

№24 (167) 2013
Выпуск 25

НАУЧНЫЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ ЖУРНАЛ

Основан в 1995 г.

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

Учредитель:

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

Издатель:
НИУ «БелГУ».

Издательский дом «Белгород».

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства

в сфере массовых коммуникаций и охраны культурного наследия

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС 77-21121 от 19 мая 2005 г.

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ
ЖУРНАЛА**

Главный редактор

О.Н. Полухин,
ректор НИУ «БелГУ», доктор
политических наук, профессор

Зам. главного редактора

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

Ответственные секретари:

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

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

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ
СЕРИИ ЖУРНАЛА**

Главный редактор серии

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

Заместители главного редактора:

О.Е. Лебедева,

доктор химических наук, профессор
(НИУ «БелГУ»)

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

Ответственный секретарь

Ю.А. Присный,
кандидат биологических наук
(НИУ «БелГУ»)

НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ

Белгородского государственного университета

Естественные науки

Belgorod State University

Scientific Bulletin

Natural sciences

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЯ

Сообщества класса Polygono arenastri-Poetea annuae в населенных пунктах центральной части Республики Башкортостан.

Усманова Л.С., Голованов Я.М., Абрамова Л.М. 5

Список видов сосудистых растений Белгородской области, переданных в гербарий им. Д.П. Сырейщикова МГУ (MW). **Гусев А.В. 15**

Изменчивость признаков листа вишни Маака *Prunus maackii* Rupr.

Локтева А.В., Симагин В.С. 25

Строение плодиков некоторых видов *Clematis* L., интродуцированных в Волгограде. **Нирода А.В., Сорокопудова О.А., Коротков О.И., Жолобова О.О. 32**

Оценка перспективности интродукции нарциссов в условиях Белгородской области. **Воробьева А.С. 37**

Плодоношение некоторых видов рода *Amarpha* L. во вторичном ареале.

Виноградова Ю.К., Кукулина А.Г., Ткачева Е.В. 42

Особенности морфологии и элементного состава семян некоторых видов рода *Lupinus* L. **Князева И.В., Огуля А.П., Сорокопудова О.А. 51**

Роль эколого-биологических характеристик лекарственных растений Восточного Забайкалья в оценке урожайности их сырья.

Чудновская Г.В. 57

Зависимость продуктивности душицы от способа получения посадочного материала. **Мягких Е.Ф., Мишинёв А.В. 66**

Роль наследственности и среды в формировании агрегирующей способности белкового комплекса зерна яровой мягкой пшеницы.

Ахтариева М.К., Бондаренко Л.С., Акиншина О.В., Нецветаев В.П. 72

Эстетическая оценка территории ботанического сада НИУ «БелГУ».

Лопина Е.М., Корнилов А.Г., Тохтарь В.К. 77

Фауна и экология листоедов подсемейства Galerucinae (Coleoptera: Chrysomelidae) Белгородской области. **Андреева А.С., Присный А.В. 83**

Влияние гипосмотической нагрузки на объем клеток и определение мембранного резерва гемоцитов представителей отряда *Dictyoptera*.

Присный А.А., Гребцова Е.А. 92

Влияние осмотической нагрузки на морфологические параметры гемоцитов *Anodonta cingea* и *Dreissena polymorpha* (Mollusca: Bivalvia).

Нгуен Тхи Ле На, Присный А.А. 95

Адаптивные реакции микрососудов кожи на температурное воздействие у девушек и юношей, проживающих в умеренно-континентальном климате. **Тверитина Е.С. 95**

Влияние лактулозы на формирование микробиоценоза пищеварительного канала цыплят-бройлеров. **Олива Т.В., Горшков Г.И. 100**

Азотный режим чернозема в зависимости от удобрений и приемов обработки. **Уваров Г.И., Карабутов А.П. 105**

Члены редколлегии:

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

Л.К. Бусловская, доктор биологических наук, профессор (НИУ «БелГУ»)

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

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

К. Дребенштедт, доктор, профессор (Технический университет фрайбергская горная академия, Фрайберг)

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

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

К.А. Немец, доктор географических наук, профессор (Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина)

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

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

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

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

М.А. Трубицын, кандидат химических наук, профессор (НИУ «БелГУ»)

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

Влияние добавок, содержащих пищевые волокна, на хлебопекарные свойства пшеничной муки. **Касабова Е.Р., Самохвалова О.В.** 111
Результаты исследования показателей деформации и формостойкости модельных систем крокетной массы на основе пшеничной муки. **Хаустова Т.Н.** 117

ХИМИЯ

Влияние температуры термической обработки на физико-химические и биологические характеристики кремнийсодержащего гидроксипатита. **Трубицын М.А., Габрук Н.Г., Ле Ван Тхуан, Доан Ван Дат, Олейникова И.И.** 121

Исследование процесса гранулирования с целью создания полуфабриката для сладких блюд. **Мороз О.В., Пивоваров Е.П., Неклеса О.П.** 125

Модифицирование сорбентов на основе природных глинистых материалов. **Дудина С.Н.** 131

Влияние влажности исходного мономера акриловой кислоты на практически важные свойства полимера – полиакриловой кислоты. **Перистый В.А., Перистая Л.Ф., Рыльцова И.Г., Чуев В.П., Бузов А.А., Половнева Л.В.** 135

Состав нефтетиуминозной породы месторождения Беке (Казахстан). **Иманбаев Е.И., Онгарбаев Е.К., Симаков С.В., Тилеуберди Е., Тулеутаев Б.К., Мансуров З.А.** 139

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Эколого-геохимические и географо-генетические особенности распространения фтора в почвах северо-западного Причерноморья Украины. **Тригуб В.И.** 143

Влияние Северноморско-Каспийского колебания на аномалии приземной температуры над территорией Украины и Чёрного моря в холодный период. **Полонский А.Б., Кибальчич И.А.** 150

Применение геоинформационного картографирования для оценки состояния агроландшафтов Северного Приволжья. **Канатьева Н.П., Лисецкий Ф.Н., Украинский П.А.** 157

Применение лучевых дренажей для осушения неоднородных в разрезе толщ горных пород. **Воронин А.А., Пономаренко Ю.В.** 162

Алгоритм и программное обеспечение расчета устойчивости откосов земляных сооружений по кругло-цилиндрическим поверхностям скольжения. **Ломакин В.В., Сергеев С.В., Лычагин Е.В., Резниченко О.С.** 169

Сведения об авторах 178

Информация для авторов 181

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

E-mail: prisniy@bsu.edu.ru
Подписано в печать 19.12.2013
Формат 60×84/8
Гарнитура Georgia, Imract
Усл. п. л. 21,39
Тираж 1000 экз.
Заказ 503

Подписной индекс в каталоге агентства
«Роспечать» – 81466

Оригинал-макет подготовлен и тиражирован
в Издательском доме «Белгород»
Адрес: 308015 г. Белгород, ул. Победы, 85

**№24 (167) 2013
Issue 25**

SCIENTIFIC PEER-REVIEWED JOURNAL

Founded in 1995

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

Founder:

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

Publisher:

Belgorod National Research University, Belgorod National Research University Press. The journal is registered in Federal service of control over law compliance in the sphere of mass media and protection of cultural heritage

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

EDITORIAL BOARD OF JOURNAL

Editor-in-Chief

O.N. Polukhin,

Rector of Belgorod National Research University, Doctor of Political Sciences, Professor

Deputy Editor-in-Chief

I.S. Konstantinov,

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

Assistant Editors

V.M. Moskovkin,

Professor of World Economy Department of Belgorod National Research University, Doctor of Geographical Sciences

O.V. Shevchenko,

Deputy Head of Department of Scientific and Innovative Activity of Belgorod National Research University, Candidate of Historical Sciences

EDITORIAL BOARD OF JOURNAL SERIES

Chief editor:

A.V. Prismany, Doctor of Biological Sciences, Professor (Belgorod National Research University)

