 \pm 6.7\%$) свидетельствуют о том, что экологические условия функционирования исследуемой популяционной системы неблагоприятные. Сравнивая показатели средней частоты асимметричного проявления вариаций элементов меланизированного рисунка покрова, можно оценить условия обитания популяции КС-1 как неблагоприятные. По шкале оценки уровня антропогенного воздействия на экосистемы, разработанной Е.Н. Хорольской [8] анализируемой экосистеме следует присвоить 5 баллов, что соответствует критическому уровню условий существования популяции КС-1. Однако, учитывая адаптационные процессы насекомых исследуемой популяции, важно отметить успешное приспособление к условиям

существования и выделить популяционную стратегию, направленную в анализируемый период времени на размножение и дальнейшее развитие. Анализ половой структуры третьей перезимовавшей выборки дает возможность говорить о том, что популяция благоприятно перенесла зимний период. Преимущество самцов подтверждает сложившуюся стратегию популяции для сохранения генофонда. Условия зимней спячки перенесены удовлетворительно, о чем свидетельствует сохранение соотношения полов поздней осенью и ранней весной. Массовой гибели насекомых не выявлено.

Характеристика фенотипического разнообразия меланизированных элементов покрова клопа-солдатика показала высокую вариабельность элементов П (24 вариации), А (28 вариаций), В (48 вариаций) и D (13 вариаций). Проявление широкой изменчивости элементов меланизированного рисунка клопа-солдатика позволяет положительно охарактеризовать условия существования насекомых. Изучение асимметрии у половозрелых особей показывает большое количество самок, имеющих билатерально симметричный меланизированный рисунок покрова. Это свидетельствует о стабильности условий.

Анализируемый материал популяции КС-2 представлен 4 выборками. Динамика полового соотношения особей представлена на рис. 2.

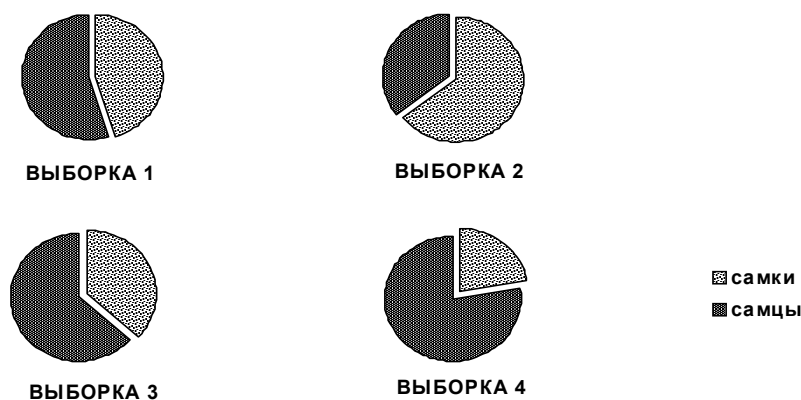


Рис. 2. Динамика половой структуры в популяции КС-2

В данном случае можно предположить, что окружающие условия благоприятно действовали на существование и развитие анализируемой популяции. В третьей выборке наблюдается явное преимущество самцов, что указывает на изменение адаптационной стратегии популяции и подготовке к перенесению неблагоприятных условий (зимовке). Анализ фенотипического разнообразия элементов меланизированного рисунка покрова и их асимметрии позволяют охарактеризовать экологические условия обитания популяции КС-2 как неблагоприятные. Об этом свидетельствует низкая частота встречаемости вариации П1 (1 выборка – $9.9 \pm 2.0\%$; 2 выборка – $15.8 \pm 3.2\%$; 3 выборка – $13.5 \pm 2.7\%$; 4 выборка – $3.9 \pm 1.5\%$), меланизированного рисунка покрова; большое разнообразие вариантов асимметричных элементов и их сочетаний; общее количество особей, имеющих асимметрию в меланизированном рисунке (1 выборка – $77.6 \pm 2.7\%$; 2 выборка – $74.4 \pm 3.8\%$; 3 выборка – $78.5 \pm 3.2\%$; 4 выборка – $62.6 \pm 3.9\%$). Сравнение средней частоты асимметричного проявления вариаций элементов меланизированного рисунка покрова клопа-солдатика (1 выборка – 0.27; 2 выборка – 0.16; 3 выборка – 0.30; 4 выборка – 0.20) позволило подтвердить справедливость ранее высказанного предположения о неблагоприятной экологической обстановке места обитания популяции КС-2. По шкале оценки антропогенного воздействия [8] условия существования природной популяции можно охарактеризовать, как подвергающиеся сильному антропогенному воздействию, а в определенные временные промежутки – критическому.

Анализ полового соотношения весенней выборки показал численное превосходство самцов. Это свидетельствует о том, что популяция насекомых хорошо перезимовала. Повышенное количество самцов демонстрирует способность природной популяции

к лабильным изменениям в случае периодически повторяющихся сезонных ухудшений условий окружающей среды. В этих случаях адаптационная стратегия популяции направлена на сохранение генофонда. Поэтому целесообразно сохранение самцов, имеющих ту же часть генофонда, что и самки, но требующих меньших питательных ресурсов. Проведенные ранее исследования по взаимосвязи меланизированных элементов и внутреннему строению клопов [1] позволяют говорить о существовании топографического соответствия элемента В меланизированного рисунка покрова и расположенных под ним половых желез и жирового тела. Проявление широкого диапазона изменчивости элементов у насекомых популяции КС-2 можно объяснить адаптацией клопов к изменяющимся условиям.

Из популяции КС-3 сделано 2 выборки. Анализ полового соотношения осенней выборки показывает незначительное превосходство самок (рис. 3).



Рис. 3. Динамика половой структуры в популяции КС-3

Данное явление свидетельствует о нарушении стабильности существования анализируемых насекомых.

Частота встречаемости вариации П1 (1 выборка – $13.2 \pm 1.9\%$; 2 выборка – $4.2 \pm 1.7\%$) так же, как и в предыдущих популяциях, невысока. Однако высокий процент особей с асимметрией в меланизированном рисунке (1 выборка – $82.2 \pm 2.1\%$; 2 выборка – $73.4 \pm 3.7\%$) и характеризует условия обитания насекомых как неблагоприятные. Средняя частота асимметричного проявления вариаций элементов меланизированного рисунка покрова клопа-солдатика: 1 выборка – 0.33; 2 выборка – 0.28. Большая фенотипическая изменчивость элементов меланизированного рисунка покрова клопа-солдатика, большое разнообразие асимметричных элементов и их сочетаний также свидетельствуют о нестабильности существования анализируемой популяции.

Анализ полового соотношения насекомых весенней выборки показывает незначительное превышение самок. Это свидетельствует о подготовке популяции к размножению, сохранению соотношения полов и благоприятном существовании. Обнаружены широкие вариационные ряды изменчивости элементов П (31 вариация), А (29 вариаций), В (48 вариаций), С (2 вариации) и D (14 вариаций) меланизированного рисунка покрова клопа-солдатика, которые свидетельствуют о том, что популяция насекомых приспосабливается к изменяющимся условиям обитания. Так же, об этом свидетельствует большое количество насекомых с асимметрией в билатеральном меланизированном рисунке покрова.

В результате исследования анатомо-морфологических особенностей кутикулы переднеспинки клопа-солдатика было показано, что она имеет характерное строение и состоит из 2 основных слоев: эпикутикулы и прокутикулы. Самый наружный слой – эпикутикула: полупрозрачная, тонкая, ее толщина варьирует от 0,75 до 2 мкм; слабо заметна на препаратах. На препаратах отчетливо видно разделение прокутикулы на экзо- и эндокутикулу (рис. 4).

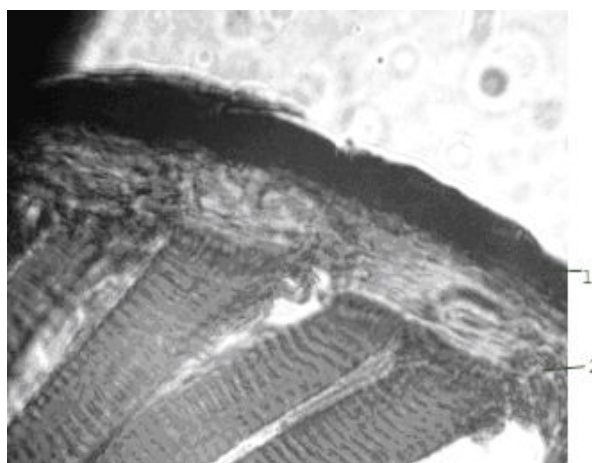


Рис. 4. Кутикула переднеспинки клопа-солдатика, поперечный срез:
1 – экзокутикула, 2 – эндокутикула

В экзокутикуле видно залегание гранул меланина в наиболее склеротизированных участках, толщина ее составляет 1.83–2.89 мкм. Эндокутикула по толщине



больше экзокутикулы $20.83 \pm 0.83 - 33.75 \pm 1.25$ мкм, процессы пигментации не выражены, непосредственно прилегает к гиподерме. Ламеллы имеют волокнистое строение, направления волокон перекрещиваются.

Данные по толщине экзо- и эндокутикулы переднеспинки клопа-солдатика представлены в таблице.

Таблица

Толщина основных слоев прокутикулы (мкм)

№ п/п	Алексеевский р-он, Лиман КС-1		Алексеевский р-он, Лиман КС-2		г. Алексеевка, дет сад №1 КС-3	
	экзокутикула	эндокутикула	экзокутикула	эндокутикула	экзокутикула	эндокутикула
1	2.00 ± 0.03	13.75 ± 1.25	2.03 ± 0.07	13.75 ± 1.25	2.14 ± 0.12	10.82 ± 0.76
2	1.94 ± 0.06	11.00 ± 0.67	2.33 ± 0.08	14.72 ± 0.50	2.32 ± 0.09	10.36 ± 0.58
3	1.97 ± 0.03	13.33 ± 0.72	2.10 ± 0.10	15.50 ± 0.93	2.06 ± 0.16	9.94 ± 0.45
4	1.93 ± 0.04	11.96 ± 0.66	2.10 ± 0.10	16.75 ± 0.50	2.06 ± 0.29	9.81 ± 0.12
5	2.20 ± 0.06	12.86 ± 0.64	2.12 ± 0.12	16.87 ± 0.62	2.05 ± 0.14	9.90 ± 0.64
6	2.00 ± 0.08	12.50 ± 0.72	2.31 ± 0.09	13.37 ± 0.39	1.94 ± 0.04	9.84 ± 0.14
7	1.92 ± 0.11	13.00 ± 1.17	2.00 ± 0.05	14.50 ± 0.93	1.92 ± 0.08	9.00 ± 0.42
8	2.03 ± 0.07	13.59 ± 1.02	2.08 ± 0.08	16.83 ± 0.60	2.08 ± 0.08	10.12 ± 0.16
9	1.95 ± 0.09	11.11 ± 0.84	2.28 ± 0.09	13.75 ± 0.47	1.94 ± 0.04	10.32 ± 0.20
10	2.12 ± 0.06	13.12 ± 0.62	2.20 ± 0.12	15.0 ± 0.79	1.95 ± 0.05	10.95 ± 0.83

Толщина экзокутикулы переднеспинки клопа-солдатика популяций КС-1, КС-2 и КС-3 варьирует незначительно от 1.92 ± 0.08 до 2.33 ± 0.08 мкм. Анализ мест обитания этих популяций показал различие условий существования по антропогенному действию. Толщина эндокутикулы переднеспинки клопа-солдатика из популяций КС-1 и КС-2 варьирует от 11.00 ± 0.67 до 16.87 ± 0.62 мкм, что сравнительно отличается в популяции КС-3, где значения несколько меньше – $9.81 \pm 0.12 - 10.95 \pm 0.83$ мкм. Данные, представленные в таблице 1, свидетельствуют о том, что эндокутикула толще экзокутикулы, толщина эндокутикулы в популяции КС-3 меньше, чем в КС-1, КС-2, где наблюдается слабое антропогенное воздействие.

На основе изучения полового соотношения фенотипического разнообразия меланизированного рисунка покрова и внутрииндивидуальной изменчивости клопов-солдатиков, представляется возможным отметить следующее:

1. Показатели половой структуры, фенотипического разнообразия, асимметричного проявления вариаций элементов меланизированного рисунка покрова клопа-солдатика позволяют оценить условия существования популяций КС-1, КС-2 и КС-3, как неблагоприятные.

2. Стрессовые условия зимовки популяции КС-1, КС-2 и КС-3 перенесли удовлетворительно.

3. Изучено морфологическое строение кутикулы переднеспинки клопа-солдатика, наблюдается различие в толщине экзо- и эндокутикулы у особей изучаемых популяций.

Исследование выполнено в рамках гос. контракта № П2028 и финансовой поддержке ОАО «ЭФКО».

Список литературы

1. Булгаков Н.Г. Индикация состояния природных экосистем и нормирование факторов окружающей среды: обзор существующих подходов // Успехи современной биологии. – 2002. – Т. 122, №2. – С. 115-135.
2. Кривошук Д.А. Почвенная фауна биоиндикаторов радиоактивных загрязнителей / Радиоэкология почвенных животных. – М.: Наука, 1985. – С. 5-52.
3. Батлукская И.В. Изменчивость меланизированного рисунка насекомых в условиях антропогенного воздействия. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2003. – 168 с.
4. Стадницкий Г.В. Растительные наземные насекомые и загрязнение среды // Биологические методы оценки природной среды. – М.: Наука, 1978. – С. 58-77.
5. Козлов М.В. Ответные реакции популяций насекомых на антропогенные воздействия. – Красноярск, 1987, – 25 с.

6. Хорольская Е.Н. Гунченко О.А., Батлуцкая И.В., Глотов В.А. Определение уровня антропогенного воздействия по асимметрии рисунка *Pyrrhocoris apterus* L. // Аграрная наука. – 2006. – №12. – С. 24 - 26.

7. Батлуцкая И.В., Болховитина Е.А. Молекулярные комплексы кутикулы в анатомо-морфологическом подходе к энтомобиоиндикации наземных экосистем // Сборник учеб.-метод. материалов всерос. шк.-семинара для студ., аспирантов и молодых ученых «Нанобиотехнологии: проблемы и перспективы», сост. 14-17 окт. 2009. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2009 – С. 84-91.

8. Хорольская Е.Н. Батлуцкая И.В., Глотов В.А. Спектр изменчивости меланизированного рисунка переднеспинки клопа-солдатика // Научные ведомости БелГУ. – 2006. – №3(23). Вып. 4. – С. 186-189.

ENVIRONMENTAL ASSESMENT WITH USING OF INFORMATIVE-SIGNIFICANT PARAMETERS OF A SPECIES-BIOINDICATOR (WITH TERRANEIOUS ECOSYSTEMS IN ALEKSEEVSKY DISTRICT OF BELGOROD REGION AS AN EXAMPLE)

I.V. Batlutskaya
E.N. Horolskaya
E.A. Bolkhovitina
O.A. Makanina

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

E-mail: bat@bsu.edu.ru

The application of bioindication for an estimation of a condition of environment is possible if there exists a system adapted to the region and including simultaneous use of several informative-significant parameters of a species-bioindicator living in analyzed biotopes. More than 1400 sexually mature samples of red soldier bug (*Pyrrhocoris apterus* L.) from 3 natural populations served as a material for the work. The authors carried out bioindicator research of a condition of biota in Alekseevsky District of Belgorod Area of Russia with use of parameters of variability of separate elements of melanin figure of a red soldier bug covers in view of their fluctuating asymmetry, analysis of sexual structure of researched populations, and also anatomic-morphological features of red soldier bugs pronotum.

Key words: bioindication, red soldier bug, melanin figure, variability, terrestrial ecosystems.

ОЦЕНКА РЕКРЕАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗНАЧИМОСТИ ОВРАЖНО-БАЛОЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ КАК ОПОРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАРКАСА БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ¹

Е.А. Стаценко
А.Г. Корнилов
А.В. Присный
В.К. Тохтарь
А.Ф. Колчанов

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

E-mail: statsenko@bsu.edu.ru

Для овражно-балочно долинного комплекса реки Дубенка приводится оценка рекреационной нагрузки и биологической ценности ландшафтов, в рамках концепции экологического каркаса.

Ключевые слова: антропогенная нагрузка, биоценоз, овражно-балочный комплекс, опорные элементы экологического каркаса.

Одним из основных направлений при организации рационального природопользования и охраны окружающей среды общепризнанно является разработка и организация экологического каркаса региона, где основными элементами традиционно являются особо охраняемые природные территории (ООПТ). В Белгородской области существующая сеть ООПТ составляет лишь 0.08% от общей площади [1], при этом она представлена разрозненными, локальными, точечными элементами, которые играют не основную, а вспомогательную роль. Реальное наполнение элементами экологического каркаса определяется зональными и провинциальными условиями, а также спецификой антропогенного воздействия на среду в данном регионе [2].

Следует отметить, что антропогенная нагрузка района исследования представлена преимущественно экстенсивной сельскохозяйственной деятельностью (63% сельскохозяйственных земель, в том числе 42% пашни и 21% пастбищных и сенокосных угодий). Кроме того, существует определенная рекреационная нагрузка, расчет которой выполнен по количеству рекреантов в год на единицу площади, исходя из показателей людности населенных пунктов (выделено 30 сельских поселений, в том числе довольно крупных Монаково – 1089 чел., Орлик – 777 чел., а также ряд мелких хуторов с населением не более 30 человек: Малахово, Новая Деревня, Сумароково); радиусов общественного природопользования (радиус активного воздействия для сельских поселений Белгородской области составляет 6,5 км, это зона предпочтительной доступности); дифференциальной оценки привлекательности типов местности [3]. Соответствующая карта (Рис. 1) наглядно иллюстрирует неравномерность рекреационной нагрузки на территорию исследования. Наименьшие потоки рекреантов отмечены в центральной части долины реки Дубенка, к этой территории приурочены крупные балки (Пожарище, Головище, Шпиль). Максимальный уровень рекреационной нагрузки (более 150 чел.-выходов/год/кв.км) можно отметить севернее с. Приосколье, и западнее с. Николаевка. В целом, поток рекреантов на долину реки характеризуется как умеренный.

Умеренная сельскохозяйственная и рекреационная нагрузка позволяет предположить относительное экологическое благополучие для ряда антропофункциональных зон и особый интерес для наших исследований представляют территории слабо используемые и мало доступные для хозяйственной деятельности человека (овражно-балочные формы, заболоченные участки и т.д.).

Для оценки овражно-балочных форм, как опорных элементов экологического каркаса исследована долина реки Дубенка, как сложный овражно-балочно-долинный

¹ Работа выполнена при поддержке госконтракта № П822 Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы.

комплекс. Данный участок располагается на территории трех районов области (Губкинского, Старооскольского и Чернянского). Фитоценозы склоновых участков представлены как лесными, так и луговыми сообществами. Фрагмент соответствующей базы данных представлен в табл. 1.

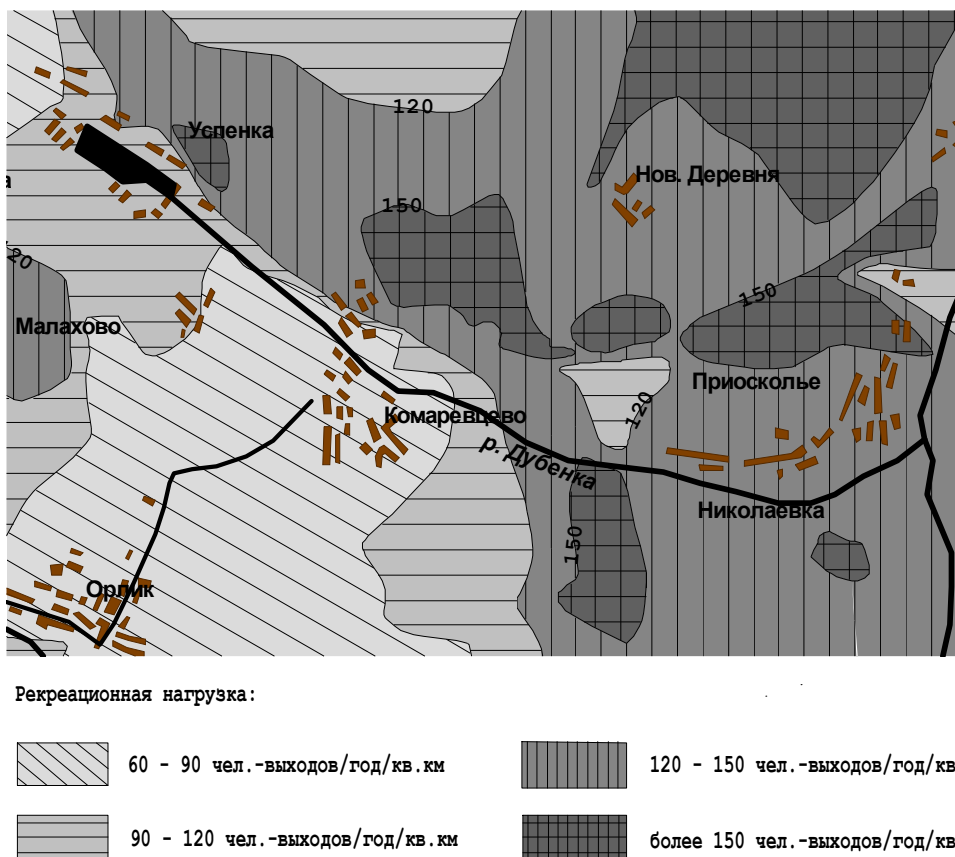


Рис. 1. Фрагмент карты «Распределение рекреационной нагрузки на территорию долины р. Дубенка»

Таблица 1

Фрагмент таблицы «Ключевые участки исследования долины р. Дубенка»

Обследованные объекты	Участки, характеризующие изученный экотоп и приуроченность флорокомплексов	Флороценоотипы, характеризующие состав изученных флорокомплексов
1. Белгородская обл., Старооскольский р-н, пойма р. Дубенка, (участок № 1)	1. Пастбищно-сенокосные 2. Овражно-балочные 3. Склоновые участки 4. Грунтовые дороги	1. Неморально-лесной 2. Луговой 3. Болотный 4. Гидрофильный 5. Степной 6. Синантропный
2. Белгородская обл., Старооскольский р-н, пойма р. Дубенка (участок № 2)	1. Прибрежно-водные 2. Придорожные	1. Неморальнолесной 2. Луговой 3. Болотный 4. Гидрофильный 5. Синантропный
3. Белгородская обл., Старооскольский р-н, с. Завалищено	1. Мергелево-меловые склоны 2. Овражно-балочные 3. Придорожные	1. Степной 2. Синантропный 3. Луговой

Анализ изученных флорокомплексов показал, что: по общему габитусу и продолжительности жизненного цикла наибольшее количество видов – 137 (55.7% от общего количества видов), приходится на травянистые поликарпики, что свидетельству-

ет о преимущественно степном характере флоры. Вместе с тем на древесные и кустарниковые виды приходится почти 15.7% (табл.2) видов исследованной флоры. Однолетники составляют 26.4%, что отчасти объясняется наличием во флоре адвентивных и синантропных видов и характеризует ее как умеренно антропогенно трансформированную флору.

Таблица 2

Фрагмент таблицы «Характеристика лесных массивов долины р. Дубенка»

Участок обследования	Формула древостоя (травянистый покров)	Тип леса	Бонитет
Урочище Дубенка а) крутой склон	4Б2ДНВ2Яз1ИЛ1Б+ЛП+ТБ	Дубрава ветренициевая	4
б) днище оврага	10Д+Яб+Гр+ИЛ+ЛП (осока, злаки, звездчатка жестколистная)	Дубняк байрачный кустарниковый	3-4
Пойменные леса вдоль р. Дубенка	10Ос+В (ежевика, подмаренник, кирказон обыкновенный, крапива двудомная)	Осокорник ветляник (пойменный)	4

Наименование и символы древесных пород: Д – дуб; Днв – дуб нагорный в/с; Я – ясень; Ил – ильм; В – вяз обыкновенный; Ос – осина; Лп – липа; Тб – тополь белый; Яб – яблоня; Гр – груша

Изучение флоркомплексов модельных территорий свидетельствует о том, что здесь формируют свои популяции ряд ценных в фитосооологическом отношении видов: *Asarum europaeum* L. (копытень европейский), *Scilla sibirica* Haw. (пролеска сибирская), *Stipa capillata* L. (ковыль волосатик), *Stipa lessingiana* Trin. et Rupr (ковыль Лессинга). Кроме того, здесь отмечены виды, которые в скором времени могут существенно сократить свой ареал и поэтому, на наш взгляд, также нуждаются в проведении мер по их охране. Это *Steris viscaria* (L.) Raf. (смолка обыкновенная), *Linum perenne* L. (лен многолетний), *Jurinea arachnoidea* Bunge (наголоватка паутинистая) и ряд других видов часто приуроченных к меловым, лесным и степным местообитаниям. Наибольшим видовым разнообразием, включая виды ценные с точки зрения их охраны, на исследуемой территории являются меловые обнажения, степные участки, леса и лесопосадки (Рис. 2).



Рис. 2. Распределение видов по фитоценозам. Основные пункты и маршруты проведения количественных оценок флоры и фауны

Оценка степени антропогенного воздействия на флору, формирующуюся в этих условиях, свидетельствует об умеренном характере антропогенного влияния на этих территориях. Соотношение различных фракций во флоре по отношению вида к ан-

тропогенному воздействию выглядит следующим образом: случайные апофиты – 34.2%, гемиапофиты – 31.8%, зуапофиты – 25.3%, адвентивные виды – 8.7%. Подтверждает эту точку зрения большое количество апофитов случайных, которые предпочитают произрастать в ненарушенных антропогенным воздействием природных условиях. Анализ родовых спектров свидетельствует о том, что он является значительно более чувствительным показателем флоры нежели спектр главных семейств. Спектр родов различных флор существенно отличается от спектра региональной флоры.

Изучение спектра родов показывает, что ведущими по количеству видов родами изучаемой флоры являются *Centaurea* (василек), *Potentilla* (лапчатка), *Artemisia* (полынь), *Trifolium* (клевер), *Plantago* (подорожник), *Euphorbia* (молочай), *Veronica* (вероника). Многие из них изменяют свои позиции в спектре флоры по сравнению с региональной, что отражает локальный характер формирования флоры, а также свидетельствует о наличии умеренного антропогенного воздействия на изучаемой территории.

Таким образом, характерными чертами исследованной флоры является наличие как стабильной, так и непостоянной фракций флоры, некоторая упрощенность таксономической структуры и ее различия между аборигенной и адвентивной фракциями.

Экспедиционными исследованиями установлено, что овражно-балочно-долинный комплекс реки Дубенка представлен следующими типами сообществ: агрофитоценозы – 42% (1927.6 га), сообщества меловых обнажений – 21% (958.5 га), луговые сообщества – 13% (598.6 га), степные сообщества – 8% (383.3 га), лесные массивы – 16%, в том числе балочные леса – 2% (68.3 га). Типичные степные участки сохранились на крутых склонах балок, берегов рек, которые недоступны для распашки и выпаса. Этот тип растительности представлен здесь формациями луговых (северных), типичных (настоящих), кустарниковых и тимьянниковых вариантов степей.

Важным в оценке экологической значимости территории является зоологическая оценка разнообразия изучаемых ландшафтов. Зооценозы составляя неотъемлемую часть локальных биогеоценозов зачастую оказываются более уязвимыми, чем фитоценозы, поскольку чувствительнее реагируют на сокращение жизненного пространства и переход через нижние пороги численности, составляющих их видовых популяций. Предшествующие исследования показывают, что данный район в целом насыщен экстразональными и реликтовыми группировками животных, составляющих основу списка редких и исчезающих видов Белгородской области. Фауна позвоночных здесь, предположительно, насчитывает не менее 200 видов, а беспозвоночных – более 4000 видов. Высокий уровень фаунистического разнообразия исследуемой территории связан с ее насыщенностью малотрансформированными биотопами.

Изучение лесных и луговых ландшафтов показали, что данные территории используются в качестве сенокосных угодий, пастбищ (луга) и в рекреационных целях (леса, балки и речные долины). Характеристика зоотопа составлена на основе учетов, проведенных в лиственных лесах, опушках и прилежащих участках лугов и кустарниковых залежей: дубрава и ольшаник южнее с. Приосколье, лес у дер. Малахово склоны левого берега р. Дубенка севернее дер. Комаревцево, сосновый бор у с. Волоконовка. На исследуемой территории выявлено 23 вида млекопитающих, 84 вида птиц, 7 видов рептилий, до 20 видов брюхоногих моллюсков, около 1500 видов насекомых и др.

Обследованные леса имеют порослевое происхождение или включают дополнительно искусственные посадки. В большинстве случаев они имеют типичную ярусную структуру (с развитым подлеском и травяным ярусом). Здесь присутствует ряд собственно лесных экологических и систематических групп беспозвоночных и позвоночных животных. При этом видовой состав животных характеризуется высоким уровнем разнообразия и, по мере приближения к долине р. Оскол, увеличением степени сохранности. По ряду таксонов разнообразие наземных животных приближается к разнообразию на заповедном участке «Ямская степь».

Кроме того, русла с прудами и заболоченные берега р. Дубенка, заросшие ольшаники у устья р. Дубенка представляют постоянные места гнездования для таких водно-болотных птиц как чомга (*Podiceps cristatus*), кряква (*Anas platyrhynchos*), чирок-трескунок (*Anas querquedula*), красноголовый нырок (*Aythya ferina*), пеганка (*Tadorna tadorna*), широконоска (*Anas clypeata*), большая поганка (*Podiceps cristatus*),



лысуха (*Fulica atra*), чибис (*Vanellus vanellus*), лебедь-шипун (*Cygnus olor*), большая выпь (*Botaurus stellaris*), серая цапля (*Ardea cinerea*) и некоторых других.

Рассматриваемая территория охватывает разные типы угодий, которые характеризуются не только различной насыщенностью зоокомплексов, но также разной представленностью видов, подлежащих охране. Выявлены и, возможно, представлены 247 редких, исчезающих и сокращающихся в численности видов животных, включенные в основной и дополнительный списки Красных книг Российской Федерации и Белгородской области [4].

Можно предположить, что отсутствие сильного антропогенного пресса позволяет сохранять высокое разнообразие флоры и фауны, в первую очередь в недоступных для хозяйственной деятельности и неприглядных для рекреационного использования оврагах и балках.

Значительная доля сохранившихся природных или приближенных к природным фитоценозов (46% площади) и высокая степень наполненности их типичными и редкими видами животных, говорит о высокой значимости изученных овражно-балочных комплексов в качестве опорных элементов регионального экологического каркаса даже в условиях традиционного хозяйственного использования этих земель.

Список литературы

1. Природные ресурсы и окружающая природная среда Белгородской области / П.А. Авраменко, П.Г. Акулов, Ю.Г. Атанов и др.; под. Ред. С.В. Лукина. – Белгород, 2007. – 556 с.
2. Стаценко, Е.А. Выявление и диагностирование опорных элементов экологического каркаса на примере Красногвардейского района Белгородской области / Е.А. Стаценко, Ю.С. Жеребненко // Регіон – 2009: суспільно-географічні аспекти. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих науковців. – Харьков, 2009. – С. 79-82.
3. Лопина, Е.М. Методика построения районных карт рекреационной нагрузки / Е.М. Лопина, А.Г. Корнилов // Материалы Второго Международного научно-практического семинара «Туризм и рекреация: методические подходы и практические решения». – Астрахань: Изд. дом «Астраханский университет», 2009. – С. 95-98
4. Красная книга Белгородской области: Редкие и исчезающие растения, грибы, лишайники и животные. Официальное издание / Общ. науч. ред. А.В. Присный. – Белгород, 2005. – 532 с.

ASSESSMENT OF RECREATIONAL LOAD AND BIOLOGICAL SIGNIFICANCE OF GULLIES AND RAVINES COMPLEXES AS SUPPORTING ELEMENTS OF THE ECOLOGICAL CARCASS OF BELGOROD REGION

E.A. Statsenko
A.G. Kornilov
A.V. Prisky
V.K. Tokhtar
A.F. Kolchanov

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

E-mail: statsenko@bsu.edu.ru

For the gullies and ravines of the complex of the Dubenka river valley recreation pressure and biological value of landscapes are assessed within the concept of ecological structure.

Key words: anthropogenic load, biocenosis, gullies and ravines complex, supporting elements of ecological structure.

БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ И ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ ЛЕЙКОЦИТОВ ЗДОРОВЫХ МУЖЧИН

В.Н. Тукин¹
М.З. Федорова¹
Г.Н. Ключкова²

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

E-mail: fedorova@bsu.edu.ru

² Государственное учреждение здравоохранения «Областная клиническая больница Святителя Иоасафа», г. Белгород

Возрастные изменения биохимических показателей плазмы и геометрических параметров лейкоцитов крови здоровых взрослых мужчин проявляются в виде тенденции. Отсутствие статистических взаимосвязей между изученными показателями свидетельствует о благоприятных условиях функционирования системы крови в возрастном периоде от 20 до 60 лет.

Ключевые слова: лимфоциты, нейтрофилы, биохимические показатели крови, агрегация эритроцитов, морфометрические параметры.

Введение

В современном мире особое значение отводится применению в качестве контроля за состоянием здоровья надежных тестов диагностики. Экспериментальными и клиническими исследованиями установлено, что изменение объема и формы, пластичности, контактных и эластичных свойств клеток относится к числу универсальных составляющих адаптационных и компенсаторных реакций организма при дисфункциях различного генеза и степени выраженности. Оценка биохимического состава плазмы позволяет выявить наличие молекулярных индикаторов возрастнo-половых изменений микрореологических характеристик лейкоцитов и эритроцитов [1, 2]. Актуальность исследования определяется нерешенностью фундаментальной проблемы биологии и медицины – общих характеристик, возрастных и половых особенностей микрореологических свойств клеток крови [3, 4, 5].

Цель работы – изучение геометрических показателей белой крови, определение агрегационной способности эритроцитов и установление их взаимосвязи с биохимическими показателями крови у мужчин различных возрастных групп. Задачи исследования: 1) изучить агрегационные свойства эритроцитов взрослых мужчин разного возраста; 2) методами атомно-силовой микроскопии установить диаметр, показатели объема, площади поверхности лейкоцитов крови здоровых взрослых мужчин разного возраста; 3) выявить возрастные особенности биохимического состава плазмы крови.

Материалы и методы

Объектом исследования служила кровь 22 практически здоровых мужчин-доноров Белгородской областной станции переливания крови. Испытуемые были разделены на 2 возрастные группы: 1 группа (n=13) – мужчины от 21 до 32 лет (взрослые), 2 группа (n=9) – мужчины от 35 до 57 лет (зрелый возраст).

Кровь для исследования получали из вены. В качестве антикоагулянта использовали гепарин в количестве 20 ед./мл. Производили разделение проб крови на плазму, лейкоциты и эритроциты. Кровь центрифугировали 10 мин при 1500 об./мин, отделяли верхнюю часть плазмы для биохимических исследований, собирали нижнюю часть плазмы, богатую лейкоцитами, и лейкоцитарное кольцо. Примесь эритроцитов в этой фракции разрушали 0.83% раствором хлорида аммония. Клетки дважды отмывали изотоничным буферным раствором (раствор Дульбекко, pH=7.4). В плазме унифицированными методиками, применяемыми в клинической лабораторной диагностике, определяли концентрацию глюкозы, общего белка, холестерина (ХЛ), триглицеридов (ТГ), аланинаминотрансферазы (АЛТ), аспаратаминотрансферазы (АСТ). Концентрацию Na^+ , K^+ , Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} определяли методом пламенной атомно-абсорбционной спектроскопии. На атомно-силовом микроскопе ИНТЕГРА ВИТА (Россия, Зеленоград) прово-

дили морфометрию нейтрофилов и лимфоцитов, определяли средний объем и площадь поверхности с использованием программного обеспечения "Nova 1.0.26 Build 1397" (НТ МДТ). Сканировали нативные клетки в условиях, предотвращающих их высыхание при комнатной температуре. АСМ изображения клеток для всех серий пробоподготовки были получены в режиме полуконтактного сканирования. Оставшуюся массу эритроцитов использовали для изучения агрегации. Показатели агрегации эритроцитов рассчитывали по методу И.Я. Ашкинази. Отмывание взвеси эритроцитов проводили в 0,85% растворе хлорида натрия в соотношении 9:1 в течение 10 минут 3 раза. Эритроциты ресуспендировали в аутологичной плазме. Агрегатометрию проводили на световом микроскопе. Считали долю агрегатов от общего количества эритроцитов.

Результаты и обсуждение

Биохимические показатели мужчин обеих возрастных групп не выходили за рамки физиологической нормы (табл. 1) и не имели достоверных различий [6, 7, 8]. Однако выявлена тенденция повышения уровня глюкозы, холестерина и ионов натрия у здоровых мужчин зрелого возраста (2 группа). В более молодом возрасте выше показатели триглицеридов, общего белка, АСТ, АЛТ, ионов калия, хлора, кальция и магния.