Deputies of chief editor:

O.E. Lebedeva, Doctor of Chemical Sciences, Professor (Belgorod National Research University)

A.G. Kornilov, Doctor of Geographical Sciences, Professor (Belgorod National Research University)

Responsible secretary:

Yu.A. Prismany, Candidate of Biological Sciences (Belgorod National Research University)

**Belgorod State University
Scientific Bulletin**

Natural sciences

НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ

Белгородского государственного университета

Естественные науки

CONTENTS

BIOLOGY

Communities of Polygono Arenastri-Poëtea Annuae Class in the Settlements of the Central Part of Bashkortostan Republic. **Usmanova L.S., Golovanov Ya.M., Abramova L.M. 5**

The List of Species of Vascular Plants of the Belgorod Region, which are Transferred in D.P. Syreyshchikov Herbarium of Moscow State University (MW). **Gusev A.V. 15**

Variability of Cherry Leaf Features of *Prunus maackii* Rupr. **Lokteva A.V., Simagin V.S. 25**

The Structure of Seeds of Some Species of *Clematis* L., Introduced in Volgograd. **Niroda A.V., Sorokopudova O.A., Korotkov O.I., Zholobova O.O. 32**

An Estimation of Narcissus Introduction Prospects in the Climate Conditions of Belgorod Region. **Vorobjeva A.S. 37**

Fructification of Some *Amorpha* Genus within a Secondary Area. **Yu.K. Vinogradova, Kuklina A.G., Tkacheva E.V. 42**

Traits of Morphology and Element Structure of Seeds of the Genus *Lupinus* L. **Krjazeva I.V., Ogulja A.P., Sorokopudova O.A. 51**

Ecological and Biological Description of the East Transbaikalia Medicinal Herbs Role for the Evaluation of their Crude Drugs Productivity. **Chudnovskaya G.V. 57**

The Dependence of Oregano Productivity on the Method of Planting Stock Obtainment. **Myagkih E.F., Mishnev A.V. 66**

The Role of Heredity and Environment in Aggregating Ability Formation of Soft Wheat Grain Protein Complex. **Akhtarieva M.K., Bondarenko L.S., Akinshina O.V., Netsvetaev V.P. 72**

Aesthetic Assessment of the Botanical Garden Territory of NRU «BelSU». **Lopina E.M., Kornilov A.G., Tokhtar V.K. 77**

Fauna and Ecology of Leaf-beetles of Subfamily *Galeruciane* (Coleoptera: Chrysomelidae) of the Belgorod Region. **Andryeva A.S., Prismany A.V. 83**

Hypoosmotic Loading Influence on Cells Volume and Identification of Haemocytes Membrane Reserve for the Representatives of *Dictyoptera* Order. **Prismany A.A., Grebtsova E.A. 88**

The Impact of the Change of Osmotic Pressure on the Haemocytes Structure of the *Anodonta cingea* and *Dreissena polymorpha*. **Nguyen Thi Le Na, Prismany A.A. 92**

The Adaptive Responses to the Temperature Exposure of the Skin Microvessels of Young Men and Women Living in Medium-Continental Climate. **Tveritina E.S. 95**

Lactulosa Influence on Microbiocenosis Formation of the Broiler Chickens' Alimentary Tube. **Oliva T.V., Gorshkov G.I. 100**

The Chernozem Nitrogen Mode Depending on the Fertilizers and Processing Methods. **Uvarov G.I., Karabutov A.P. 105**

The Influence of Food Fibers Additives on Bread-Making Properties of Wheat Flour. **Kasabova E.R., Samokhvalova O.V. 111**

The Results of Study of Deformation and Form Stability of Model Systems of Croquet Mass Based on Wheat Flour. **Khaustova T.N. 117**

Members of editorial board:

I.V. Bathlutskaya, Doctor of Biological Sciences, Professor (Belgorod National Research University)

L.K. Buslovskaya, Doctor of Biological Sciences, Professor (Belgorod National Research University)

A.I. Vezentsev, Doctor of Technical Sciences, Professor (Belgorod National Research University)

R. Wittig, Doctor, Professor (I.V. Gete University, Frankfurt-on-Mine)

K. Drebenshtedt, Doctor, Professor (Technical University Friberg Mining Academy, Friberg)

F.N. Lisetskiy, Doctor of Geographical Sciences, Professor (Belgorod National Research University)

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

K.A. Nemets, Doctor of Geographical Sciences, Professor (Kchrkiv National University after V.N. Karazin, Kchrkiv)

A.N. Petin, Doctor of Geographical Sciences, Professor (Belgorod State University)

S.V. Sergeev, Doctor of Technical Sciences, Professor (Belgorod National Research University)

V.N. Sorokopudov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor (Belgorod National Research University)

V.K. Tokhtar, Doctor of Biological Sciences, Senior Scientific Employer (Belgorod National Research University)

M.A. Ttubitsin, Candidate of Chemical Sciences, Professor (Belgorod National Research University)

Yu.G. Chendev, Doctor of Geographical Sciences, Professor (Belgorod National Research University)

Page layout by *A.V. Prisniy*
N.A. Gaponenko
E-mail: prisniy@bsu.edu.ru

Passed for printing 19.12.2013
Format 60×84/8
Typeface Georgia, Impact
Printer's sheets 21,39
Circulation 1000 copies
Order 503

Subscription reference
in Rospechat' agency catalogue – 18078

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

CHEMISTRY

The Effect of Heat Treatment Temperature on the Physical-Chemical and Biological Characteristics of the Silicon-Containing Hydroxyapatite. **Troubitsin M.A., Gabruk N.G., Le Van Thuan, Doan Van Dat, Oleynikova I.I.** 121

Granulation Process Study for the Creation of Prepared Food for Sweet Dishes. **Moroz O.V., Pyvovarov Ye.P., Neklesa O.P.** 125

The Modification of Sorbents Based on Natural Clay Materials. **Dudina S.N.** 131

Moisture Impact of the Initial Acrylic Acid Monomer upon the Significant Characteristics of the Polyacrylic Acid Polymer. **Peristy V.A., Peristaya L.F., Ryltsova I.G., Chuev V.P., Buzov A.A., Polovneva L.V.** 135

Composition of Oil and Bituminous Rocks of the Beke Deposit (Kazakhstan). **Imanbayev Ye.I., Ongarbayev Ye.K., Simakov S.V., Tileberdi Ye., Tuleutayev B.K., Mansurov Z.A.** 139

EARTH SCIENCES

Ecological-Geochemical and Geographical-Genetical Features of Fluorine Distribution in the Soils of the Northwest Black Sea Region of Ukraine. **Trigub V.I.** 143

Influence of North Sea-Caspian Pattern on Surface Temperature Anomalies over Ukraine and the Black Sea during the Cold Period. **Polonsky A.B., Kibalchich I.A.** 150

Geoinformation Mapping Application for the Assessment of the Agrolandscapes Condition of the Northern Volga Region. **Kanatyeva N.P., Lisetskii F.N., Ukrainskiy P.A.** 157

Application of Radial Drainages to Drain Heterogeneous Rock Mass. **Voronin A.A., Ponomarenko Yu.V.** 162

Algorithm and Software of Earth Constructions Slopes Stability Calculation on Round Cylindrical to Sliding Surfaces. **Lomakin V.V., Sergeev S.V., Lychagin E.V., Reznichenko O.S.** 169

Information about Authors 178

Information for Authors 181

БИОЛОГИЯ

УДК 581.55

СООБЩЕСТВА КЛАССА *Polygono arenastri-Poetea annuae* В НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

**Л.С. Усманова¹,
Я.М. Голованов²,
Л.М. Абрамова²**

¹ Кушнаренковский педагогический колледж РБ, Россия, 452230, Башкортостан, Кушнаренковский район, с. Кушнаренково, ул. Советская, 22

² Ботанический сад-институт Уфимского научного центра РАН, Россия, 450080, г. Уфа, ул. Менделеева, 195/3

E-mail: larisa-usm@yandex.ru

Синантропная растительность класса *Polygono arenastri-Poetea annuae* Rivas-Martínez 1975 corr. Rivas-Martínez et al. 1991 девяти населенных пунктов Кушнаренковского, Чекмагушевского и Дюртюлинского районов представлена 3 ассоциациями и 5 вариантами, принадлежащими к 2 союзам и 1 порядку. Охарактеризован 1 вариант новый для Республики Башкортостан.

Ключевые слова: населенные пункты, синантропная растительность, классификация, класс *Polygono arenastri-Poetea annuae*.

Введение

Воздействие человека на природные экосистемы со второй половины XX века значительно усилилось, что привело к ускорению процессов их антропогенной эволюции. Весомыми антропогенными факторами являются: загрязнение воздуха, водоемов, почвы, вытаптывание, выпас скота и пр. Изучение фитоценозов, возникающих в процессе антропогенной их эволюции, представляет большой научный и практический интерес. Процесс антропогенной эволюции растительности особенно интенсивно протекает в населенных пунктах, где условия для произрастания естественных видов растений ухудшаются, что уменьшает их конкурентоспособность и благоприятствует внедрению и распространению адвентивных видов. В результате этого происходит снижение биологического разнообразия и формирование синантропных сообществ, адаптированных к воздействию человека. Данный процесс протекает как в городах, так и в поселениях сельского типа. В Республике Башкортостан (РБ) изучение растительности населенных пунктов городского и сельского типов проводится с 80-х годов XX века [1–6]. Наши исследования продолжают эту работу.

Объекты и методы исследования

В данной работе представлены результаты исследований синантропной растительности класса *Polygono arenastri-Poetea annuae*, развивающейся на подверженных вытаптыванию и перевыпасу местообитаниях в населенных пунктах центральной части РБ – Кушнаренковском, Чекмагушевском, Дюртюлинском районах, расположенных в южной лесостепной зоне Башкирского Предуралья. Изучалась флора и растительность трех районных центров (Кушнаренково, Чекмагушево, Дюртюли) и шести сел (Шарипово, Карача-Елга, Старокалмашево, Старобаширово, Куккуяново, Ивачево). Площади и население данных поселений: Кушнаренково – 15.6 км², 9251 чел., Чекмагушево – 12.3 км², 11018 чел., Дюртюли – 24.9 км², 31889 чел., Шарипово – 2.0 км², 781 чел., Карача-Елга – 1.3 км², 640 чел., Старокалмашево – 3.9 км², 1837 чел., Старобаширово – 1.0 км², 472 чел., Куккуяново – 1.5 км², 756 чел., Ивачево – 1.0 км², 567 чел. Ранее геоботанические исследования в указанных районах не проводились.

Класс *Polygono arenastri-Poetea annuae* объединяет синантропные сообщества, с преобладанием однолетних видов, формирующихся в условиях нормального и избыточного увлажнения. Типичные местообитания этих сообществ – улицы населенных пунктов, дворы, споры



тивные площадки, тропинки, обочины дорог, пастбища, расположенные вблизи сёл. Сообщества этого класса имеют относительно стабильный флористический состав, который, по-видимому, объясняется интенсивным вытаптыванием и выпасом. По экологии они соответствуют классу вторичных послелесных лугов *Molinio-Arrhenatheretea* R. Tx. 1937 и приходят на смену сообществам этого класса при антропогенных воздействиях.

Исследования синантропной растительности класса *Polygono arenastri-Poetea annuae* проводились в 2009–2012 гг. Всего выполнено около 100 геоботанических описаний сообществ на пробных площадях размером 5–32 м², автор описаний – Л.С. Усманова. Размер пробной площади зависел от величины и однородности сообщества. Классификация проведена методом классического синтаксономического анализа [7, 8]. При построении синтаксономии растительности использовался также «дедуктивный метод» К. Копечки и С. Гейны [9]. В описаниях использована шкала обилия Браун-Бланке: г – вид чрезвычайно редок, покрытие незначительное; + – вид редок и имеет малое проективное покрытие; 1 – особой вида много, но покрытие невелико; 2 – проективное покрытие 5–25%; 3 – проективное покрытие 25–50%; 4 – проективное покрытие 50–75%; 5 – проективное покрытие более 75%. Постоянство видов: I – меньше 20%, II – от 21 до 40%, III – от 41 до 60%, IV – от 61 до 80%, V – от 81 до 100%. Названия видов даны по С.К. Черепанову [10].

Результаты и их обсуждение

Синантропная растительность класса *Polygono arenastri-Poëtea annuae* исследуемых районов представлена 3 ассоциациями и 5 вариантами, принадлежащими к 2 союзам и 1 порядку. Протромус синтаксонов растительности класса *Polygono arenastri-Poëtea annuae* приведен ниже.

Класс *Polygono arenastri-Poëtea annuae* Rivas-Martínez 1975 corr. Rivas-Martínez et al. 1991
Порядок *Polygono arenastri-Poëtales annuae* R. Tx. in Géhu et al. 1972 corr. Rivas-Martínez et al. 1991

Союз *Coronopodo-Polygonion arenastri* Sissingh 1969

Ассоциация *Polygonetum arenastri* Gams 1927 corr. Láníková in Chytrý 2009

Вариант *typica*

Вариант *Lepidium ruderales*

Вариант *Lepidotheca suaveolens*

Ассоциация *Matricario perforatae-Polygonetum avicularis* Ishbirdin et Sakhapov in Ishbirdin et al. 1988

Вариант *typica*

Вариант *Malva pusilla*

Союз *Saginion procumbentis* R. Tx. et Ohba in Géhu et al. 1972

Ассоциация *Poëtum annuae* Gams 1927

Синоптическая таблица ассоциаций класса *Polygono arenastri-Poetea annuae* представлена в табл. 1.

Таблица 1

Синоптическая таблица ассоциаций класса *Polygono arenastri-Poetea annuae*

Синтаксоны	Acc. <i>Polygonetum arenastri</i>			Acc. <i>Matricario perforatae-Polygonetum avicularis</i>		Acc. <i>Poëtum annuae</i>
	вар. <i>typica</i>	вар. <i>Lepidium ruderales</i>	вар. <i>Lepidotheca suaveolens</i>	вар. <i>typica</i>	вар. <i>Malva pusilla</i>	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
Число описаний	11	12	5	8	9	13
Среднее число видов	9	9	11	9	9	11
Д. в. ассоциации <i>Polygonetum arenastri</i> и ассоциации <i>Matricario perforatae-Polygonetum avicularis</i>						
<i>Polygonum aviculare</i>	V ³⁻⁵	V ¹	V	V ⁴	V ⁴	V
<i>Tripleurospermum perforatum</i>	.	II	I	V	IV	.
Д. в. варианта <i>Lepidium ruderales</i> ассоциации <i>Polygonetum arenastri</i>						
<i>Lepidium ruderales</i>	II	V ³⁻⁴	II	III	II	I