Таблица 1
Биохимические показатели крови здоровых мужчин (M±m)

Показатель, ед. измерения	Мужчины	
	1 группа (n=13)	2 группа (n=9)
Глюкоза, ммоль*л ⁻¹	4.30±0.11	4.45±0.15
ХЛ, ммоль*л ⁻¹	4.64±0.10	5.11±0.09
ТГ, ммоль*л ⁻¹	1.86±0.04	1.76±0.05
Общий белок, г*л ⁻¹	76.62±0.80	74.22±0.72
АСТ, Ед/л	53.92±2.90	31.22±1.45
АЛТ, Ед/л	27.92±1.73	24.01±2.11
Na ⁺ , ммоль*л ⁻¹	139.23±1.14	139.56±1.08
K ⁺ ммоль*л ⁻¹	4.41±0.11	4.15±0.14
Cl ⁻ ммоль*л ⁻¹	105.08±0.78	102.89±0.70
Mg ²⁺ , ммоль*л ⁻¹	0.90±0.03	0.89±0.03
Ca ²⁺ , ммоль*л ⁻¹	2.50±0.04	2.42±0.04

диаметр и объем лимфоцита в численных значениях больше у взрослых мужчин, но данные различия не достоверны. По геометрическим показателям нейтрофилов крови достоверных различий нами не установлено. В качестве тенденции проявляется увеличение у мужчин зрелого возраста диаметра, площади поверхности и объема нейтрофилов по сравнению с мужчинами 1 группы. Выявленные возрастные изменения свидетельствуют о создании условий, затрудняющих кровоток по мелким капиллярам.

Таблица 2
Морфометрические показатели лейкоцитов (M±m)

Показатель, ед. измерения	Мужчины	
	1 группа (n=13)	2 группа (n=9)
Диаметр лимфоцита, мкм	8,16±0,07	7,73±0,09
Площадь лимфоцита, мкм ²	95,05±2,84	116,26±4,18*
Объем лимфоцита, мкм ³	130,02±5,21	129,28±5,71
Диаметр нейтрофила, мкм	12,64±0,08	13,26±0,11
Площадь нейтрофила, мкм ²	144,89±3,18	150,44±6,17
Объем нейтрофила, мкм ³	103,17±5,89	104,95±6,08

Примечание: * - достоверность различий между мужчинами по критерию Стьюдента (p<0.05).

ционирования системы крови как у молодых, так и зрелых здоровых мужчин.

Выявленная динамика отражает направленность возрастных изменений, являющихся основой таких заболеваний как, сахарный диабет и сердечно-сосудистые расстройства.

Геометрические показатели лейкоцитов здоровых мужчин представлены в таблице 2. Сравнивая морфометрические параметры лимфоцитов, установлено достоверное увеличение (на 22.31%) площади поверхности этого клеточного пула у мужчин зрелого возраста (группа 2). Вместе с тем,

По показателям агрегации различий в разновозрастных группах не выявлено. Агрегация эритроцитов у взрослых мужчин составила 67.6±1.01, у мужчин зрелого возраста 67.2±2.56% соответственно.

Корреляционный анализ не выявил статистических взаимосвязей между изученными показателями в обеих возрастных группах, что свидетельствует об отсутствии напряженности функционирования системы крови как у молодых, так и зрелых здоровых мужчин.

Заклучение

По изученным показателям крови у взрослых здоровых мужчин возрастная динамика в виде недостоверных изменений проявляется со стороны биохимических показателей плазмы и морфометрических характеристик лейкоцитов. Индивидуальный анализ данных каждого обследованного может стать основой профилактических мероприятий наиболее распространенных возрастозависимых патологий.

Работа выполнена в рамках Госконтракта П 1704.

Список литературы

1. Сыроешкин А.В., Гребенникова Т.В., Байкова В.Н. Новый подход к исследованию патофизиологии клетки: изучение распределения клеток по размерам и форме как метод диагностики и мониторинга заболеваний // Клиническая лабораторная диагностика. – 2002. – №5. – С. 35–40.
2. Морозова В.Т., Луговская С.А., Почтарь М.Е. Эритроциты: структура, функции, клинико-диагностическое значение // Клиническая лабораторная диагностика. – 2007. – №10. – С. 21–40.
3. Автандилов Г.Г. Медицинская морфометрия. – М.: Медицина, 1990. – 382 с.
4. Саркисян Г.П., Калинина И.А., Булычева Т.И. Иммунофенотипическая и функциональная характеристика лимфоцитов крови у больных апластической анемией на фоне иммуносупрессивной терапии // Гематология и трансфузиология. – 2003. – № 3. – С. 23–26.
5. Ярилин А.А. Гомеостатические процессы в иммунной системе. Контроль численности лимфоцитов // Иммунология. – 2004. – №5. – С. 312–318.
6. Комаров Ф.И., Коровкин Б.Ф. Биохимические показатели в клинике внутренних болезней. – М.: МЕДпресс-информ, 2002. – 208 с.
7. Камышников В.С. Справочник по клинико-биохимической лабораторной диагностике: В 2 т. – Минск: Беларусь, 2000. – 495 с.
8. Кутина А.В., Кузнецова А.А., Наточин Ю.В. Катионы в сыворотке крови человека // Успехи физиологических наук. – 2005. – Т. 36, №3. – С. 3–32.

BIOCHEMICAL INDICATORS OF THE BLOOD AND GEOMETRICAL PROFILE OF LEUCOCYTES OF HEALTHY MEN

V.N. Tugin
M.Z. Fedorova
G.N. Klochkova

*Belgorod State University,
 Pobedy Str., 85, Belgorod,
 308015, Russia
 E-mail: fedorova@bsu.edu.ru*

Age changes of biochemical indicators of plasma and geometrical parameters of leucocytes of a blood of healthy adult men demonstrate a certain tendency. Absence of statistical interrelations between the studied indicators gives an evidence of favorable operating conditions of blood system in the age period from 20 till 60 years.

Key words: lymphocytes, neutrophils, biochemical indicators of a blood, aggregation of erythrocytes, morphometric parameters.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НАНОЧАСТИЦ МАГГЕМИТА ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) И ЛЕПИДОКРОКИТА ($\gamma\text{-FeOOH}$) НА КЛЕТКИ КРОВИ КРЫС ПОСЛЕ ОДНОКРАТНОГО ИНТРАГАСТРАЛЬНОГО ВВЕДЕНИЯ

В.В. Симонов
И.Л. Канев
М.З. Федорова
А.И. Везенцев
С.В. Надеждин
Е.В. Симон

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

E-mail: fedorova@bsu.edu.ru

Оценены морфологические и функциональные показатели клеток крови крыс после однократного интрагастрального введения суспензии наночастиц маггемита и лепидокрокита. Показаны изменения упругости и проницаемости плазмалеммы лейкоцитов крови животных опытных групп.

Ключевые слова: наночастицы, маггемит, лепидокрокит, эритроциты, лимфоциты, морфометрические параметры, проницаемость плазмалеммы.

Введение

В последние годы отмечается быстрый рост научного, промышленного и коммерческого интереса к наноматериалам. Они производятся в различных формах: нанопорошки, нановолокна, нанотрубки и т.д. [2]. Свойства наночастиц уникальны - высокая поверхностная энергия, устойчивая сорбция биомолекул, изменение физико-химических свойств наночастиц под действием физических полей, наличие магнитных свойств [5]. Благодаря своим размерам (менее 100 нм), сопоставимым с размерами клеток (10–100 мкм), вирусов (20–450 нм), белков (5–50 нм), ДНК (2 нм шириной, 10–100 нм длиной), наночастицы могут приближаться к биообъекту, взаимодействовать и связываться с ним [10]. Наночастицы, обладающие магнитными свойствами, представляют значительный интерес для медицины, что связано с возможностью дистантного управления ими и конструкциями на их основе при наложении внешнего магнитного поля [8]. В настоящее время наиболее широкое применение в биомедицине получили частицы наноразмерного оксида железа [6,9]. Магнитные наночастицы используются в новых методах диагностики, адресного терапевтического воздействия и разработки биологических тканей [4]. Это открывает широкие перспективы для использования наноразмерных оксидов железа в медицине, но также влечет за собой серьезные риски для здоровья человека. Очень слабая растворимость наночастиц в биологических жидкостях является основной причиной биорисков. Из-за крошечного размера, некоторые из них могут проходить через различные биологические барьеры, и транспортироваться по организму в нерастворимой форме. Таким образом, наночастицы могут оказаться в кровотоке после прохождения через дыхательную систему или желудочно-кишечный тракт [7]. Оказавшись в кровяном русле, наночастицы агрегируют к наружной поверхности эритроцитов, искажая саму поверхность мембраны [1]. Исследование различных аспектов влияния наноматериалов на живой организм является актуальной проблемой сегодняшнего дня [3].

Целью данной работы явилась оценка влияния наночастиц $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ и $\gamma\text{-FeOOH}$ на клетки крови крыс после однократного интрагастрального введения.

Материалы и методы

Лепидокрокит ($\gamma\text{-FeOOH}$) в нанодисперсной форме был синтезирован осаждением щелочью из раствора соли двухвалентного железа. Наночастицы маггемита ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) получены путем пиролиза порошка лепидокрокита.

Частицы $\gamma\text{-FeOOH}$ представляют собой наностержни цилиндрической формы, имеющие длину 100–150 нм и диаметр порядка 5–8 нм. Они объединены в параллельно-новолокнистые агрегаты (рис 1).



Рис. 1. Нанотубулярные частицы $\gamma\text{-FeOOH}$ (а) и $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ (б)
Микрофотографии получены с помощью трансмиссионного электронного микроскопа JEM-2100 в Центре коллективного пользования БелГУ

Нанодисперсный $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ представляет собой трубки с длиной, сравнимой с длиной стержней $\gamma\text{-FeOOH}$ (100 нм), но имеющие больший диаметр – 10 нм. Ширина канала внутри трубок 2–3 нм (рис. 1).

Для проверки биологического действия наночастиц маггемита и липидокрокита и оценки их возможного влияния на эритроциты и лейкоциты были проведены эксперименты на самцах лабораторных белых крыс. Животные были разделены на три группы. Первая группа являлась контрольной, крысам второй и третьей групп однократно интрагастрально вводили суспензию наночастиц $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ и $\gamma\text{-FeOOH}$. Объем вводимой суспензии составлял 1 мл, при концентрации наночастиц маггемита и липидокрокита 100 мг/мл. Перед введением суспензию обрабатывали в ультразвуковой ванне Сапфир УЗВ – 1,3 ТТЦ (Россия) в течение 10 минут, чтобы разрушить агрегаты наночастиц. Забор крови осуществляли путем декапитации, наркотизированных животных через 24 часа после введения суспензии.

В цельной крови подсчитывали количество эритроцитов и лейкоцитов по стандартным методикам. Для получения концентрированной суспензии лейкоцитов кровь центрифугировали 10 мин. при 1500 об./мин., затем собирали лейкоцитарное кольцо. Примесь эритроцитов разрушали 0.83% раствором хлорида аммония. Из цельной крови и полученной лейкоцитарной суспензии делали мазки для атомно-силового микроскопа (АСМ) NTEGRA vita (NT-MDT Зеленоград, Россия). Сканирование проводили во влажной камере в полуконтактном режиме с использованием кантилевера NSG 11. Морфометрические параметры и упругость плазмалеммы эритроцитов и лимфоцитов оценивали с помощью программного обеспечения Nova 1.0.26 build 1508 (NT-MDT Зеленоград, Россия).

Для оценки проницаемости клеточных мембран лейкоцитов использовали методику флуоресцентного зонда – ацетооксиметилового эфира кальцеина. После 30-минутной инкубации в одной из сред лимфоциты помещали в ячейки (Secure-Seal spacer, Cat. – S24737, Molecular Probes, Inc. USA) с питательной средой RPMI (НПП «ПанЭко», Москва) и добавляли 0,5 μl 1мМ кальцеина (Calcein AM, Cat. C3100MP, Molecular Probes, Inc. USA). Сканирование образцов проводили на КЛСМ Nikon DIGITAL ECLIPSE C1 plus с использованием лазера 488 нм в течение 1200 секунд и программного обеспечения EZ-C1 ver. 3.80. Осуществляли регистрацию интенсивности флуоресцентного излучения кальцеина в заданный промежуток времени с последующим расчетом коэффициента проникновения - $K_{\text{п}}$ (у.е.) по следующей формуле: $K_{\text{п}} = \text{Int}_{\text{max}}/t$, где Int_{max} – значение максимальной интенсивности (у.е.); t – время максимального пика интенсивности излучения флуоресцентного зонда (с).



Полученные данные обработаны с помощью программного комплекса Statistica 6. Достоверность различий между группами оценивали по t-критерию Стьюдента.

Результаты и обсуждение

Общее количество эритроцитов в крови крыс опытных групп уменьшилось: у контрольных животных этот показатель составил $7.5 \pm 0,2 \cdot 10^{12}/\text{л}$, в опытных группах получавших $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ и $\gamma\text{-FeOOH}$ – $6,8 \pm 0,1 \cdot 10^{12}/\text{л}$, и $6,3 \pm 0,1 \cdot 10^{12}/\text{л}$ соответственно. Статистически значимы изменения и морфометрических параметров эритроцитов крови крыс опытных групп: высота и объем клеток в группе животных получавших $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$, достоверно снижались по сравнению с контролем, на 11% и 23,3 % (табл. 1).

Таблица 1

Морфометрические параметры и упругость клеточной мембраны эритроцитов

Варианты	Диаметр (мкм)	Высота (мкм)	Площадь (мкм ²)	Объем (мкм ³)	Упругость плазмалеммы (Па)
Контроль	5.80±0.07	0.47±0.01	28.26±0.53	30.55±1.41	16.20±0.49
$\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$	5.67±0.04	0.42±0.01*	28.88±0.48	23.46±1.09*	22.42±0.95*
$\gamma\text{-FeOOH}$	5.61±0.07*	0.46±0.01 [^]	25.71±0.41*	30.58±1.49 [^]	18.54±0.89*

* - достоверность различий между контрольной и опытными группами по критерию Стьюдента ($p < 0.05$).

[^] - достоверность различий между опытными группами по критерию Стьюдента ($p < 0.01$).

Площадь поверхности, а следовательно и кислородная ёмкость эритроцитов крыс, которым вводили $\gamma\text{-FeOOH}$, сократилась на 9,1 % по сравнению с контрольной группой. $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ не вызывал таких изменений морфофункциональных параметров эритроцитов. У животных, получавших суспензию наночастиц лепидокрокита и маггемита, достоверно возрастала упругость клеточной мембраны эритроцитов (табл. 1).

Общее количество лейкоцитов в крови животных, получавших суспензию наночастиц лепидокрокита, достоверно снижалось по сравнению с контрольной группой и составляло $2.8 \pm 0,2 \cdot 10^9/\text{л}$ – в опыте и $3.6 \pm 10 \cdot 10^9/\text{л}$ – в контроле. Достоверных изменений этого параметра у крыс, получавших суспензию нанодисперсного маггемита, не выявлено, но была отмечена тенденция к снижению общего количества лейкоцитов в крови животных данной группы ($3 \pm 0.4 \cdot 10^9/\text{л}$).

Объем лимфоцитов в опытах с наночастицами $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ достоверно уменьшился, разница с контролем составляла 8%, статистически значимых различий по высоте, диаметру и площади не зарегистрировано, но выявлена тенденция к уменьшению всех перечисленных морфометрических параметров клеток (табл. 2).

Таблица 2

Морфометрические параметры и упругость клеточной мембраны лимфоцитов, полученные с помощью АСМ

Варианты	Диаметр (мкм)	Высота (мкм)	Площадь (мкм ²)	Объем (мкм ³)	Упругость плазмалеммы (Па)
Контроль	7.47±0.1	1.41±0.04	44.36±1	60.49±1.5	16.88 ±0.7
$\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$	7.26±0.1	1.36±0.03	41.88±0.9	55.65±1.1*	14.82±0.6*
$\gamma\text{-FeOOH}$	6.93±0.07 [^]	1.56±0.02* [^]	38.20±0.8* [^]	58.77±1.2	14.25±0.50* [^]

* - достоверность различий между контрольной и опытными группами по критерию Стьюдента ($p < 0.05$).

[^] - достоверность различий между опытными группами по критерию Стьюдента ($p < 0.01$).

Проницаемость клеточной мембраны лейкоцитов животных, получавших суспензию маггемита, достоверно снизилась по сравнению с контролем. Время максимального пика интенсивности излучения флуоресцентного зонда составило 1186.9 ± 44.5 с, что на 31% больше, чем в контроле, а значение максимальной интенсивности сократилось на 18% (1785.2 ± 44.5 у.е.) (табл. 3). Упругость плазмалеммы лейкоцитов в группе крыс, которым вводили $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ уменьшилась на 13% по сравнению с

контролем. «Съезживание» лимфоцитов, изменение пропускной способности и упругости их клеточной мембраны может свидетельствовать о прямом воздействии наночастиц $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ на клетки крови, циркулирующие в кровеносной системе.

Таблица 3

Проницаемость клеточных мембран лейкоцитов, по данным конфокальной микроскопии

Варианты	Значение максимальной интенсивности (у.е.)	Время максимального пика интенсивности излучения флуоресцентного зонда (с)	Коэффициент проникновения (у.е./с.)
Контроль	2110.1±75.4	903.7±20.5	2.4±0.1
$\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$	1785.2±44.5*	1186.9±38.9*	1.6±0.1*
$\gamma\text{-FeOOH}$	2116.5±30.2^	831.1±17.8*^	2.6±0.1^

* - достоверность различий между контрольной и опытными группами по критерию Стьюдента ($p < 0.05$).

^ - достоверность различий между опытными группами по критерию Стьюдента ($p < 0.01$).

В группе животных получавших лепидокрокит высота лимфоцитов возросла при уменьшении их площади, различия достоверны в сравнении с контролем (рис. 2, 3).

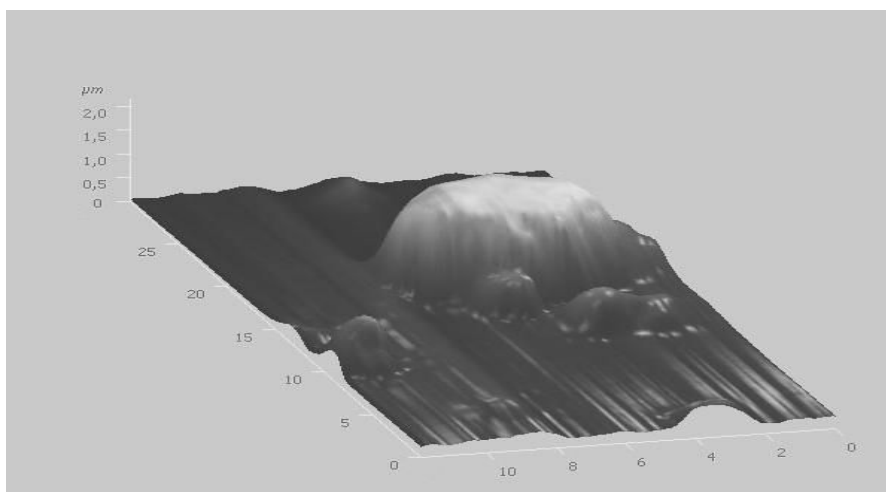


Рис.2. Скан АСМ лимфоцита крысы, получавшей лепидокрокит

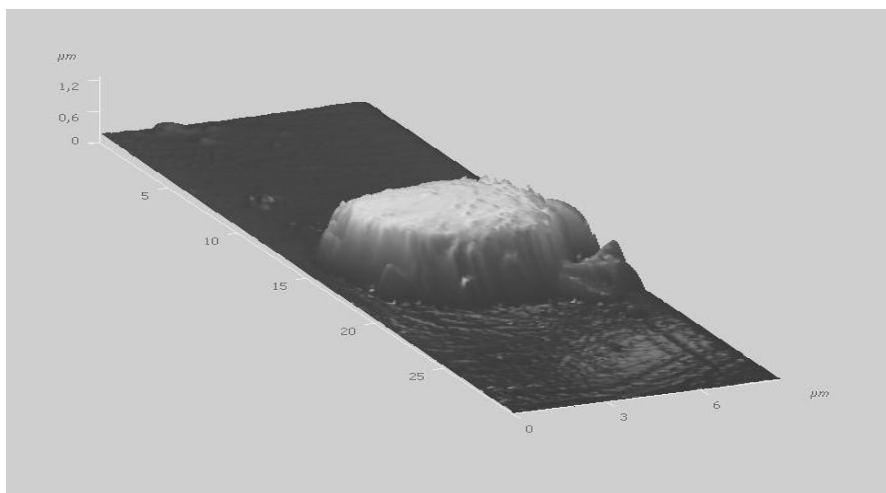


Рис.3. Скан АСМ лимфоцита крысы контрольной группы

Изменения в проницаемости клеточной мембраны лимфоцитов выражены слабее, чем у животных в опытах с $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$, но время максимального пика интенсивности излучения флуоресцентного зонда меньше, чем в контрольной группе (831.1±17.8), что говорит о повышении проницаемости мембраны. Упругость плазмалеммы лимфоцитов крыс, которым вводилась суспензия $\gamma\text{-FeOOH}$ была ниже на 13%.



Заключение

Однократное интрагастральное введение суспензий нанодисперсного лепидокрокита и маггемита в концентрации 100 мг/мл вызывает уменьшение количества эритроцитов и лейкоцитов в крови опытных животных. Изменение морфометрических параметров, упругости и проницаемости плазмалеммы клеток служит доказательством проникновения в кровь из желудочно-кишечного тракта наностержней оксидов железа и их контакта с поверхностью клеток.

Список литературы

1. Ингель Ф.И., Стехин А.А., Яковлева Г.В., Кочеткова М.Г. Влияние наночастиц на каталитическую активность эритроцитов крови. // Электронная публикация <http://pornano.ru/science/index.php?task=view&id=236>. – 2010. – С. 1-3.
2. Мильто И.В., Михайлов Г.А., Ратькин А.В., Магаева А.А. Влияние наноразмерных частиц на морфологию внутренних органов мыши при внутривенном введении раствора нанопорошка Fe₃O₄. // Бюллетень сибирской медицины. - 2008. – Вып. 1 – С. 32-36.
3. Мильто И.В., Михайлов Г.А. Морфологический контроль состояния внутренних органов крысы при внутрибрюшинном введении нанопорошка Fe₃O₄ // Материалы Всероссийской 66-ой итоговой студенческой научной конференции им. Н.И. Пирогова. – Томск: СибГМУ, 2007. – С. 336
4. Першина А.Г., Сазонов А.Э., Мильто И.В. Использование магнитных наночастиц в биомедицине // Бюллетень сибирской медицины. – 2008. – Вып. 2 – С. 72
5. Суздаев И.П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. – М.: КомКнига, 2006. – 592 с.
6. Berry C., Curtis A. Functionalisation of magnetic nanoparticles for applications in biomedicine // J. Phys. D. Appl. Phys. – 2003. - Vol. 36. – P. 198-206.
7. Claude Ostiguy, Brigitte Soucy. et al Studies and Research Projects , report R-589, Health Effects of Nanoparticles, second edition. – Montreal, 2008. - 106 p.
8. Gu H., Xu K., Xu C. et al. Biofunctional magnetic nanoparticles for protein separation and pathogen detection // J. of the American Chemical Society Chem. Commun. – 2006. – Vol. 9. – P. 941–949.
9. Lu A.-H., Salabas E.L., Schuth F. Magnetic nanoparticles: synthesis, protection, functionalization, and application // Angew. Chem. Int. Ed. – 2007. – Vol. 46. – P. 1222–1244.
10. Salata O.V. Applications of nanoparticles in biology and medicine. Электронная публикация <http://www.jnanobiotechnology.com/content/2/1/3>

ESTIMATION OF INFLUENCE OF NANOPARTICLES OF MAGHEMITE ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) AND LEPIDOCROCITE ($\gamma\text{-FeOOH}$) ON BLOOD CELLS OF RATS AFTER SINGLE INTRAGASTRIAL INSTILLATION

V.V. Simonov

I.L. Kanev

M.Z. Fedorova

A.I. Vezentsev

S.V. Nadezhdin

E.V. Simon

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

E-mail: fedorova@bsu.edu.ru

Morfometrical indicators of blood cells of rats after single intragastrical instillation of suspension of nanoparticles $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ and $\gamma\text{-FeOOH}$ are estimated. Elasticity and permeability changes of plasmalemma of leukocytes of blood of animals in experimental groups are shown.

Key words: nanoparticles, maghemite, lepidocrocite, red blood cells, lymphocytes, morfometrical parametres, permeability of plasmalemma.

ПРИМЕНЕНИЕ ФИТОАСКОРБОМИНЕРАЛОСОРБЕНТА ПРИ КОЛИБАКТЕРИОЗЕ ТЕЛЯТ И ДИЗЕНТЕРИИ СВИНЕЙ

**В.Д. Буханов¹, А.И. Везенцев¹
А.А. Шапошников¹, В.Н. Скворцов²
Н.П. Зуев³, Л.А. Козубова¹,
Н.А. Воловичева¹, Г.В. Фролов⁴**

¹Белгородский государственный университет,
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85
E-mail: vesentsev@bsu.edu.ru

² Белгородский отдел ВИЭВ
E-mail: bukhanov@bsu.edu.ru

³Белгородская государственная сельскохозяйственная академия

⁴МИП ООО «Наносорбент – БелГУ»

В статье рассматривается лечебно-профилактическая эффективность комплексного препарата - фитоаскорбоминалосорбента (ФАМС) при колибактериозе телят и дизентерии свиней. Также в данной работе излагается методика получения ФАМС, который имеет оригинальный кормовой дизайн: привлекательный запах, специфический вкус, содержит гидроалюмосиликаты, соки лекарственных растений и аскорбинаты металлов, проявляет выраженное антимикробное действие и обладает сорбционными свойствами.

Ключевые слова: гидроалюмосиликаты, соки лекарственных растений, аскорбинаты металлов, антимикробная активность, *терапевтическая эффективность*, колибактериоз телят, дизентерия свиней.

Введение

Перспективной новацией в современной биологической промышленности, производящей химиотерапевтические препараты энтерального пользования, является пищевой дизайн (food design). Лекарственные средства должны отвечать требованиям не только результативной специфической и неспецифической направленности, но и характеризоваться привлекательной лекарственной формой, цветом, запахом, вкусовыми качествами. Ветеринарные препараты, применяющиеся энтерально, в значительной степени уступают медицинским по вышеуказанным показателям.

Основная цель дизайна кормовых добавок в промышленном животноводстве базируется на снижении заболеваемости, повышении продуктивности и получении экологически чистой продукции. Разработка подкормок, обладающих механизмом многопланового действия, одна из главных задач промышленного животноводства. В производстве мяса проблема повышения сохранности животных при заболевании органов пищеварения иногда решается с помощью применения растительных экстрактов или препаратов на их основе [5]. Фитонциды, дубильные вещества, эфирные масла, смолы, гликозиды, минеральные соли, витамины, ферменты и другие компоненты соков высших растений обладают выраженным антимикробным действием, активируют процессы регенерации тканей, стимулируют иммунобиологические механизмы макроорганизма. Антимикробные препараты растительного происхождения, даже при длительном применении, не провоцируют развития устойчивости микроорганизмов [1].

Вопрос улучшения качества мяса путём снижения вредных веществ, регулярно поступающих в организм животных с кормом, решается использованием подкормок, основу которых составляют неорганические сорбенты. Сорбционно активные неорганические субстанции представляют собой цеолитовые либо глинистые природные материалы, монтмориллонитов (сметитов) и др. [2, 4, 6].

Следует отметить, что в дикой природе лекарственные растения, обладающие определённым запахом и вкусом, а также глины, указанных типов, с профилактической и лечебной целью интуитивно потребляются животными.

В условиях промышленного животноводства естественная способность животных к биосинтезу витамина С оказывается недостаточной для предотвращения токсикозов, стрессов и проявлений иммунодефицита. Недостаток витамина С в гепатоцитах приводит к снижению активности энзимов, участвующих в детоксикации. Эта проблема предопределяет повышенный интерес к препаратам на основе аскорбиновой кислоты. За счёт имеющихся в молекуле аскорбиновой кислоты реактивных центров образуются хелатные комплексы с биогенными металлами [3].



Учёными БелГУ разработаны и испытаны на разных видах животных аскорбинаты натрия, калия, железа, цинка, марганца и кобальта. Применение этих препаратов оказывает положительное влияние на обмен веществ, обеспеченность организма микроэлементами, витаминами и способствует повышению сохранности и продуктивности животных.

Целью данной научной работы являлась апробация, разработанного нами фитоаскорбоминалосорбента (ФАМС), при колибактериозе телят и дизентерии свиней. Эта композиция имеет оригинальный кормовой дизайн: привлекательный запах, специфический вкус, содержит аскорбинаты металлов, проявляет выраженное антимикробное действие и обладает сорбционными свойствами.

ФАМС представляет собой препарат, состоящий из гидроалюмосиликатного материала Белгородской области («Экос»), компонентов сока трав зверобоя продырявленного (*Hypericum perforatum*), тысячелистника обыкновенного (*Achillea millefolium*), ноготков лекарственных (*Calendula officinalis*) и эхинацеи пурпурной (*Echinacea purpurea*), а также аскорбинатов цинка, железа, марганца и кобальта. Введение последних в состав комплексного препарата обосновано дефицитом этих микроэлементов в кормах для животных, производящихся в Центральной чернозёмной зоне. Использование соков лекарственных растений как источников биологически активных веществ, помимо лечебно-профилактического влияния, способствует оптимизации обмена веществ.

Для достижения поставленной цели на разрешение были вынесены следующие задачи:

- выяснить антимикробную активность соков лекарственных растений и суспензии ФАМС;
- проанализировать распределение питательных, минеральных и биологически активных веществ в лекарственных растениях (зверобое, календуле, тысячелистнике, эхинацее) и продуктах их фракционирования – соке и пресс-остатке, а также установить химический состав ФАМС;
- установить лечебно-профилактическую эффективность различных доз ФАМС при колибактериозе телят и дизентерии свиней.

Гидроалюмосиликатный материал «Экос» получен на основе полиминеральных силикатных горных пород. «Экос» предназначен для различных видов сельскохозяйственных животных в качестве компонента комбикорма или сухих полнорационных кормосмесей и может применяться с целью профилактики и лечения токсикозов животных. «Экос» положительно влияет на продуктивность и воспроизводительные функции животных, рост и сохранность молодняка. При этом улучшается биологическая ценность и экологическая чистота продукции животноводства.

Гидроалюмосиликатный материал «Экос» представляет собой порошок светло – серого цвета с желтоватым, зеленоватым или бурыми оттенками, без специфического запаха. Величина частиц в основной массе колеблется в пределах от 0,03 до 1000 микрон.

Обязательные требования к гидроалюмосиликатному материалу «Экос», обеспечение безопасности здоровья сельскохозяйственных животных и человека.

Для получения гидроалюмосиликатного материала «Экос» используют осадочные силикатные горные породы с составом (масс. %), представленным в таблице 1. Основным минералом, слагающим используемые горные породы, является диоктаэдрический смектит.

Таблица 1

Химический состав породы

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	TiO_2	Na_2O	K_2O	п.п.п.
43.2–74.3	10.4–16.7	3.2–5.9	1.10–2.67	0.50–1.11	0.92–3.30	0.10–0.60	0.35–2.60	5.20–17.0

Материал и методы исследований

Антимикробную активность соков лекарственных растений, и ФАМС по отношению к грамположительным (*Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*) грамотрицательным (*Escherichia coli*, *Salmonella cholerae suis*) и спорообразующим (*Bacillus*

subtilis) тест-микроорганизмам определяли в бактериологических чашках методом диффузии в агар с применением дисков. Исследуемыми соками и суспензией ФАМС пропитывали стерильные диски фильтровальной бумаги и помещали на 2 %-ный мясопептонный агар, поверхность которого предварительно засеивали тест-культурой из расчёта 1 мл 1 миллиардной взвеси бактерий. Чашки с дисками выдерживали в течение 3 часов при комнатной температуре, а затем вверх дном помещали на 18 часов в термостат при температуре 37°C. Размер зоны задержки роста, складывающейся из диаметра диска (8 мм) и области отсутствия признаков размножения тест-микроба вокруг него, расценивался как качественный показатель антибактериальной активности.

Общепринятыми методиками в лекарственных растениях, а также в полученных соках и пресс-остатках определяли содержание: сухих веществ; золы; общего и небелкового азота; сырого жира; клетчатки; каротина; дубильных веществ; флавоноидов и полисахаридов. Химический состав ФАМС установили расчётным методом с учётом исходных показателей составляющих пропорций комплексного препарата (соки : сорбент : аскорбинаты), поскольку для полной экстракции из него водо- и жирорастворимых биомолекул требуется проведение специальных исследований по поиску оптимальных условий. Количество Са и Р в ФАМС не определяли, т.к. в соках лекарственных растений их концентрация минимальная, а энтеросорбент, содержащий в своём составе эти макроэлементы, практически не всасывается из кишечника.

Диагноз на колибактериоз и дизентерию устанавливали на основании эпизоотологических данных, клинических признаков болезней, патологоанатомических изменений и результатов бактериологических исследований. Больных телят содержали в индивидуальных боксах, а поросят в санитарных станках.

Предварительно на телятах 2–4-суточного возраста, больных колибактериозом, были испытаны различные дозы ФАМС (200, 300, 400 мг/кг массы тела). При этом установлено, что препарат только в дозе 400 мг/кг в неполной мере способствовал восстановлению аппетита, но диарея у телят не прекращалась. В связи с этим мы решили проверить эффективность данной дозы ФАМС в сочетании с фармазином. ФАМС применяли энтерально два раза в сутки. Животные получали препарат с молоком. Фармазин вводили внутримышечно в область верхней трети шеи в дозе 5 мг/кг массы тела один раз в сутки. Для проведения опыта сформировали четыре группы больных эшерихиозом телят (по пять животных в каждой). Курс лечения животных первой группы длился трое суток, второй – двое, а третьей – сутки. Четвёртая группа представляла контроль – телят лечили фармазином в дозе 5 мг/кг живой массы один раз в день в течение пяти суток.

Выявление терапевтической эффективности ФАМС устанавливали на пяти группах поросят 1,5–2-месячного возраста, у которых диагностировали дизентерию. Поросята первой, второй и третьей опытных групп (n = 20) получали ФАМС в дозах 200, 300 и 400 мг/кг живой массы тела. Контрольных животных четвёртой группы (n = 5) лечили чистым (без растительных составляющих и аскорбинатов металлов) сорбентом «Экос», а пятой (n = 10) – смесью соков лекарственных растений из расчёта содержания последних в составе 400 мг ФАМС (1,53 мг/кг массы тела). Подопытным животным препараты задавали per os один раз в день после суспензирования или растворения в 20 мл питьевой воды. Продолжительность лечения составляла трое суток.

Из рациона подопытных животных были исключены премиксы, содержащие химиотерапевтические препараты. Станки, в которых они содержались, два раза в сутки очищали от кала, а места испражнения животных посыпали негашёной известью. В первые и последние сутки применения препаратов или в течение двух суток при однократной обработке проводили дезинфекцию станков 0.05 % -ным раствором «Бромосепта -50».

Результаты исследований

В опытах по выяснению антибактериальной активности соков лекарственных растений и ФАМС наиболее эффективным оказался сок из травы тысячелистника (табл.2). Зоны задержки роста исследуемых тест-микроорганизмов находились в диапазоне от 8.6 до 11.3 мм. Менее выраженным бактериостатическим действием обладали соки из зверобоя и календулы. Сок травы эхиноцеи, за исключением стрептококков, не подавлял развитие исследуемых микроорганизмов. К дискам, пропитанным



суспензией ФАМС, все тест-культуры проявили устойчивость. В большинстве случаев ФАМС способствовал проявлению интенсивного роста микрофлоры вокруг дисков. Выявленная особенность объясняется стимулирующим влиянием неорганических веществ в составе ФАМС.

Таблица 2

Антибактериальная активность соков лекарственных растений

Вид сока, препарат	Зоны задержки роста тест-культур, мм				
	Staphylococcus aureus	Streptococcus pyogenes	Echerichia coli	Salmonella choleraesuis	Bacillus subtilis
<i>Hypericum perforatum</i>	9.2±0.39	9.0±0.53	–	8.7±0.24	8.4±0.45
<i>Achillea millefolium</i>	9.3±0.28	11.3±0.71	9.1±0.41	8.6±0.98	8.7±0.11
<i>Calendula officinalis</i>	9.2±0.39	9.0±0.53	–	8.7±0.24	8.4±0.45
<i>Echinacea purpurea</i>	8.8±0.18	–	–	–	–
ФАМС	–	–	–	–	–

Сочетания соков в различных комбинациях, в сравнении с соками отдельных растений, не проявляли повышенного антибактериального действия.

Лабораторными исследованиями комплексного ФАМС, кроме минеральных составляющих, выявлены питательные и биологически активные вещества в следующем количестве: сырой протеин 4.10; сырой жир 2.26; сырая клетчатка 7.04; сырая зола 1.94 г/кг; каротиноиды 2.51; флавоноиды 8.35; дубильные вещества 16.63; полисахариды 2,12 мг/кг. Помимо вышперечисленных компонентов в составе ФАМС дополнительно содержалось: железа 0.90; цинка 1.25; марганца 1.25; кобальта 0.019 аскорбиновой кислоты 3.50 мг/кг.

Терапия больных колибактериозом телят ФАМС в сочетании с фармазином оказалась результативной (табл. 3).

В первой, второй опытных и четвёртой контрольной группах выздоровели все животные, а в третьей – только 80 %. Не выздоровевшего телёнка третьей группы дополнительно подвергли лечению инъекциями фармазина. В свою очередь необходимо отметить, что экономически выгодным оказался курс лечения телят второй группы. При этом количество инъекций фармазина уменьшилось с пяти до двух, а продолжительность лечения составила двое суток вместо пяти по сравнению с контролем.