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
Д. в. варианта <i>Lepidotheca suaveolens</i> ассоциации <i>Polygonetum arenastrii</i>						
<i>Lepidotheca suaveolens</i>	I	.	V ⁴	.	II	III
Д. в. варианта <i>Malva pusilla</i> ассоциации <i>Matricario perforatae-Polygonetum avicularis</i>						
<i>Malva pusilla</i>	.	.	III	.	V	III
Д. в. ассоциации <i>Poetum annuae</i> и варианта <i>Lepidotheca suaveolens</i> ассоциации <i>Polygonetum arenastrii</i>						
<i>Poa annua</i>	I	.	V ¹	.	.	V ³⁻⁴
<i>Plantago major</i>	III	I	III	III	II	V
Д. в. союза <i>Coronopodo-Polygonion arenastrii</i> , порядка <i>Polygono arenastrii-Poetalia annuae</i> , класса <i>Polygono arenastrii-Poetea annuae</i>						
<i>Taraxacum officinale</i>	IV	III	IV	IV	II	V
Д. в. класса <i>Stellarietea mediae</i>						
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	III	II	II	II	IV	III
<i>Chenopodium album</i>	II	III	II	III	IV	I
<i>Atriplex patula</i>	.	II	I	II	IV	I
<i>Conyza canadensis</i>	.	II	I	I	I	I
<i>Lappula squarrosa</i>	I	II	I	I	.	I
<i>Convolvulus arvensis</i>	I	III	.	I	I	.
<i>Sisymbrium loeselii</i>	I	II	.	I	I	.
<i>Sisymbrium officinale</i>	.	.	.	.	I	III
<i>Amaranthus retroflexus</i>	I	.	.	.	I	I
<i>Lactuca serriola</i>	I	.	.	.	I	I
<i>Echinochloa crusgalli</i>	I	.	.	.	.	I
<i>Chenopodium glaucum</i>	.	.	I	.	I	.
<i>Persicaria lapathifolia</i>	.	.	I	.	.	I
Д. в. класса <i>Artemisietea vulgaris</i>						
<i>Artemisia absinthium</i>	II	I	I	II	I	I
<i>Carduus acanthoides</i>	I	I	I	II	II	.
<i>Cichorium intybus</i>	II	II	.	II	.	I
<i>Elytrigia repens</i>	II	I	.	I	.	I
<i>Melilotus albus</i>	I	I	.	I	II	.
<i>Artemisia vulgaris</i>	.	I	.	I	I	.
<i>Berteroa incana</i>	.	I	.	I	.	I
<i>Potentilla argentea</i>	I	.	.	II	.	.
<i>Arctium tomentosum</i>	.	.	I	.	.	I
Д. в. класса <i>Molinio-Arrhenatheretea</i>						
<i>Amoria repens</i>	II	.	IV	II	I	IV
<i>Achillea millefolium</i>	I	II	II	II	.	II
<i>Poa angustifolia</i>	IV	III	.	II	I	.
<i>Potentilla anserina</i>	I	.	V	I	II	II
<i>Medicago lupulina</i>	II	.	I	.	I	I
<i>Plantago media</i>	I	I	I	II	.	.
<i>Trifolium pretense</i>	I	.	.	I	I	I
<i>Carum carvi</i>	.	.	.	II	I	II
<i>Festuca pratensis</i>	I	I	.	I	.	.
<i>Poa pratensis</i>	I	.	.	.	.	IV
<i>Agrostis stolonifera</i>	.	.	.	I	.	I

Примечание. Кроме того, единично встречены: *Agrostis gigantea* 2 (r); *Amaranthus blitoides* 5 (r); *Atriplex tatarica* 5 (r); *Bromopsis inermis* 2 (r); *Centaurea scabiosa* 1 (2); *Chelidonium majus* 6 (r); *Chenopodium polyspermum* 6 (r); *Ch. rubrum* 6 (r); *Cirsium arvense* 1 (+); *C. esculentum* 2 (r); *Descurainia sophia* 6 (r); *Equisetum arvense* 2 (r); *Erodium cicutarium* 1 (+); *Erysimum cheiranthoides* 1 (+); *Erysimum marschallianum* 2 (r); *Euphorbia virgata* 2 (+); *Festuca pseudovina* 2 (r); *Galeopsis speciosa* 6 (r); *Geranium sibiricum* 6 (r); *Glechoma hederacea* 6 (r); *Inula britannica* 6 (r); *Leontodon autumnalis* 1 (r); *Leonurus quinquelobatus* 5 (r); *Melilotus officinalis* 4 (r); *Panicum miliaceum* 1 (r); *Phleum pratense* 1 (r); *Pimpinella saxifraga* 2 (r); *Potentilla supina* 5 (r); *Ranunculus repens* 6 (I); *Setaria viridis* 3 (r); *Solanum nigrum* 6 (r); *Sonchus arvensis* 6 (r); *S. oleraceus* 6 (r); *Stellaria media* 6 (III); *Thlaspi arvense* 2 (r); *Urtica urens* 6 (I); *Xanthium albinum* 3 (r).

Союз *Coronopodo-Polygonion arenastrii*

Ассоциация *Polygonetum arenastrii* (табл. 2–4)

Синонимами ассоциации являются *Plantagini-Polygonetum avicularis* (Knapp 1945) Passarge 1964, *Matricario matricarioidis-Polygonetum avicularis* Müller in Oberdorfer 1971.



Д. в.: *Polygonum aviculare* (преимущественно *Polygonetum arenastri*).

Доминантным видом во флористическом составе сообществ ассоциации выступает *Polygonum aviculare*. С высоким постоянством в данных фитоценозах произрастают собственно виды класса *Polygono arenastri-Poetea annuae* (*Taraxacum officinale*, *Plantago major*, *Lepidium ruderales*), а также встречаются виды других синантропных классов: *Stellarietea mediae* (*Capsella bursa-pastoris*, *Chenopodium album*), *Artemisietea vulgaris* (*Artemisia absinthium*, *Elytrigia repens*, *Cichorium intybus*).

Основной ярус образуют низкорослые устойчивые к вытаптыванию виды: доминант *Polygonum aviculare*, а также *Lepidium ruderales*, *Plantago major*, *Taraxacum officinale* и др. Более высокорослые виды растений (*Chenopodium album*, *Cichorium intybus*, *Elytrigia repens*) представлены единично, часто повреждены вытаптыванием и выпасом. Ассоциация отнесена к IV стадии деградации лугов [11].

Данная ассоциация широко распространена в Европе: в Германии [12], Чехии [13], Украине [14] и др. В России встречается во многих регионах, в том числе описана и в Республике Башкортостан [1, 3, 4, 6]. Внутри ассоциации выделено три варианта: *typica*, *Lepidum ruderales* и *Lepidotheca suaveolens*.

Вариант *typica* (табл.2)

Д. в.: *Polygonum aviculare* (доминант). Видовой состав насчитывает от 6 до 12, в среднем 8 видов. ОПП изменяется в широких пределах от 45 до 90% на площади описания от 7 до 25 м². Средняя высота травостоя варьирует от 3 до 20 см. Сообщества варианта формируются в условиях нормального увлажнения на открытых и интенсивно вытаптываемых местообитаниях. При снижении антропогенной нагрузки данные сообщества переходят в сообщества ассоциации *Matricario perforatae-Polygonetum avicularis* [1]. Сообщества варианта встречаются во всех исследованных нами населенных пунктах. Они занимают вытаптываемые местообитания: улицы, дворы, спортплощадки, обочины проселочных дорог, тропинок.

Таблица 2

Ассоциация *Polygonetum arenastri*, вариант *typica*

Номер описания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Постоянство	
Площадь описания, м ²	10	14	14	24	12	25	15	7	12	20	10		
Средняя высота, см	18	8	3	3	12	7	6	15	10	10	20		
ОПП, %	80	75	45	60	80	80	90	65	70	75	85		
Число видов	10	7	11	7	12	12	6	9	6	10	8		
Д. в. ассоциации <i>Polygonetum arenastri</i>													
<i>Polygonum aviculare</i>	3	3	3	4	3	5	4	4	3	5	5	V ³⁻⁵	
Д. в. порядка <i>Polygono arenastri-Poetea annuae</i> и класса <i>Polygono arenastri-Poetea annuae</i>													
<i>Taraxacum officinale</i>	.	.	+	г	1	г	г	г	.	+	г	IV	
<i>Plantago major</i>	.	+	.	г	.	.	+	г	г	.	г	III	
<i>Lepidium ruderales</i>	.	.	г	г	.	г	.	.	.	.	г	II
Д. в. класса <i>Stellarietea mediae</i>													
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	.	.	г	+	.	г	г	.	.	2	г	III	
<i>Chenopodium album</i>	+	.	+	.	.	.	.	.	г	г	.	II
Д. в. класса <i>Artemisietea vulgaris</i>													
<i>Cichorium intybus</i>	.	.	.	.	г	г	.	.	.	г	.	II
<i>Artemisia absinthium</i>	.	.	г	.	г	г	.	.	.	.	.	II
<i>Elytrigia repens</i>	.	.	.	.	+	г	.	.	.	.	г	II
Д. в. класса <i>Molinio-Arrhenatheretea</i>													
<i>Poa angustifolia</i>	г	.	.	+	1	+	+	.	.	г	г	IV	