Проведенный опыт на поросятах, больных дизентерией, показал, что из всех перечисленных вариантов лечения свиней высоким терапевтическим действием обладало энтеральное введение ФАМС в дозе 400 мг/кг (табл. 2). Экономическая эффективность лечения составила 6.9 руб. на 1 руб. затрат. Использование соков лекарственных растений (пятая группа) также способствовало выздоровлению животных, однако результативность терапии была ниже, чем в третьей группе на 15 %. Не выздоровевшим поросётам всех групп было назначено парентеральное введение тиамулина.

Полученные позитивные результаты апробации ФАМС при желудочно-кишечных заболеваниях телят и поросят явились аргументированным основанием для использования его научно обоснованных доз с профилактической целью. На 10 телятах суточного возраста, подозреваемых в заражении колибактериозом, выяснили профилактическую эффективность ФАМС в сочетании с фармазином. Препарат в дозе 400 мг/кг массы тела выпаивали с молозивом двукратно в течение суток, а фармазин инъекцировали однократно в дозе 5 мг/кг. Группе свиней периода доразивания

Таблица 3

Данные исследования по выяснению лечебной эффективности ФАМС

Группа	Количество животных в эксперименте	Количество выздоровевших животных	
		число особей	доля в %
Сочетанное применение ФАМС с фармазином при колибактериозе телят			
I	5	5	100
II	5	5	100
III	5	4	80
IV Контроль	5	5	100
Терапевтическая эффективность ФАМС при дизентерии свиней			
I	20	7	35
II	20	12	60
III	20	19	95
IV Контроль	5	-	-
V Контроль	10	8	80

($n = 23$), контактировавших с больными дизентерией поросятами, с профилактической целью в течение пяти суток в смеси с комбикормом скармливали ФАМС из расчёта 200 мг/кг массы тела.

После проведенной профилактики в течение двух недель за животными вели ежедневные клинические наблюдения. За контролируемый период времени у телят и у поросят проявление симптомов болезни не наблюдалось. Обладая выраженным запахом соков лекарственных растений, ФАМС улучшал вкусовые качества молозива и комбикорма, что способствовало улучшению аппетита и повышению поедаемости корма.

Следовательно, ФАМС, являясь экологически чистым препаратом естественного происхождения, расширяет возможности терапии и профилактики желудочно-кишечных заболеваний молодняка сельскохозяйственных животных.

Заключение

ФАМС обладает свойствами энтеросорбентов нового поколения, их приготовление относится к области нанотехнологий. Его пероральное введение имело положительное действие при лечении и профилактике колибактериоза у телят и дизентерии у поросят.

Энтеральное применение ФАМС в дозе 400 мг/кг массы тела два раза в день в течение двух суток в сочетании с ежедневной внутримышечной инъекцией фармазина в дозе 5 мг/кг массы тела при эшерихиозе телят, вызванного энтеропатогенными штаммами кишечной палочки, обеспечивает 100 %-ное выздоровление. Индивидуальное оральное введение больным дизентерией поросятам ФАМС в дозе 400 мг/кг массы тела один раз в день в течение трёх суток эффективно в 95 % случаев.

Для профилактики колибактериоза телят и дизентерии свиней рекомендуется:
 – в течение суток двукратная дача телятам ФАМС с молозивом и однократная инъекция фармазина соответственно в дозах 400 и 5 мг/кг массы тела;
 – скармливание поросятам ФАМС в течение пяти суток в смеси с кормом из расчёта 200 мг/кг массы тела.

Список литературы

1. Айзенман Б.Е. Сравнение антибиотиков, образуемых микроорганизмами и высшими растениями (сходство и различия) / Б.Е. Айзенман // Фитонциды. Роль в биогеоценозах, значение для медицины: Мат-лы VIII Совецания. – К.: Наукова думка, 1981. – С. 22-28.
2. Использование природного гидроалюмосиликата в животноводстве и ветеринарии: Методические рекомендации / А.А. Шапошников, И.А. Бойко, В.Д. Буханов и др. – Белгород, 2000. – 18 с.
3. Плешков Б.П. Биохимия сельскохозяйственных растений / Б.П. Плешков. – М.: Колос, 1980. – 495 с.
4. 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.
5. Токин Б.П. Целебные яды растений / Б.П. Токин. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1980.
6. 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.

FYTOASCORBOMINERAL SORBENT APPLICATION AT THE COLIBACTERIOSIS OF CALVES AND THE DYSENTERY OF PIGS

**V.D. Bukhanov¹, A.I. Vesentsev¹
 A.A. Shaposhnikov¹, V.N. Skvortsov,
 N.P. Zuev³, L. A. Kozubova¹
 N.A. Volovicheva¹, G. V. Frolov⁴**

¹Belgorod State University, Pobedy Str., 85
 Belgorod, 308015, Russia

E-mail: vesentsev@bsu.edu.ru

²Belgorod department of VNIIEV

E-mail: bukhanov@bsu.edu.ru

³Belgorod State Agricultural Academy

⁴MIP SLL «Nanosorbent – BSU»

In this article the therapeutic and prophylactic effectiveness of complex drug – phytoascorbominalosorbent (PAMS), which is used for calf's *Escherichia coli* infection and pig's dysentery treatment, has been considered. In this work the method of PAMS production has been also expounded. PAMS has a specific fodder design: attractive smell, specific taste, contains hydroalumosilicates, juices of medicinal plants and ascorbates of metals, shows apparent antimicrobial effect and has properties of sorption.

Key words: hydroalumosilicates, juices of medicinal plants, ascorbates of metals, antimicrobial effect, therapeutic effectiveness, calf's *Escherichia coli* infection, pig's dysentery.

ХИМИЯ

УДК 543.064: 663.952

ПАРАМЕТРЫ АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ СОЕДИНЕНИЙ: ОТНОСИТЕЛЬНАЯ АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ ЧАЯ

И.П. Анисимович
В.И. Дейнека
Л.А. Дейнека
П.А. Фролов
П.А. Мясникова

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

E-mail: deineka@bsu.edu.ru

В работе впервые обсуждаются особенности оценки антиоксидантной активности соединений. Обращено внимание на то, что при сопоставлении этих параметров для различных соединений следует различать кинетические и емкостные характеристики; для медленно развивающихся систем «оксидант – антиоксидант» предлагается относительная (промежуточная) характеристика, в которой используется подходящее вещество сравнения. Относительная (промежуточная) антиоксидантная активность не зависит ни от времени выдержки, ни от использованных концентраций антиоксидантов. На примере чая показана возможность ее определения при использовании в качестве вещества сравнения кверцетина и железо-восстанавливающей системы с α, α' -дипиридиллом. Показано, что нет существенных различий между антиоксидантной активностью черного и зеленого чая.

Ключевые слова: антиоксидантная активность, кинетическая, емкостная, относительная (промежуточная) характеристики, железо-восстанавливающий метод, чай.

Антиоксидантная активность (АОА) в настоящее время является одной из важнейших и популярнейших характеристик веществ, определению которой уделяется особое внимание в большом количестве работ по исследованию биологически активных соединений. Главная задача антиоксиданта – перехват свободных радикалов, возникающих в результате некоторых процессов в клетке живого организма и способных атаковать жизненно важные мишени, если естественный природный механизм их нейтрализации оказывается неспособным справиться с этой задачей. И поскольку анализ механизмов биологической активности веществ чаще всего приводит к выводу о ключевой роли в этой активности именно антиоксидантных свойств рассматриваемых соединений, то понятно пристальное внимание к антиоксидантам в настоящее время.

Известен целый ряд различных методов, используемых для определения антиоксидантной активности [1-4], среди которых можно выделить простые в исполнении спектрофотометрические методы. Например, в так называемых железо-восстанавливающих (iron или ferric reducing) методах ионы (а точнее – ионы-радикалы) железа (III) могут окислять антиоксидант (АО), восстанавливаясь до ионов железа (II):



где A_1 - продукт окисления исходного антиоксиданта АО, который также может обладать антиоксидантными свойствами.

Контроль за течением процесса в этом случае можно вести двумя способами: по убыли ионов железа (III) или по увеличению концентрации ионов железа (II). Для этого используют вспомогательные вещества, образующие окрашенные комплексы с одним из этих ионов. На таком принципе построена интегрированная аналитическая система определения уровней свободных радикалов и биологического антиоксидантного потенциала в крови человека, доступная в приборном оформлении (FRAS 4).

Действие прибора основано на измерении абсорбции окрашенных роданидных комплексов железа (III). Образование окрашенных комплексов ионов железа (II) с α, α' -дипиридилем положено в основу метода, предложенного в работе [5].

Результат любого химического процесса зависит от двух типов параметров - интенсивных и экстенсивных. Экстенсивный фактор связан с концентрацией антиоксиданта в реакционной смеси; интенсивный фактор определяется константой скорости реакции и может зависеть не только от строения антиоксиданта, но и от типа оксиданта (свободного радикала). Но тогда возникает вопрос о том, какой параметр вносит основной вклад в определяемую конкретным методом величину антиоксидантной активности. За некоторым исключением (см. [6]) в большинстве работ, посвященных определению АОА эта проблема остается без внимания. В одном из наиболее часто используемых методов определения АОА, основанном на обесцвечивании радикалов дифенилпикрилгидразида (метод DPPH), изначально (и в большей части современных исследований) в качестве меры антиоксидантной активности предполагалось использовать концентрацию вещества, в некоторых стандартных условиях восстанавливающую половину свободных радикалов до бесцветного продукта. Но затем было обращено внимание на необходимость учета и кинетической составляющей [7]. Необходимость получения нескольких экспериментальных точек (для различных концентраций антиоксиданта) в этом методе связана с нелинейностью соотношения «аналитический сигнал vs концентрация антиоксиданта», которая является следствием незавершенности окислительно-восстановительных реакций, что было обосновано компьютерным моделированием [8].

В данной работе впервые предлагается системный подход к оценке антиоксидантной активности.

Методика исследования относительной антиоксидантной активности

В мерные колбы на 100 мл наливают 50 мл воды, 5 мл 0.01 М раствора железоммонийных квасцов, 1 мл 1% спиртового раствора α, α' -дипиридила и аликвотную часть антиоксиданта, доводят содержимое до метки дистиллированной водой. Измеряют оптическую плотность растворов при аналитической длине волны 512 нм при выдерживании в кварцевой кювете (длина оптического пути 2 см).

Для получения напитков чая один пакетик чая (или 2 г развесного чая) заваривают в течение 5 минут в 150 мл воды, напиток охлаждают до комнатной температуры в токе водопроводной воды. Для анализа отбирают аликвотные объемы 0.05, 0.1 и 0.15 мл.

В качестве раствора сравнения используют 0.001 М раствор кверцетина (аликвотные объемы 0.4, 0.6 и 0.8 мл).

Результаты и обсуждение

Медленное течение реакции обычно характерно и для тестовых систем антиоксидант – Fe^{3+} - α, α' -дипиридил. Наши экспериментальные данные, рис. 1 (на рисунке приводится расход количества ионов железа (III), отнесенный к одному моль исходного антиоксиданта), не согласуются с обычными порядками необратимых реакций, что не удивительно, поскольку, скорее всего, суммарный итог является следствием не одного, а нескольких одновременно проходящих процессов:



где $R \cdot$ - оксидант; A_0 – исходный антиоксидант и A_1, A_2, \dots - продукты его последовательного одноэлектронного окисления.

То, что последовательные реакции могут быть причиной нелинейности в количественной характеристике АОА подтверждается представленными на рис.1 экспериментальными данными. Аскорбиновая кислота в условиях эксперимента достаточно быстро отдает два электрона, что соответствует ее окислению до дегидроаскорбиновой кислоты – вещества, малоактивного как антиоксиданта. В этих же условиях кверцетин, один из важнейших представителей обширного класса типичных природных антиоксидантов [9], также быстро отдает 2 электрона. По литературным данным [10] предполагается его окисление на первой стадии до соединения хиноидной структуры.

Но на этом превращения не заканчиваются - чуть больше времени требуется на потерю еще двух электронов, и в дальнейшем наблюдаются более медленные процессы в цепи окислительного метаболизма; в итоге 1 моль кверцетина способен восстановить более 8 моль ионов Fe^{3+} .

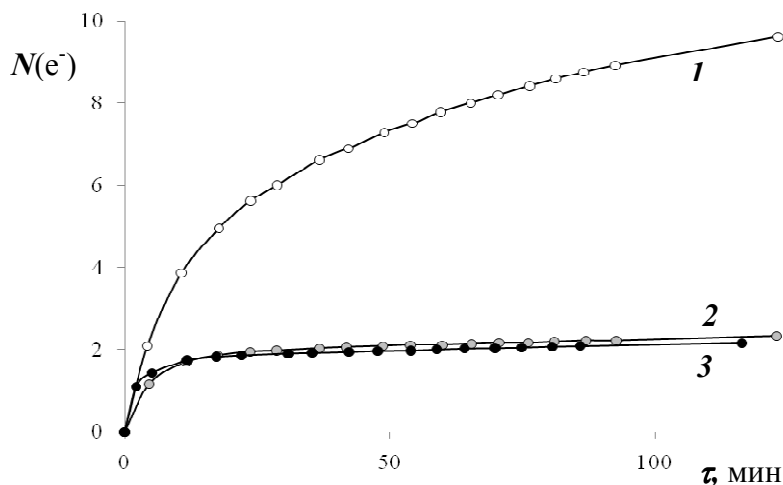


Рис. 1. Оценка антиоксидантной активности железо-восстанавливающим методом $N(e^-)$ – число электронов, отдаваемых одним моль веществ: 1 – кверцетин; 2 – дигидрокверцетин; 3 – аскорбиновая кислота, $T = 15^\circ C$

По положению экспериментальных данных на рис.1 очевидно, что суммарная антиоксидантная активность дигидрокверцетина в аналогичных условиях значительно меньше, чем кверцетина, но единую количественную оценку относительной антиоксидантной активности в данном случае предложить невозможно, - результат будет зависеть от времени инкубации реакционной среды. Поэтому для индивидуальных антиоксидантов можно различать, как минимум, три количественные характеристики: кинетическую, емкостную и относительную промежуточную.

Кинетическая характеристика АОА

Для многих методов, в том числе и железо-восстанавливающих, определение констант скоростей реакций выполнить без специального оборудования не так просто, рис.2.

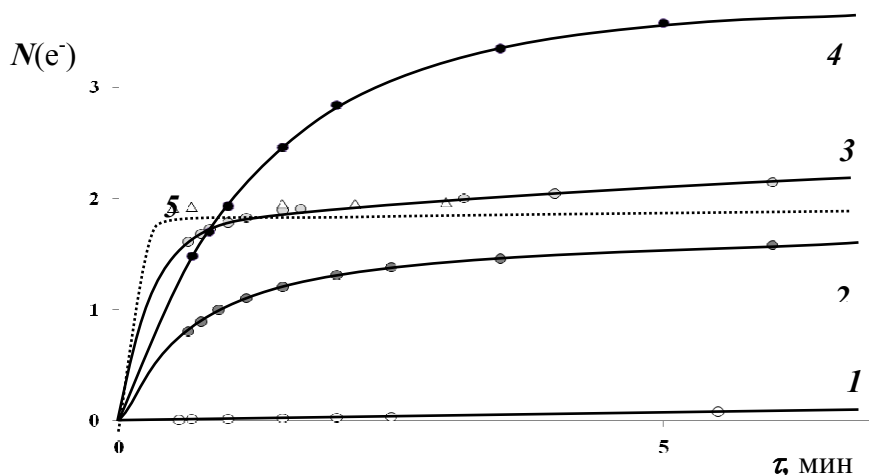


Рис.2. Начальный участок развития системы «антиоксидант – Fe^{3+}/Fe^{2+} - дипиридил
Антиоксиданты: 1 – *para*-кумаровая; 2 – феруловая; 3 – кофейная, 4 – синаповая и 5 – аскорбиновая кислоты; $23^\circ C$

Так, *para*-кумаровая кислота является слабым антиоксидантом – окраска в реакционной смеси развивается медленно. В случае феруловой кислоты реакция протекает заметно быстрее, причем легче всего она теряет первые два электрона, но в обоих случаях экспериментальные данные не соответствуют первому порядку по антиокси-

данту, следовательно, и продукт этой реакции далее окисляется ионами железа (III). Концентрация кофейной кислоты в течение первых 30 секунд уменьшается примерно на 75 % с потерей 2-х электронов, а дальнейшие превращения происходят даже медленнее, чем в случае феруловой кислоты. Начальная скорость окисления синаповой кислоты несколько больше, чем феруловой, но меньше, чем кофейной, а вот скорость вторичных превращений у нее наивысшая среди рассматриваемых соединений. Аскорбиновая кислота в аналогичных условиях практически полностью окисляется за 30 секунд.

Емкостная характеристика АОА

Для индивидуальных антиоксидантов можно определить характеристику, принципиально отличающуюся от кинетической, и которую формально можно назвать псевдоэкстенсивной, - не в смысле ее зависимости от концентрации. Эта характеристика, для которой наиболее подходит название емкостная, может быть определена числом электронов, которые может отдать исходное вещество по последовательным реакциям с избранным окислителем.

Рассмотренные выше параметры не тождественны и дополняют друг друга: вещество А может быть более сильным антиоксидантом в кинетическом смысле, но более слабым – в емкостном. Поэтому вывод о соотношении антиоксидантных активностей веществ зависит от способа определения этих параметров. Например, интенсивно пропагандируемое в качестве антиоксиданта вещество – дигидрокверцетин [11], по емкостной антиоксидантной активности (по нашим данным для различных окислителей - Fe³⁺ и DPPH) в 4-5 раз слабее, чем кверцетин. В то же время при использовании в качестве окислителя Cu²⁺ и выдержке реакционной смеси в течение 120 мин емкостные параметры антиоксидантной активности кверцетина, катехина и дигидрокверцетина оказываются примерно одинаковыми (чуть более 9 электронов на один моль флавоноида) [9]. В цитированной работе по железо-восстанавливающей методике антиоксидантная активность дигидрокверцетина и в начальный период примерно в 5 раз меньше, чем для кверцетина.

Одно из решений для получения более стабильных значений емкостных характеристик АОА - ускорение реакций, для которого имеются две альтернативы: увеличение температуры, что не очень удобно, или более простое решение - увеличение концентрации оксиданта. При использовании тестовой системы Fe³⁺ - α,α'-дипиридил [5] такая возможность существует, поскольку избыток ионов железа (III) ускоряет процесс и не мешает определению железа (II) в окрашенном комплексе.

Относительная промежуточная характеристика АОА

Пусть некоторое вещество Б относительно медленно восстанавливает избранный оксидант: для полного завершения реакции необходима нерационально длительная инкубация смеси. Тогда в простейшем случае можно найти соединение А, характер временной зависимости превращения которого подобен веществу Б. Под подобием в этом случае следует понимать совпадение положения экспериментальных точек в координатах «аналитический сигнал *vs* время инкубации» за счет масштабирования аналитического сигнала (умножения на константу) при,

- во-первых, сопоставлении результатов для двух различных концентраций одного и того же антиоксиданта, Б, (коэффициент масштабирования должен быть равным соотношению концентраций антиоксиданта) и,
- во-вторых, при сопоставлении исследуемого антиоксиданта с подобранным веществом сравнения, А. Тогда АОА вещества Б может быть выражена в единицах вещества А, причем этот параметр уже не будет зависеть от времени инкубации смеси.

Как было показано компьютерным моделированием [8], на начальном участке (т.е. при малых степенях превращения) аналитический сигнал прямо пропорционален концентрации антиоксиданта с приближающимся к нулю интерсептом, $a(i)$:

$$AC(i) = a(i) + b(i) \cdot [i], \quad (3)$$

где $AC(i)$ – величина аналитического сигнала для антиоксиданта i , $b(i)$ – коэффициент пропорциональности, зависящий от времени выдерживания смеси, и от константы скорости первой стадии и/или констант скоростей последующих превращений для антиоксиданта i , $[i]$ – начальная концентрация этого антиоксиданта в смеси. В таком случае можно воспользоваться соотношением тангенсов углов наклона прямых линий

на графике «аналитический сигнал как функция количества добавленного антиоксиданта» чтобы выразить относительную антиоксидантную активность, взяв, например, вещество А в качестве вещества сравнения:

$$\text{АОА(Б)} = b(\text{Б})/b(\text{А}). \quad (4)$$

Если соблюдаются оговоренные условия, то результат не должен зависеть ни от концентрации исследуемых веществ, ни от времени инкубации реакционной смеси.

Известно деление чая на несколько типов, отличающихся способом ферментации, среди которых чаще всего выделяют два – зеленый и черный. Различие в химическом составе напитков, получаемых из этих материалов, хорошо известно [12] и не вызывает вопросов. Но относительно антиоксидантной активности можно обнаружить противоречащие друг другу данные. Так, например, известен вывод о примерно эквивалентной антиоксидантной активности обоих типов чая относительно окисления липопротеинов низкой плотности [13]; близкие результаты получены и при определении АОА по методу ТЕАС (trolox equivalent antioxidant capacity) [14]. Однако, полная антиоксидантная активность, определенная по погашению радикалов АВТС, 2,2'-азинобис(3-этилбензтиазолин-6-сульфоновой кислоты), у черного чая оказалась в четыре раза более высокой по сравнению с зеленым чаем [15]. В этой же работе сообщается о том, что АОА, определенная по методу DPPH, оказалась примерно одинаковой для черного и зеленого чая. Примерное равенство антиоксидантной активности этих типов чая вытекает и из данных, представленных в работе [16], но удивляют только большие доверительные интервалы для приведенных значений АОА (до 50%).

Для экстрактов зеленого и черного чая развитие окраски (при использовании системы «антиоксидант – Fe^{3+} – α, α' -дипиридил») по нашим данным, как и для индивидуального кверцетина (рис.1), развивается по пропорциональной схеме, рис.3.

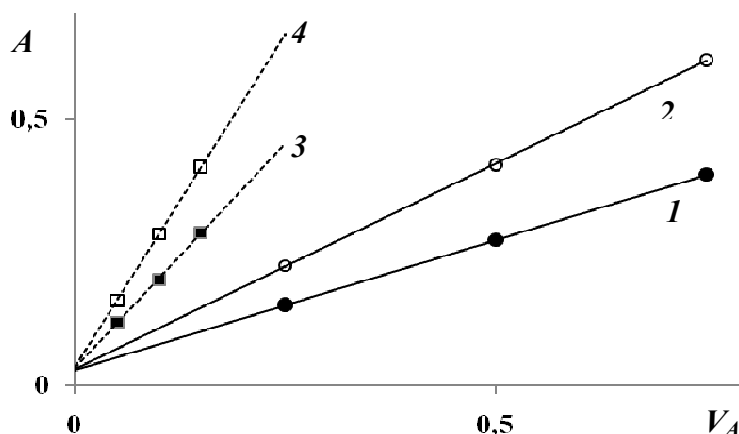


Рис.3. Соотношения «оптическая плотность vs объем аликвотной порции раствора антиоксиданта» в системе «антиоксидант – $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ – дипиридил»
 Антиоксиданты: раствор кверцетина при выдержке смеси в течение 1 – 10 мин, 2 – 40 мин;
 напиток чая Brooke Bond при выдержке смеси в течение 3 – 10 мин, 4 – 40 мин.

Это позволило определить относительную антиоксидантную активность чая – по уравнению (4) с использованием кверцетина в качестве вещества сравнения.

С использованием предложенной выше методики были одновременно исследованы железо-восстанавливающая активность чая и кверцетина. По полученным величинам оптической плотности определяли функциональный вид зависимости «оптическая плотность vs количество раствора антиоксиданта», и рассчитывали относительную антиоксидантную активность по уравнениям (3) и (4), с поправкой на концентрацию раствора кверцетина, если количество антиоксидантов определяется объемом аликвотных порций:

$$\begin{aligned} A(i) &= a(i) + b(i) \cdot V(i), \\ \text{АОА(Б)} &= c(\text{А}) b(\text{Б})/b(\text{А}), \end{aligned}$$

где $A(i)$ – оптическая плотность реакционной смеси при заданном времени выдержки; $V(i)$ – объем аликвотной порции антиоксиданта, $a(i)$ – интерсепт, приближающийся к оптической плотности «холостой пробы», $b(i)$ – тангенс угла наклона прямолинейной зависимости для i -го антиоксиданта, АОА(Б) – относительная антиоксидантная активность вещества Б, $c(A)$ – концентрация раствора вещества сравнения (кверцетина).

О том, каких результатов удастся добиться при этом, можно судить по данным, представленным в таблице.

Таблица

Относительная (промежуточная) антиоксидантная активность напитков чая, определенная по железо-восстанавливающей методике

t_{inc}^* , мин	Относительная антиоксидантная активность напитков чая, ммоль/л кверцетина									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
15	3.13	4.68	4.37	3.14	2.85	2.24	2.7	2.27	2.71	3.59
25	3.10	4.77	3.87	2.83	2.64	2.23	2.37	1.95	2.30	3.11
35	3.10	4.87	3.71	2.85	2.59	2.34	2.30	1.91	2.26	3.04
45	2.99	4.63	3.84	2.93	2.75	2.39	2.41	2.00	2.36	3.18
Среднее:	3.08	4.74	3.95	2.94	2.71	2.30	2.44	2.04	2.41	3.23
$\Delta(\max)^{**}$, %	2.9	2.8	11	6.8	4.3	2.9	10	12	13	11

* - время инкубации реакционной смеси; ** - относительное максимальное отклонение от среднего значения. Напитки марок: 1 - China Green Special (Curtis); 2 - Ceilon Sunny Gold (Curtis); 3 - Принцесса Ява; 4 - Lipton Label Tea; 5 - Brooke Bond; 6 - Pickwick Strawberry; 7 - Японская зелёная Банча (Gruenewald); 8 - Китайский, Чун Ме (Gruenewald); 9 – Генпаудер; 10 - Китайский, Сенга Ор.

Как видно из представленных данных, результаты определения относительной (промежуточной) антиоксидантной активности напитков получаются довольно близкими для различных времен инкубации реакционной смеси. Несколько завышенными оказались результаты для 15-минутной выдержки, хотя отклонение в этом случае от среднего значения для четырех различных времен выдержки смеси не превышает 13 %, подтверждая справедливость предложенного метода. Результаты для выдержки в течение 25 – 45 мин оказываются еще более близкими – расхождения между ними не превышает 2-3 %. Наивысшую относительную антиоксидантную активность проявил настой черного чая марки Ceilon Sunny Gold (Curtis); заметно уступил ему по антиоксидантной активности настой зеленого чая марки «Принцесса Ява», и с примерно таким же отставанием далее расположился один из исследованных зеленых чаев - China Green Special (Curtis). Для остальных марок получены достаточно близкие результаты.

Заключение

В работе на основе анализа кинетических кривых превращения антиоксидантов, обычно оцениваемых по исчезновению оксиданта, предложена градация количественных критериев антиоксидантной активности по трем неэквивалентным и независимым параметрам: кинетическая, емкостная и относительная (промежуточная) антиоксидантная активность.

При этом экспериментально показано, что по антиоксидантной активности напитки чая подобны растворам кверцетина: восстановительная активность компонентов медленно падает в течение длительного времени. Следовательно, кверцетин может быть использован в качестве стандарта при определении относительной (промежуточной) антиоксидантной активности, не зависящей от времени инкубации и концентрации пробы, взятой при исследовании. Черный чай и зеленый чай, компоненты экстрактивных веществ которых имеют различное строение, тем не менее, имеют близкую относительную антиоксидантную активность.

Список литературы

1. Sancez-Moreno C. Review: Methods used to evaluate the free radical scavenging activity in food and biological systems // Food Sci. Tech. Int. – 2002. – Vol. 8. – P.121-137.
2. Schleisier K., Harwat M., Bohm V., Bitsch R. Assessment of antioxidant activity by using different *in vitro* methods // Free Radic. Res. – 2002. – Vol. 36. – P. 177-187.



3. Huang D., Ou B., Prior R.L. The chemistry behind antioxidant capacity assays // *J. Agric. Food Chem.* – 2005. – Vol. 53. – P. 1841-1856.
4. Хасанов В.В., Рыжова Г.Л., Мальцева Е.В. Методы исследования антиоксидантов // *Химия растительного сырья.* – 2004. – №3. – С. 63-75
5. Темердашев З.А., Храпко Н.В., Цюпко Т.Г., Воронова О.Б., Балаба А.Н. Определение антиоксидантной активности пищевых продуктов с использованием индикаторной системы Fe(III)/Fe(II) – органический реагент // *Заводская лаборатория. Диагностика материалов.* – Т.72, №11. – С.15-19.
6. Huang D., Ou B., Prior R.L. The Chemistry behind Antioxidant Capacity Assays // *J. Agric. Food Chem.* – 2005. – Vol. 53. – P. 1841-1856.
7. Sánchez-Moreno C., Larrauri J.A., Saura-Calixto F. A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols // *J. Sci. Food Agric.* – 1998. – Vol. 76. – P. 270-276.
8. Дейнека В.И., Анисимович И.П., Михеев А.Ю., Мясникова П.А., Шапошник Е.И., Дейнека Л.А. О некоторых особенностях определения антиоксидантной активности. / *Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сб. научн. тр. / под ред. М.В. Гаврилина.* – Пятигорск: Пятигорская ГФА, 2009. – Вып. 64. – С. 415-418.
9. Mira L., M. Fernandez T., Santos M., Rocha R., Florêncio M.H., Jennings K.R. Interactions of Flavonoids with Iron and Copper Ions: A Mechanism for their Antioxidant Activity // *Free Rad. Res.* – 2002. – Vol. 36. – P. 1199-1208.
10. Balcerzak M., Tyburska A., Świącicka-Füchsel E. Selective determination of Fe(III) in Fe(II) samples by UV-spectrophotometry with the aid of quercetin and morin // *Acta Pharm.* – 2008. – Vol. 58. – P. 327-334.
11. Бабкин В.А., Малков Ю.А., Остроухова Л.А., Онучина Н.А., Еськова Л.А. Эффективный антиоксидант из древесины лиственницы // *Хвойные бореальной зоны.* – 2003. – Вып.1. – С. 108-113.
12. Яшин Я.И., Яшин А.Я., Черноусова Н.И. Хроматография чая // *Наука и жизнь.* – 2005. – №3. – С. 50-53.
13. Leong L.K., Su Y., Chen R., Zhang Z., Huang Y., Chen Z.-Y. Theaflavins in black tea and catechins in green tea are equally effective antioxidants // *J. Nutr.* – 2001. – Vol. 131. – P. 2248-2251.
14. Poulter J. Antioxidants in tea // *BNF Nutr. Bull.* – 1998. – Vol. 23. – P. 203-210.
15. Gramza A., Pawlak-Lemańska K., Korczak J., Wąsowicz E., Rudzinska M. Tea extracts as free radical scavengers // *Polish J. Environ. Studies.* – 2005. – Vol. 14. – P. 861-867.

PARAMETERS OF ANTIOXIDANT ACTIVITY OF COMPOUNDS: RELATIVE ANTIOXIDANT ACTIVITY OF TEA

I.P. Anisimovitch
V.I. Deineka
L.A. Deineka
P.A. Frolov
P.A. Miasnikova

*Belgorod State University,
 Pobedy Str., 85, Belgorod,
 308015, Russia
 E-mail: deineka@bsu.edu.ru*

It is for the first time that compounds antioxidant activity particularities are discussed from kinetics as well as capacity points of view. For slow developing processes of «antioxidant – oxidant interaction» an idea of a relative antioxidant activity is proposed, exploring a proper reference substance. The relative antioxidant activity does not depend upon time of reaction mixture incubation as well as upon concentration. The latter has been shown to be valid for the determination of relative antioxidant activity of tea by ferric-reducing system with α, α' -dipyridyl as indicator and quercetin as a reference substance. It has been found that relative antioxidant activity of black and green tea has no substantial differences.

Key words: antioxidant activity, kinetics, capacity relative (intermediate) parameters, ferric-reducing system, tea.

ИССЛЕДОВАНИЕ СУПРАМОЛЕКУЛЯРНЫХ КОМПЛЕКСОВ: ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ РЕЗВЕРАТРОЛА С β -ЦИКЛОДЕКСТРИНОМ В НЕКОТОРЫХ РАСТВОРИТЕЛЯХ

Г.В. Васильев
И.П. Анисимович
А.Ю. Михеев
В.И. Дейнека
О.О. Новиков

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

E-mail: deineka@bsu.edu.ru

В работе исследовано взаимодействие *транс*- и *цис*-резвератрола с β -циклодекстрином хроматографическим методом и по методу растворимости. Показано, что оба метода дают согласующиеся результаты. Впервые установлено, что возможна аппроксимация констант комплексообразования на составы растворителей за пределы составов использованных в ВЭЖХ подвижных фаз.

Ключевые слова: *цис*- и *транс*-резвератрол, β -циклодекстрин, комплексы включения, ВЭЖХ, растворимость.

Резвератрол (5-[2-(4-гидроксифенил)этинил]бензол-1,3-диол или *транс* – 3,5,4'-тригидроксостильбен) был впервые выделен из корней одного из видов чемерицы (*Veratrum grandiflorum*) в 1940 году [1]. В настоящее время резвератрол обычно ассоциируется с виноградом, в котором он присутствует главным образом в виде 3-O- β -D-глюкозида (пицеида, *picoid*) (схема 1) [2], хотя известно более 70 других растительных источников этого соединения [1, 3]. Резвератрол относят к фитоалексинам – вторичным метаболитам, синтезируемым растениями в ответ на биотический и абиотический стресс [4]. Экстракты, содержащие агликон или его глюкозид, издавна использовались в традиционной китайской и японской медицине для лечения различных заболеваний. К настоящему времени высокая биологическая активность резвератрола (в том числе и антиканцерогенная) подтверждена экспериментально в многочисленных исследованиях [5, 6], что объясняет высокий интерес исследователей к этому соединению.

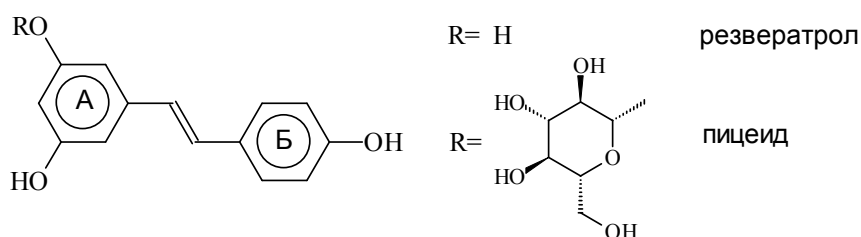


Схема 1. Строение *транс*-резвератрола и пицеида

Однако резвератрол обладает невысокой растворимостью в воде [6], осложненную к тому же быстрым метаболизмом – полупериод жизни резвератрола в организме составляет примерно 8 – 14 мин, что снижает его биодоступность, [6]. Примечательно, что именно технологии супрамолекулярной химии предназначены для решения подобного рода проблем: образование комплексов «гость – хозяин» позволяет изменять и растворимость, и устойчивость молекул «гостей». Целый ряд исследований [7–13] показал, что в качестве «хозяина» для образования комплексов с резвератролом удобно использование циклодекстринов, обладающих подходящим размером полости, не токсичных и разрешенных к использованию в медицинской и пищевой промышленности [14]. Однако между значениями констант комплексообразования, полученных различными авторами с использованием различных методов, существуют большие расхождения. Данная работа посвящена исследованию комплексообразования резвератрола с β -циклодекстрином параллельно двумя методами – хроматографическим и по растворимости, а также и решению ряда сопутствующих проблем.



Экспериментальная часть

Хроматографическая система была составлена из насоса высокого давления Векман 110В, крана дозатора Rheodyne 7125 с петлей объемом 20 мкл; спектрофотометрического детектора с изменяемой длиной волны Nicolet LC/9563 ($\lambda = 306$ нм). Для регистрации и обработки хроматограмм использовали ПП МультиХром 1.5. Хроматографическая колонка 100×4 мм Диасфер-110-С18. Все хроматографические исследования выполняли при комнатной температуре.

Для приготовления подвижных фаз использовали дистиллированную воду, ацетонитрил (HPLC-gradient grade, Panreac), уксусную кислоту (х.ч., Вектон). В работе использовали резвератрол и β -циклодекстрин (КНР). Чистоту резвератрола проверяли хроматографическим (индивидуальный пик на хроматограмме) и спектроскопическим методом (по сопоставлению коэффициента молярного погашения с литературными данными). *Цис*-изомер резвератрола получали действием прямого солнечного света на раствор *транс*-резвератрола в кварцевой посуде – нескольких минут достаточно для получения раствора с сопоставимыми концентрациями двух изомеров. Чистота использованного в работе β -циклодекстрина была проверена записью хроматограммы раствора в условиях обращено-фазовой ВЭЖХ с рефрактометрическим детектированием в водно-метанольной (8 об.%) подвижной фазе – на хроматограмме был обнаружен только один пик с удерживанием близким к литературным данным [15].

По методу растворимости в виалы вместимостью 15 мл добавляли по 10 мл соответствующего растворителя с различной концентрацией β -циклодекстрина и избыток резвератрола. Смесь при периодическом встряхивании выдерживали в течение суток вне доступа прямого солнечного света при комнатной температуре. Избыток резвератрола отделяли центрифугированием, а концентрацию резвератрола в растворе определяли методом ВЭЖХ.

Компьютерное моделирование комплексов включения осуществляли в программном пакете HyperChem 8.0 с оптимизацией геометрии методом ММ+.

Обсуждение полученных результатов

С использованием метода молекулярного моделирования авторы работы [13] пришли к выводу о том, что внедрение молекулы резвератрола в полость β -циклодекстрина осуществляется кольцом А, содержащим две гидроксильные группы, а кольцо Б с одной гидроксильной группой ориентировано наружу. С этим выводом (или интерпретацией) сложно согласиться, если учесть полученные нами результаты по исследованию комплексообразования между β -циклодекстрином и фенольными кислотами (производными рядов бензойной и коричной кислот [16]) (табл. 1).

По нашим данным в случае обоих типов фенольных кислот комплексообразование несколько увеличивается при введении гидроксильной группы в *пара*-положение. Эта стабилизация комплекса может быть объяснена образованием объемной сольватной оболочки вокруг гидроксильной группы, выходящей за нижний обод β -циклодекстрина. Добавление дополнительной гидроксильной или метоксильной группы в *мета*-положение кислот всегда существенно снижало константы комплексообразования, причем в случае более объемной метоксильной группы, повышающей гидрофобность молекулы, снижение константы было больше, чем при добавлении гидроксильной группы, увеличивающей гидрофильность молекулы. Следовательно, в рассматриваемом случае устойчивость комплексов «гость-хозяин» определяется не гидрофильно-гидрофобными свойствами заместителей в *мета*-положении, а стерическими факторами. Добавление третьей группы (с заполнением обоих *мета*-положений) приводило к дальнейшему уменьшению констант.

Следовательно, в случае пары « β -циклодекстрин – резвератрол» на роль гостя скорее претендует именно кольцо Б, с гидроксильной группой в *пара*-положении, а не кольцо А, с двумя *мета*-заместителями, схема 2.

Кстати, именно поэтому для резвератрола и β -циклодекстрина найдены комплексы только состава 1:1, а не 1:2 – по одной молекуле β -циклодекстрина на каждое из ароматических колец.

Таблица 1
Константы комплексообразования фенольных кислот с β -циклодекстрином

Заместители	Подвижные фазы	
	1	2
Производные бензойной кислоты		
нет	190	-
4-гидрокси	232	-
3,4-дигидрокси	82	-
3-метокси-4-гидрокси-	61	-
3,5-диметокси-4-гидрокси-	19	-
Производные <i>транс</i> -коричной кислоты		
нет	-	53
4-гидрокси-	270	56
3,4-дигидрокси	152	26
3-метокси-4-гидрокси-	-	14

Колонка: 150×4 мм, Диасфер-110-C18NT, 5 мкм.
Подвижные фазы: 1–10 об.% ацетонитрила 2–20 об.% ацетонитрила и 0,5 об.% уксусной кислоты в обеих фазах

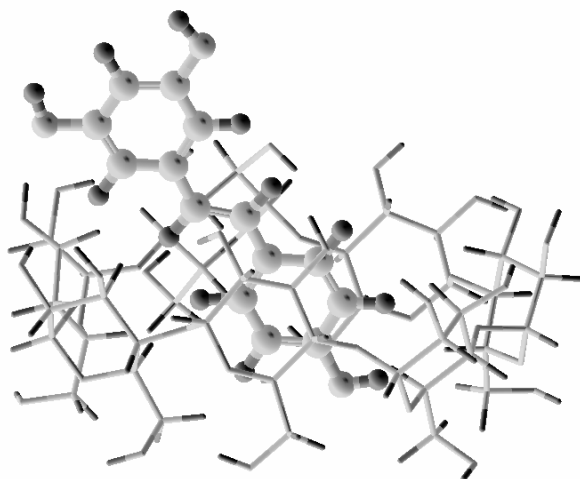


Схема 2. Моделирование строения комплекса включения *транс*-резвератрола с β -циклодекстрином

же не согласуется со строением комплекса, определенным по методу компьютерного моделирования [13], поскольку в предложенной авторами схеме при замене *транс*-резвератрола на *цис*-изомер геометрия комплекса должна измениться принципиально. При предлагаемом нами варианте образования комплекса внедрением в полость β -циклодекстрина кольца Б молекулы резвератрола кольцо А не должно существенно влиять на устойчивость комплекса, а в *цис*-изомере может реализоваться наиболее выгодная конформация кольца А относительно верхнего обода β -циклодекстрина. Кстати, снижение константы при переходе от *транс*- к *цис*-изомеру сопоставимо с уменьшением константы при удалении двойной связи при переходе от производных коричной к производным бензойной кислот (табл. 2).

Существуют несколько источников погрешности в определении констант различными методами. В хроматографическом методе специфическая погрешность связана с определением фактора удерживания сорбатов, $k(i)$, для расчета которого требуется определение так называемого «мертвого» времени колонки, t_0 . Можно показать прямыми расчетами, что относительная погрешность определения констант может достигнуть 10 % при малых временах удерживания, но не превышает 1 % при 5 % при по-

Метод обращенно-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ), использованный в данной работе для определения констант комплексообразования, основан на простой зависимости между концентрацией β -циклодекстрина в подвижной фазе и фактором удерживания сорбата (для комплексов состава 1:1) [9]:

$$\frac{1}{k(i)} = \frac{1}{k_0(i)} + \frac{K_p(i)}{k_0(i)} \cdot [CD], \quad (1)$$

где $k(i)$ – фактор удерживания сорбата i ; $k_0(i)$ – фактор удерживания сорбата i в элюенте без β -циклодекстрина, $[CD]$ – концентрация β -циклодекстрина в подвижной фазе. По нашим данным во всех случаях наблюдалась линейность такого соотношения (рис.1), что подтверждало образование только комплексов состава 1 : 1 для обоих изомеров (*цис* и *транс*) резвератрола.

Метод ВЭЖХ имеет то преимущество, что возможно одновременное определение констант комплексообразования для нескольких молекул «гостей». Это позволило нам определять константы устойчивости и *транс*- и *цис*-резвератрола в одних и тех же условиях. При этом константа устойчивости *цис*-изомера оказалась лишь на 20–30 % меньше, чем для *транс*-изомера, табл.2, что так-

ложительных логарифмах факторов удерживания. Следовательно, более надежные константы комплексообразования можно получить при использовании коротких колонок и «медленных» элюентов.

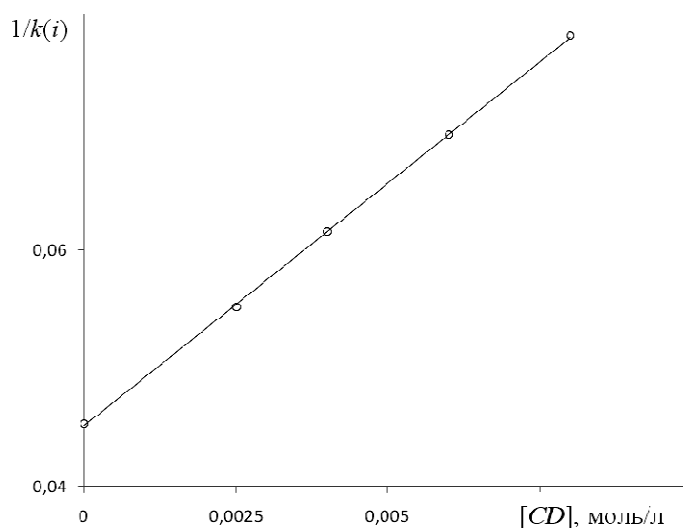


Рис. 1. Зависимость между фактором удерживания *транс*-резвератрола и концентрацией β -циклодекстрина в подвижной фазе

Колонка: 100×4 мм, Диасфер-110-С18, 5 мкм. Основа подвижной фазы: 15 об. % ацетонитрила и 2 об. % уксусной кислоты в воде

Таблица 2
Сопоставление констант комплексообразования изомеров резвератрола с β -циклодекстрином

Подвижная фаза, объемные доли, %		Константы устойчивости комплексов изомеров резвератрола с β -циклодекстрином	
CH ₃ CN	CH ₃ COOH	<i>транс</i> -	<i>цис</i> -
12.5	2	199	165
15.0	2	91	73
17.5	2	57	40

Другой источник погрешности количественно оценить труднее. Уравнение (1), применяемое для расчета константы комплексообразования, строго говоря, может быть использовано только в том случае, если удерживание сорбата изменяется исключительно за счет процессов комплексообразования в подвижной фазе при неизменности состояния стационарной фазы. Но наши ис-

следования показали, что при увеличении концентрации β -циклодекстрина в подвижной фазе в случае кофеина удерживание даже немного увеличивается. Этот факт может быть следствием модификации поверхности октадецилсилановых фаз β -циклодекстрином. Действительно, если это соединение обладает гидрофобной полостью, то эта полость может заполняться не только сорбатом в подвижной фазе, но и углеводородными радикалами октадецилсиланизированной поверхности. По нашим данным удерживание β -циклодекстрина в использованных стационарных фазах оказалось весьма заметным ($k \approx 0.2$). Следовательно, с изменением концентрации β -циклодекстрина изменяется не только соотношение компонентов в подвижной фазе, но и состояние поверхности: за счет сорбции β -циклодекстрина увеличивается число доступных поверхностных гидроксильных групп. Тогда должно увеличиваться удерживание полярных соединений.

Для оценки правильности хроматографического метода, тем не менее, желательно сопоставить константы, получаемые для одного и того же набора растворов, но рассчитанные с использованием принципиально различных методов. В цитированных ранее работах использовались различные методы для расчета констант комплексообразования резвератрола. Так по флуориметрическим измерениям для температур 20, 30 и 40°C были получены константы комплексообразования резвератрола с

β -циклодекстрином на уровне двух тысяч (2122, 2038 и 1884, соответственно, [13]); по растворимости (метод фазовых диаграмм, [8]) при 37°C было найдено несколько большее значение константы - 2057. На том же уровне в диапазоне pH 4 ÷ 8 оказались константы, найденные методом ВЭЖХ [9], хотя авторы цитируемой работы использовали вместо стандартной обращенной фазы фазу GF-450, предназначенную для эксклюзивной хроматографии. В работе [10] по флуориметрическому методу также была получена константа немногим более двух тысяч, но ферментный метод (окисление резвератрола) и метод фазовых диаграмм приводили к получению примерно вдвое больших констант (4220 и 4438).

Приведенные выше значения констант бессмысленно напрямую сопоставлять с найденными в настоящей работе, табл.2, поскольку в использованной нами обращено-фазовой хроматографии для получения приемлемых времен удерживания и симметричной формы пиков в элюент необходимо добавлять органические модификаторы (в нашем случае - ацетонитрил и уксусную кислоту). Но эти вещества также обладают некоторой неполярностью и могут конкурировать с резвератролом за место в полости, что подтверждается уменьшением констант при росте концентрации ацетонитрила в подвижной фазе, табл. 2. По этой причине мы выполнили параллельное определение константы методом ВЭЖХ и методом растворимости для одних и тех же растворов β -циклодекстрина в растворителе (в подвижной фазе), содержащей 12.5 об.% ацетонитрила и 2 об.% уксусной кислоты. Расчет показал неплохое совпадение: по растворимости среднее значение константы составило 190 при значении 199, полученном по методу ВЭЖХ.

Полученные данные свидетельствуют о достаточной надежности хроматографического метода определения констант комплексообразования. В таком случае представляет интерес возможность аппроксимации констант интерполяцией данных за пределы использованного диапазона составов подвижных фаз. В жидкостной хроматографии для аппроксимации параметров удерживания используют полулогарифмические координаты «логарифм фактора удерживания, $\lg k(i)$, vs объемная доля органического модификатора, Φ », для которых предполагается либо линейная, либо квадратичная функциональная зависимость [17]. Для констант комплексообразования можно предполагать в первом приближении линейную взаимосвязь:

$$\lg K_p(i) = a + b \cdot \Phi, \quad (2)$$

где Φ – объемная доля органического модификатора в подвижной фазе.

Полученные в настоящей работе значения констант комплексообразования в подвижных фазах, в которых постоянным оставалась концентрация уксусной кислоты (2 об. %), но изменялась концентрация ацетонитрила (12,5 ÷ 30 об. %), удовлетворительно аппроксимируются прямолинейной зависимостью (2), рис.1:

$$\lg K_p(i) = 3.639 - 0.108 \cdot \Phi. \quad (R^2 = 0.9954).$$

При аппроксимации на нулевое содержание ацетонитрила получается константа 4350, что соответствует бóльшим значениям из литературных данных. Для контроля мы рассчитали константу по методу растворимости в водном растворе без каких-либо органических добавок, получив в итоге даже немного более высокое значение – 4717 (точка указана на рис.2 в логарифмических единицах).

Найденное различие (менее 10 %) между константами может быть объяснено, во-первых, обсуждавшимися выше погрешностями расчета констант, во-вторых, экспериментальными погрешностями, в-третьих, возможной необходимостью введения квадратичной зависимости, которая в обычной практике хроматографии чаще используется именно для водно-ацетонитрильных растворов (подвижных фаз) [17] и, в-четвертых, возможным влиянием на константу уксусной кислоты, входившей в состав всех элюентов. При этом однозначно то, что константа комплексообразования резвератрола с β -циклодекстрином выше четырех тысяч.

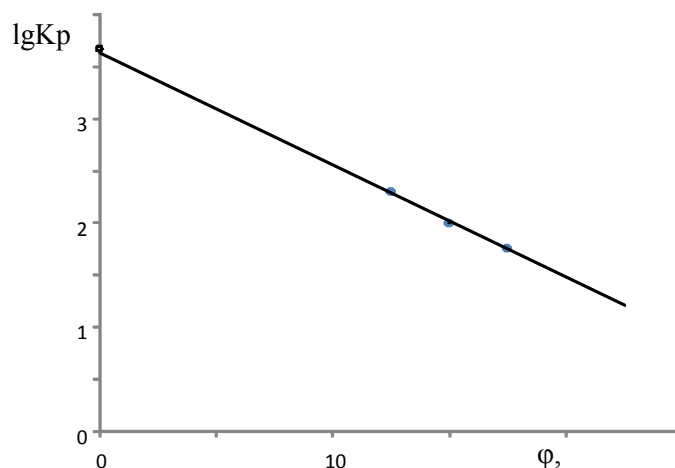


Рис.2. Зависимость констант комплексообразования резвератрола с β -циклодекстрином от концентрации ацетонитрила в подвижной фазе

Очевидно, что комплексообразование за счет внедрения в полость молекулы «хозяина» может изменить растворимость «гостей». При этом логично предположить и уменьшение химической активности молекулы «гостя» в реакциях, затрагивающих все части, кроме ориентированных на центры верхнего и нижнего обода циклодекстрина, т.к. доступ к ним затруднен или исключен стенками молекулы «хозяина». В случае резвератрола при его ориентации в полости в соответствии со схемой 2, увеличения химической активности ожидать не следует. И действительно, в работах [10, 12, 18] найдено снижение скорости ферментного окисления резвератрола, увеличение его фотостабильности и неизменность ряда биологически важных свойств при образовании комплексов. Однако в работе [11] приводятся данные, свидетельствующие об усилении способности резвератрола к перехвату радикалов при добавлении β -циклодекстрина по методике с использованием 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила (DPPH) [19]. Мы проверили влияние β -циклодекстрина на антиоксидантные свойства резвератрола по методу [20] в котором в качестве окислителя используется Fe^{3+} с последующим определением образовавшегося Fe^{2+} по образованию окрашенного комплекса с 2,2'-дипиридиллом (рис. 3).

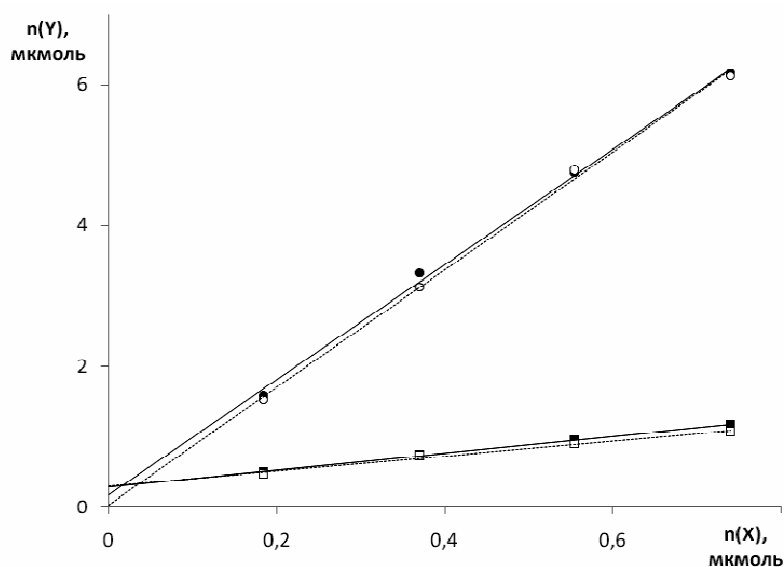


Рис.3. Восстановительная активность резвератрола и кверцетина до и после образования комплексов включения с β -циклодекстрином

Оси абсцисс – число моль исследуемого соединения (\square и \blacksquare – резвератрол, \circ и \bullet – кверцетин; по оси ординат – число моль образовавшихся ионов Fe^{2+} , экспериментальные данные для образцов – незаполненные значки и пунктирная линия

По полученным данным (по тангенсу угла наклона прямой линии, аппроксимирующей экспериментальные данные, рис. 3) восстановительная (антиоксидантная) активность резвератрола, во-первых, примерно в 8 раз ниже, чем кверцетина, т.е. рас-

сматривать это соединение в качестве антиоксиданта можно лишь условно, поскольку и реальная концентрация его в природных источниках также мала. Во вторых, образование комплексов с β -циклодекстрином не только не повышает эту активность, но и, наоборот, немного снижает ее.

Выводы

Транс- и *цис*-резвератрол образует комплекс включения с β -циклодекстрином состава 1:1 предположительно внедрением моногидроксилированного ароматического кольца. В работе определены константы комплексообразования в нескольких различных составах подвижных фаз. Показано, что константа комплексообразования в водном растворе может быть определена методом ВЭЖХ с аппроксимацией результатов на чисто водные растворы по линейной зависимости логарифма константы относительно объемной доли органического модификатора.

Список литературы

1. Orallo F. Biological effects of *cis*- versus *trans*-resveratrol / In «Resveratrol in health and disease». Ed. B.B. Aggarwal, S. Shishodia. CRC Press, Taylor & Francis group, LLC, 2006. – 641 с.
2. Romero-Pérez A.I., Maite Ibern-Gómez M., Lamuela-Raventós R.M., M. de la Torre-Boronat C. Piceid, the Major Resveratrol Derivative in Grape Juices // J. Agric. Food Chem. – 1999. – Vol. 47. – P. 1533–1536.
3. Delaunois B., Cordelier S., Conreux A., Clément C., Jeandet P. Molecular engineering of resveratrol in plants // Plant Biotechnol. J. – 2009. – Vol. 7. – P. 2–12.
4. Dixon R.A. Natural products and plant disease resistance // Nature. – 2001. – Vol. 411. – P. 843–847.
5. de la Lastra C.A., Villegas I. Resveratrol as an anti-inflammatory and anti-aging agent: Mechanisms and clinical implications // Mol. Nutr. Food Res. – 2005. – Vol. 49. – P. 405–430.
6. Das S., Liu H.-S., Ho P.C., Ng K.-Y. The impact of aqueous solubility and dose on the pharmacokinetic profiles of resveratrol // Pharm. Res. – 2008. – Vol. 25. – P. 2594–2600.
7. López-Nicolás J.M., Núñez-Delicado E., Pérez-López A.J., Barrachina A.C., Cuadra-Crespo P. Determination of stoichiometric coefficients and apparent formation constants for β -cyclodextrin complexes of *trans*-resveratrol using reversed-phase liquid chromatography // J. Chromatogr. A. – 2006. – Vol. 1135. – P. 158–165.
8. Bertacche V., Lorenzi N., Nava D., Pini E., Sinico C. Host-Guest interaction study of resveratrol with natural and modified cyclodextrins // J. Incl. Phenom. Macrocycl. Chem. – 2006. – Vol. 55. – P. 279–287.
9. López-Nicolás J.M., García-Carmona F. Rapid, simple and sensitive determination of the apparent formation constants of *trans*-resveratrol complexes with natural cyclodextrins in aqueous medium using HPLC // Food Chem. – 2008. – Vol. 109. – P. 868–875.
10. Lucas-Abellán C., Fortea M.I., Gabaldyn J.A., Núñez-Delicado E. Complexation of resveratrol by native and modified cyclodextrins: Determination of complexation constant by enzymatic, solubility and fluorimetric assays // Food Chem. – 2008. – Vol. 111. – P. 262–267.
11. Lu Z., Cheng B., Hu Y., Zhang Y., Zou G. Complexation of resveratrol with cyclodextrins: Solubility and antioxidant activity // Food Chem. – 2009. – V. 113. – P. 17–20.
12. Sapino S., Carlotti M.E., Caron G., Ugazio E., Cavalli R. In silico design, photostability and biological properties of complex resveratrol/hydroxypropyl- β -cyclodextrin // J. Incl. Phenom. Mycrocycl. Chem. – 2009. – Vol. 63. – P. 171–181.
13. Lu Z., Chen R., Liu H., Cheng B., Zou G. Study of the complexation of resveratrol with cyclodextrins by spectroscopy and molecular modeling // J. Incl. Phenom. Mycrocycl. Chem. – 2009. – V.63. – P. 295–300.
14. Stella V.J., He Q. Cyclodextrins // Toxicol. Pathol. – 2008. – V. 36. – P. 30–42.
15. Chatjigakis A.K., Cardot Ph.J.P., Coleman A.W., Parrot-Lopez H. Retention Properties of Cyclodextrins and Modified Cyclodextrins in Reversed Phase HPLC // Chromatographia. – 1993. – V. 36. – P. 174–178.
16. Анисимович И.П., Лапшова М.С., Дейнека Л.А., Дейнека В.И. Исследование образования комплексов включения β -циклодекстрина с фенольными кислотами методом ВЭЖХ / Высокие технологии, фундаментальные исследования, образование: сборник трудов Седьмой международной научно-практической конференции «Исследование, разработка и применение высоких технологий в промышленности». 28-30.04.2009, Санкт-Петербург, Россия / под ред. А.П. Кудинов. Г.Г. Матвиенко. – СПб.: Изд-во Политехн. Ун-та, 2009. – С. 159–161.



17. Baczek T., Kaliszan R., Claessens H.A., van Straten M.A. Computer-Assisted Optimization of Reversed-Phase HPLC Isocratic Separations of Neutral Compounds // LC•GC Europe. – 2001. – June. – P. 2–6.

18. Lucas-Abellán C., Fortea I., López-Nicolás J.M., Núñez-Delicado E. Cyclodextrins as resveratrol carrier system // Food Chem. – 2007. – V.104. – P. 39–44.

19. Sánchez-Moreno C., Larrauri J.A., Saura-Calixto F. A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols // J. Sci. Food Agric. – 1998. – V.76. – P. 270–276.

20. Темердашев З.А., Храпко Н.В., Цюпко Т.Г., Воронова О.Б., Балаба А.Н. Определение антиоксидантной активности пищевых продуктов с использованием индикаторной системы Fe (III) / Fe (II) – органический реагент // Заводск. Лаборат. – 2006. – Т.72, №11. – С. 15–19.

INVESTIGATION OF SUPRAMOLECULAR COMPLEXES: INTERACTION OF RESVARATROL WITH β -CYCLODEXTRIN IN SOME SOLVENTS

G.V. Vasiliev

I.P. Anisimovitch

A.Yu. Mikcheev

V.I. Deineka

O.O. Novikov

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

E-mail: deineka@bsu.edu.ru

In the paper interaction of *cis*- and *trans*-resveratrol with β -cyclodextrin has been investigated by two methods (chromatographic and solubility) simultaneously. The coincidence of the results was found, a possibility of approximation of the constants beyond mobile phase compositions under investigation has been proved.

Key words: *cis*- and *trans*-resveratrol, β -cyclodextrin, inclusion complexes, HPLC, solubility methods.

ТЕКСТУРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И СОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ПРИРОДНОЙ И МАГНИЙ-ЗАМЕЩЕННОЙ МОНТМОРИЛЛОНИТ СОДЕРЖАЩЕЙ ГЛИНЫ¹

А.И. Везенцев
С.В. Королькова
В.Д. Буханов

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

E-mail:
vesentsev@bsu.edu.ru;
korolkova@bsu.edu.ru

Представлены результаты исследования монтмориллонитовой глины киевской свиты, отобранные на территории Белгородской области. Установлены текстурные характеристики природной и модифицированной глины. Показано, что комплексная обработка глинистого сырья с использованием растворов хлорида магния позволяет производить сорбционную очистку водных сред от ионов тяжелых металлов в 6–7 раз эффективнее, по сравнению с природными формами глин.

Ключевые слова: сорбция, тяжелые металлы, монтмориллонитовые глины, удельная поверхность, очистка воды.

Введение

В настоящее время глинистые минералы широко используются в различных отраслях промышленности и сельском хозяйстве, в частности являются основным компонентом в производстве керамических материалов. В металлургической промышленности используются в качестве связующих материалов при производстве железорудных окатышей. Глины применяются в качестве адсорбентов используемых для очистки, осветления вин, различных соков, а также в производстве кормовых добавок. Глинистые минералы имеют перспективу применения как сорбенты для очистки воды от нефтепродуктов, поверхностно-активных веществ и тяжелых металлов.

Загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами – одним из наиболее интенсивных поллютантов – всегда потенциально опасно из-за внедрения тяжелых металлов из гидро- и литосферы через метаболические и трофические цепи в живые организмы, в том числе и человека. Поэтому актуальными становятся проблемы загрязнения природных вод, рост объемов сточных вод и поиск эффективных методов их очистки [1].

Одним из физико-химических способов очистки воды является сорбция, которая может носить характер физической сорбции, хемосорбции и ионного обмена между сорбатом и сорбентом.

В последние годы проводятся исследования, направленные на очистку воды от соединений тяжелых металлов с использованием минеральных алюмосиликатных адсорбентов: различные глины, цеолитсодержащие породы и т.д., которые характеризуются высокой поглотительной способностью, устойчивостью к воздействиям окружающей среды и могут служить прекрасными носителями для закрепления на поверхности различных соединений при их модифицировании [2].

В качестве сорбентов эффективно использование глинистых минералов структурного типа 2:1 с изменяющейся величиной параметра «С» кристаллической решетки. В межпакетных полостях указанных минералов, могут адсорбироваться молекулы воды, а так же положительные или отрицательные ионы. В них может происходить ионный обмен с внешней средой. Указанные глинистые минералы могут разбухать за счет увеличения пространства между элементарными пакетами, в котором размещаются адсорбируемые ионы или молекулы. В глинистых минералах, относящихся к классу монтмориллонитов, часть ионов кремния (Si^{4+}) в тетраэдрических позициях замещается ионами алюминия (Al^{3+}), а часть ионов алюминия в октаэдрических пози-

¹ Работа выполнена в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 – 2013 годы; ²Работа поддержана грантом РФФИ, проект № 09-03-97545



циях – ионами магния (Mg^{2+}) и двухвалентного железа (Fe^{2+}). Каждый элементарный пакет слоистых силикатов структурного типа 2:1 имеет толщину 0.94 нм, а удельная площадь поверхности элементарных пакетов достигает 660 м²/г [3]. Элементарные пакеты связаны между собой слабыми силами Ван-Дер-Ваальса. Поэтому возможно размещение между слоями больших ионов, формирующих столбики, и таким образом создание системы пустот, где могут размещаться молекулы.

Глинистые породы широко распространены на территории Белгородской области в палеогеновых отложениях. Бентониты приурочены к отложениям киевской свиты, сложенной (сверху вниз) глинами, мергелями и глинистыми алевритами, которые залегают на небольшой (0–15 м) глубине. Мощность отложений достигает 25–30 м [2].

Представленная работа является продолжением ранее проведенных исследований сорбционной активности белгородских глин [4].

Целью настоящей работы является изучение текстурных характеристик и сорбционных свойств природной и магний-замещенной монтмориллонит содержащей глины.

Экспериментальная часть

Минералогический состав исследуемых порошкообразных образцов определяли рентгенофазовым методом²⁾ на рентгеновском дифрактометре Rigaku Ultima IV XRD-320. Химический состав образцов определяли микрорентгеноспектральным методом²⁾ с помощью анализатора EDAX совмещенного с растровым электронным микроскопом Quanta 200 3D. Методом низкотемпературной адсорбции азота² (TriStar II 3020) определена удельная поверхность твердых тел, в качестве адсорбата использован азот при температуре его кипения.

Для определения сорбционных свойств глины использовали следующую методику. Сорбцию ионов Cu^{2+} и Fe^{3+} проводили при постоянной температуре (20°C) из модельных растворов солей (соответственно, сульфата меди (II) пятиводного и хлорида железа (III) шестиводного) с концентрацией ионов металла 6.4 и 5.6 мг/л. Концентрацию тяжелых металлов представили в мг/л, как принято в технологии очистки различных видов воды. Сорбент брали в количестве 0.05; 0.1; 0.25; 0.5; 2 и 5 г на 100 мл раствора. Продолжительность сорбции была в пределах 1 часа. Концентрацию ионов металлов определяли фотоколориметрическим методом на спектрофотометре марки Sprecord-50.

Результаты и их обсуждение

Анализ порошковых рентгеновских дифрактограмм показал, что исследуемые глины можно отнести к полиминеральным монтмориллонит содержащим. Основными компонентами образцов помимо монтмориллонита, являются низкотемпературный кварц, каолинит, иллит и полевые шпаты.

Химический состав нативной, обогащенной и активированных форм глины представлен в табл. 1.

Анализ данных табл. 1 показывает, что в процессе обогащения увеличивается доля оксидов щелочных и щелочно-земельных металлов, а также железа, при этом содержание диоксида кремния уменьшается. Это связано с тем, что в процессе обогащения повышается содержание глинистой составляющей (монтмориллонита).

Активация глины горячими растворами соляной кислоты приводит, к увеличению содержания SiO_2 , в то время когда доля остальных оксидов уменьшается. Это связано с тем, что в процессе кислотной активации происходит замена обменоспособных катионов (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , Fe^{3+}) на ионы водорода. Также происходит удаление шестикоординационного катиона алюминия октаэдрического слоя, о чем свидетельствует уменьшение содержания Al_2O_3 в процессе кислотной активации.

² Рентгенофазовый, химический анализ, и определение удельной поверхности образцов выполнены с использованием оборудования Центра коллективного пользования Белгородского государственного университета.

Таблица 1

Химический состав исследуемых глин

Образец глины	Содержание оксидов, масс. %								
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MgO	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	Σ
Природный	69.88	17.24	4.80	0.71	1.92	2.65	2.24	0.56	100.0
Обогащенная	66.97	18.56	6.24	0.72	2.03	2.75	2.43	0.39	100.0
Образец после кислотной активации	74.86	16.57	2.97	0.76	1.78	0.66	2.40	-	100.0
Магний замещенная форма, без кислотной обработки	68.71	17.26	5.36	0.74	3.42	1.84	2.66	-	100.0
Магний замещенная форма, после кислотной активации	75.76	14.85	2.88	0.74	2.77	0.68	2.32	-	100.0

Обработка кислотно активированных образцов глины растворами хлорида магния показала увеличение содержания MgO, при этом несколько уменьшается содержание таких оксидов, как CaO, K₂O, Na₂O, Fe₂O₃, а содержание SiO₂ и Al₂O₃ практически не изменяется. Это связано с тем, что в процессе активации монтмориллонита не происходит существенных изменений в структуре монтмориллонита, вместе с этим имеет место изоморфное замещение катионами Mg²⁺ других катионов в структуре монтмориллонита. В целом в процессе модифицирования удалось увеличить содержание MgO в образцах в 1.4–1.8 раз, по сравнению с нативной формой.

По методу низкотемпературной адсорбции азота на поверхности и в порах твердого тела при температуре кипения жидкого азота определена удельная поверхность и размер пор. Результаты представлены в табл. 2. Также в табл. 2 представлены значения истинной плотности исходных и активированных образцов.

Таблица 2

Текстульные характеристики природных и активированных сорбентов

Образец глины	Удельная поверхность, м ² /г	Общий объем пор, см ³ /г	Истинная плотность, г/см ³
Природный	52.55	0.06	1.98
Обогащенная	63.09	0.08	2.24
Образец после кислотной активации	163.55	0.17	2.12
Магний замещенная форма, без кислотной обработки	66.27	0.09	2.05
Магний замещенная форма, после кислотной активации	152.93	0.17	2.09

Анализ данных табл. 2 показал, что в результате обогащения глины наблюдается увеличение удельной поверхности примерно на 10%. Повышение величины удельной поверхности можно объяснить тем, что исследуемые сорбенты представляют собой мелкие поликомпонентные системы, содержащие сорбционно активный монтмориллонит, который является функционально-активным минералом сорбента.

Обработка образца обогащенной глины растворами соляной кислоты приводит к значительному увеличению удельной поверхности, возможно, это связано с dealюминированием решетки монтмориллонита, что ведет к увеличению поровых пространств.

Последующая солевая обработка кислотно активированных образцов раствором хлорида магния приводит к незначительному уменьшению его удельной поверхности по сравнению с кислотной активацией. Это, видимо, объясняется тем, что водные растворы солей не производят разрушения структуры монтмориллонита, а наблюдается изоморфное замещение катионов Al³⁺ в структуре на ионы магния.

Что касается величины истинной плотности, то здесь зафиксировано увеличение данного показателя в процессе обогащения на 26% по сравнению с природной формой. При активации соляной кислотой происходит снижение плотности на 12% по

сравнению с обогащенной формой, что также является следствием удаления обменно-способных катионов (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , Fe^{3+}) из структуры монтмориллонита и замена на более легкие ионы H^+ .

Солевая обработка раствором хлорида магния кислотнo активированных и обогащенных образцов не оказывает существенного влияния на величину плотности образцов.

В результате проведенных экспериментальных исследований по сорбции ионов тяжелых металлов показано (рис.), что 1 г сорбента природной глины способен поглощать 2 мг ионов Cu^{2+} ; 1 г сорбента обогащенной глины – 5 мг; 1 г сорбента модифицированного раствором хлорида магния – 9 мг и 1 г сорбента полученного активацией кислотой и модифицированием раствором хлорида магния – 15 мг.

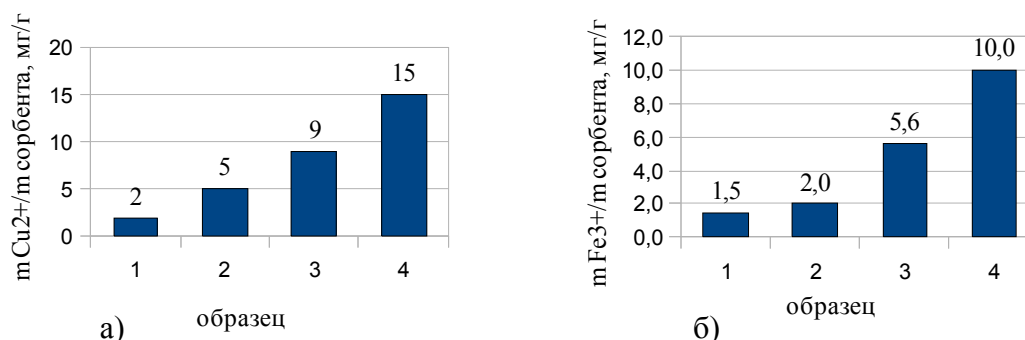


Рис. Способность глин поглощать ионы Cu^{2+} (а) и Fe^{3+} (б): 1 – природная; 2 – обогащенная; 3 – магний замещенная форма, без кислотной обработки; 4 – магний замещенная форма, после кислотной активации

При использовании образцов магний-замещенных форм сорбентов их способность поглощать ионы Cu^{2+} увеличилась по сравнению с нативной формой в 7.5 раза, по сравнению с обогащенной формой – в 3 раза.

Поглотительная способность сорбентов при очистки водных растворов от ионов Fe^{3+} (рис.) достигает для природной глины 1.5 мг ионов Fe^{3+} на 1 г сорбента; для обогащенной глины – 2 мг; для модифицированной раствором хлорида магния составляет 5.6 мг и для образцов активированных кислотой и модифицированных раствором хлорида магния составляет 10 мг.

При использовании образцов магний-замещенных форм сорбентов их способность поглощать ионы Fe^{3+} увеличилась по сравнению с нативной формой в 6.6 раз, а по сравнению с обогащенной формой в 5 раз.

В результате изучения зависимости эффективности очистки водных растворов от соотношения сорбат : сорбент установлено, что модифицированные образцы являются более эффективными сорбентами, чем исходные природные глины. Увеличение сорбционной способности объясняется повышением содержания обменно-способных катионов Mg^{2+} . Данные по сорбционной способности коррелируют с данными о содержании MgO в исходном и модифицированных магний-замещенных образцах. Т.е. с повышением содержания оксида магния в образце увеличивается и его поглотительная способность.

Заключение

Показано, что удельная поверхность природной глины в процессе обогащения увеличилась в 1.2 раза; кислотная обработка привела к увеличению удельной поверхности в 3 раза; модифицирование растворами хлорида магния после обогащения и после кислотной обработки изменяет лишь природу поверхности и практически не влияет на его текстурные характеристики.

Выявлено, что при комплексном модифицировании глин при оптимальных условиях, включающим обогащение, обработку раствором соляной кислоты и активацию хлоридом магния, способность сорбента поглощать ионы Fe^{3+} увеличилась по сравнению с нативной формой в 6.6 раз, а ионы Cu^{2+} в 7.5 раза.

Список литературы

1. Грим Р.Э. Минералогия и практическое использование глин. – М.: Мир, 1967. – 511 с.
2. Везенцев А.И., Трубицин М.А., Романщак А.А. Сорбционно-активные породы Белгородской области. // Горный журнал. – 2004. – № 1. – С. 51-52.
3. Пул Ч., Оуэнс Ф. Нанотехнологии. – М.: Техносфера, 2005. – 336 с.
4. Везенцев А.И., Королькова С.В., Воловичева Н.А. Физико-химические характеристики природной и модифицированной глины месторождения Поляна Белгородской области // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2008. – Т. 8, вып. 5. – С. 790–795.
5. Везенцев А.И., Воловичева Н.А. Вещественный состав и сорбционные характеристики монтмориллонитсодержащих глин // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2007. – Т. 7. – Вып. 4. – С. 639 – 643.