Примечание. Кроме того, встречены: *Achillea millefolium* 4 (г), 5 (г); *Amaranthus retroflexus* 1 (2); *Amoria repens* 6 (г); *Carduus acanthoides* 3 (+); *Centaurea scabiosa* 5 (2); *Convolvulus arvensis* 1 (г); *Echinochloa crusgalli* 1 (1); *Erodium cicutarium* 3 (+); *Erysimum cheiranthoides* 1 (+); *Festuca pratensis* 5 (г), 6 (г); *Lactuca serriola* 1 (г); *Lappula squarrosa* 3 (+); *Leontodon autumnalis* 6 (г); *Lepidotheca suaveolens* 2 (1); *Medicago lupulina* 2 (г), 5 (+); *Melilotus albus* 1 (г); *Panicum miliaceum* 3 (г); *Poa annua* 2 (+); *P. pratensis* 2 (+); *Potentilla anserina* 2 (+); *P. argentea* 5 (+); *Plantago media* 5 (г), 6 (г); *Sisymbrium loeselii* 3 (г); *Trifolium pratense* 1 (г).

Локализация описаний. 1 – с. Старобаширово, ул. Латышова, д. 10, 03.08.2009; 2 – с. Кушнаренково, ул. Раздольная, д. 90, 16.08.2009; 3 – с. Карача-Елга, обочина проселочной дороги на северо-восточной окраине, 11.08.2009; 4 – с. Ивачево, спортплощадка школы, 20.08.2009 г; 5 – с. Куккуяново, северная окраина, обочина проселочной дороги, 01.08.2009; 6 – г. Дюртюли, северо-западная окраина, обочина проселочной дороги, 70 м от нефтебазы, 26.07.2009; 7 – с. Чекмагушево, ул. Кооперативная, д.46, 16.08.2010; 8 – с. Старокалмашево, ул. Нефтяников, д. 4, 29.06.2010; 9 – г. Дюртюли, ул. Мусина, парк, 19.08.2010; 10 – с. Шарипово,

восточная окраина, обочина проселочной дороги у АЗС, 19.07.2011; 11 – г. Дюртюли, ул. Революционная, д. 12, 14.07.2012.

Вариант *Lepidium ruderales* (табл. 3).

Д. в.: *Lepidium ruderales* (доминант), *Polygonum aviculare*. Физиономию сообществ определяет доминантный вид *Lepidium ruderales*. Наряду с видами класса *Polygono arenastri-Poetea annuae* в сообществах варианта встречаются с низким постоянством виды других синантропных классов: *Stellarietea mediae*, *Artemisietea vulgaris*. Видовой состав насчитывает от 6 до 12, в среднем 8 видов. ОПП изменяется в широких пределах от 35 до 85% на площади описания от 6 до 14 м². Средняя высота травостоя варьирует от 12 до 20 см. Наши наблюдения показывают, что низкорослые сообщества варианта развиваются на богатых, уплотненных почвах в условиях недостаточного увлажнения на открытых участках улиц, вдоль тропинок. Сообщества варианта *Lepidium ruderales* представлены на наиболее синантропизированных местообитаниях.

Таблица 3

Ассоциация *Polygonetum arenastri*, вариант *Lepidium ruderales*

Номер описания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Постоянство	
Площадь описания, м ²	12	8	7	6	7	8	6	6	6	14	10	6		
Средняя высота, см	10	12	20	17	20	12	12	12	8	12	15	12		
ОПП, %	70	70	60	75	35	50	55	35	80	60	80	60		
Число видов	7	8	12	8	6	6	6	12	6	9	8	6		
Д. в. варианта <i>Lepidium ruderales</i>														
<i>Lepidium ruderales</i>	4	4	3	4	2	3	2	2	4	3	4	3	V ³⁻⁴	
Д. в. ассоциации <i>Polygonetum arenastri</i>														
<i>Polygonum aviculare</i>	1	1	+	1	1	2	1	r	2	2	1	1	V ¹	
Д. в. порядка <i>Polygono arenastri-Poetea annuae</i> и класса <i>Polygono arenastri-Poetea annuae</i>														
<i>Taraxacum officinale</i>	+	r	.	.	.	.	.	r	r	r	r	.	III
Д. в. класса <i>Stellarietea mediae</i>														
<i>Chenopodium album</i>	r	.	.	.	.	.	.	r	r	r	.	r	III
<i>Convolvulus arvensis</i>	r	.	r	r	.	.	.	1	.	+	.	.	III	
<i>Lappula squarrosa</i>	.	r	1	.	.	.	.	+	.	.	.	r	II
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	.	.	.	r	.	.	r	.	.	r	.	.	II	
<i>Sisymbrium loeselii</i>	.	r	r	.	.	r	.	r	.	.	.	.	II
<i>Tripleurospermum perforatum</i>	.	.	.	r	r	.	.	.	r	.	r	.	II	
<i>Conyza canadensis</i>	.	.	.	.	.	r	.	+	.	.	r	.	II
<i>Atriplex patula</i>	.	.	.	.	r	.	r	.	.	.	+	.	II
Д. в. класса <i>Artemisietea vulgaris</i>														
<i>Cichorium intybus</i>	.	.	.	.	.	.	.	r	r	+	.	.	II
Д. в. класса <i>Molinio-Arrhenatheretea</i>														
<i>Poa angustifolia</i>	+	.	.	r	r	r	1	+	.	.	.	+	III	
<i>Achillea millefolium</i>													II	

Примечание: Кроме того, встречены: *Artemisia absinthium* 3 (r), 12 (r); *Artemisia vulgaris* 8 (r); *Berteroa incana* 3 (r); *Bromopsis inermis* 4 (r); *Carduus acanthoides* 3 (r), 8 (r); *Elytrigia repens* 2 (r), 3 (+); *Erysimum marschallianum* 3 (r), 8 (r); *Euphorbia virgata* 10 (+); *Festuca pseudovina* 3 (r); *Melilotus albus* 10 (+); *Pimpinella saxifraga* 2 (r); *Plantago major* 11 (r); *Plantago media* 2 (r); *Thlaspi arvense* 4 (r).

Локализация описаний. 1 – с. Старокалмашево, вдоль тротуара у школы, 16.07.2009; 2 – с. Кушнаренково, ул. Краноармейская, 14А, вдоль тротуара, 24.06.2010; 3 – с. Шарипово, скат Султанаевской дороги, 13.08.2009; 4 – с. Карача-Елга, обочина проселочной дороги у сельского совета, 20.07.2010; 5 – с. Чекмагушево, ул. Кольцевая, 31/1, у забора, 27.07.2010; 6 – с. Чекмагушево, ул. Гагарина, 24, у дороги, 27.07.2010; 7 – с. Чекмагушево, ул. Гагарина, 48, у дороги, 27.07.2010; 8 – с. Ивачево, ул. Горшкова, у магазина, 03.08.2010; 9 – с. Куккуяново, спортплощадка школы, 26.07.2010; 10 – г. Дюртюли, спортплощадка школы № 2, 29.07.2010; 11 – г. Дюртюли, западная окраина, пастбище, 19.08.2011; 12 – с. Старобаширово, ул. Латыпова, 20, участок между дорогой и забором, 19.07.2012.