TEXTURAL CHARACTERISTICS AND SORPTION PROPERTIES OF NATURAL AND MAGNESIUM-SUBSTITUTED MONTMORILLONITE-CONTAINING CLAY

A.I. Vezentsev
S.V. Korolkova
V.D. Buhanov

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

*E-mail: vesentsev@bsu.edu.ru;
korolkova@bsu.edu.ru*

Results of research of montmorillonite clay of the Kiev set collected on territory of the Belgorod region are presented. Textural characteristics of the natural and modified clays are determined. It is shown that complex processing of clay raw materials with use of solutions of magnesium chloride allows to make a sorption cleaning of water from ions of heavy metals 6–7 times more effective in comparison with natural forms of clays.

Key words: sorption, heavy metals, montmorillonite clays, a specific surface, water treatment.



УДК 613.31:543.3 (0148.8)

СОДЕРЖАНИЕ ЙОДА И ФТОРА В ВОДЕ ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ СИСТЕМ ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ¹

Л.Ф. Голдовская-Перистая¹

В.А. Перистый¹

А.А. Шапошников¹

Е.А. Денисов²

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

E-mail: peristaya@bsu.edu.ru

² МУП «Горводоканал», Россия, 308000, г. Белгород, ул. III Интернационала, 40

Проведено исследование воды централизованной системы питьевого водоснабжения Белгородской области по содержанию йода и фтора. Установлено, что концентрация йодид-ионов в воде не превышает предельно допустимого значения и соответствует нижней границе норматива физиологической полноценности питьевой воды. Обнаружена слабая степень йодной недостаточности. Установлен дефицит фторид-ионов в питьевой воде. По их содержанию исследуемая вода не удовлетворяет нормативу физиологической полноценности. Данасанитарно-гигиеническая оценка полученным результатам.

Ключевые слова: питьевая вода, йодид-ионы, фторид-ионы, предельно допустимая концентрация, йодная недостаточность.

Введение

В последние годы отмечается повышенное внимание исследователей во всем мире к проблеме истощения запасов пресных вод, пригодных для хозяйственно-питьевого водоснабжения [1].

В условиях дефицита пресной воды уже сейчас живут 1.1 млрд. человек. По прогнозам ученых, к 2025 году их число в мире превысит 3 млрд. [1]. От недостатка воды будут страдать 40% жителей Земли [2]. Водная проблема в мире состоит не только в дефиците пресной воды, но и в ухудшении ее качества.

В нашей стране сосредоточено 22% всех мировых запасов пресной воды. Но и у нас, в России, есть проблемы с питьевой водой, несмотря на ее большие запасы. Во-первых, она географически распределена не равномерно, многие субъекты Российской Федерации испытывают недостаток пресной питьевой воды. Во-вторых, есть большие претензии к ее качеству. Каждый второй житель России вынужден использовать воду, не соответствующую по ряду показателей гигиеническим требованиям. Поэтому в России принята программа «Чистая вода» [3, 4].

Около 70% населения России пользуются услугами централизованного водоснабжения. Примерно 67% всей водопроводной воды подается из поверхностных водных объектов, а 33% - из подземных источников. В Центральной Европе системы централизованного водоснабжения только около 30% воды берутся из поверхностных источников [5].

Основным источником питьевых вод Белгородской области являются подземные воды. Для централизованного питьевого водоснабжения используется вода только подземных источников [6].

Химический состав подземных вод формируется под влиянием многих природных факторов и в различных географических зонах имеет свои региональные особенности. Он редко сбалансирован в благоприятном для организма человека соотношении и обычно характеризуется избыточным или недостаточным содержанием тех или иных макро- или микроэлементов [7].

К микроэлементам относятся те вещества, содержание которых в подземных водах составляет менее 1 мг/л. Концентрация некоторых микроэлементов (йод) иногда достигает значений 1-5 мг/л [7]. Например, сравнительно высокие концентрации йода в подземных водах были обнаружены при разработке Астраханского газоконденсатно-

¹ Работа выполнена при частичной поддержке гранта БелГУ ВКГ 041-08

го месторождения. Считают, что первоисточником этого йода являются морские организмы.

Микроэлементы обладают высокой биологической активностью и поэтому, несмотря на их малое содержание, существенно влияют на качество подземных вод [7].

К широко распространенным микроэлементам подземных вод в мире относятся йод и фтор [7].

В земной коре и почве йод содержится в значительно меньших количествах, чем фтор. В организме же человека содержание йода примерно в 4 раза больше, чем фтора: масса фтора составляет около 7 мг ($\sim 1 \cdot 10^{-5}$ масс. %), а йода – около 25 мг ($4 \cdot 10^{-5}$ масс. %) [8].

Основным источником йода на планете является мировой океан, куда этот элемент приносится из атмосферы водными потоками и ледниками. Йодид-ионы окисляются под влиянием света (с длиной волны до 560 нм) до элементного йода. Ежегодно с поверхности мирового океана испаряется около 400000 тонн йода, концентрация которого в морской воде составляет 0.39–0.47 кмоль/л. Атмосферный йод, как правило, поступает в почву с осадками (5,5 нмоль/л). Соединения йода из почвы легко вымываются дождем и снегом, вследствие чего в местностях с обильными осадками и хорошо дренируемыми почвами возможно возникновение дефицита йода у человека. Количество йода в воде отражает его содержание в почве, причем концентрация йода меньше 1.58 нмоль/л свидетельствует о дефиците этого элемента. В пище и воде йод присутствует в виде йодидов [9].

Йод относится к числу незаменимых биогенных элементов, и его соединения играют важную роль в процессах обмена веществ. Из общего количества йода в организме человека большая часть находится в щитовидной железе. Почти весь йод, содержащийся в этой железе, находится в связанном состоянии (в виде гормонов) и только 1% его находится в виде йодид-ионов [8]. В крови йод присутствует в неорганической и органической формах [9].

При недостатке йода возникают заболевания – эндемический зоб. По данным ВОЗ, в мире насчитывается около 200–400 млн. больных эндемическим зобом, причем наиболее выраженные эндемии зарегистрированы в горных районах: в Альпах, на Алтае, в Андах, Гималаях, на Кавказе, в Карпатах, Кордильерах и на Тянь-Шане. В равнинных районах эндемический зоб встречается в тропических районах Африки, Южной Америки, а также странах Восточной Европы, в Западной Украине, в Белоруссии (Полесье), некоторых районах Средней Азии. В России районами эндемии являются верховья Волги, Урал, Северный Кавказ, Алтай, ряд районов Забайкалья и Дальнего Востока, долины больших сибирских рек [9].

Разные исследователи придерживаются неодинаковых взглядов на значение фтора как биоэлемента. Некоторые считают, что эссенциальность фтора для животного организма нельзя считать окончательно доказанной. Известный русский биохимик и биогеохимик В.В. Ковальский считал, что фтор является незаменимым биоэлементом [9].

В основе биологического действия фторид-иона лежит его способность эффективно замещать гидроксид-ион не только апатитокостной ткани, но и в неминерализованных тканях. Фтор благоприятно влияет на костную ткань взрослого человека. Образование защитного эмалевого слоя на зубах объясняется превращением гидроксилapatита $Ca_5(PO_4)_3OH$ в более твердый фторапатит $Ca_5(PO_4)_3F$ [8].

К проявлениям недостаточности фтора в организме человека большинство исследователей относят остеопороз и кариес зубов [9].

Отрицательное воздействие на здоровье оказывает не только недостаток фтора, но и его избыток, который вызывает флюороз. Эндемический флюороз встречается в природных зонах с высоким содержанием фтора в водоисточниках. Концентрация фтора выше 1.5 мг/л является потенциально флюорозогенной, особенно в условиях жаркого климата. К природным зонам с высоким содержанием гидрофтороза относятся юговосточные районы Украины, некоторые районы Молдавии, Северного Казахстана, Индии, Китая, Танзании и др.

Происхождение природного флюороза, как правило, связано с районами старой или современной вулканической деятельности, а также с так называемыми фос-



фатными зонами. Флюороз характеризуется эрозивно-пигментированными поражениями зубов, изменениями скелета и некоторыми другими патологиями [9].

Целью данной работы явилась оценка качества воды централизованных систем питьевого водоснабжения Белгородской области по содержанию йода и фтора. Эти показатели входят в перечень гигиенических требований к качеству питьевой воды.

Методы исследования

Для исследования были взяты пробы воды централизованной системы питьевого водоснабжения (водопроводной воды) во всех районных центрах Белгородской области (всего 21 район).

Концентрацию йодид- и фторид-ионов определяли по стандартным методикам [10]. Для определения концентрации йодид-ионов использовали фотометрический метод, основанный на катализирующем действии йодид-иона на реакцию окисления роданид-иона железом (III). Концентрацию фторид-ионов в воде определяли ионометрическим методом с использованием F – селективного электрода.

Исследование проведено в 2007–2009 гг.

Результаты и их обсуждение

Проведенное нами исследование показало, что концентрация йодид-ионов во всех пробах водопроводной воды не превышает предельно допустимую концентрацию (0.125 мг/л) для воды централизованных систем питьевого водоснабжения (ЦСПВ) [11]. Результаты определения концентрации йодид-ионов в воде представлены на карте (рис.1). Наименьшая концентрация йодид-ионов (около 0.01 мг/л) отмечается в западных районах (Ракитное, Красная Яруга) и некоторых центральных районах (Белгород, Строитель). Немного большее содержание йода в воде (~0.015 мг/л) наблюдается в нескольких восточных и юго-восточных районах (Чернянка, Бирюч, Алексеевка, Ровеньки). В большинстве районов концентрация йодид-ионов в воде составляет 0.02 мг/л. Наиболее удовлетворительной по содержанию йодид-ионов является питьевая вода в Старом Осколе (0.05 мг/л) и Красном (0.04 мг/л), расположенным на северо-востоке области. В большинстве проб содержание йодид-ионов составляет 0.01–0.02 мг/л, что соответствует нижней границе норматива физиологической полноценности питьевой воды (0.010–0.125 мг/л) [12]. Таким образом, нами обнаружена только слабая степень йодной недостаточности. Это согласуется с результатами ученых РАМН (центра по йоддефицитным заболеваниям Министерства здравоохранения), которыми в 2000 году было проведено исследование мочи школьников в 4-х районах Белгородской области (Алексеевский, Борисовский, Грайворонский, Яковлевский). И только в Алексеевском районе ими была обнаружена слабая степень йодной недостаточности.

Сравнительно высокую распространенность патологий щитовидной железы в Белгородской области можно объяснить не столько йодной недостаточностью питьевой воды (она слабо выражена), сколько другими факторами.

Гипофункция щитовидной железы может возникнуть и в результате действия зобогенных веществ, которые содержатся практически во всех видах крестоцветных. Установлено, что зобогенным действием обладает свежая капуста, семена рапса, брюква, белая и черная горчица, кукуруза, просо, некоторые сорта бобов и другие продукты. Известно, что белый клевер вызывает нарушение функции щитовидной железы у сельскохозяйственных животных [9].

В возникновении эндемического зоба определенное значение могут иметь геохимические факторы. Как показывают исследования В.В. Ковальского (1974 г.), распространение эндемического зоба совпадает не только с недостатком йода в природной среде, но и с избытком или дефицитом таких элементов, как кобальт, марганец, кальций и стронций [9]. В Белгородской области таким геохимическим фактором является избыток кальция в почве и воде, а также высокое содержание марганца – металла, сопутствующего железным рудам, которыми так богата Белгородская область. Нашими исследованиями, проведенными ранее, установлено, что концентрация ионов

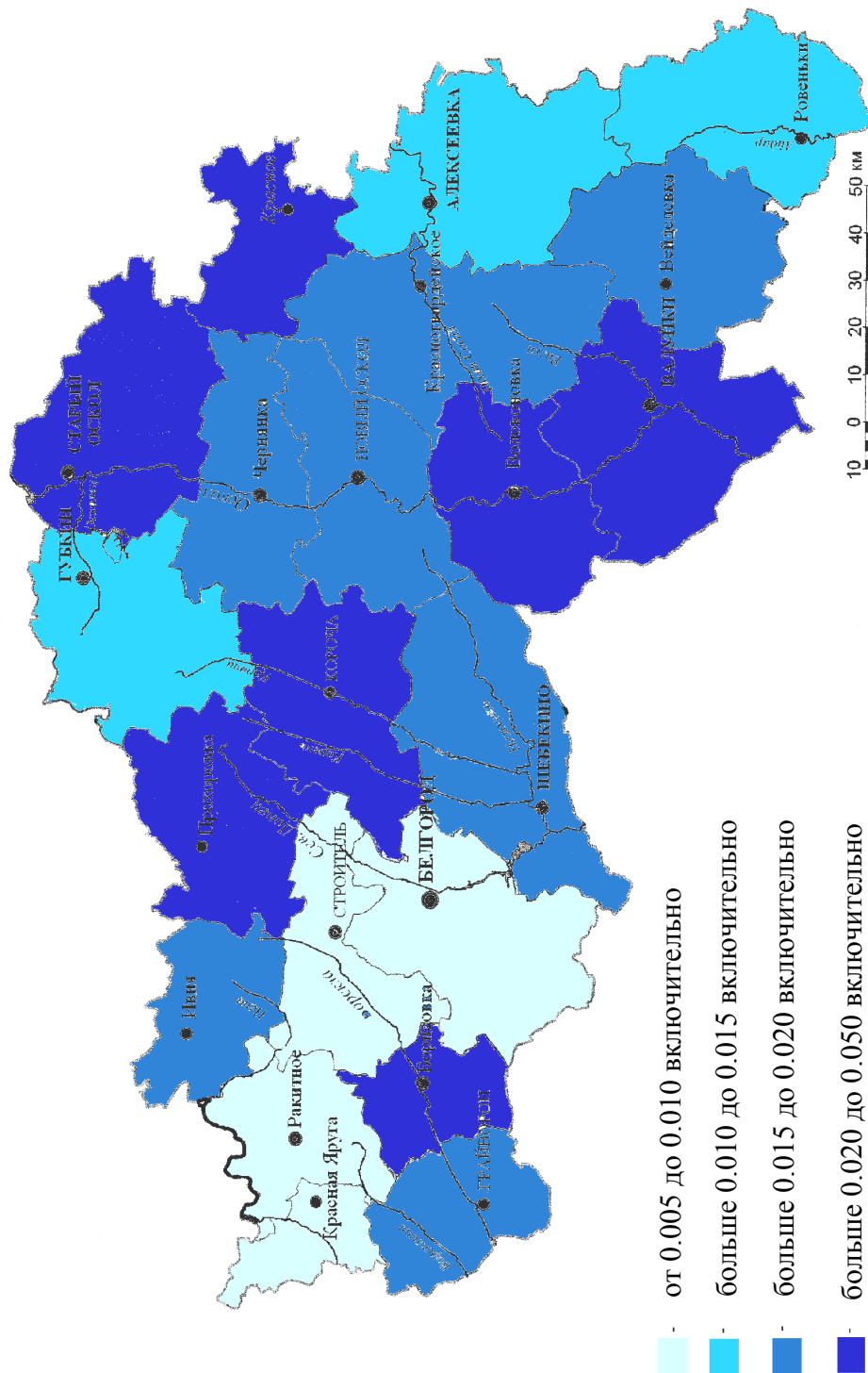


Рис. 1. Карта ранжирования качества воды ЦСПВ Белгородской области по содержанию йодид-ионов (мг/л)



кальция в воде централизованных систем питьевого водоснабжения в различных районах составляет от 104 до 174 мг/л [13, 14]. А.П. Авцын и другие считают, что в ткани щитовидной железы могут наблюдаться признаки нарушения минерального обмена, в частности кальцинозы, которые могут быть и внутриклеточными с выпадением солей кальция в дистрофических измененных тироцитах. Причиной этих изменений может быть гиперкальциемия [9].

Исследования, проведенные учеными Белгородского государственного университета на животных, подтверждают правильность наших рассуждений о вышеуказанных причинах эндемического зоба [15, 16]. В их работе показано, что повышение концентрации кальция, магния и железа в питьевой воде вызывают морфофункциональные изменения в щитовидной железе [16].

Заболевания щитовидной железы могут иметь генетическую природу и быть связанными с нарушениями иммунной системы [9].

Одной из причин патологии щитовидной железы в Белгородской области является Чернобыльский «след». Юго-восточные районы области входят в зону радиационно загрязненных территорий.

Еще одним критерием оценки качества питьевой воды в нашей работе явилось определение концентрации фторид-ионов (рис. 2). Исследования показали, что содержание фторид-ионов в водопроводной воде не превышает предельно допустимого значения (1.5 мг/л) [11]. В большинстве проб концентрация фторид-ионов составляет от 0.1 до 0.5 мг/л. По содержанию фторид-ионов подземные воды, используемые для централизованной системы питьевого водоснабжения в Белгородской области, не удовлетворяют нормативу физиологической полноценности (0.5-1.5 мг/л) [12]. Малые концентрации фторид-ионов (0.1-0.35 мг/л) преимущественно отмечаются в питьевой воде северо-восточных и юго-восточных районов (Губкин, Старый Оскол, Чернянка, Красное, Новый Оскол, Бирюч, Алексеевка, Волоконовка, Валуйки, Вейделевка). В водопроводной воде западных и центральных районов (Ракитное, Красная Яруга, Грайворон, Борисовка, Строитель, Белгород) концентрация фторид-ионов несколько больше, она составляет 0.35-0.5 мг/л.

Таким образом, нами установлен дефицит фтора в питьевой воде. К проявлениям недостаточности фтора относятся кариес зубов и остеопороз.

Принято считать, что остеопороз в основном обусловлен недостатком кальция, а значение фтора не дооценивается. В других регионах, возможно, главенствующую роль играет первая причина, в Белгородской же области при избытке кальция причиной этого заболевания, вероятнее всего, является дефицит фтора. Гипофтороз в организме человека обнаруживается по часто встречающимся костным переломам в старческом возрасте, в частности переломам шейки бедра.

В Белгородской области дефицит фтора в питьевой воде проявляется в сравнительно большом числе больных кариесом. По данным областного медицинского информационно-аналитического центра, нуждаемость в санации взрослого населения и подростков (из числа лиц, осмотренных стоматологами) в 2001–2003 гг. была на 1-3% выше, чем в среднем по России. В 2005 году она увеличилась на 1% (по сравнению с 2004 годом) и ее превышение составило 3.2%. Потребность в санации выше областного показателя преимущественно отмечается в тех районах, где содержание фтора в питьевой воде ниже.

Выводы

Проведенное исследование воды централизованной системы питьевого водоснабжения Белгородской области позволяет сделать следующие выводы:

- 1) концентрация йод-ионов в воде не превышает предельно допустимого значения и соответствует нижней границе норматива физиологической полноценности питьевой воды. Обнаружена слабая степень йодной недостаточности;
- 2) установлен дефицит фтора в питьевой воде, по его содержанию исследуемая вода не удовлетворяет нормативу физиологической полноценности.

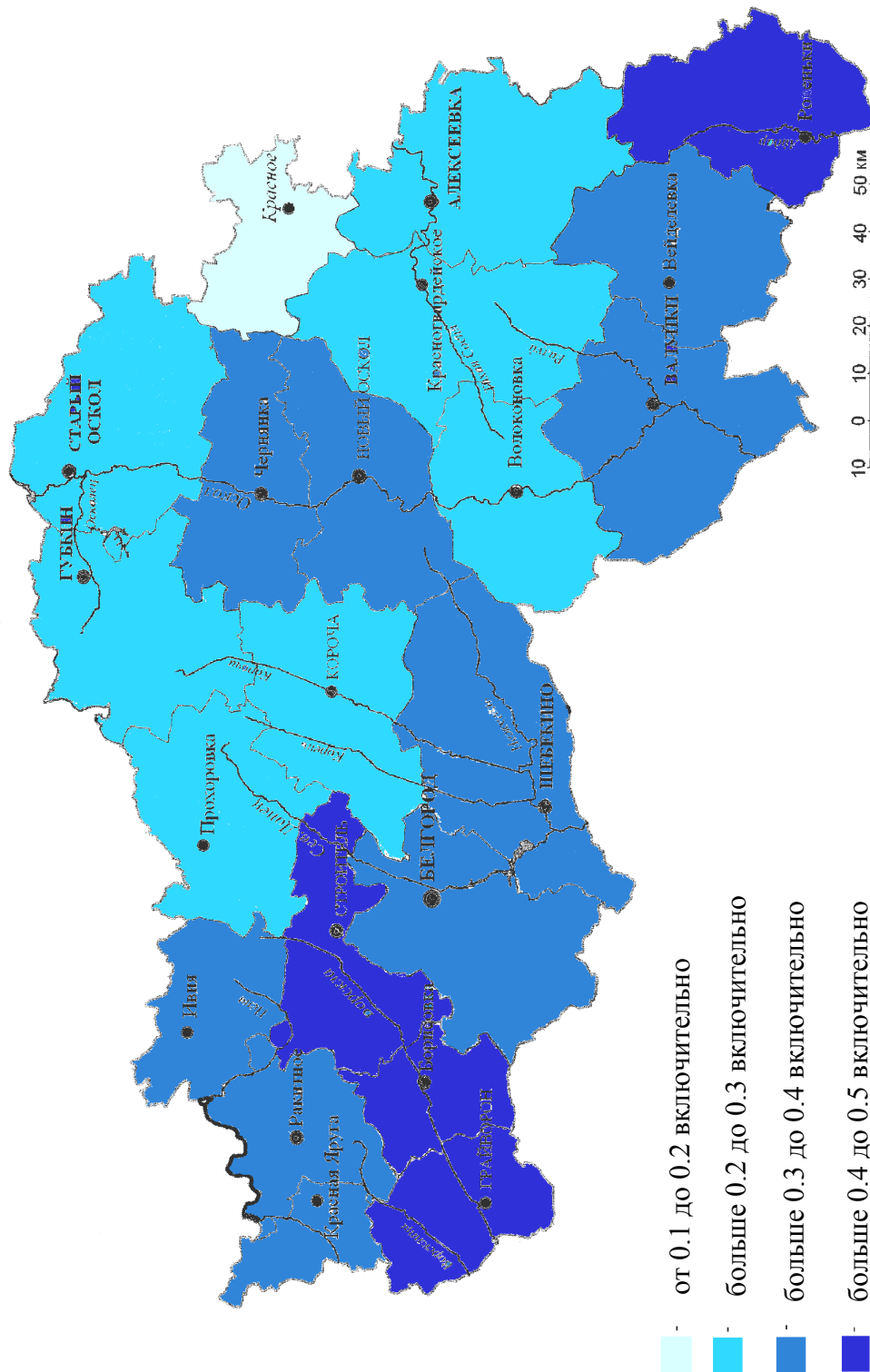


Рис. 2. Карта ранжирования качества воды ЦСПВ Белгородской области по содержанию фторид-ионов (мг/л)



Список литературы

1. Международное десятилетие действий «Вода для жизни» 2005-2015 гг.: Начало пути // Вестник экологического образования в России. – 2007. – № 4 (46). – С.12–14.
2. Головачев А.В., Крамар Д.В., Беляева Е.А. Граждане России о питьевой воде// Водоснабжение и санитарная техника. – 2008. – № 3, ч. 1. – С. 17–21.
3. Документы VII съезда Всероссийской политической партии «Единая Россия». – 2006. – № 47 (от 4 декабря 2006 г.).
4. Всероссийская политическая партия «Единая Россия». Об основных направлениях по проекту «Чистая вода» и о деятельности рабочей группы партийного проекта «Чистая вода». – М., 2008. – 7 с.
5. Пупырев Е., Примин О. Централизованное водоснабжение в России// Коммунальный комплекс России. – 2007. – № 1 (31). – С. 4–10.
6. Экология Белгородской области / А.Н. Петин, Л.Л. Новых, В.И. Петина, Е.Г. Глазунов. – М.: Изд-во МГУ, 2002. – 288 с.
7. Плотноиков Н.И. Подземные воды – наше богатство. – М.: Недра, 1990. – 205 с.
8. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов: Учеб. для мед. спец. вузов / Ю.А. Ершов, В.А. Попков, А.С. Берлянд и др.: Под ред. Ю.А. Ершова. – М.: Высш. шк., 1993. – 560 с.
9. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология/ А.П. Авцын, А.А. Жаворонков, М.А. Риш, Л.С. Строчкова; АМН СССР. – М.: Медицина, 1991. – 496 с.
10. Государственный контроль качества воды. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 698 с.
11. СанПиН 2.1.4. 1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».
12. СанПиН 2.1.4. 1116-02 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в емкости. Контроль качества».
13. Голдовская-Перистая Л.Ф., Перистый В.А., Шапошников А.А. Гигиеническая оценка качества питьевой воды централизованной системы водоснабжения Белгородской области по некоторым химическим показателям// Научные ведомости БелГУ. Серия «Естественные науки». – 2008. - № 3 (43). Выпуск 6. – С. 140-146.
14. Голдовская-Перистая Л.Ф., Перистый В.А., Шапошников А.А., Денисов Е.А. Оценка качества питьевой воды Белгородской области по химическому составу и свойствам// Научные ведомости БелГУ. Серия «Естественные науки». – 2008. - № 7 (47). Выпуск 7. – С. 66–70.
15. Надеждин С.В., Перистая Л.Ф., Павлов И.А., Таранова Е.И. Исследование минеральных столовых вод в профилактике и коррекции патологии щитовидной железы // Научные ведомости БелГУ. Серия «Медицина». – 2004. – №1 (18). – С.88–90.
16. Надеждин С.В., Павлова Т.В., Павлова Л.А. Морфофункциональные особенности нейроэндокринных сдвигов в организме под влиянием микроэлементного состава питьевой воды на примере Белгородской области // Научные ведомости БелГУ. Серия «Медицина» . – 2002. – №1 (16). – С.141–146.

IODINE AND FLUORINE CONTENT IN WATER OF THE CENTRALIZED SYSTEMS OF DRINKING WATER SUPPLY OF THE BELGOOD REGION

L.F. Goldovskaya-Peristaya¹
V.A. Peristy¹
A.A. Shaposhnikov¹
E.A. Denisov²

¹ Belgorod State University, Pobedy Str., 85, Belgorod, 308015, Russia

E-mail: peristaya@bsu.edu.ru

² «Gorvodokanal», III international Str., 40, Belgorod, 30800, Russia

The study of iodine and fluoride content in water of the centralized drinking water supply system of the Belgorod region is carried out. It is found that the concentration of iodide ions in water does not exceed the maximum permissible value and corresponds to the lower boundary of the physiologic full-value standard for drinking water. Weak iodine insufficiency has been detected. The deficiency of fluoride ions in drinking water is found. As for their content water investigated does not satisfy to the physiologic full-value standard. The sanitary-hygienic evaluation of the results is given.

Key words: drinking water, iodide ions, fluoride ions, maximum permissible concentration, iodine insufficiency.

СОРБЦИЯ ИЗ РАСТВОРОВ ИОНОВ Fe^{3+} И Mn^{2+} ПРИРОДНЫМИ И АКТИВИРОВАННЫМИ ГЛИНАМИ¹

С.Н. Дудина

Белгородский
государственный
университет,
Россия, 308012, г. Белгород,
ул. Победы, 85

E-mail: dudina@bsu.edu.ru

Одним из наиболее перспективных направлений в очистке сточных вод является использование природных минералов в качестве сорбентов. Поскольку глины с низким содержанием глинистой составляющей наиболее распространены в природе, возможность использования глин с переменным составом находится в центре нашего внимания. Возможность использования природных глин Белгородских месторождений для очистки сточных вод доказана в статье.

Ключевые слова: глины, тяжелые металлы, сорбция, изотермы, активация, сточные воды.

С возрастанием объемов хозяйственной деятельности, с развитием промышленности и сельского хозяйства во много раз возросла антропогенная и техногенная нагрузка на водные объекты. Источниками загрязнения вод тяжелыми металлами являются сточные воды (СВ) гальванических цехов, предприятия черной и цветной металлургии, машиностроительные заводы.

В настоящее время довольно широко применяется реагентный способ очистки СВ [1]. В то же время весьма перспективным представляется адсорбционный способ очистки, что позволяет рассматривать глины как возможный адсорбент. Важной характеристикой глинистого сырья как природного ионита, является ионообменная емкость, которая определяется минералогическим составом и коллоидно-химическими характеристиками глин, а так же способом их активации. Повышения сорбционной емкости обычных природных глин, являющихся доступным и широко распространенным материалом, можно достичь путем их модифицирования разнообразными способами. При этом в основном для повышения сорбционной емкости используют метод кислотно-щелочной активации, который имеет ряд недостатков. В то же время известны работы [2] по повышению количества сорбционных центров на таких природных материалах как кварцитопесчанник и песок под воздействием электромагнитного излучения. В связи с этим работа по поиску эффективного метода активации глинистого сырья с целью улучшения его сорбционных свойств является актуальной.

В работе были использованы образцы глин следующих месторождений Белгородской области: Аркадьеvское, Бессоновское, Орловское, Поляновское, Сергееvское и Веселовское (Воронежской области, для сравнения). Выбор месторождений обусловлен тем, что карьеры уже разработаны, вблизи имеется дорога, что позволяет вести добычу глинистого сырья без предварительных подготовительных работ и экономических затрат.

Содержание глинистой составляющей в исследуемых глинах достигает 65-93% (табл. 1).

Таблица 1

Состав глинистого сырья месторождений Белгородской области

Месторождение	Аркадьеvка	Бессоновка	Веселовка	Орловка	Поляна	Сергееvка
Глинистая составляющая, %	88	65	72	73	93	89
Сопутствующие примеси						
Песок, %	12	35	28	27	7	11
CaCO ₃ (на 1 г-экв), %	8.4	3.25	6.5	2.25	10.5	6.9

¹ Работа выполнена в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы



Методами РФА, ДТА, частичного окрашивания (табл.2) установлено, что все изучаемые глины являются полиминеральными, глинистая составляющая образцов белгородских месторождений представлена монтмориллонитом в кальциевой и натриевой формах, каолинитом и его полиморфными модификациями – диккитом и накрином, присутствует также незначительное количество иллитовых минералов.

Таблица 2

Минералогический состав глин месторождений Белгородской области

Образец глины	Основные минералы, слагающие породу					
	Монтмориллонит	Бейделлит	Монотермит	Мусковит	Каолинит	Гидрослюда
Аркадьевка	+				+	
Бессоновка	+				+	+
Орловка	+	+			+	+
Поляна	+			+	+	+
Сергеевка	+		+			+
Веселовка					+	+

Глину Веселовского месторождения можно отнести к группе каолинито-гидрослюдистых глин, в то время как остальные образцы относятся к бентонитовым (монтмориллонитсодержащим) глинам. Поскольку белгородские глины обладают сходным минералогическим составом, можно предположить их близкие физико-химические свойства. В табл. 3-5 представлены результаты исследований физико-химических свойств природных глин.

Таблица 3

Химический состав глин (%)

Месторождение	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MgO	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	П.п.п
Аркадьевка	60.5	7.3	5.74	0.91	1.40	0.86	2.35	0.43	10.5
Бессоновка	69.6	2.5	4.81	0.61	0.86	1.72	1.25	0.30	8.40
Орловка	69.7	2.9	3.99	0.68	0.78	0.63	2.11	0.56	8.70
Поляна	68.3	2.2	4.40	0.79	1.86	0.90	2.33	0.65	8.58
Сергеевка	59.1	1.0	5.38	1.06	1.83	0.60	1.75	1.12	8.19
Веселовка	55.7	8.2	1.40	1.20	1.14	0.73	1.93	0.54	9.16

Анализ данных таблицы 3 позволяет сделать вывод, что образцы изучаемых глин сходны по химическому составу. По фракционному составу все глины являются тонкодисперсными (табл. 4), чему соответствует высокое значение их удельной поверхности составляющей 105-120 м²/г. По значению рН водной вытяжки все глины относятся к щелочным (табл.5).

Таблица 4

Фракционный состав глин

Образец	Размер агрегатов, мм, и их содержание, % от массы воздушно-сухой глины						
	0.25 ≤ ... ≤ 1.0	0.2 ≤ ... ≤ 0.25	0.14 ≤ ... ≤ 0.20	0.1 ≤ ... ≤ 0.14	0.08 ≤ ... ≤ 0.1	0.06 ≤ ... ≤ 0.08	≤ 0.063
Аркадьевка	1.5	2.3	1.4	2.8	1.2	2.8	88
Бессоновка	4.7	2.3	5.4	11.2	4.4	7.0	65
Веселовка	-	5.0	6.9	4.1	7.0	5.0	72
Орловка	7.0	4.5	5.8	1.7	3.9	4.1	73
Поляна	1.1	0.6	1.4	1.5	0.4	2.0	93
Сергеевка	1.3	1.7	2.4	3.6	1.8	0.2	89

Глины являются природными сорбентами, но вследствие протекания естественных процессов ионного обмена их сорбционная способность значительно снижается. На современном этапе наиболее распространенным методом активации является кислотно-щелочная обработка материалов [2]. Переведение глинистых минералов в Н⁺ форму кислотной обработкой позволяет повысить их сорбционную емкость по

ИТМ более чем в 3 раза, однако этот метод связан с использованием реактивов, что нерационально и дорого.

Таблица 5

Значение pH водной вытяжки образцов глин

Образец	Аркадьевка	Бессоновка	Веселовка	Орловка	Поляна	Сергеевка
pH	8.87	8.15	8.05	7.75	9.30	8.97

Применение этих методов обуславливает использование специальных установок–реакторов, подвергающихся со временем коррозии из-за агрессивности используемых реагентов. Кроме того, происходит образование новых стоков, требующих дополнительной утилизации.

Для предварительной оценки сорбционной емкости глинистых образцов (рис.1) использовали раствор индикатора метиленового голубого (МГ), стандартно используемого при изучении сорбционных свойств сорбентов [3].

Анализ полученных данных (рис.1) позволил выявить образцы с наиболее высокой сорбционной емкостью по МГ: Аркадьевка, Поляна, Сергеевка. Глина Веселовского месторождения показала самый низкий результат, что, вероятно, обусловлено различием в минералогическом составе этого образца и глин белгородских месторождений. Дальнейшие исследования проводились с образцами глин белгородских месторождений Аркадьевка, Поляна, Сергеевка.

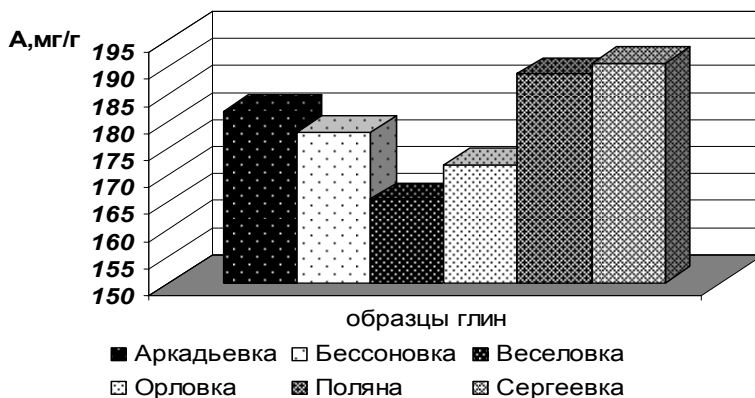


Рис.1. Сорбционная емкость природных глин по метиленовому голубому

Изучение показателя суммы обменных катионов (Ca и Mg) для трех белгородских образцов позволяют характеризовать изучаемые глины как сорбенты с высокой обменной емкостью (табл. 6).

Таблица 6
Сумма обменных катионов образцов глин

Образец	Аркадьевка	Поляна	Сергеевка
Ca+Mg, мгэкв/100г	86.4	127.7	96.8
Ca, мгэкв/100г	19.2	13.2	14.4
Mg, мгэкв/100г	67.2	114.4	82.4

Для глин с наилучшими показателями по сорбционной емкости по МГ (Аркадьевка, Поляна, Сергеевка) были построены изотермы сорбции и десорбции МГ, общий вид которых представлен на рис. 2.

Начальный участок кривых сорбции, поднимающийся вверх показывает, что адсорбция практически прямо пропорциональна величине концентрации МГ. Это соответствует значительной степени еще свободной поверхности адсорбента. Конечный участок кривой, близкий к горизонтальной, характеризует поверхность адсорбента, полностью насыщенную адсорбтивом.

Выпуклый участок изотерм указывает на наличие в сорбенте микропор, крутизна изотерм характеризует размер пор глин как микропористых. Провести резкую границу между физической и химической адсорбцией невозможно. Адсорбция, очень часто физическая, предшествует химической – адсорбтив, адсорбированный под действием физических сил, затем связывается с адсорбентом уже химическими силами.

По характеру профиля изотерм десорбции можно сделать вывод, что адсорбция для данных глин является химической, так как вымывание индикатора МГ при проведении процесса десорбции незначительно (1.8-3.6 мг/г).

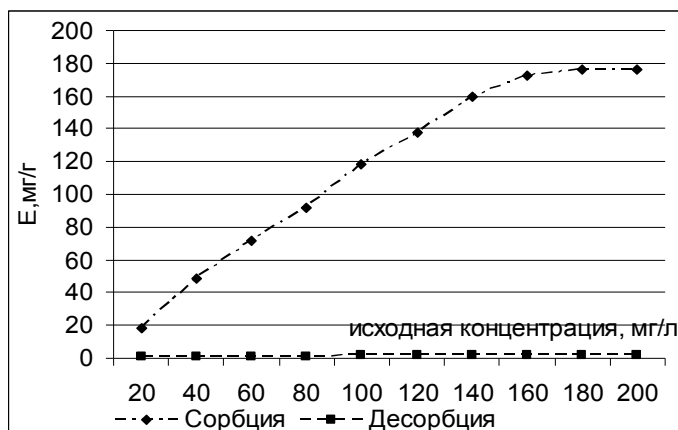


Рис.2. Изотерма сорбции метиленового голубого на природной глине

Было установлено, что ИК- и УФ-активация приводят к значительному увеличению сорбционной емкости глинистых минералов. На рис.3 представлены кривые извлечения ИТМ для глины месторождения Аркадьевка. Кривые извлечения ИТМ для глин других изученных месторождений носят аналогичный характер.

Как видно из рис.3, в области малых концентраций происходит практически полное извлечение ИТМ, что свидетельствует о протекании химической адсорбции. При дальнейшем увеличении концентрации ИТМ наблюдается выход кривой на плато, что обусловлено формированием насыщенного мономолекулярного адсорбционного слоя. Данные по изучению десорбции ИТМ показали, что сорбция носит необратимый характер.

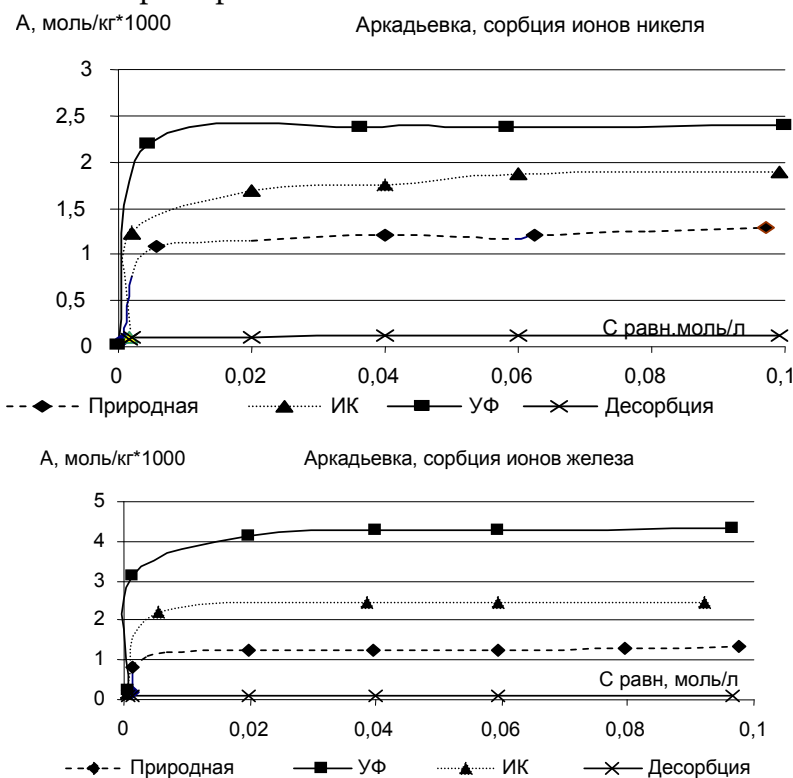


Рис.3. Изотермы сорбции ИТМ природными и активированными глинами

Предварительные исследования позволяют считать, что на территории Белгородской области имеется глинистое сырье, которое пригодно для использования в водоочистке.

Поиск экологически чистых и недорогих методов воздействия на глинистые минералы с целью повышения их сорбционной активности является актуальным. Было высказано предположение, что воздействие на глины электромагнитным и тепловым полями может привести к их активации и повышению обменной емкости в отношении ТМ.

Установлено, что природные образцы белгородских глин извлекают до 92 мг железа (III) или до 87 мг никеля на 1 г глины; ИК-активированные глины – до 160 мг железа и до 127 мг ионов никеля; УФ-активированные глины – до 244 мг ионов железа и до 156 мг ионов никеля.

При оценке влияния различных факторов на сорбционную способность глин исследования проводили при концентрации ионов железа 250 мг/л и ионов никеля 200 мг/л (расход глины 1 г/л), соответствующей выходу кривых поглощения ИТМ на насыщение.

При дальнейших исследованиях мерой эффективности процесса очистки была принята степень извлечения ИТМ из растворов.

Изучение зависимости эффективности очистки растворов от ИТМ от продолжительности активации глинистого сырья (рис. 4) показало, что при увеличении продолжительности активации глин ИК-излучением до 20 мин (рис. 4а), так как более продолжительное облучение практически не влияет на эффективность удаления ИТМ из раствора. Плотность излучения должна составлять более 7 Вт /м² (рис. 4в). Максимальная эффективность очистки достигается при достижении дозы облучения 33 кДж/м². Аналогичные закономерности наблюдаются при УФ-активации. Оптимальный эффект активации глин УФ-излучением достигается при продолжительности активации 15 мин (рис. 4б), при плотности излучения более 7 Вт/м² (рис. 4г). При использовании промышленных источников излучения с плотностью порядка 140 Вт/м² продолжительность активации составит 60 сек.

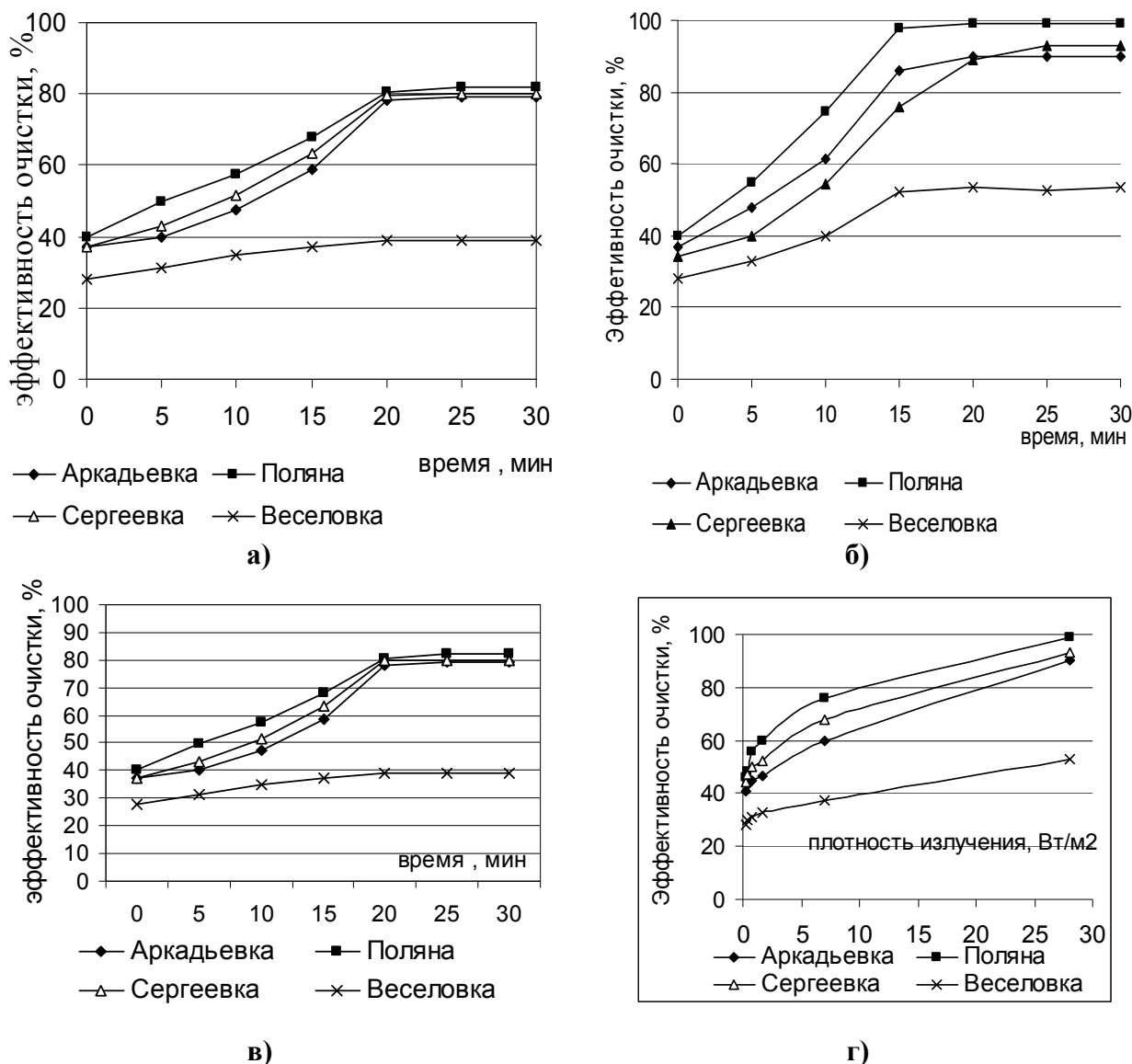
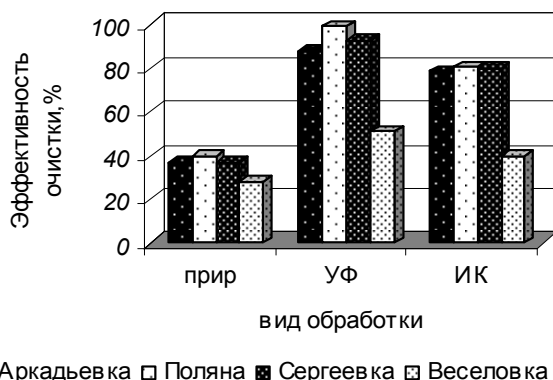


Рис.4. Влияние продолжительности активации и плотности излучения на эффективность очистки сточных вод: а, в – ИК; б, г – УФ-активация

На рис.5 представлены данные по ИК- и УФ-активации глин при оптимальных условиях.

Как видно, в ходе ИК-активации глин эффективность очистки увеличивается в 1,4–1,8 раза, при УФ-активации в 1,8–2,7 раза в сравнение с природными образцами. Следует отметить, что минимальное влияние активации на эффективность очистки наблюдается для образца Веселовской глины.

Как показали исследования, это связано с меньшей чувствительностью к активации каолинита в сравнении с монтмориллонитом.



Полученные результаты позволяют рассматривать данный способ активации глинистого сырья при водоочистке от ионов тяжелых металлов как перспективный.

Рис.5. Влияние УФ- и ИК - обработки глин на эффективность очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов

Список литературы

1. Проскуряков В.А., Шмидт Л.И. Очистка сточных вод в химической промышленности. – Л.: Химия, 1976. – С. 169.
2. Гладких Ю.П., Ядыкина В.В., Завражина В.И. Влияние Уф-облучения на физико-химическую активность кварцевого песка и процессы формирования цементно-песчаного бетона // Коллоидный журнал. – 1989. – Т. 51. – № 3. – С.445–450.
3. Грег С., Синг К. Адсорбция, удельная поверхность, пористость. – М.: Мир, 1984. – 306 с.

SORPTION OF IONS Fe^{3+} AND Mn^{2+} FROM SOLUTIONS BY NATURAL AND ACTIVATED CLAYS

S.N. Dudina

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

E-mail: dudina@bsu.edu.ru

One of the most perspective trends of sewage waters purification is the usage of natural minerals as sorbents. Since clays with a low content of minerals are the most frequently found in nature the possibility of using clays with a variable content is in the focus of our attention. The possibility of using natural clays of Belgorod deposits with a low content of minerals for sewage water purification is proved in the article.

Key words: clay, heavy metals, sorption, isotherms, activation, sewage.

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 556.5

ВНУТРИГОДОВОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СТОКА НА ПРИМЕРЕ РЕКИ ОСКОЛ

Л.К. Решетникова¹
М.Г. Лебедева²
М.А. Петина²

¹ Белгородский областной центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Россия, 308007, г. Белгород, ул. Н. Чумичова, 126
 E-mail: fialka.lid@mail.ru

² Белгородский государственный университет, Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85
 E-mail: lebedeva_m@bsu.edu.ru

Расчет внутригодичного распределения стока произведен по р. Оскол у г. Старый Оскол и р. Сейм у с. Зуевка по методу В.Г. Андреянова. Период наблюдений по р. Оскол у г. Старый Оскол 1946-2006 гг., площадь водосбора – 1540 км², период наблюдений по р. Сейм у с. Зуевка 1963-2006 гг., площадь водосбора – 2320 км².

Полученные результаты показывают, что основная часть речного стока проходит в весенний сезон, а наименьшая в зимний. На долю весеннего стока приходится в среднем 43-53%, на долю зимнего – 15-21% и на долю летне-осеннего – 31-36% годового стока. На основании анализа внутригодичного распределения стока р. Оскол и р. Сейм установлено, что на внутригодичное распределение стока по р. Оскол у г. Старый Оскол оказывает влияние плановый сброс Старооскольского водохранилища в зимний сезон, в то время как внутригодичное распределение стока по р. Сейм у с. Зуевка типично для рек данного района. Наглядно это показано на гидрографах стока.

Ключевые слова: лимитирующий период, лимитирующий сезон, климат, многоводный год, маловодный год, водность.

Основным фактором, определяющим как внутригодичное распределение стока, так и его общую величину, является климат. Главными климатическими элементами, влияющими на распределение стока, являются ход осадков и температуры воздуха, которая в свою очередь определяет величину потерь на испарение с поверхности водосбора. Однако по отдельности ни один из этих факторов не является определяющим в распределении стока. Так, например, по данным табл. 1 основная масса осадков в бассейне р. Оскол выпадает в течение мая–августа, но величина стока в этот период – наименьшая в году; причиной уменьшения стока является большая величина испарения в летние месяцы. С другой стороны, сравнительно небольшие осадки зимнего периода вызывают высокое весеннее половодье, обусловленное таянием снежного покрова. Совокупность обоих климатических факторов – осадков и испарения – определяют общий ход стока в течение года.

Таблица 1

Средние годовые и месячные суммы осадков

Станция	Осадки, мм												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Старый Оскол	9	33	28	40	50	66	76	59	51	49	49	43	583
Богородицкое-Фенино	29	24	28	37	51	67	72	68	44	47	42	37	546

Для рек, рассматриваемой территории, как уже было отмечено выше, характерно высокое с интенсивным подъемом весеннее половодье, непродолжительный спад, сменяющийся устойчивой низкой летней меженью, изредка нарушающейся кратковременными дождевыми паводками, а с началом ледостава – уменьшение стока, продолжающееся до начала нового весеннего половодья.



В некоторые годы зимние оттепели повышают сток, а иногда наблюдаются зимние паводки.

На фоне общих климатических факторов на распределение стока в году влияют также некоторые другие факторы, имеющие чисто локальное значение для каждой реки. К числу таких факторов, прежде всего, следует отнести морфологические характеристики бассейна реки: величину его площади и форму, геологические условия бассейна. Влияние леса на распределение стока на рассматриваемой территории несущественно, ввиду отсутствия больших лесных массивов. Следует, также, отметить влияние на внутригодовое распределение стока хозяйственной деятельности человека.

Старооскольско-Губкинский промышленный район характеризуется значительным техногенным воздействием на окружающую среду, в том числе на водные ресурсы. Осушение обрабатываемых железорудных (Лебединского, Стойленского и Коробковского) месторождений, работа крупных водозаборов по водообеспечению промышленных предприятий и населения городов Старый Оскол и Губкин повлекли за собой существенные нарушения режима водоносных горизонтов. Наличие Старооскольского водохранилища создало подпор подземных вод на севере района, а наличие хвостохранилищ и технических водоемов способствовали образованию на юге «куполов растекания» подземных вод, что также нарушило водный баланс территории района в целом.

На р. Оскол выше г. Старый Оскол в 1975 г. построено Старооскольское водохранилище. Его проектный объем воды составляет 84 млн. м³. Основное назначение водохранилища – производственное водоснабжение объектов КМА. Лебединский ГОК отбирает ежегодно 14 млн. м³ воды. Старооскольское водохранилище существенно преобразует гидрологический режим р. Оскол. Регулируют сток и многочисленные пруды, суммарный объем которых превышает в бассейне р. Оскол 116 млн. м³.

Важное влияние на формирование стока рек оказывает сельскохозяйственная деятельность, распашка территории. Площадь пашни на водосборах рек превышает 60-80%, что приводит к формированию повышенного максимального стока в период половодья и ливневых паводков, снижению подземного стока и связанного с ним минимального стока меженных периодов. В то же время пруды, построенные на водосборах рек, регулируют сток, снижая его годовые слои за счет повышенного испарения с водной поверхности.

Влияют на режим стока и урбанизированные территории, увеличивая максимальные расходы воды, но снижая минимальный сток.

Таким образом, различные виды хозяйственной деятельности по-разному влияют на элементы водного баланса изучаемой территории, режим стока поверхностных вод.

Воздействие отдельных рассмотренных факторов может в значительной степени влиять на внутригодовое распределение стока.

Очевидно, что сток р. Оскол и ее притоков существенно изменился под воздействием хозяйственных факторов, поэтому в качестве реки-аналога нами была выбрана р. Сейм, наблюдения на водомерном посту у с. Зуевка. Наблюдения в этом створе достаточно продолжительны, а сток реки не подвергался воздействию крупных промышленных предприятий, на водосборе мало урбанизированных территорий, а по остальным характеристикам Сейм и Оскол и их водосборы очень схожи, расположены рядом, имеют общий водораздел.

По р. Сейм у с. Зуевка внутригодовое распределение стока определено за период наблюдений с 1963–2006 гг. По р. Оскол у г. Старый Оскол к расчету принят период наблюдений с 1946–2006 гг.

Расчет внутригодового стока по рекам был произведен по методу В.Г. Андреева. Этот метод в настоящее время является наиболее объективным и удовлетворяющим требованиям водохозяйственного проектирования.

Для расчета годового распределения стока реки по этому методу определяется внутрисезонное распределение стока. В связи с тем, что внутригодовое распределение стока зависит от водности сезона, расчет произведен для разных групп водности – многоводной, средневодной и маловодной – с равным числом лет в каждой группе.

Длительность и границы гидрологических сезонов приняты следующие: весна (март–май), лето-осень (июнь-ноябрь), зима (декабрь-февраль) [7].

Лимитирующий период года и сезон выбраны, исходя из преобладающего вида водопотребления и относительной водности сезона. За лимитирующий период принята межень (оба маловодных сезона: лето-осень и зима), а за лимитирующий сезон – зима.

Полученные результаты показывают, что основная часть речного стока проходит в весенний сезон, а наименьшая – в зимний. Результаты вычислений приведены в табл. 2.

Таблица 2

Внутригодовое распределение стока р. Оскол у г. Старый Оскол для лет разной обеспеченности (в процентах от годового стока)

Обеспеченность года, %	Весна				Лето-осень							Зима				Сумма за год
	III	IV	V	сумма	VI	VII	VIII	IX	X	XI	сумма	XII	I	II	сумма	
р. Оскол - г. Старый Оскол																
25	11.8	31.3	4.5	47.6	5.3	3.6	4.3	4.9	5.9	7.0	30.9	4.9	6.4	10.2	21.5	100
50	12.2	23.6	7.4	43.1	6.2	4.6	5.1	5.7	6.9	7.9	36.4	5.4	6.4	8.7	20.5	100
75	12.4	16.3	8.5	37.3	7.3	5.7	6.2	6.7	8.1	9.3	43.2	5.8	6.4	7.3	19.5	100
р. Сейм - с. Зуевка																
25	39.8	11.2	4.4	55.4	6.5	5.3	4.1	3.8	4.5	4.8	29.0	7.4	4.5	3.8	15.6	100
50	35.9	10.9	7.1	53.9	6.8	5.9	4.3	3.9	4.7	5.1	30.6	6.8	4.5	4.1	15.4	100
75	26.1	14.9	10.6	51.8	7.7	6.2	4.6	4.1	5.1	5.5	33.0	6.5	4.7	4.0	15.2	100

По р. Оскол на долю весеннего стока для многоводной группы водности приходится 47.6% , средневодной – 43.1% , маловодной – 37.3% годового стока, а на долю зимнего стока – 21.5 % для многоводной группы водности, 20.5% – для средневодной и 19.5% для маловодной. В летне-осенний сезон на многоводную группу водности приходится 30.9% , на средневодную – 36.4 % , на маловодную – 43.2% годового стока.

По р. Сейм на долю весеннего стока для многоводной группы водности приходится 55.4%, средневодной – 53.9% годового стока, маловодной – 51.8% годового стока, а на долю зимнего стока – 15.6% для многоводной группы водности, 15.4% – для средневодной группы водности и 15.2% для маловодной группы водности. В летне-осенний сезон на многоводную группу водности приходится 29.0% годового стока, на средневодную – 30.6 % , на маловодную – 33.0%.

Распределение стока по месяцам внутри различных сезонов неодинаково. Результаты расчетов внутрисезонного распределения стока приведены в таблице 3.

Наиболее неравномерное внутрисезонное распределение характерно для весеннего периода. Наибольший месячный сток на р. Оскол наблюдается в апреле и составляет 54.7%, а наименьший – в мае и равен 16.5% от весеннего. На р. Сейм наибольший месячный сток наблюдается в марте и составляет 62.9%, а наименьший – в мае и равен 13.9% от весеннего. Это объясняется интенсивным снеготаянием в конце марта и начале апреля.

В летне-осеннем сезоне распределение стока наиболее равномерно. Самый низкий месячный сток на р. Оскол наблюдается в июле и равен 12.5% от сезонного. На р. Сейм самый низкий месячный сток наблюдается в сентябре и составляет 12.7% от сезонного.

Распределение стока внутри летне-осеннего сезона характеризуется закономерным уменьшением месячного стока от начала сезона до июля-сентября и затем постепенным повышением к концу сезона. В этот период реки питаются в основном подземными водами, которые постепенно истощаются к июлю-сентябрю, а осадки, выпадающие в большом количестве в этот сезон не принимают участия в питании рек, так как расходуются на испарение, смачивание почвы и инфильтрацию. Затем за счет

уменьшения испарения и выпадающих осенних дождей месячный сток увеличивается к концу сезона.

Таблица 3

Внутрисезонное распределение стока для разных групп водности сезона
(в процентах от сезонного стока)

Группа водности сезона	Весна			Лето-осень						Зима		
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II
р. Оскол у г. Ст. Оскол												
Многоводная (25%)	24.9	65.7	9.4	17.2	11.6	13.8	15.8	19.2	22.6	22.6	29.9	47.5
Средневодная (50%)	28.3	54.6	17.1	16.9	12.7	14.1	15.6	18.9	21.8	26.3	31.1	42.6
Маловодная (75%)	33.3	43.8	22.9	16.8	13.2	14.4	15.6	18.7	21.6	29.9	33.0	37.6
Среднее	28.8	54.7	16.5	17.0	12.5	14.1	15.7	18.9	22.0	26.3	31.3	42.6
р. Сейм у с. Зуевка												
Многоводная (25%)	71.88	20.2	7.91	22.33	18.43	14.23	12.99	15.46	16.56	47.22	27.92	23.47
Средневодная (50%)	66.58	20.28	13.14	22.27	19.22	13.93	12.65	15.29	16.64	44.32	29.31	26.38
Маловодная (75%)	50.37	28.75	20.56	23.22	18.55	13.86	12.34	15.35	16.66	42.8	31.23	25.28
Среднее	62.94	23.08	13.87	22.61	18.73	14.01	12.66	15.37	16.62	44.78	29.48	25.28

В зимний сезон распределение стока рассматриваемых рек различно. Для р. Сейм характерно типовое распределение стока внутри зимнего сезона. Наибольшая величина стока приходится на декабрь и составляет 44,8% от зимнего стока, а затем сток уменьшается к февралю. Наименьший средний месячный сток в феврале составляет 25,3% от сезонного. Такой характер распределения стока внутри сезона объясняется постепенным истощением грунтовых вод в течение зимнего сезона.

На р. Оскол наибольшая величина месячного стока приходится на февраль и составляет 42,6% от зимнего стока. Наименьший средний месячный сток приходится на декабрь и равен 26,3% от сезонного. Такой характер распределения стока нетипичен для рек данного региона и обусловлен плановыми сбросами Старооскольского водохранилища в зимний период.

Наглядное представление о характере изменения стока в течение года дают гидрографы стока. На рис.1-4 показано изменение стока в многоводные и маловодные годы на р. Оскол у г. Старый Оскол и на р. Сейм у с. Зуевка.

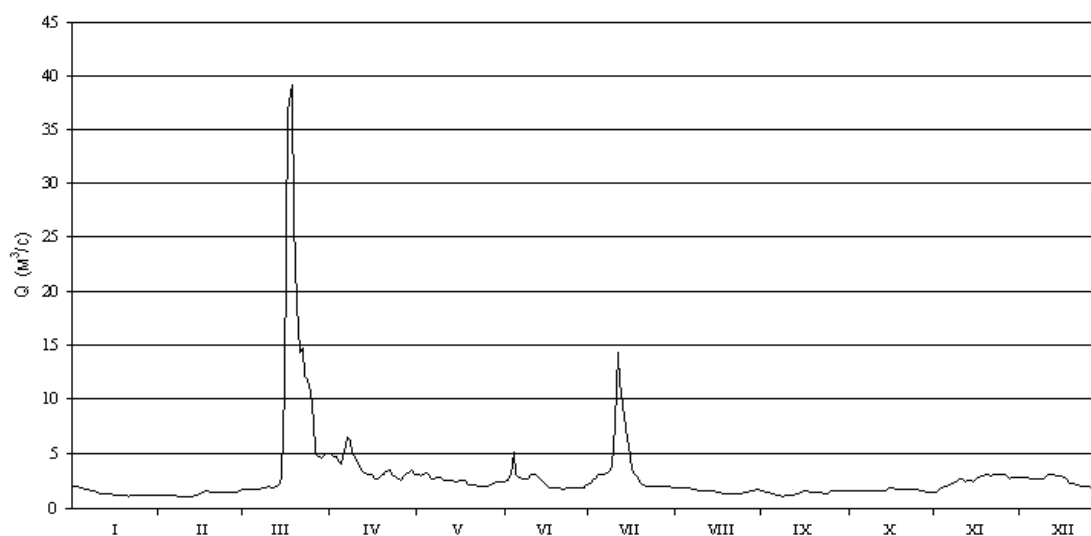


Рис. 1. График колебания стока. Маловодный год. р. Оскол – г. Ст. Оскол

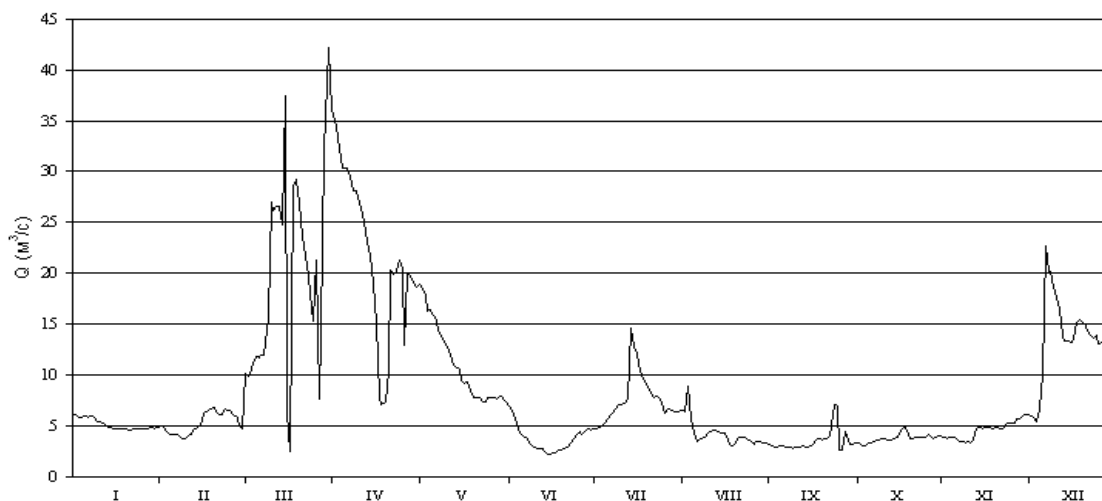


Рис. 2. График колебания стока. Маловодный год, р. Сейм – с. Зуевка

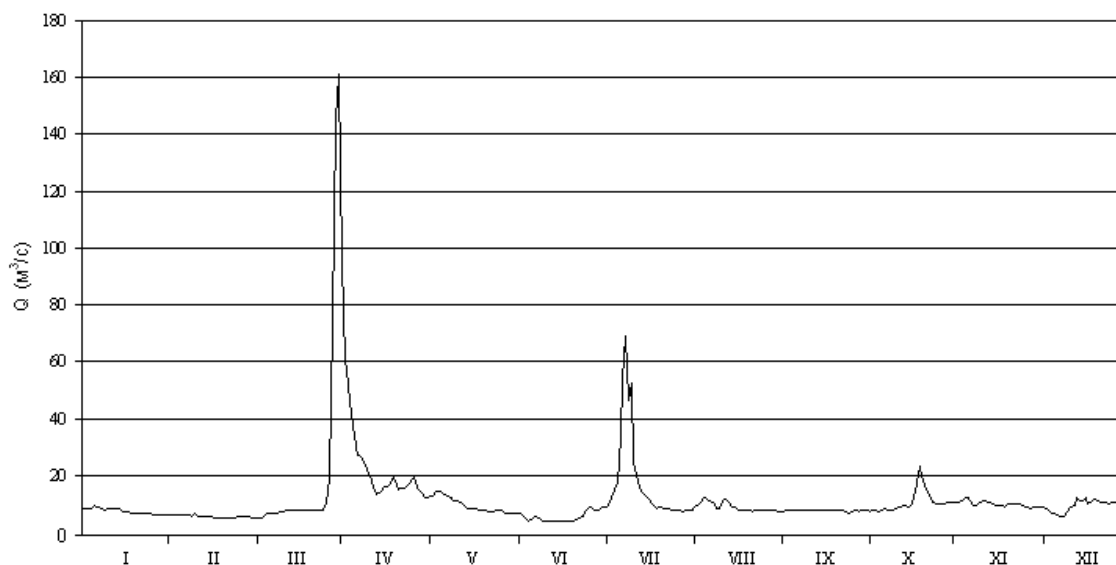


Рис. 3. График колебания стока. Многоводный год, р. Сейм – с. Зуевка

Таким образом, изменения стока в межень по р. Сейм у с. Зуевка незначительны по сравнению с изменениями его в период весеннего половодья. Дождевые паводки отмечены в июле. В отличие от р. Сейм ход стока в межень по р. Оскол у г. Старый Оскол носит неравномерный характер, поскольку он зарегулирован Старооскольским водохранилищем. Продолжительность наиболее низкого стока в период летней межени по р. Оскол составляет 5-7 дней.

Работа выполнена при поддержке Госконтракта НК-607Р.

Список литературы

1. Гидрологическая изученность. Том 6. Вып. 2. – Л.: Гидрометеиздат, 1964. – 274 с.
2. Труды Государственного Гидрологического института. – Л.: Гидрометиздат, 1948. – 332 с.
3. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 280 с.
4. Основные гидрологические характеристики. Т. 6. Вып. 2. – Л.: Гидрометеиздат, 1967. – 178 с.
5. Основные гидрологические характеристики. Т. 6. Вып. 2. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 157 с.



6. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеоиздат, 1984. – 447 с.

7. Ресурсы поверхностных вод СССР. Бассейн Днепра. Т. 6. Вып.2. – Л.: Гидрометеоиздат, 1971. – 346 с.

8. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. СП 33-101 2003. – М: Гос. комитет по делам строительства, 2003. – 70 с.

INTRAAANNUAL DISTRIBUTION OF THE FLOW WITH THE OSKOL RIVER AS AN EXAMPLE

L.K. Reshetnikova¹

M.G. Lebedeva²

M.A. Petina²

¹ Belgorod regional center
on hydrometeorology
and monitoring
of an environment,
N. Chumichova Str., 126,
Belgorod, 308007, Russia
E-mail: fialka.lid@mail.ru

² Belgorod State University,
Pobedy Str., 85, Belgorod,
308015, Russia
E-mail:
lebedeva_m@bsu.edu.ru

Calculation of the intraannual distribution of a flow is made on the river Oskol near Stary Oskol City and the Seim river near Zyeвка village on the base of V.G.Andrejanov's method. The period of observation on the Oskol river near Stary Oskol is 1946-2006, the area of a reservoir is 1540 km², the period of supervision on the Seim river near Zyeвка is 1963-2006, the area of a reservoir is 2320 km².

The received results show that the basic part of a river flow passes during a spring season and the least one occurs in winter. Average spring flow is 43-53%, winter flow corresponds to 15-21 % and summer-autumn flow is 31-36% of annual flow. On the base of the analysis of intraannual distribution of a flow of the Oskol river and the Seim river is established that scheduled dump of a water of the Stary Oskol storage basin during a winter season influences at intraannual distribution of a flow of the Oskol river near Stary Oskol, while intraannual distribution of a flow on the Seim river near Zyeвка village is typical for the rivers of the given area. Hydrographs of a flow give an evidence.

Key words: limiting period, limiting season, climate, abounding in water year, shallow year, water content.

РОЛЬ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВЕ¹

**Г.Н. Григорьев
И.В. Волощенко**

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

В статье рассмотрены современные изменения климата на территории Белгородской области и их влияние на землеустройство. Проведен анализ геоэкологических условий формирования микроклимата в разных природных комплексах лесостепной зоны. Рассмотрены изменения температуры воздуха и почвы в лесу и на открытой местности. Получены интересные выводы о закономерностях распределения влажности почвы на исследуемых участках.

Ключевые слова: изменения климата, землеустройство, природные комплексы, микроклимат, гидротермический режим.

Во второй половине XX века стало очевидно, что общая климатическая ситуация меняется гораздо быстрее, чем в прежние времена. В условиях меняющегося климата оценка его текущего состояния и предстоящих изменений является актуальной и важной научной и практической задачей.

В свете глобального потепления климата эти данные необходимо учитывать при проведении землеустроительных работ, так как ранее учитывались лишь многолетние климатические характеристики за XX век, которые существенно отличаются от современных. Организация рационального использования и охраны земель особенно актуальна для сельскохозяйственных регионов, к которым относится Белгородская область. Изучение микроклиматических особенностей разных природных комплексов позволит спрогнозировать детализацию севооборотов в условиях лесостепной зоны области, где преобладающей формой рельефа является овражно-балочная система.

Зная влияние каждого климатического фактора и их комплекса на определенный процесс сельскохозяйственного производства, можно заранее предсказать целесообразную систему организации использования земли, дифференциацию размещения сельскохозяйственных культур [3].

Анализ изменений климатических параметров на территории Белгородской области рассмотрим на примере метеорологической станции Белгород. Станция сохранила однородность и характерность рядов наблюдений по всем метеорологическим параметрам, репрезентативна и имеет статус «реперной климатической».

Основным климатическим фактором, определяющим развитие водной эрозии, являются осадки в виде дождя и снега: количество, интенсивность в отдельные периоды, продолжительность, характер и равномерное распределение по территории.

В сравнении с нормой за последние 30 лет количество осадков увеличилось почти на 40 мм. Представляет интерес изменение количества выпадающих осадков по сезонам года. В зимние месяцы за период исследования сумма осадков незначительно повысилась (9–14 мм). В особенности это хорошо просматривается в декабре. В летние месяцы суммы осадков в течение всех лет по сравнению с нормой существенно не изменились. Отличия составляют 1–3 мм за лето, что близко к климатической норме. Наблюдаемые изменения влагообеспеченности вегетационного периода в целом являются благоприятными для роста и развития сельскохозяйственных растений. Уменьшение количества осадков наблюдалось в апреле, августе, ноябре и декабре и составило 37 мм. Небольшое увеличение осадков наблюдалось в январе, феврале и сентябре, а значительное увеличение в марте и июле.

Максимальное количество осадков также наблюдается в июле (76 мм), минимум сместился с февраля на декабрь.

Следует отметить, что изменился и характер увлажнения – возросла вероятность выпадения ливневых осадков и уменьшилась вероятность длительных экстремальных засух. А при ливнях, когда на отдельную территорию поступает большое

¹ Работа выполнена при грантовой поддержке ФЦП: государственный контракт П2035 от 2 ноября 2009 г.



количество осадков за короткое время, а почва за этот период не в состоянии поглотить влагу, происходят поверхностный сток и разрушение почвенного покрова.

Влияние температуры воздуха на процессы водной и ветровой эрозии сказывается главным образом через глубину промерзания почвы, интенсивность снеготаяния и в засушливые дни. Весной при нарастании температуры увеличивается скорость таяния снега, а поглощение воды промерзшей почвой незначительно – создаются условия для формирования больших потоков воды. Быстрое повышение температуры в весенний период при отсутствии дождей иссушает почву, которая при усилении скорости ветра легко поддается дефляции.

Согласно исследованиям М.Г. Крымской и О.В. Лебедевой [5], средние многолетние температуры воздуха за последние 100 лет особенно значительно изменялись в зимний период. Январская температура выросла на 4 °С. При этом в середине XX столетия, в 40-е годы, зимняя температура была самой низкой – на 2–2,5°С ниже нормы.

За последние 10 лет среднегодовая температура воздуха повысилась с +6,4°С до +7,5°С. Годовая амплитуда за последние уменьшилась на 2°С.

В годовом ходе наименьшая средняя температура наблюдается не в январе (как по многолетним данным), а в феврале, т.е. произошёл сдвиг минимума. Её величина равна –5,3°С, что на 3,2°С теплее, чем у самого холодного месяца по многолетним данным – января.