Вариант *Lepidium ruderales* в рамках ассоциации *Polygonetum arenastri* выделен в Чехии [13]. Сообщества данного варианта встречаются во всех девяти исследованных населенных пунктах. Вариант *Lepidium ruderales* в рамках ассоциации *Polygonetum arenastri* в Башкортостане выявлен нами впервые.

Вариант *Lepidotheca suaveolens* (табл. 4)

Д. в.: *Lepidotheca suaveolens* (доминант), *Poa annua*. Облик сообществ варианта определяет доминантный вид *Lepidotheca suaveolens*. С высоким постоянством в данных фитоценозах представлены виды класса *Polygono arenastri-Poetea annuae* (*Polygonum aviculare*, *Poa annua*, *Taraxacum officinale*), реже встречаются виды синантропных классов *Stellarietea mediae* (*Che-*



nopodium album, *Capsella bursa-pastoris*, *Malva pusilla*) и *Artemisietea vulgaris*. Видовой состав насчитывает от 8 до 15, в среднем 11 видов. ОПП в пределах 85–95%. Площади описания 6–12 м². Средняя высота травостоя варьирует от 8 до 18 см. Низкорослые сообщества варианта формируются в условиях умеренного и избыточного увлажнения на открытых, хорошо освещенных местообитаниях.

Сообщества данного варианта распространены в пределах умеренной зоны Евразии. Вариант *Matricaria discoidea* (*Lepidotheca suaveolens*) в рамках ассоциации *Polygonetum arenastri* выделен в Чехии [13]. В Башкортостане сообщества варианта встречаются редко, впервые описаны на территории населенных пунктов северо-востока республики [3], позже была выделена ассоциация *Matricario matricarioidis-Polygonetum avicularis* в рамках класса *Plantaginea majoris*. Нами сообщества варианта выявлены в сс. Кушнаренково, Чекмагушево, Карача-Елга. Они описаны на улицах возле водопроводных колонок, вдоль тропинок по берегам озер.

Таблица 4

Ассоциация *Polygonetum arenastri*, вариант *Lepidotheca suaveolens*

Номер описания	1	2	3	4	5	Постоян- ство
Площадь описания, м ²	6	12	12	10	7	
Сред. высота, см	8	8	8	10	18	
ОПП, (%)	95	95	90	90	85	
Число видов	9	15	12	8	11	
Д. в. варианта <i>Lepidotheca suaveolens</i>						
<i>Lepidotheca suaveolens</i>	4	4	3	4	5	V ⁴
<i>Poa annua</i>	r	1	1	1	r	V ¹
Д. в. ассоциации <i>Polygonetum arenastri</i>						
<i>Polygonum aviculare</i>	2	1	+	+	+	V
Д. в. союза <i>Coronopodo-Polygonion arenastri</i> , порядка <i>Polygono arenastri-Poetalia annuae</i> , класса <i>Polygono arenastri-Poetea annuae</i>						
<i>Taraxacum officinale</i>	.	r	r	+	r	IV
<i>Plantago major</i>	.	1	1	1	.	III
<i>Lepidium ruderales</i>	.	r	+	.	.	II
Д. в. класса <i>Stellarietea mediae</i>						
<i>Chenopodium album</i>	.	r	.	.	+	II
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	r	.	.	.	r	II
<i>Malva pusilla</i>	1	.	r	.	+	III
Д. в. класса <i>Molinio-Arrhenatheretea</i>						
<i>Potentilla anserina</i>	r	+	r	r	r	V
<i>Amoria repens</i>	r	1	2	r	.	IV
<i>Achillea millefolium</i>	.	.	.	r	r	II

Примечание. Кроме того, встречены: *Arctium tomentosum* 3 (r); *Artemisia absinthium* 1 (r); *Atriplex patula* 2 (+); *Carduus acanthoides* 5 (r); *Chenopodium glaucum* 5 (r); *Conyza canadensis* 2 (+); *Lappula squarrosa* 2 (r); *Medicago lupulina* 3 (1); *Persicaria lapathifolia* 2 (+); *Plantago media* 1 (r); *Setaria viridis* 2 (r); *Tripleurospermum perforatum* 2 (+); *Xanthium albinum* 3 (r).

Локализация описаний. 1 – с. Кушнаренково, ул. Озерная, 6, тропинка у озера, 01.08.2009; 2 – с. Кушнаренково, ул. Титова, 24, возле колонки, 24.08.2009; 3 – с. Карача-Елга, ул. Ленина, 10, возле колонки, 16.08.2009; 4 – с. Чекмагушево, ул. Советская, 26, возле колонки, 20.07.2010; 5 – с. Кушнаренково, ул. Советская, 2, берег озера, 01.07.2011.

Ассоциация *Matricario perforatae-Polygonetum avicularis* (табл. 5, 6).

Д. в.: *Polygonum aviculare* (доминант) и *Tripleurospermum perforatum*.

Доминантным видом во флористическом составе сообществ ассоциации выступает *Polygonum aviculare*. В сообществах, испытывающих меньшую нагрузку, содоминантом может быть *Tripleurospermum perforatum*. Постоянство видов класса *Polygono arenastri – Poetea annuae* (*Taraxacum officinale*, *Lepidium ruderales*, *Plantago major*) высоко. В сообществах ассоциации встречаются виды и других синантропных классов растительности с небольшим постоянством: *Stellarietea mediae* (*Chenopodium album*, *Capsella bursa-pastoris*, *Atriplex patula*). *Artemisietea vulgaris* (*Artemisia absinthium*, *Carduus acanthoides*, *Cichorium intybus*). Сообщества имеют нечетко выраженную двухъярусную структуру. Основной ярус сложен низкорослыми видами *Lepidium ruderales*, *Plantago major*, *Polygonum aviculare*, *Taraxacum officinale* и др. Более высокорослые виды первого яруса (*Achillea millefolium*, *Artemisia absinthium*, *Chenopodium album*, *Cichorium intybus*, *Tripleurospermum perforatum* и др.) имеют низкое обилие. В ассоциации выделено два варианта: *typica* и *Malva pusilla*.

Вариант *typica* (табл. 5).

Д. в.: *Polygonum aviculare* (доминант) и *Tripleurospermum perforatum*. Видовой состав насчитывает от 6 до 12, в среднем 9 видов. ОПП в пределах 65–90% на площади описания от 6 до 27 м². Сообщества низкорослые, средняя высота травостоя варьирует от 3 до 18 см.

Таблица 5

Ассоциация *Matricario perforatae-Polygonetum avicularts*, вариант *typica*

Номер описания	1	2	3	4	5	6	7	8	Постоянство
Площадь описания, м ²	18	27	20	8	24	25	12	20	
Сред. высота, см	4	3	4	3	12	4	12	18	
ОПП, %	75	90	90	80	65	90	75	80	
Число видов	9	12	8	11	6	8	7	12	
Д. в. ассоциации <i>Matricario perforatae-Polygonetum avicularis</i> и варианта <i>typica</i>									
<i>Polygonum aviculare</i>	4	4	5	3	4	5	4	4	V ⁴
Д. в. союза <i>Coronopodo-Polygonion arenastri</i> , порядка <i>Polygono arenastri-Poetalia annuae</i> , класса <i>Polygono arenastri-Poetea annuae</i>									
<i>Tripleurospermum perforatum</i>	+	г	г	г	+	г	г	1	V
<i>Taraxacum officinale</i>	+	г	г	г	.	г	.	.	IV
<i>Lepidium rudemale</i>	.	+	.	.	1	+	.	г	III
<i>Plantago major</i>	1	.	г	.	.	.	г	г	III
Д. в. класса <i>Stellarietea mediae</i>									
<i>Chenopodium album</i>	.	.	г	.	г	г	.	1	III
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	+	г	.	.	.	.	.	г	II
<i>Atriplex patula</i>	г	.	.	.	.	.	г	.	II
Д. в. класса <i>Artemisietea vulgaris</i>									
<i>Artemisia absinthium</i>	.	1	.	+	г	.	.	.	II
<i>Carduus acanthoides</i>	.	г	.	г	.	г	.	.	II
<i>Cichorium intybus</i>	.	.	г	.	.	г	г	.	II
<i>Potentilla argentea</i>	.	.	.	г	г	.	.	.	II
Д. в. класса <i>Molinio-Arrhenatheretea</i>									
<i>Plantago media</i>	.	г	.	2	.	.	.	.	II
<i>Poa angustifolia</i>	.	.	г	1	.	.	.	.	II
<i>Achillea millefolium</i>	.	1	.	г	.	.	.	.	II
<i>Carum carvi</i>	г	.	.	.	.	+	.	.	II
<i>Amoria repens</i>	.	г	.	г	.	.	.	.	II