Максимум, как и прежде, наблюдается в июле (+21,1°С), но он также повысился на 1,2°С по сравнению с многолетними данными. В годовом ходе температуры воздуха май и ноябрь были холоднее, чем средние многолетние значения: в мае на 0,1°С и в ноябре на 0,5°С. Такое изменение температуры воздуха связано с более поздними вторжениями холодного северного воздуха в мае, вызывающими запоздалые заморозки на 7–10 дней. Кроме того, в мае участились заморозки и суховейные явления. На наш взгляд, такие изменения погодных условий вызваны увеличением повторяемости меридиональной циркуляции атмосферы за последние 10 лет. Похолодание в ноябре вызвано также усилением повторяемости меридиональной циркуляции и увеличением затока арктических воздушных масс.

Среднегодовое значение относительной влажности воздуха за период наблюдений не изменилось по сравнению с многолетними данными и составляет 75%.

Таким образом, тенденция к потеплению выражена достаточно чётко, о чём свидетельствуют среднегодовые отклонения. Положительные аномалии температуры воздуха отмечены в холодный период года – с января по апрель. Наиболее резкое повышение температуры воздуха в январе имело место за последние 10 лет (–3,4°С). За более длительные периоды эти данные изменялись от 1,6°С до 2,2°С. Тенденции резкого потепления за последние 10 лет отмечались также в феврале, в марте и в апреле.

Общую тенденцию к росту температуры воздуха в холодный период года нельзя считать однозначной. Все метеостанции Белгородской области в последнем десятилетии отметили резкие похолодания, связанные с затоканием холодных арктических воздушных масс, в ноябре – декабре.

В тёплый период потепление не столь значительное по сравнению с зимними месяцами. Правда, за последние 10 лет и в летние месяцы наблюдалось повышение температуры по сравнению с нормой на 1,1–1,7 °С. Обращает на себя внимание тот факт, что в мае статистически значимо отмечаются отрицательные отклонения среднемесячной температуры воздуха от нормы. На практике это означает длительные возвраты холодов, заморозки в начале вегетационного периода, отрицательно сказывающиеся на сельскохозяйственном производстве.

Потепление климата сказалось на продолжительности метеорологических сезонов. Заметно сократился зимний период (со среднесуточной температурой воздуха ниже 0 °С) – на 10 дней с начала XX века. Продолжительность летнего периода (среднесуточная температура воздуха выше +15°) тоже уменьшилась в течение столетия на 3 дня. Изменение длительности переходных сезонов – весны и осени – происходило по-разному [5].

Другим климатическим фактором, оказывающим значительное влияние на процессы эрозии (в основном ветровой), является ветер, направление и скорость которого, как правило, непостоянны.

По многолетним данным максимум скорости ветра наблюдался в феврале, а за последние 10 лет – в марте – 4.8 м/с. Минимум скорости ветра также сместился с августа на июль – 3.6 м/с. Среднегодовая скорость ветра в г. Белгороде по сравнению с многолетним значением уменьшилась на 0.6 м/с и составила 4.2 м/с. Понижилась также годовая амплитуда скорости ветра от 2.8 м/с до 1.2 м/с.

При больших скоростях образуются пыльные бури, которые уничтожают или сильно повреждают посевы сельскохозяйственных культур и уносят верхний плодородный слой почвы. В летний период восточные и юго-восточные ветры сопровождаются суховеями. Ветровой режим оказывает влияние и на процессы водной эрозии путем перераспределения снежного покрова на поверхности земли, поэтому дефляционные процессы резко снижаются при увлажнении почвы.

Глобальное изменение климата наиболее четко проявляется на местных особенностях – микроклимате. Для выявления микроклиматических различий разных природных комплексов, расположенных друг от друга на расстоянии не более 100 м, нами выбраны три пробные площади на территории ботанического сада Белгородского государственного университета (БелГУ).

Анализ температуры воздуха за 5 лет наблюдений показывает, что на открытой местности летом прогревание идет намного интенсивнее, чем под пологом леса. Однако, в разные годы в зависимости от характера выпадающих осадков, степень прогревания существенно отличается. Так, в 2007 и в 2008 годах условия нагревания и охлаждения, как воздуха, так и почвы были различными, что объяснялось не только количеством приходящей солнечной радиации, но и степенью увлажнения почвы атмосферными осадками. Например, в 2008 году, когда осадков выпало мало, при температуре воздуха +20°C температура почвы на глубине 10 см в лесу достигала 20°C. При такой же температуре воздуха во влажный 2005 год температура почвы не повышалась выше 15°C. В зимний период, наоборот, в лесу на 1.5–2.0°C оказывается теплее, чем в поле.

Анализ влажности воздуха на всех участках показал, что в лесу почти всегда относительная влажность воздуха на 10–15 % больше, чем в поле. Лишь в пасмурные дни с туманами наблюдаются практически одинаковые значения.

Анализ пространственно-временного распределения термоизоплет в почве показывает, что степь, как правило, прогревается на значительно большую глубину, чем естественная темно-серая лесная. Так, ни в один из исследованных годов температура поверхности почвы под лесом не превышала 22°C, тогда как на степном участке наблюдались значения выше 30°C. Глубина проникновения наибольших температур также больше в степи: в частности, в 2007 году температура 18°C наблюдалась на глубине более 1 м, тогда как в почве под лесом значение температуры 18 °C достигла только 20 см. В теплый – 2008 год – значения температуры 20°C в пахотной темно-серой лесной почве наблюдались на глубине 60 см, а в естественных условиях (в лесу) температура 20°C была отмечена лишь на глубине 20 см. В нивальный период почва в лесу, как правило, более теплая, а глубина промерзания меньше, чем на открытых участках. В лесу, в частности, в январе 2009 года на глубине 1м под пологом леса температура составила 7,2°C, тогда как в степи и на остепняющемся участке – 7,0°C; 6,0°C соответственно [2]. Следует заметить, что в целом значения температуры на разных глубинах пахотной почвы и на степном участке значительно быстрее сменяют друг друга, чем в почве под пологом леса.

Формирование геоэкологических условий в не меньшей степени зависит от характера распределения влажности в почве. Наибольшие значения влажности почвы наблюдаются на лесном участке (в январе 34% в верхних горизонтах) и наименьшие – на степном участке (26%). Более высокие значения влажности почвы в лесу объясняются замедленным испарением на этом участке. В сезонном ходе выявлена тенденция увеличения запасов влаги в осенне-зимний период, что связано с возрастанием количества выпадающих осадков и значительным уменьшением испарения.

Особенности зимнего гидротермического режима наиболее ярко проявляются в процессах формирования устойчивого снежного покрова, его развития и таяния. Поэтому в зимний период определяли динамику изменения его характеристик: высоты и плотности снега, а также вычисляли запасы воды. Результаты наблюдений показали,



что в лесу снег залегаёт равномерно. В степи и на плакоре за счёт ветрового переноса поверхность почвы местами оголена, а местами создаются небольшие сугробы. Запасы воды в снеге под лесом оказались меньше, что объясняется меньшей плотностью снега. Наибольшая высота снежного покрова достигает в январе и уменьшается к февралю, в то время как запасы воды в снеге и плотность к февралю увеличиваются. Следует отметить, что температура на поверхности снежного покрова ниже, чем на поверхности почвы, не покрытой снегом. Так, в январе 2008 г. при температуре воздуха 2.4°C , температура поверхности снега составляла $0,6^{\circ}\text{C}$, в то время как оголённая почва нагрелась до 1.6°C . В то же время почва под снегом сохраняет более высокую температуру (даже высота снега 20 см привела к тому, что на поверхности снежного покрова в декабре 2009 г. была -7.3°C , а под снежной толщей – -5.5°C) [1].

Таким образом, изменение температуры воздуха и почвы, и особенно увеличение количества осадков требует проведения мер, направленных на защиту почв от эрозии, дефляции и разработку мероприятий по улучшению использования имеющихся угодий.

В общей системе мер по защите почв от смыва, размыва и выдувания на пахотных землях важная роль принадлежит разработке и внедрению системы научно обоснованных севооборотов. В условиях значительного плоскостного смыва и проявления дефляции почв, когда все организационно-хозяйственные меры разрабатываются с учётом защиты почв от эрозии, значение севооборотов резко возрастает.

Известно, что различные сельскохозяйственные культуры обладают неодинаковой почвозащитной способностью, а в условиях проявления эрозионных процессов это положение имеет важное значение при установлении специализации хозяйства. Если большие площади подвержены эрозии, то специализация в растениеводстве должна устанавливаться на культурах сплошного сева с сокращением посевов пропашных культур [4].

Под многолетние насаждения необходимо, прежде всего, отводить склоны балок с устройством террас или нижние части пахотных массивов. Природные кормовые угодья в районах водной эрозии располагать главным образом по склонам и днищам балок и дернистых оврагов, по поймам рек.

Таким образом, анализ изменения климатических характеристик и микроклиматических параметров на территории Белгородской области определяют характер развития естественной и культурной растительности, а также определяет необходимость пересмотра землеустроительных проектов с учётом этих изменений. Зная влияние климатических характеристик на ведение сельского хозяйства, можно применять комбинаторные организационно-территориальные мероприятия.

Данное исследование проводилось в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 – 2013 годы, государственный контракт П2035 от 2 ноября 2009 г.

Список литературы

1. Волошенко И.В., Колесникова Г.А. Современные климатические изменения и Мониторинг микроклимата разных природных комплексов белгородской области // Географічні дослідження: історія, сьогодення, перспективи: тези доповідей щорічної студентської наукової конференції, присвяченої пам'яті професора Г.П. Дубинського. – Харьков, 2010. – №2. – С. 10-13.
2. Григорьев Г.Н., Волошенко И.В., Степина С.Г. Геоэкологические условия формирования гидротермического режима разных природных комплексов лесостепной зоны ЦЧР // Проблемы региональной экологии. – 2009. – № 1. – С. 156-161.
3. Денисов В.В. Землеустройство и природные условия // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2008. – №9. – С.14-19.
4. Ключин П.В., Савинова С.В., Марьин А.Н., Подколзин О.А. Мониторинг деградационных процессов земель сельскохозяйственного назначения Ставропольского края // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2009. – №11. – С.69-76.
5. Лебедева М.Г., Крымская О.В. Проявление современных климатических изменений в Белгородской области. // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия «Естественные науки». – №3 (43). – Вып.6. 2008. – С.189-196.

ROLE OF CLIMATE CHANGE IN LAND MANAGEMENT

G.N. Grigoriev
I.V. Voloshenko

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

In the article modern climate changes on territories of Belgorod region and their influence on land management are considered. The analysis of geoecological conditions of formation of microclimate in different natural complexes of a forest-steppe zone is carried out. Changes of temperature of air and soil in wood and open districts are considered. Interesting conclusions about laws of distribution of humidity of soil on investigated sites are received.

Key words: climate changes, land management, natural complexes, microclimate, hydrothermal mode.

УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ БУРЕНИЯ СКВАЖИН НА ВОДУ В ПРЕДЕЛАХ ДНЕПРОВСКО-ДОНЕЦКОГО АРТЕЗИАНСКОГО БАССЕЙНА

А.Т. Скиданов¹

Г.К. Бубнова¹

И.К. Богуцкий²

Н.В. Соболева¹

¹ Белгородский
государственный
университет,
Россия, 308007, г. Белгород,
ул. Победы, 85

² ООО «Гидротехнология»,
Россия, 308023, г. Белгород,
5-й заводской переулок, 7а
E-mail:
gidrotechbel2006@yandex.ru

Приведена краткая характеристика гидрогеологических условий водоснабжения региона. Обосновывается вывод о недопустимости отождествления распространения мело-мергельной толщи и приуроченных к ней водоносных горизонтов. Изложен анализ опыта применения в регионе основных способов бурения и конструкций скважин на воду. Обращается внимание на значительную роль технологической кольматации прифилтровых зон в достижении проектной производительности скважин и необходимость прогноза последствий эксплуатации глубоких водоносных горизонтов.

Ключевые слова: гидрогеологические условия водоснабжения, водоносный горизонт, способы бурения, конструкции скважин, технологическая кольматация.

В административном отношении территория региона включает Белгородскую область, часть Курской и Воронежской областей и соседних областей Украины. Подземные воды региона приурочены к водоносным горизонтам в аллювиальных песках, верхней трещиноватой зоне мело-мергельной толщи до глубины от поверхности 70–90 м, пескам альб-сеномана, прослоям песков юрской толщи, известнякам, песчаникам и пескам девона и карбона и трещиноватым породам коры выветривания и разрывных тектонических нарушений в кристаллическом фундаменте.

Аллювиальные водоносные горизонты в четвертичных песках распространены в поймах рек, днищах балок, а также в пределах надпойменных террас рек.

Коэффициент фильтрации песков преимущественно до 4.0 м/сут. Питание горизонта за счет атмосферных осадков, инфильтрации и подпитки из нижележащих горизонтов. Воды горизонта используются местным населением для нецентрализованного водоснабжения посредством колодцев.

Харьковско-полтавский водоносный горизонт в песках распространен на водоразделах. В кровле горизонта залегают покровные суглинки, в подошве – водоупорная толща глин киевской свиты. Коэффициент фильтрации песков 2–5 м/сут, их обводненная мощность в основном не превышает 8 м.

Подземные воды мело-мергельной толщи при повсеместном распространении мела и мергеля приурочены к ее верхней трещиноватой зоне до глубины от поверхности 70 – 90 м. При более глубоком залегании вследствие смыкания трещин и затрудненных условий питания породы мело-мергельной толщи практически безводные. На участках пойм и террас горизонт характеризуется максимальной водообильностью, коэффициент фильтрации мела и мергеля составляет здесь от 1–5 до 20–25 м/сут. Таким образом, при повсеместном распространении мело-мергельной толщи приуроченный к ней водоносный горизонт занимает довольно незначительную часть территории в виде в основном не связанных между собой так называемых пластов-полос, повторяющих контуры рек и крупных корытообразных балок по отметкам поверхности, определяемых из условия глубины от поверхности относительного водоупора 70–90 м.

Питание горизонта из вышележащих горизонтов – аллювиального в поймах и на террасах и харьковско-полтавского на высоких склонах водоразделов, а также за счет перетекания из альб-сеноманского водоносного горизонта при не достаточной водоупорности разделяющих глинистых слоев.

Разгрузка водоносного горизонта осуществляется – в низовьях долин рек и балок путем перетекания в замещающие аллювиальные отложения и альб-сеноманские пески. Воды горизонта обычно гидрокарбонатно-кальциевые с минерализацией

0.4–0.9 г/л, по качеству отвечают нормативным требованиям к питьевой за исключением, в отдельных случаях, повышенного содержания железа.

Альб-сеноманский водоносный горизонт развит в регионе повсеместно. Водоносные породы – пески в основном средние мощностью 25–40 м.

Глубина залегания на севере региона от 5–10 м в поймах рек и 100–110 м на водоразделах, на юге от 440 м в поймах до 550–570 м на водоразделах. Коэффициент фильтрации песков в основном от 5–15 м/сут.

Питание водоносного горизонта – за счет атмосферных осадков на участках выхода песков на дневную поверхность в северной части региона, а также за счет перетекания из вышележащих водоносных горизонтов. Разгрузка в речную сеть непосредственно на участках полного размыва меловой толщи, или через трещиноватую зону меловой толщи.

По химическому составу воды пресные гидрокарбонатно-кальциевые, реже натриевые с сухим остатком 0.4–0.9 г/л.

Водоносные горизонты мело-мергельной толщи и альб-сеноманский являются основными источниками централизованного питьевого водоснабжения региона.

Водоносные горизонты в породах юрской толщи не имеют повсеместного распространения и приурочены к слоям песков келловей и бата. Глубина залегания от 40–60 м на севере до 550–680 м на юге региона. Горизонты напорные с напорами над кровлей от 20–30 м до 450–550 м. Коэффициент фильтрации песков от 2.2 до 20.0 м/сут. Область непосредственного питания водоносного горизонта расположена за пределами данного региона. Значительная часть питания, по-видимому, обеспечивается за счет перетока из смежных горизонтов.

По химическому составу преобладают воды на севере гидрокарбонатные кальциевые, на юге гидрокарбонатные натриевые с минерализацией 0.4–0.8 г/л. Воды бат-келловейского водоносного горизонта в целях водоснабжения практически не используются ввиду ограниченности ресурсов на фоне наличия других более доступных источников.

Девонский и каменноугольный водоносные комплексы приурочены к пескам, песчаникам и известнякам. Эксплуатируются отдельными водозаборными скважинами на севере и востоке региона, где глубины водоносных интервалов составляют от 70–120 м до 200–250 м, а достаточно водообильные участки горизонта в мело-мергельных породах расположены на значительном удалении. Напоры над кровлей от 20 до 160 м. По химическому составу воды сульфатно-гидрокарбонатные кальциевые и натриевые с минерализацией 0.4–1.2 г/л.

Архей-протерозойский водоносный комплекс приурочен к зоне выветривания кристаллических пород фундамента и тектоническим нарушениям. В целях водоснабжения комплекс не используется.

Наиболее важный принципиальный вывод, полученный нами на основе анализа условий формирования подземных вод исследуемой территории, который необходимо учитывать в оценке условий водоснабжения региона из подземных источников, заключается в том, что подземные воды мело-мергельной толщи не могут рассматриваться как единый региональный водоносный горизонт, как это принято до настоящего времени. Практически получается, что нельзя отождествлять повсеместное распространение в регионе мело-мергельной толщи и распространение соответствующего водоносного горизонта. Это связано с тем, что на основной части территории распространения мело-мергельных пород, относящейся к водоразделам, эти породы практически безводные. Фактически единственным региональным горизонтом является альб-сеноманский.

Основными источниками питьевого водоснабжения рассматриваемого региона являются водоносные горизонты мело-мергельной толщи и альб-сеноманский, что обусловлено их доступностью по глубине, приемлемыми расстояниями от участков, пригодных для размещения водозаборов, до потребителей, обеспеченностью ресурсами и наибольшим соответствием качества воды нормативным требованиям.

Для сооружения водозаборных скважин в рассматриваемых условиях применяется в основном два способа бурения вращательно-ротаторный с прямой промывкой и ударно-канатный. Способы бурения с обратной промывкой и продувкой воздухом не



нашли применения. Основные фактические показатели применяемых на территории региона способов бурения скважин на воду приведены в таблице.

Вращательно-роторный способ бурения. Имеет наибольшее применение. Он применяется для сооружения водозаборных скважин на все используемые в регионе водоносные горизонты: в мело-мергельной толще, альб-сеноманских песках, известняках, песчаниках и песках карбона и девона.

Характерные глубины этих скважин от 30–40 м до 300–320 м, реже до 450–550 м. Диаметры обсадных колонн 168–273 мм, реже 324 мм.

Фильтры скважин на альб-сеноманский горизонт по типу установки на рабочей колонне и потайные, по конструкции трубчатые, сетчатые и проволочные, преимущественно, без гравийной обсыпки. Перфорация круглая и продольно-щелевая. Установка фильтров с гравийной обсыпкой при роторном бурении освоена только предприятиями системы бывшего треста «Союзшахтоосушение».

В основном фильтры изготавливаются в мастерских предприятий подрядчиков. Ранее использовалось около 20% фильтров заводского изготовления, в том числе Драгобычского завода и Тульского опытного производства треста «Союзшахтоосушение».

При бурении на водоносные горизонты в мело-мергельной толще применяются трубчатые фильтры с круглой и продольно-щелевой перфорацией без покрытия. Значительная часть скважин на мело-мергельные горизонты оставляется без крепления нижних интервалов, что возможно при высоких уровнях подземных вод, достаточной устойчивости пород и достаточной водообильности.

Отдельную группу составляют безфильтровые скважины, применяемые ограниченно на альб-сеноманский водоносный горизонт и реже песчаные интервалы каменноугольного комплекса. Их применение в регионе чаще рассматривается как вынужденное решение при вскрытии мелких песков с прослоями глинистых.

Эти скважины не имеют широкого применения в связи со сложностями в формировании водоприемных каверн или воронок и обеспечения их устойчивого состояния.

По нашим выводам, недостатком в практическом исполнении безфильтровых скважин является также отсутствие изоляции залегающих в кровле альб-сеноманского горизонта интервалов обводненного мела турона, характеризующихся высоким содержанием в воде солей жесткости – до 20–25 мг-экв/дм³. Вследствие этого такие скважины каптируют 2 водоносных горизонта, а исходная вода имеет жесткость 10–14 мг-экв/дм³ вместо характерной для альб-сеноманского горизонта 5,5–7,0 мг-экв/дм³.

Одной из проблем в бурении вращательно-роторным способом скважин как на водоносные горизонты в песчаных коллекторах альб-сеноманского горизонта и каменноугольного комплекса, так и водоносные горизонты в порово-трещинных коллекторах мело-мергельной толщи и известняках и песчаниках карбона и девона является технологическая кольматация прифильтровых зон глинистым раствором и буровым шламом.

В качестве промывочных жидкостей применяются глинистые растворы на основе бентонитового порошка и глинистые растворы на основе местных разновидностей глин гидрослюдисто-монтмориллонитового состава киевской и предположительно полтавской свит.

По опыту бурения при использовании всех названных промывочных жидкостей кольматация с различной интенсивностью и последствиями происходит всегда.

В наибольшей мере кольматация проявляется при бурении скважин на мело-мергельные водоносные горизонты с применением промывки водой. Причем особенно резкое снижение производительности скважин вследствие технологической кольматации происходит с увеличением глубины статических уровней более 30–40 м.

Наряду с известными процессами технологической кольматации [1, 2] за счет проникновения глинистого раствора в поры песка на глубину 3–5 мм и трещины мело-мергельного коллектора и налипания на стенки скважины с последующим образованием корки толщиной 3–5 мм с вертикальным тонкослойным напластованием, в определенных условиях часто происходит еще один негативный процесс. Это неуправляемый, самопроизвольный разрыв пласта с заполнением трещин шламом и глинистым раствором.

Таблица
Основные фактические показатели бурения и восстановления водозаборных скважин

№ п.п.	Способ бурения и восстановления / водоносный горизонт	Показатели скважин: Глубина, м Дебит, м ³ /ч	Преимущества способа	Недостатки способа	Рекомендации
1	2	3	4	5	6
1	Вращательно-роторный с прямой промывкой / мело-мергельный	50–130 4–65	1. Малая металлоёмкость 2. Высокая скорость бурения 3. Приемлемая стоимость	1. Глинизация и зашламовывание водоносных интервалов, особенно при глубине статических уровней больше 30–40 м 2. Проникновение тампонажного раствора в трещины наиболее водообильных верхних интервалов при производстве затрубной цементации обсадных колонн или при неадекватной цементации обсадных колонн 3. Сложности производства работ при температурах ниже 10–15°C	1. Правильный подбор промывочной жидкости, применение реагентов 2. Исключение неоправданного увеличения глубины скважин 3. Исключение перерывов между вскрытием и работами по разглинизации 4. Применение реагентной обработки для разглинизации 5. Правильный подбор параметров эрлифта, не допущение применения «прямого» эрлифта.
2	Ударно-канатный / мело-мергельный	Практически не применяется			Рекомендуется применять при глубине пьезометрического уровня более 30–40 м.
3	Вращательно-роторный с прямой промывкой / альб-сеноманский, каменноугольный и девонский	50–520 4–40	1. Малая металлоёмкость 2. Высокая скорость бурения 3. Приемлемая стоимость	1. Глинизация пласта, в том числе за счет его самопроизвольного гидро-разрыва 2. Проникновение тампонажного раствора в пласт при производстве работ по затрубной цементации обсадных колонн или при недостаточной цементации капитирование нижних интервалов мело-мергельной толщи с высокой жесткостью воды 3. Сложности производства работ при температуре воздуха ниже 10–15°C	1. Правильный подбор промывочной жидкости, применение реагентов. 2. Исключение перерывов между вскрытием и работами по разглинизации 3. Проведение пионерного бурения колонковым способом в интервале начиная за 10–15 м до кровли водоносного горизонта и до его подошвы 4. Применение расширителей для разглинизации стенок скважины и формирование фильтров уширенного контура с гравийной обсыпкой



Окончание табл.

4	Ударно-канатный / альб-сеноманский	35–35 25–65	<p>1. Высокое качество вскрытия водоносных интервалов и создание гравийных фильтров</p> <p>2. Возможность достоверной документации геологического разреза</p> <p>3. Нет необходимости в применении промывки</p>	<p>4. Быстрая кольматация фильтров скважин при эксплуатации вследствие недостаточной разглинизации в ходе строительства</p>	<p>5. Правильный подбор конструкций фильтров в соответствии со свойствами песков, с учетом агрессивности воды и склонности скважин к кольматации в ходе их работы</p> <p>7. Выполнение каротажных исследований</p>
5	Шнековый / мелко-мергельный	40–125 5–25	<p>1. Высокая скорость бурения</p> <p>2. Нет необходимости применять промывочный раствор</p> <p>3. Отсутствие проникновения в трещины технологического кольматагента</p> <p>4. Возможность достаточно точно вести геологическую документацию</p>	<p>1. Большая металлоемкость и энергоемкость</p> <p>2. Низкая скорость проходки</p> <p>3. Как следствие п. 1 и 2 самая высокая стоимость</p> <p>4. Ограниченные возможности вскрытия песчаных коллекторов при больших напорах над кровлей</p> <p>5. Ограниченность бурения по глубине до 150–200 м</p> <p>6. Сложность в исполнении качественного выполнения работ по разобщению эксплуатируемого горизонта с налегающими горизонтами в трещиноватых породах</p>	<p>Рекомендуется применять в комбинации с вращательно-рогаторным способом. Вращательно-рогаторным способом бурится интервал налегающей толщи с оставлением целика 10–15 м с последующим вскрытием остаточной части ударно-канатным способом</p> <p>1. Применение опережающей обсадки методом вибро-погружения при проходке плавучих и сыпучих грунтов</p> <p>2. Проходка короткими рейсами интервалов пучащих грунтов</p> <p>3. Применение шнекового бурения с промывкой</p>



Применяемые простейшие методы удаления технологического кольматанта, как правило, не достаточно эффективны. Обычно сначала проводится освобождение ствола скважины от шлама желонированием и прямой промывкой водой с ее подачей буровым насосом. При не достаточности этого мероприятия производится прокачка скважины эрлифтом с максимальным понижением уровня, чем стремятся обрушить стенки скважин и освободить их от глинистых корок. Полная декольматация указанными мероприятиями, как правило, не достигается.

В песчаных коллекторах это связано с тем, что после первых обрушений увеличивается приток и вследствие снижения градиентов возможности откачки как способа декольматации, основанного по существу на суффозионном выносе, исчерпываются. В таких случаях скважины часто сдаются с коротким рабочим интервалом и эксплуатируются при не оправданно больших понижениях уровней, что, в свою очередь, является причиной так весьма интенсивной называемой эксплуатационной кольматации фильтров и быстрого выхода скважин из строя.

В трещиноватых коллекторах причина ограниченных возможностей декольматации при откачках по нашим выводам обусловлена тем, что шлам поступает в трещины под влиянием гидроразрыва, а при понижении уровней в ходе откачки трещины смыкаются. Также отрицательно сказывается низкое качество применяемых промывочных растворов, в том числе их не стабильность и допущение больших разрывов во времени между бурением и операциями по приведению скважин в рабочее состояние.

При не достижении необходимого дебита указанными выше способами применяется промывка гидравлическим ершом и свабиrowание скважин.

Промывка гидравлическим ершом, в основном, мало эффективна и редко бывает достаточна для достижения необходимого дебита.

Выполнение работ по декольматации клапанным свабом в скважинах на альбсеноманские пески, как правило, дает положительные результаты и обеспечивают заметное увеличение дебитов. В скважинах на мело-мергельные горизонты свабиrowание практически не дает эффекта.

Анализ опыта бурения скважин показывает, что ни один из применяемых способов так называемой разглинизации фильтров не позволяет полностью извлечь технологический кольматант из прифильтровых зон скважин и восстановить здесь природную проницаемость пород. Тем самым не достигается дебит, который может дать скважина по природным свойствам коллекторов и напорам.

С 2000г после длительного перерыва с конца 70-х годов на территории региона для увеличения производительности скважин вновь построенных и восстановления производительности скважин, потерявших ее в следствии кольматации за длительный период эксплуатации ООО «Гидротехнология» возобновлено применение солянокислотной обработки фильтров скважин.

Основные применяемые способы реагентной обработки скважин на водоносные горизонты в мело-мергельной толще – напорные кислотные ванны, технологические схемы которых организовывались таким образом, чтобы доставить реагент в зашламованные трещины, обеспечить растворение в них шлама и дополнительно проинформировать гидравлический разрыв с последующим расширением трещин за счет растворения их стенок. Для обработки скважин на водоносные горизонты в альбсеноманских песках применяются циркуляционные схемы.

Обработано более 20-ти скважин, на которых за 1–3 цикла обработки достигнуто увеличение дебитов от 3 до 12 кратного, что практически во всех случаях позволило обеспечить необходимую потребность в воде. Одним из положительных результатов применения реагентной обработки при строительстве скважин явилось то, что с при-



менением этих технологий стало возможным значительно приблизить водозаборные скважины к объектам потребления воды, расположенные на высоких участках, где обычно применяемые технологии вскрытия пласта не позволяют добиться необходимых дебитов.

Ударно-канатный способ бурения применяются в регионе в основном при необходимости устройства фильтров с гравийной обсыпкой в скважинах на альб-сеноманский водоносный горизонт.

Обычно глубина скважин до 70–80 м, редко более 100 м. Осуществленные в последние годы отдельными организациями попытки ударно-канатного бурения скважин глубиной 200–250 м и более фактически оказались неудачными, что является следствием не подходящих условий для применения этого способа. Проведенные нами расчеты показывают, что в большинстве случаев ударно-канатным способом достичь вскрытия песков альб-сеноманского горизонта на глубину более 3–5 м и обеспечить надлежащее выполнение гравийной обсыпки при имеющихся место напорах над кровлей 60–120 м и более не было возможности теоретически.

Шнековое бурение. В последние годы на различные горизонты пробурено более 25-ти скважин шнековым способом. Глубина скважин от 40 до 125 м, дебит от 4 до 25 м³/ч.

Основные преимущества и недостатки используемых в регионе способов бурения скважин на воду с учетом замечаний [1, 2] приведены в таблице 1.

В заключение представляется важным обратить внимание также на то, что доминирующая в последнее время тенденция к удешевлению решений в выборе источников водоснабжения и строительстве скважин во многих случаях не оправдывается последующими затратами, что обусловлено малыми сроками службы не качественно построенных скважин, и получением воды не соответствующей по качеству нормативам, требующей дорогостоящей водоподготовки. Последнее во многом обусловлено не разобщением водоносных горизонтов.

Отрицательно сказывается так же практическое отсутствие надлежащего гидрогеологического обеспечения как непосредственно строительных работ, так и в целом подземного водопользования на региональном уровне.

За последние годы вследствие стремления приблизить водозаборы к потребителям, что при расположении последних на водораздельных участках возможно за счет бурения скважин на глубокие горизонты, возросло извлечение подземных вод из глубоких горизонтов, имеющих региональное распространение, включая и сопредельную территорию Украины.

Учитывая, что дополнительно к наблюдавшемуся последние 50–55 лет медленному снижению пьезометрических уровней глубоких горизонтов наметилось увеличение темпов этого снижения, а также низкую обеспеченность ресурсов подземных вод нижней гидродинамической зоны, уже в настоящее время необходимы основательные работы по прогнозированию изменений на длительную перспективу состояния гидрогеологической системы региона в целом.

Список литературы

1. Башкатов Д. Н. и др. Справочник по бурению скважин на воду. – М.: Недра, 1979. – 560 с.
2. Шамшев Ф. А. и др. Разведочное бурение. – М.: Госгеолтехиздат, 1958. – 486 с.

CONDITIONS OF APPLICATION OF VARIOUS WAYS OF WELL-BORING ON WATER WITHIN THE LIMITS OF THE DNIEPER-DONETS ARTESIAN BASIN

A.T. Skidanov¹

G.K. Bubnova²

I.K. Bogutsky³

N.V. Soboleva⁴

^{1,2} *Belgorod State University,
Pobedy Str., Belgorod,
85308015, Russia*

^{3,4} *Limited Company «Gidro-
technologiya», 5-th
Zavodskoy lane, 7a, Belgorod,
3080023, Russia*

E-mail:

gidrotechbel2006@yandex.ru

The brief characteristic of hydro-geological conditions of water supply of regions is presented. The conclusion about inadmissibility of equalization of distribution of cretaceous-marly mass and water-bearing horizons confined to it is substantiated. The analysis of experience of application of basic ways of drilling and designs of water wells in the region is stated. The authors pay attention to a significant role of technological corking zones in front of the filter in unachievement of design productivity of wells and necessity of the forecast of consequences of operation of deep water-bearing horizons.

Key words: hydro-geological conditions of water supply, water-bearing horizon, ways of drilling, design of wells, technological corking.



БЕСЦЕМЕНТНАЯ ЗАКЛАДОЧНАЯ СМЕСЬ НА ОСНОВЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ

Е.А. Ермолович

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

*E-mail:
elena.ermolovich@mail.ru*

Обоснована возможность замены цемента при изготовлении твердеющих смесей отходами. Приведены результаты моделирования возможности замены цемента кислым доменным гранулированным шлаком III сорта. Показано влияние механической активации материала на прочность смесей с учетом их реологических свойств. Обосновано применение суперпластификатора.

Ключевые слова: твердеющие смеси, отходы обогащения железистых кварцитов, кислый доменный гранулированный шлак, суперпластификатор, флокулянты.

По оценкам Центра стратегических исследований МГГУ, доля России в мировой добыче минерального сырья приближается к 10%, а доля добычи черных и ферросплавных минералов составляет 6% [1]. Большая часть добываемого минерального сырья поступает на обогащение. Образующиеся при этом отходы по мере накопления и хранения становятся одним из наиболее значительных факторов антропогенных изменений окружающей среды.

При получении 1 т металла, содержащегося в продуктах обогащения, образуется от 30 до 100 т хвостов, на их удаление и хранение затрачивается в среднем от 5 до 8% стоимости производимой продукции. В последующее производство вовлекаются в настоящее время не более 20% извлекаемых из недр нерудных горных пород и около 10% отходов обогащения. В объемных показателях в черной и цветной металлургии отходы только горного производства в виде твердых горных пород составляют более 210, а хвостов обогащения — 140 млн. м³/год [2]. Эта масса складывается в отвалах и хвостохранилищах, которые занимают тысячи гектаров плодородных земель и являются источниками загрязнения окружающей среды.

Утилизация техногенных отходов в составе смесей для закладки выработанного пространства позволяет снизить негативное влияние горнометаллургического производства. Анализ мирового опыта показывает, что до 35% рудников применяют системы разработки с закладкой, при этом твердеющая закладка осуществляется на основе цементного вяжущего [3]. Отходы обогащения используют на 85 рудниках Канады, Австралии, США, Ирландии, Финляндии, Швеции, Японии и других стран с годовой добычей около 64 млн. т. При этом 67% закладочных материалов представлены обесшламленными хвостами обогащения, 25% — породами, 7% — песками и шлаками [4].

Дешламация отходов обогащения не только ограничивает количество материала, которое можно использовать для закладочных работ, но и способствует вовлечению в качестве заполнителей природных песков, тем самым нанося экологический ущерб окружающей среде.

Идея использования молотого доменного гранулированного шлака в качестве заменителя цемента в закладочных композитах не нова. Но, как правило, в качестве вяжущего либо используется шлак высокого качества, либо пониженное качество компенсируется активацией цементом. Кроме того, закладочные смеси отличаются от бетонов и растворов повышенным содержанием воды. Это необходимое условие их транспортабельности по трубам и растекания в выработанном пространстве снижает прочность искусственного массива.

Поэтому целью исследований являлось создание бесцементного композита повышенной прочности с заданными реологическими свойствами на основе максимального использования техногенных отходов без дешламации отходов обогащения мокрой магнитной сепарации железистых кварцитов.

В качестве вяжущего применили только кислый доменный шлак III сорта с коэффициентом качества $K=1.23$. Химический состав шлака приведен в табл. 1.

Таблица 1

Химический состав (%) доменного шлака

<i>CaO</i>	<i>SiO₂</i>	<i>Al₂O₃</i>	<i>MgO</i>	<i>MnO</i>	Прочие
40.4	42.7	5.4	6.7	0.026	4.78

Первоначально доменный гранулированный шлак измельчался до содержания класса менее 0.071 мм не менее 70% и смешивался с отходами обогащения железистых кварцитов, полученных путем сгущения пульпы флокулянтom Magnafloc 155 фирмы Ciba (Германия) до содержания класса менее 0.071 мм 90%. Реологические параметры закладочной смеси, оцениваемые по осадке конуса «СтройЦНИЛа» и растекаемости на вискозиметре Суттарда, а также прочностной показатель образцов, изготовленных по стандартной методике и выдержанных при нормальных условиях ($T=20\pm 2^{\circ}C$; $W=95\pm 5\%$), не соответствовали нормативным требованиям. А именно отличались пониженной прочностью и потерей подвижности (№ 1 в таблице 2).

Таблица 2

Результаты испытаний закладочных смесей

№ п/п	Компоненты закладочной смеси				СП-1, % от шлака	Вода, масс. %	Растекание, мм	Осадок конуса, см	Предел прочности при сжатии в возрасте 90 суток, МПа	Количество утилизуемых техногенных отходов масс. % на сухое вещество
	Молотый доменный шлак		Отходы обогащения							
	масс. %	содержание фракции менее 0.071 мм	масс. %	содержание фракции менее 0.071 мм, %						
1	22	70	54.5	90		23.5	100	10	4.35	98.1
2	22	90	54.5	70		23.5	120	14	3.6	98.1
3	22	90	54.5	90		23.5	100	10	6.8	98.1
4	22	90	54.5	90	0.4	23.4	165	16	7.0	98.1

Для увеличения гидравлической активности шлак молотся до крупности не менее 90% класса менее 0.071мм. Гранулометрический состав отходов обогащения железистых кварцитов оставался без изменения. Результаты определения предельного напряжения сдвига показали удовлетворительное повышение прочности образцов. Но реологические свойства по-прежнему не отвечали критериям транспортабельности (№ 3 в таблице 2).

Для увеличения растекаемости смеси попробовали уменьшить содержание фракции менее 0.071 мм в отходах обогащения железистых кварцитов. Но это повлекло за собой падение прочности образцов (№ 2 в таблице 2).

Увеличивать содержание воды в смеси также было нецелесообразно из-за общеизвестного факта уменьшения прочности закладочного массива с увеличением водотвердого отношения.

Единственно правильным решением было применение суперпластификатора СП-1, что позволило получить повышение прочности закладочной смеси при удовлетворительных реологических параметрах при условии содержания фракции менее 0.071 мм, % в отходах обогащения и молотом доменном гранулированном шлаке не менее 90% (№ 4 в таблице 2).

При анализе результатов исследований может возникнуть резонный вопрос об энергетических затратах, связанных с измельчением доменного гранулированного



шлака и сгущением отходов обогащения. Но сгущение хвостов обогащения флокулянтами для целей закладки выработанного пространства в шахтах получает все более широкое применение для уменьшения количества воды, поступающей в шахту. А степень помола шлака в предлагаемом техническом решении соответствует степени помола цемента. Если учесть, что для производства цемента необходимо еще и добыть клинкерные минералы со всеми вытекающими последствиями нарушения экологического равновесия, то преимущества разработанного бесцементного состава закладочной смеси очевидны. И, в первую очередь, это утилизация техногенных отходов, составляющих 98,1 масс. % на сухое вещество, и оптимальное сочетание прочности искусственного массива с реологическими параметрами закладочной смеси.

Работа выполнена с использованием оборудования Центра коллективного пользования научным оборудованием БелГУ «Диагностика структуры и свойств наноматериалов».

Исследования выполнены при проведении поисковой научно-исследовательской работы в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы (конкурс НК- 629П).

Список литературы

1. Пучков Л. А. Россия в горнодобывающем мире // ГИАБ. – 2005. – № 5. – С. 5–10.
2. Чантурия В.А., Вигдергауз В.Е. Инновационные технологии переработки техногенного минерального сырья // Горный журнал. – 2008. – №6. – С. 71–74.
3. Хайрутдинов М.М., Шаймярдянов И.К. Подземная геотехнология с закладкой выработанного пространства: недостатки, возможности совершенствования // ГИАБ. – 2009. – № 1. – С. 240–250.
4. Разработка ТЭО доработки запасов железистых кварцитов Стретинской залежи этажно-камерной системой разработки с закладкой выработанного пространства: Отчет по Этапу / Engineering Dobersek GmbH. □ Mönchengladbach; М., 2005. – 245 с.

CEMENTLESS FILLING MIX BASED ON TECHNOLOGICAL WASTE

E.A. Ermolovich

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

E-mail:
elena.ermolovich@mail.ru

The possibility of cement replacement by wastes at manufacturing of hardening mixes is proved. The results of modeling of cement replacement possibility by acidic granulated blast-furnace slag of III class are presented. The influence of mechanical activation of the material on the strength of mixes is shown taking into account their rheological properties. The use of superplasticizer is substantiated.

Key words: hardening mixes, wastes of ore-dressing of ferruginous quartzite, acidic granulated blast-furnace slag, superplasticizer, flocculants.

МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

УДК 574,82

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОЧЕТАНИЯ ТРАДИЦИОННОЙ И НОВОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ В ОБУЧЕНИИ БИОЛОГИИ

Р.Ш. Избасарова

Казахский национальный педагогический университет им. Абая, Казахстан, 480100, г. Алматы, пр. Достык, 114

E-mail: aser11@mail.ru

Применение на традиционных уроках информационных технологий обучения является актуальным и своевременным, так как новые подходы в образовательном процессе дают возможность учащимся получить больше учебной информации. Информационная технология обучения может быть включена на основных этапах урока: объяснении нового материала, закреплении его и проверке знаний, умений, навыков учащихся

Ключевые слова: информация, информационная технология обучения, компьютерная технология, мультимедийная технология.

Целесообразность применения информационной технологии в обучении биологии не вызывает сомнений, но эффективность этого технического средства значительно повышается, если его использование будет не эпизодическим, а систематическим, на протяжении всего курса. К сожалению, при разработке традиционного курса биологии не предполагалось использование информационной технологии, в связи с чем необходимо было разработать критерии отбора учебных тем, которые целесообразно изучать с применением информационной технологии.

Под термином «информация» мы подразумеваем учебное сообщение, осведомление о различных явлениях, условиях их протекания, закономерностях и т.п., воспринимаемое и осознаваемое учащимися.

Понятие «информация» отличается от понятия «информационный поток». При этом можно выделить два вида информационного потока:

1) совокупность материальных объектов (явлений, процессов), которые необходимо проанализировать и систематизировать ученику для уяснения изучаемого материала;

2) набор различных условий и параметров, которые подбираются (задаются, вводятся учеником или учителем, программистом) с целью получения определенного результата (выполнения задания) компьютерного эксперимента.

Под информационной технологией обучения следует понимать такую технологию, при которой учащиеся должны работать с мощным специализированным потоком учебной информации, получаемой с помощью компьютерной технологии и ППС.

На различных этапах развития педагогической науки проблема контроля и проверки знаний занимала важное место. Значительный вклад в ее разработку внесли А.П. Пинкевич, С.Т. Шацкий, Е.А. Гурьянов, М.М. Пестрак, М.И. Зарецкий, П.Н. Груздев, М.А. Данилов, Б.П. Есипов, Е.И. Перовская и др. На современном этапе исследованием данной проблемы занимается такие известные педагоги, как И.П. Подласый, Л.П.Крившенко, В.В. Краевский, А.В. Хуторской, В.А. Слостенин, И.Ф. Исаев, Е.Н. Шиянов, В.К.Дьяченко и др.



Изучая теоретический материал, мы обратились к таким синонимам терминологических выражений, тесно связанных с понятием «информационная технология обучения» (ИТО), как «новые информационные технологии в обучении», «современные информационные технологии обучения», «новые информационные технологии образования», «технологии компьютерного обучения» и др. На данный момент этот аспект научного исследования раскрыт в работах Г.Н. Александрова, Н.В. Апатовой, Н.М. Бойко, В. Гузеева, А.А. Кузнецова, В.А. Латышевой, В.М. Монахова, В.В. Попова, Т.А. Сергеевой, А.В. Соловьева, Е.К. Хеннер и др. Суть их сводится к следующим доводам: с возникновением новых идей в создании программного обеспечения, с расширением областей применения компьютеров и с их совершенствованием изменилось и содержание программного обеспечения, пройдя путь от кодирования, через системы программирования и узкоспециальные названия (мониторная система, информационные системы и др.) до обобщенного понятия информационной технологии [1].

Суть сводится к следующему: с возникновением новых идей в создании программного обеспечения, с расширением областей применения компьютеров и с их совершенствованием изменилось и содержание программного обеспечения, пройдя путь от кодирования, через системы программирования и узкоспециальные названия (мониторная система, информационные системы и др.) до обобщенного понятия информационной технологии.

Термин «информационные технологии» впервые ввел В.М. Глушков, где он дает определение: «Информационные технологии – это процессы, связанные с переработкой информации». При таком подходе становится очевидным, что в учебном процессе информационные технологии использовались всегда, так как обучение является передачей информации от учителя к ученику. Каждая методическая система, будучи отделима от своего автора и воспроизведена кем-то другим, превращается в технологию, ибо она описывает, как переработать и передать информацию, чтобы она была наилучшим образом усвоена учащимися. Это касается как частных методик, относящихся к какому-либо предмету или теме, так и общих, таких как проблемное обучение, программированное обучение, «коммуникативная ориентация» (или коммуникативный метод, используемый в преподавании иностранных языков). Методисты их назвали информационными технологиями лишь потому, что данный термин связан с появлением вычислительной техники (хотя о ней в определении информационной технологии не упоминается). Когда компьютеры стали настолько широко использоваться в образовании, тогда появилась необходимость говорить об «информационных технологиях обучения», при этом выяснилось, что они давно фактически реализуются в процессе обучения. Тогда появился термин «новая информационная технология обучения» [2]. Использование в обучении компьютера и аудиовизуальных средств, – пишет В.М. Монахов, – обозначается термином «новые информационные технологии». В такой технологии обучения компьютер осуществляет целенаправленное управление информацией и применяется в качестве средства для организации коммуникационных процессов, моделирования и т.д. Появление такого понятия внесло определенную путаницу, стали выяснять, что же такое тогда «старая информационная технология обучения». Чтобы избежать разночтений, в дальнейшем будем использовать, только, словосочетание «информационная технология обучения (ИТО)», где мы будем трактовать его как использование в обучении компьютеров и аудиовизуальных средств, дидактических материалов, направленных на достижение нового педагогического эффекта: сокращение сроков обучения, интенсификация и индивидуализация учебно-воспитательного процесса, активизация учебно-познавательной деятельности и развития интеллектуальных способностей учащихся, а также достижение более глубокого понимания предмета и т.п. [2].

В педагогической литературе существует несколько определений понятия «информационная технология обучения», например:

1) Д.Ш. Матрос под «информационной технологией обучения» понимает, процесс подготовки и передачи информации обучаемому, средством осуществления которого является компьютер;

2) В.В. Попов пишет: «Информационная технология обучения – это комплекс дидактических материалов, средств информационной техники, а также научных знаний о роли и места информации в учебно-воспитательном процессе, о формах и методах ее использования администрацией, преподавателями и учащимися»;

3) По мнению В. Гузеева, информационная технология обучения должна содержать совокупность приемов, методов и форм обучения на компьютерной основе;

4) А.В. Соловьев, пишет: «Информационная технология обучения – это совокупность электронных средств и способов их функционирования, используемых для реализации обучающей деятельности. В состав электронных средств входят аппаратные, программные и информационные компоненты, способы применения которых указываются в методическом обеспечении ИТО» [2].

Анализируя различные определения ученых и исследователей, суть которых можно свести к тому, что под информационной технологией обучения понимаются научные подходы к организации учебно-воспитательного процесса с целью его оптимизации, повышения его эффективности, где одним из основных средств обучения выступает компьютер.

Известно, что разработка методических аспектов использования информационных технологий обучения находятся в стадии развития, что побуждает искать наиболее оптимальные варианты ее применения в сочетании с традиционными методами обучения. Кроме того, надо четко видеть возникающую сложную проблему: «компьютер–учитель». Компьютер не заменит учителя, это лишь инструмент и помощник, который остается только средством обучения. При этом роль учителя особая и определяющая, где деятельность учителя по использованию ИТО основывается на знании педагогических возможностей ИТО и традиционных форм обучения, а также в умении сочетать их друг с другом.

Информационные технологии используются в моделировании, конструировании и анализе предметных информационных сред, их содержательной и дидактической компоненты. Конструирование информационных предметных сред – принципиально новая задача методики преподавания, требующая специальных знаний в области дидактики, психологии, управления. В отличие от обычных технических средств обучения ИКТ позволяют не только насытить обучающегося большим количеством готовых, строго отобранных, соответствующим образом организованных знаний, но и развивать интеллектуальные, творческие способности учащихся, их умение самостоятельно приобретать новые знания, работать с различными источниками информации. Использование ИКТ на уроках биологии позволит интенсифицировать деятельность учителя и школьника; повысить качество обучения предмету; отразить существенные стороны биологических объектов, выдвинуть на передний план наиболее важные (с точки зрения учебных целей и задач) характеристики изучаемых объектов и явлений природы. Методические приемы использования мультимедиа на уроках биологии. Преимущества мультимедийных технологий, по сравнению с традиционными, многообразны: наглядное представление материала, возможность эффективной проверки знаний, многообразие организационных форм в работе учащихся и методических приемов в работе учителя [3]. Многие биологические процессы отличаются сложностью. Дети с образным мышлением тяжело усваивают абстрактные обобщения, без картинки не способны понять процесс, изучить явление. Развитие их абстрактного мышления происходит посредством образов. Мультимедийные анимационные модели позволяют сформировать в сознании учащегося целостную картину биологического процесса, интерактивные модели дают возможность самостоятельно «конструировать» процесс, исправлять свои ошибки, самообучаться.

Уровень организации учебного процесса, его качество напрямую связаны с включением новых информационных технологий в обучение. Последнее время дела-



ется попытка совместить идеи программного обучения с активным использованием машинных модулей изучаемых процессов и явлений. Такую возможность дает программно-инструментальная система УРОК (торговая марка НПФ ДиСофт) – Универсальный Редактор Обучающих Курсов. Технология производства компьютерных программ в уроке включает разработку сценария и оформления учебных модулей.

В качестве типовых можно использовать обучающие модули (демонстрационные, с поэтапным контролем), модули с автоматизированным контролем выполнения домашних заданий, модули оценки знаний (экзамен/зачет).

Разработка учебного модуля в программно-инструментальной системе «урок» начинается с подготовки первичных данных: текста, графических изображений, интерфейса, составления алгоритма (процесса) работы, обучающей программы, а также рассмотрения способов контроля. Подготовка текста и графических изображений осуществляется с помощью прикладных программ данной инструментальной системы [3].

Учебный модуль может содержать и учебную модель. Разработка модели начинается с постановки задачи. Определяются тип модуля, основные этапы «динамики» модуля, каким образом осуществить вывод информации.

Далее приступают к сборке модуля, который может включать текстовую информацию, графические изображения, тип контроля в каждом кадре и т.д. В заключении производится проверка правильности функционирования модуля.

Критерии отбора содержания можно свести к следующим положениям:

- 1) отбираемое содержание должно способствовать созданию потока информации;
- 2) отбираемый материал должен быть адаптирован для учащихся соответствующего возраста;
- 3) отбираемый материал должен включать различные виды наглядности;
- 4) отбираемое практическое содержание должно способствовать построению моделей объектов разного рода и выявлению закономерностей их функционирования;
- 5) конструкция содержания должна способствовать классификации и систематизации потока информации, предъявляемой учащимся.

При изучении биологии используются различные наглядные средства, но с внедрением компьютерной технологии представляло интерес произвести классификацию этих средств обучения и дать их подробную характеристику.

1. Наглядность I рода – это все то, что учащиеся видят на экране, работая с компьютерными программами (таблицы, схемы, рисунки, фотографии).

2. Наглядность II рода – это символьная (модельная) запись, опорные схемы, выполненные учащимися.

3. Наглядность III рода – это мультимедийная наглядность, которая позволяет не только сочетать в динамике наглядность I и II рода, но и значительно расширить и обогатить их возможности введением фрагментов мультимедиа благодаря использованию информационной технологии.

Наряду с этим компьютер предоставляет возможность пользователю (ученику или учителю) активно подключаться к демонстрациям, ускоряя, замедляя или повторяя, по мере необходимости, изучаемый материал, управлять и моделировать сложными процессами, систематизировать, классифицировать и фиксировать на экране монитора необходимую информацию и т.п.

Из классификации наглядных средств и предложенных выше определений видно, что наглядность III рода позволяет с высокой эффективностью изучать и моделировать объект и условия его существования, способствует повышению умственного развития учащихся.

Таким образом, очевидно, что применение информационной технологии в процессе обучения биологии по традиционным программам возможно лишь эпизодически, при изучении отдельных тем. Для более полного и систематического применения информационной технологии в процессе обучения биологии необходимо переработать школьные программы в соответствии с учетом возможностей компьютера и

разработанных нами критериев отбора и структурирования содержания. При работе с компьютерными программами следует различать термины «информация» и «поток информации». Обучение учащихся в среде потока учебной информации и является информационной технологией обучения.

Цель исследования состояла в выявлении возможности восприятия учащимися потока учебной информации (в условиях информационной технологии обучения) и его эффективности в процессе обучения биологии. Очевидно, что успешность использования информационной технологии во многом зависит от того, насколько свободно учащиеся владеют компьютером. Поэтому первой задачей эксперимента учитель считает оперативное обучение учащихся использовать его в своей учебной деятельности. Вторая задача эксперимента состояла в изучении возможностей усвоения учащимися материала в условиях использования информационной технологии обучения. В ходе проведенного эксперимента было выявлено, что первый сеанс работы с обучающе-контролирующей программой является для большинства учащихся довольно тяжелым. Напряжение первого общения с обучающе-контролирующей программой в значительной степени снимается при последующих контактах с ЭВМ. У учащихся лучше регулируется внимание, стабилизируется время отработки вопроса, уменьшается число механических ошибок при использовании клавиатуры [4].

Систематическое применение компьютера в учебном процессе является первоочередной задачей эффективного использования ПЭВМ в обучении.

Процесс внедрения информационной технологии в обучение школьников достаточно сложен и требует фундаментального осмысления. Применяя компьютер в школе, необходимо следить за тем, чтобы ученик не превратился в автомат, который умеет мыслить и работать только по предложенному ему кем-то (в данном случае программистом) алгоритму. Для решения этой проблемы необходимо наряду с информационными методами обучения применять и традиционные. Используя различные технологии обучения, мы приучим учащихся к разным способам восприятия материала: чтение страниц учебника, объяснение учителя, получение информации с экрана монитора и др. С другой стороны, обучающие и контролирующие программы должны предоставлять пользователю возможность построения своего собственного алгоритма действий, а не навязывать ему готовый, созданный программистом. Благодаря построению собственного алгоритма действий ученик начинает систематизировать и применять имеющиеся у него знания к реальным условиям, что особенно важно для их осмысления.

Следует отметить, что компьютер, как педагогическое средство, используется в школе, как правило, эпизодически. Это объясняется тем, что при разработке современного курса биологии не стоял вопрос о привязке к нему информационной технологии. Применение компьютера, поэтому, оказывается целесообразным лишь при изучении отдельных тем, где имеется очевидная возможность вариативности.

Анализ исследований по проблеме применения информационной технологии в процессе обучения показал, что пока еще мало внимания уделено вопросам рассмотрения основных форм сочетания традиционной и информационной технологий обучения. Важным методическим принципом применения компьютерных программ является их совместимость с традиционными формами обучения. При планировании уроков необходимо найти оптимальное сочетание таких программ с другими (традиционными) средствами обучения. Наличие обратной связи с возможностью компьютерной диагностики ошибок, допускаемых учащимися в процессе работы, позволяет проводить урок с учетом индивидуальных особенностей учащихся. Контроль одного и того же материала может осуществляться с различной степенью глубины и полноты, в оптимальном темпе, для каждого конкретного человека. Таким образом, мы предполагаем, что информационную технологию наиболее целесообразно применять для осуществления предварительного контроля знаний, где требуется быстрая и точная информация об освоении знаний учащимися, при необходимости создания информационного потока учебного материала или для моделирования различных биологических объектов.



Учебную задачу ставит учитель, так как компьютер неспособен на эмоции. Учитель при постановке задачи и разъяснении методов ее решения и контроля, должен иметь наряду с традиционным учебным планом (или сценарием программы) и мотивационный план. Тактика мотивации, состоящая в подбадривании, похвале, вызове на соревнование и т.п., увязывается с решениями, создающими условия для стимуляции учебы. Мотивационные аспекты учебы можно классифицировать в соответствии с такими специфическими параметрами, как соревновательность, заинтересованность, самоконтроль, уверенность и удовлетворение. При компьютерном обучении необходимо определять мотивационное состояние обучаемого, во время реагировать на действия рассеянных, менее уверенных или недовольных обучающихся, а также поддерживать тонус уже мотивированных обучаемых. Как показано на работе, структура мотивационной основы деятельности обучаемого отражает перечисленные компоненты учебной деятельности, представляя их как этапы обучения. При этом на *первом этапе* - надо сосредоточить внимание на учебной ситуации, необходимо дать обучаемому информацию об актуальности и практической значимости темы, заинтересовать, развить стремление к получению новых знаний. На *втором этапе* – конкретизировать вопросы, помогающие овладению способами рациональной учебной деятельности, развивающие теоретическое мышление. На *третьем этапе* – при выборе решения необходимо создать индивидуальную установку на данную деятельность. На последнем этапе, когда обучаемый нуждается в оценке и корректировке действий, ему необходимо предоставить возможность выбора вида помощи, выдавать эту помощь в доброжелательной форме, выдавать в случае затруднений, в виде дополнительных задач, и в виде алгоритмических предписаний по их решению и мотивационные указания.

Процесс обучения основан на взаимосвязи двух видов деятельности: обучающей и обучающийся. При этом компьютер выступает как средство, рационализирующее этот процесс. Исходя из этого основные информационные связи между компонентами обучающей системы, отражены в таблице.

Исследование структуры и функционального взаимодействия компонентов процесса обучения с применением ИТО (обучающий, обучающаяся, компьютер, учебный материал) базировалось на содержании их связей и функций. Использование ИТО заметно влияние на уже существующие функциональные связи между обучающим и обучающимся, обучающим и учебным материалом, обучающимися и учебным материалом, а также способствует появлению новых компонентов, таких как: обучающий и компьютер, учебный материал и компьютер, обучающийся и компьютер [4]

Взаимодействие «обучающий–компьютер» происходит в процессе написания учебных программ и методики их применения в учебном процессе, при анализе готовых или создаваемых педагогических программных средств, при непосредственной работе с программами, позволяющими педагогу контролировать и корректировать процесс обучения. Связь между компьютером и учебным материалом определяются, прежде всего, тем, что часть теоретического и практического материала переносится в программные средства учебного назначения, это влечет изменение структуры и создание учебного материала.

В отношении между «обучающим и обучающимся» компьютер выступает в качестве средств организации управления учебной деятельностью и средством коммуникации внутри учебной группы. А в отношении учителя к предмету учебной деятельности компьютер выступает как посредник, являясь средством контроля, результатом и средством воспитания.

Поскольку педагогические программные средства ориентированы на достижение поставленных преподавателем учебных целей, они должны разрабатываться с учетом предъявляемых к ним требований.

Изучая научно-методическую литературу по данной теме исследования, учитель пришла к выводу: для повышения качества обучения при использовании информационной технологии необходимо учитывать возникающие при этом психолого-педагогические и методические проблемы; обучающе-контролирующие программы

должны отвечать всем требованиям, предъявляемым к учебному программному обеспечению.

При выборе педагогических программных средств (ППС) для реализации различных учебных задач необходимо учитывать их тип и структуру. Известно, что структура ППС зависит от его назначения. Так, основной функцией обучающей программы является обучение, контролирующей – контроль. Наибольший интерес представляют ППС обучающе-контролирующего типа.

Обучающие ППС предполагают наличие двух составляющих: демонстрационной, выводящей на экран информацию согласно заранее разработанного сценария и имитационно-моделирующей, позволяющей пользователю управлять динамикой изучаемого процесса. Демонстрационная часть программы предполагает, что все числовые данные и варианты ответов, а также художественные образы и графики, заложены разработчиками в компьютерную программу. Работая с этой частью программы, пользователь (учитель, ученик) в процессе демонстрации уже не имеет возможности включаться в технологический процесс и управлять им.

С методической точки зрения наибольший интерес представляет имитационно-моделирующая составляющая часть программы, которая позволяет ученику как бы «погрузиться» в изучаемый процесс, меняя те или иные его параметры, управлять этим процессом и достигать желаемые результаты. Здесь наиболее ярко проявляется присущая исключительно компьютеру обучающая функция программы.

Таким образом, учащиеся довольно быстро обучаются использовать компьютер в учебной деятельности. Использование информационной технологии позволяет повысить качество обучения, сделать его более полным, наглядным и доступным. Наличие устойчивой обратной связи в цепи «преподаватель-ученик» позволяет своевременно выявлять и устранять пробелы в знаниях учащихся, что способствует повышению успеваемости. Организация контроля с помощью предложенных нами обучающе-контролирующих компьютерных программ является достаточно эффективной, а сами программы соответствуют требованиям, предъявляемым к программному обеспечению. Разработанная методика их использования позволяет значительно повысить уровень успеваемости учащихся по биологии за счет индивидуализации процесса контроля знаний.

Список литературы

1. Концепция применения компьютеров в учебном процессе (психологический аспект) / Под рук. В.В. Рубцова. НИИ ОиПП: рабочие материалы, 1994. – 118 с.
2. Невуева Л.Ю., Сергеева Т.А. Инструментальные педагогические средства – тенденции развития. – М., 1997. – 95 с.
3. Апатова Н.В. Информационные технологии в школьном образовании. – М., 1994. – 205 с.
4. Извозчиков В.А. Новые информационные технологии обучения. Учебное пособие. – СПб., 1991. – 67 с.

METHODICAL ASPECTS OF A COMBINATION OF TRADITIONAL AND NEW INFORMATION TECHNOLOGY IN TRAINING BIOLOGY

R.S. Izbassarova

Kazakh National Pedagogical University named after Abai, Dostyk Av., 114, Almaty, Kazakhstan

E-mail: aseri1@mail.ru

The modern items of informational technologies allow realization of all progressive pedagogical ideas, concepts, which are directed to form creative personality. Informational technologies can be included at all the stages of lessons: in an explanation of new theme, fixation and control of knowledge and skills.

Key words: information, information technology of training, computer technology, multimedia technology.



СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- Анисимович И.П. – ассистент, Белгородский государственный университет
- Батлуцкая И.В. – доктор биологических наук, профессор, Белгородский государственный университет
- Белосохов Ф.Г. – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Мичуринский государственный аграрный университет
- Белосохова О.А. – ассистент, Мичуринский государственный педагогический институт
- Богущий И.К. – директор, ООО «Гидротехнология», г. Белгород
- Болховитина Е.А. – аспирант, Белгородский государственный университет
- Бубнова Г.К. – доцент, Белгородский государственный университет
- Буханов В.Д. – кандидат ветеринарных наук, доцент, Белгородский государственный университет
- Васильев Г.В. – аспирант, Белгородский государственный университет
- Везенцев А.И. – доктор технических наук, профессор, Белгородский государственный университет
- Воловичева Н.А. – ассистент, Белгородский государственный университет
- Волошенко И.В. – аспирант, Белгородский государственный университет
- Газманов Р.О. – генеральный директор, ООО «Доминанта», г. Москва
- Глубшева Т.Н. – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Белгородский государственный университет
- Голдовская-Перистая Л.Ф. – доцент, Белгородский государственный университет
- Григорьев Г.Н. – кандидат географических наук, профессор, Белгородский государственный университет
- Гудина А.Н. – кандидат биологических наук, заместитель директора по научной работе, Государственный природный заповедник «Воронинский», Тамбовская область
- Дейнека В.И. – доктор химических наук, профессор, Белгородский государственный университет
- Дейнека Л.А. – кандидат химических наук, доцент, Белгородский государственный университет
- Денисов Е.А. – инженер-химик, муниципальное унитарное предприятие «Горводоканал»
- Дудина С.Н. – ассистент, Белгородский государственный университет
- Дунаев А.В. – кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник природного парка «Нежеголь», Белгородский государственный университет
- Дунаева Е.Н. – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая отделом природного парка «Нежеголь», Белгородский государственный университет

-
- Ермолович Е.А. – кандидат технических наук, старший преподаватель, Белгородский государственный университет
- Жидких О.Ю. – аспирант, Белгородский государственный университет
- Зуев Н.П. – кандидат ветеринарных наук, доцент, Белгородская государственная сельскохозяйственная академия
- Избасарова Р.Ш. – кандидат педагогических наук, доцент, Казахский национальный педагогический университет им. Абая, г. Алматы
- Калугина С.В. – старший преподаватель, Белгородский государственный университет
- Канев И.Л. – магистрант, Белгородский государственный университет
- Киреева И.Ю. – кандидат биологических наук, доцент, Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, г. Киев
- Клочкова Г.Н. – заведующая клинико-диагностической лабораторией, Государственное учреждение здравоохранения «Областная клиническая больница Святителя Иоасафа», г. Белгород
- Козубова Л.А. – кандидат биологических наук, доцент, Белгородский государственный университет
- Колесников Д.А. – заведующий сектором электронной микроскопии Центра коллективного пользования научным оборудованием Белгородского государственного университета «Диагностика структуры и свойств наноматериалов»
- Колчанов А.Ф. – кандидат биологических наук, профессор, Белгородский государственный университет
- Корнилов А.Г. – доктор географических наук, профессор, Белгородский государственный университет
- Королькова С.В. – аспирант, Белгородский государственный университет
- Кочетов В.М. – главный агроном подсобного хозяйства «Пушкинское», ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород»
- Куркина Ю.Н. – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Белгородский государственный университет
- Лебедева М.Г. – кандидат географических наук, доцент, Белгородский государственный университет
- Маканина О.А. – аспирант, Белгородский государственный университет
- Михеев А.Ю. – магистрант, Белгородский государственный университет
- Мясникова П.А. – студентка, Белгородский государственный университет
- Навальнева И.А. – аспирант, Белгородский государственный университет
- Надеждин С.В. – кандидат биологических наук, доцент, Белгородский государственный университет
- Новиков О.О. – доктор фармацевтических наук, профессор, Белгородский государственный университет



-
- Орлова О.Н. – аспирант, Белгородский государственный университет
- Перистый В.А. – кандидат технических наук, доцент, Белгородский государственный университет
- Петина М.А. – аспирант, Белгородский государственный университет
- Присный А.В. – доктор биологических наук, профессор, Белгородский государственный университет
- Резанова Т.А. – ассистент, Белгородский государственный университет
- Решетникова Л.К. – начальник, государственное учреждение «Белгородский областной центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»
- Сергеева Е.В. – научный сотрудник, Тобольская биологическая станция РАН
- Симон Е.В. – студентка, Белгородский государственный университет
- Симонов В.В. – магистрант, Белгородский государственный университет
- Скворцов В.Н. – доктор ветеринарных наук, профессор, Белгородский отдел Всероссийского НИИ экспериментальной ветеринарии
- Скиданов А.Т. – кандидат геолого-минералогических наук, доцент, Белгородский государственный университет
- Соболева Н.В. – аспирант, Белгородский государственный университет
- Сорокопудов В.Н. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Белгородский государственный университет
- Сорокопудова О.А. – доктор биологических наук, профессор, Белгородский государственный университет
- Стаценко Е.А. – аспирант, Белгородский государственный университет
- Ткаченко К.Г. – кандидат биологических наук, руководитель группы, Ботанический сад Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН
- Тохтарь В.К. – доктор биологических наук, Белгородский государственный университет
- Тукин В.Н. – аспирант, Белгородский государственный университет
- Федорова М.З. – доктор биологических наук, профессор, Белгородский государственный университет
- Фомина О.В. – аспирант, Белгородский государственный университет
- Фролов Г.В. – директор, МИП ООО «Наносорбент – БелГУ»
- Фролов П.А. – магистрант, Белгородский государственный университет
- Хорольская Е.Н. – кандидат биологических наук, старший преподаватель, Белгородский государственный университет
- Шапошников А.А. – доктор биологических наук, профессор, Белгородский государственный университет
- Шевченко С.М. – аспирант, Белгородский государственный университет

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

Правила оформления статей в журнал «Научные ведомости Белгородского государственного университета»: серия «Естественные науки»

В журнале «Научные ведомости Белгородского государственного университета» публикуются статьи теоретического, методического и прикладного характера, содержащие оригинальный материал исследований автора (соавторов) по разделам «Науки о Земле», «Химия» и «Биология», ранее нигде не опубликованные. Обзорные статьи публикуются по заявкам редколлегии или в особых случаях.

Статьи представляются в редколлегию в печатном (1 экз.) и электронном виде с использованием Microsoft Word для Windows. Поля страницы (формата А-4): левое – 3 см, другие по 2 см. Текст – шрифтом Times New Roman, 12 pt, межстрочный интервал – одинарный, красная строка (абзац) – 1,25 см., выравнивание по ширине. Страницы не нумеруются. Объем статей не должен превышать 12 страниц, включая иллюстративный и графический материал, список литературы.

Перед названием статьи необходимо указать УДК (слева вверху). Название статьи оформляется 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 2-х статей.

Более подробную информацию о правилах оформления статей для серии «Естественные науки» и условиях публикации можно получить по адресу http://www.bsu.edu.ru:8806/dok_fakt.htm



Пример оформления статьи

УДК 51-72:530.145

ПОЛУКЛАССИЧЕСКОЕ ПРИБЛИЖЕНИЕ К ИССЛЕДОВАНИЮ ДВУМЕРНЫХ ГАМИЛЬТОНОВЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ МЕТОДА НОРМАЛЬНЫХ ФОРМ¹

Н.А. Чеканов¹, В.Н. Тарасов², Н.Н. Чеканова³

¹ Белгородский государственный университет, Россия, 308007, г. Белгород, ул. Студенческая, 14, e-mail: Chekanov@bsu.edu.ru

² Академия гражданской защиты Украины, Украина, 61023, г. Харьков, ул. Чернышевского, 94

³ ННЦ Харьковский физико-технический институт, Украина, 61108, г. Харьков, ул. Академическая, 1

Изложена процедура приведения классического гамильтониана к нормальной форме Биркгофа-Густавсона. При помощи правила соответствия Вейля по классической нормальной форме некоторых интегрируемых и неинтегрируемых систем построены их квантовые аналоги и найдены приближенные энергетические спектры и волновые функции. Показано, что полученный таким образом энергетический спектр с хорошей точностью воспроизводит точный спектр в той области энергий, где при классическом рассмотрении этой же системы движение регулярно, а в области, где классическое движение переходит в хаотическое, согласие между обоими спектрами резко ухудшается. Установлено, что ...

Ключевые слова: классический гамильтониан, нормальная форма Биркгофа-Густавсона, правило соответствия Вейля, энергетический спектр, волновая функция, метод квантования.

К настоящему времени установлено существование детерминированного хаоса в различных классических динамических системах [1, 2]. Известно, что детерминированный или классический хаос возможен в консервативных гамильтоновых системах даже с двумя степенями свободы [3], а также и в одномерных гамильтоновых системах, но зависящих от времени [4].

В данной работе рассмотрены консервативные гамильтоновы системы с двумя степенями свободы

В работе исследованы ...

Список литературы

1. Лихтенберг А., Либерман М. Регулярная и стохастическая динамика. – М.: Мир, 1984. – 528 с.
2. Степановский Ю.П. Атом водорода во внешнем поле как ангармонический осциллятор // УФЖ. – 1987. – Т.32. – С. 1316-1321.
3. Соловьев Е.А. Адиабатические инварианты и проблема квазиклассического квантования многомерных систем // ЖЭТФ. – 1978. – Т.75, вып.4. – С. 1261-1268.
4. Gutzwiller M.C. Chaos in Classical and Quantum Mechanics. – New York: Springer, 1990. – 432 p.
5. Henon M. Integrals of the Toda lattice // Phys. Rev. – 1974. – Vol. 9, №4. – P. 1921-1923.

A SEMICLASSICAL APPROACH TO THE INVESTIGATION OF THE TWO-DIMENSIONAL HAMILTONIAN SYSTEMS BY THE NORMAL FORM METHOD

N.A. Chekanov¹, V.N. Tarasov², N.N. Chekanova³

¹ Belgorod State University, Studencheskaja Str., 14, Belgorod, 308007, Russia, e-mail: Chekanov@bsu.edu.ru

² Civil defence Academy of Ukraine, Chernyshevsky Str. 94, Kharkov, 61023, Ukraine

³ National Scientific Center, Kharkov Institute for Physics and Technology, Akademicheskaj Str. 1, Kharkov, 61108, Ukraine

The receiving procedure of classical Hamiltonian to the Birkhoff-Gustavson normal form is described. With help of the Weyl correspondence rule for the classical normal forms of some integrable and nonintegrable systems their quantum counterparts are constructed and approximated energy spectra and wave functions are found. It is shown that thus obtained energy spectra are represented good exact ones in an energy domain where the classical motion is regular but agreement is worsen strongly at the energy domain where the classical regular motion is going into chaotic one. It is established that ...

Key words: classical Hamiltonian, Birkhoff-Gustavson normal form, Weyl correspondence rule, energy spectra, wave function, method of quantization.

¹ Работа выполнена при частичной грантовой поддержке РФФИ: №03-02-17695, №03-02-16263

Подписка на журнал осуществляется через отделения связи.
 Подписная цена (не меняется с 2006 г.) составляет 870.24 руб. на год (217.56 руб. за номер)

	Ф. СП 1											
	Министерство связи Российской Федерации											
	АБОНЕМЕНТ						На		газету журнал		81466	
	НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ БЕЛГОРОДСКОГО										(индекс издания)	
	ГОС. УН-ТА. ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ										Кол-во компл.	
	(наименование издания)											
	На 2010 год по месяцам											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
			+			+			+			+
	Куда											
(почтовый индекс)						(адрес)						
Кому												
линия отреза												
						ДОСТАВОЧНАЯ		81466				
ПВ	место	литер		КАРТОЧКА		(индекс издания)						
На		газету		НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ БЕЛГОРОДСКОГО								
		журнал		(наименование издания) ГОС. УНИВЕРСИТЕТА. ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ								
Стои- мость		подписки				руб.		Кол-во		компл.		
		переадресовки				руб.						
На 2010 год по месяцам												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
		+			+			+			+	
Город												
Село												
(почтовый индекс)		Область										
		Район										
код улицы		Улица										
дом		корпус		квартира		(фамилия, и. о.)						