Примечание. Кроме того, встречены: *Agrostis stolonifera* 1 (+); *Artemisia vulgaris* 8 (+); *Berteroa incana* 4 (г); *Convolvulus arvensis* 7 (г); *Conyza canadensis* 8 (г); *Elytrigia repens* 8 (г); *Festuca pratensis* 3 (г); *Lactuca serriola* 8 (г); *Lappula squarrosa* 8 (г); *Melilotus albus* 8 (г); *M. officinalis* 6 (г); *Poa pratensis* 2 (1); *Potentilla anserina* 7 (г); *Sisymbrium loeselii* 2 (г); *Trifolium pratense* 1 (г).

Локализация описаний. 1 – с. Старобаширово, ул. Хузина, у магазина, 17.08.2009; 2 – с. Чекмагушево, колея проселочной дороги у пруда, 12.08.2009; 3 – с. Ивачево, 100 м к юго-западу от моста, обочина проселочной дороги, 27.07.2009; 4 – с. Куккуяново, южная окраина, обочина проселочной дороги, 05.08.2009; 5 – с. Старокалмашево, ул. Нефтяников, д. 8, 03.08.2010; 6 – г. Дюртюли, ул. Магистральная, 16, спортплощадка, 26.07.2010; 7 – с. Шарипово, ул. Центральная, д.10, 23.08.2011; 8 – с. Карача-Елга, ул. Ленина, 24, 18.07.2012.

Вариант *Malva pusilla* (табл. 6)

Д. в. *Malva pusilla*. Видовой состав насчитывает от 6 до 11, в среднем 9 видов. ОПП изменяется от 60 до 90% на площади описания от 5 до 32 м². Средняя высота травостоя варьирует от 5 до 20 см.

Таблица 6

Ассоциация *Matricario perforatae-Polygonetum avicularts*, вариант *Malva pusilla*

Номер описания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Постоянство
Площадь описания, м ²	5	15	15	18	25	24	32	25	25	
Сред. высота, см	20	5	12	12	10	5	6	20	12	
ОПП, %	60	80	80	85	90	75	80	90	70	
Число видов	11	6	11	8	11	7	9	11	8	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Д. в. ассоциации <i>Matricario perforatae-Polygonetum avicularis</i>										
<i>Polygonum aviculare</i>	3	4	4	4	5	4	4	4	3	V ⁴
<i>Tripleurospermum perforatum</i>	+	.	1	г	г	.	1	1	.	IV
Д. в. варианта <i>Malva pusilla</i>										
<i>Malva pusilla</i>	г	г	+	1	г	г	г	г	г	V



Окончание табл. 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Д. в. союза Coronopodo-Polygonion arenastri, порядка Polygono arenastri-Poetalia annuae, класса Polygono arenastri-Poetea annuae										
<i>Taraxacum officinale</i>	1	.	.	.	.	.	г	г	.	II
<i>Lepidium ruderalis</i>	г	1	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Plantago major</i>	.	.	г	.	.	+	.	.	.	II
<i>Lepidothea suaveolens</i>	.	г	.	.	.	г	.	.	.	II
Д. в. класса Stellarietea mediae										
<i>Chenopodium album</i>	.	г	.	г	г	г	.	г	г	IV
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	.	г	г	г	г	г	г	.	.	IV
<i>Atriplex patula</i>	+	.	.	г	г	.	г	г	г	IV
Д. в. класса Artemisietea vulgaris										
<i>Melilotus albus</i>	.	.	.	.	г	.	.	.	г	II
Д. в. класса Molinio-Arrhenatheretea										
<i>Potentilla anserina</i>	.	.	г	.	.	.	г	2	.	II
<i>Carduus acanthoides</i>	г	.	.	.	г	.	.	.	.	II

Примечание. Кроме того, встречены: *Amaranthus blitoides* 9 (г); *Amaranthus retroflexus* 4 (г), 9 (2); *Amoria repens* 3 (+); *Artemisia absinthium* 3 (г); *A. vulgaris* 3 (г); *Atriplex tatarica* 5 (г); *Chenopodium glaucum* 9 (г); *Convolvulus arvensis* 1 (г); *Conyza canadensis* 1 (1); *Lactuca serriola* 8 (г); *Leonurus quinquelobatus* 3 (г); *Medicago lupulina* 8 (г); *Potentilla supina* 1 (г); *Sisymbrium loeselii* 1 (г); *S. officinale* 8 (г); *Trifolium pratense* 5 (г).

Локализация описаний. 1 – с. Кушнаренково, берег озера на перекрестке ул. Красноармейской и Октябрьской 03.08.2010; 2 – г. Дюргюли, ул. К. Маркса, д.15, 29.07.2010; 3 – с. Ивачево, ул. Горшкова, 59, 25.08.2011; 4 – с. Чекмагушево, южная окраина, у ритуального салона, 25.07.2011; 5 – с. Шарипово, 30 м к юго-западу от остановки, 17.08.2011; 6 – с. Старобаширово, ул. Хузина, д. 64, 19.07.2012; 7 – с. Куккуяново, 50 м к западу от мечети, 03.08.2012; 8 – с. Карача-Елга, ул. Ленина, д. 36, 21.08.2012; 9 – с. Старокалмашево, ул. Галимовых, д. 14, 22.08.2012.

Сообщества ассоциации развиваются на богатых, уплотненных почвах в условиях нормального увлажнения на открытых участках улиц, около заборов. Сообщества варианта *Malva pusilla* встречаются в местообитаниях, менее подверженных воздействию домашних животных.

Сообщества ассоциации *Matricario perforatae-Polygonetum avicularis* переходят в сообщества ассоциации *Polygonetum arenastri* при усилении антропогенной нагрузки, поэтому по экологии и флористическому составу они близки. При снижении нагрузки в сообществах ассоциации *Matricario perforatae-Polygonetum avicularis* увеличивается участие видов классов *Stellarietea mediae*, *Artemisietea vulgaris* и *Molinio-Arrhenatheretea* [1].

Ассоциация *Matricario perforatae-Polygonetum avicularis* была описана ранее в РБ [1, 4, 6]. Сообщества данной ассоциации обнаружены во всех исследованных нами населенных пунктах на открытых участках улиц, дворов, около заборов, у тропинок.

Союз *Saginion procumbentis*

Ассоциация *Poetum annuae* (табл. 7)

Таблица 7

Ассоциация *Poetum annuae*

Номер описания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Постоянство
Площадь описания, м ²	10	10	12	9	14	10	30	10	12	30	8	8	
Средняя высота, см	18	12	5	8	15	8	10	12	4	5	12	12	
ОПП, %	80	50	90	90	90	90	90	50	85	85	40	30	
Число видов	15	8	10	11	16	8	16	12	9	12	8	12	
Д. в. ассоциации <i>Poetum annuae</i>													
<i>Poa annua</i>	3	3	5	5	5	4	4	3	4	3	2	2	V ³⁻⁴
<i>Plantago major</i>	1	+	г	г	г	.	+	г	г	2	г	г	V
Д. в. порядка <i>Polygono arenastri-Poetalia annuae</i> и класса <i>Polygono arenastri-Poetea annuae</i>													
<i>Polygonum aviculare</i>	2	г	г	1	+	+	+	+	1	г	1	+	V
<i>Taraxacum officinale</i>	1	+	+	.	+	г	+	1	1	+	+	г	V
<i>Lepidothea suaveolens</i>	.	.	г	.	г	+	г	.	.	г	.	.	III
Д. в. класса <i>Stellarietea mediae</i>													
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	.	.	г	г	.	.	г	+	+	+	.	.	III
<i>Stellaria media</i>	г	.	.	г	г	г	г	.	.	.	1	.	III
<i>Sisymbrium officinale</i>	.	г	+	1	+	.	.	.	г	г	.	.	III
<i>Malva pusilla</i>	г	.	г	.	.	.	г	.	.	г	.	г	III

Окончание таблицы 7

Д. в. класса Molinio-Arrhenatheretea													
<i>Amoria repens</i>	г	г	г	.	г	+	г	.	.	1	г	.	IV
<i>Poa pratensis</i>	г	.	.	+	1	+	2	г	+	1	.	.	IV
<i>Potentilla anserina</i>	.	.	.	г	г	2	.	.	.	.	.	+	II
<i>Carum carvi</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	г	г	г	г	II
<i>Achillea millefolium</i>	.	.	.	.	г	.	г	.	.	.	.	+	II

Примечание. Кроме того, встречены: *Agrostis stolonifera* 12 (1); *Amaranthus retroflexus* 1 (г), 8 (г); *Artemisia absinthium* 7 (г), 8 (г); *Atriplex patula* 7 (г), 11 (г), 12 (г); *Berteroa incana* 8 (г); *Chelidonium majus* 1 (г); *Chenopodium album* 5 (г); *Cichorium intybus* 8 (г); *Conyza canadensis* 7 (г); *Echinochloa crusgalli* 2 (г); *Elytrigia repens* 5 (г), 10 (г); *Descurainia sophia* 4 (г); *Galeopsis speciosa* 5 (г); *Geranium sibiricum* 5 (г); *Glechoma hederacea* 1 (г), 2 (г); *Inula britannica* 1 (г); *Lactuca serriola* 8 (г); *Lappula squarrosa* 8 (г); *Lepidium ruderales* 4 (г); *Medicago lupulina* 7 (г), 9 (г); *Persicaria lapathifolia* 12 (г); *Ranunculus repens* 5 (г), 12 (г); *Sonchus arvensis* 1 (г); *Sonchus oleraceus* 1 (г); *Trifolium pratense* 1 (г); *Urtica urens* 4 (г), 7 (г).

Д. в.: *Poa annua* (доминант), *Plantago major*.

Физиономию сообществ ассоциации определяет доминантный вид *Poa annua*. С высокой константностью в данных сообществах представлены виды класса Polygono arenastri-Poetea annuae (*Polygonum aviculare*, *Taraxacum officinale*), также встречаются виды синантропных классов Stellarietea mediae (*Capsella bursa-pastoris*, *Stellaria media*, *Sisymbrium officinale* и др.) и Artemisietea vulgaris. Видовой состав насчитывает от 8 до 16, в среднем 11 видов. ОПП изменяется в широких пределах от 30 до 95%. Площади описания 8–30 м². Средняя высота травостоя варьирует от 4 до 18 см.

Низкорослые сообщества ассоциации Poetum annua развиваются на умеренно увлажненных вытаптываемых местообитаниях. Они распространены в Евразии [13], встречаются и в Башкортостане [3, 4, 6]. Сообщества данной ассоциации выявлены нами во всех исследованных районах, однако встречаются они довольно редко. Описаны на участках около заборов, у стен домов, вдоль тропинок, тротуаров.

Локализация описаний. 1 – с. Куккуяново, огород школы, 07.08.2009; 2 – с. Кушнареново, ул. Большевикская, 24, двор, 07.08.2009; 3 – с. Ивачево, ул. Горшкова, 10, у забора, 20.08.2009; 4 – с. Кушнареново, ул. Октябрьская, 11, у забора, 31.08.2009; 5 – с. Чекмагушево, ул. Молодежная, 12, у забора, 09.08.2009; 6 – с. Чекмагушево, ул. Береговая, 8, вдоль тропинки, 16.08.2009; 7 – г. Дюртюли, ул. Красноармейская, д. 36, 26.07.2009; 8 – с. Карача-Елга, вдоль тропинки к запруде, 02.09.2009; 9 – с. Шарипово, ул. Центральная, 14, вдоль тропинки, 17.08.2009; 10 – с. Шарипово, ул. Султанова, 18, обочина проселочной дороги, 17.08.2009; 11 – с. Старобаширово, ул. Хузина, у остановки, 28.08.2012; 12 – с. Старокалмашево, пониженный участок у рукава р. Калмаш, 28.08.2012.

Заключение

Таким образом, в рамках класса Polygono arenastri-Poetea annuae в девяти населенных пунктах 3-х районов Башкортостана выявлены и описаны 3 ассоциации и 5 вариантов, принадлежащих к 2 союзам и 1 порядку. Охарактеризован 1 вариант новый для Республики Башкортостан.

Список литературы

- Ишбирдина Л.М., Ишбирдин А.Р. Динамика флоры г. Уфы за 60-80 лет // Бот. журн. –1993. – № 3. – С. 1–10.
- Рябова Т.Г. Флора и растительность г. Бирска: Автореф. дисс...канд. биол. наук. – Уфа, 1998. – 17 с.
- Говоров Е.В. Растительность населенных пунктов сельского типа северо-востока Республики Башкортостан: Автореф. дис...канд. биол. наук. – Уфа, 2004. – 16 с.
- Суюндукова Г.Я. Синтаксономический анализ растительности населенных пунктов сельского типа Зауралья Республики Башкортостан: Дис...канд. биол. наук. – Уфа, 2008. – 231 с.
- Голованов Я.М., Абрамова Л.М. Растительность города Салавата (Республика Башкортостан). III. Синантропная растительность (классы Bidentetea tripartitae, Stellarietea mediae и Artemisietea vulgaris) // Растительность России. – 2012. – № 21. – С. 34–65.
- Голованов Я.М., Абрамова Л.М. Растительность города Салавата (Республика Башкортостан). IV. Синантропная растительность (классы Polygono arenastri-Poetea annuae, Galio-Urticetea и Robinietea) // Растительность России. – 2013. – № 22. – С. 11–20.
- Braun-Blanquet J. Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3 Aufl. – Wien-New-York: Springer Verlag. – 1964. – 865 s.



8. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Наука о растительности (история и современное состояние основных концепций). – Уфа: Гилем, 1998. – С. 31–32.
9. Kopečky K., Hejny S. A new approach to the classification of antropogenic plant communities // Vegetatio. – 1974. – Vol.29. – № 1. – Pp. 17–20.
10. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. – СПб.: Мир и семья, 1995. – 992 с.
11. Миркин Б.М., Суюндуков Я. Т., Ямалов С. М. Синантропная растительность Зауралья и горнолесной зоны Республики Башкортостан. – Уфа: Гилем, 2008. – 511 с.
12. Schubert R. et al. Prodrromus der Pflanzengesellschaften Sachsen-Anhalts. Mitteilung zur floristischen Kartierung Sachsen-Anhalt 2. – Halle, 2001. – 689 p.
13. Vegetace České republiky 2. Ruderální, plevelová, skalní a suťová vegetace (Vegetation of the Czech Republic 2. Ruderal, Weed and scree vegetation) / Chytrý M. (ed.). – Praha, 2009. – 520 p.
14. Соломаха Т. Д., Соломаха В. А., Шеляг-Сосонко Ю. Р. Синантропна рослинність України. – Київ, 1992. – 252 с.

COMMUNITIES OF POLYGONO ARENASTRI-POËTEA ANNUAE CLASS IN THE SETTLEMENTS OF THE CENTRAL PART OF BASHKORTOSTAN REPUBLIC

L.S. Usmanova¹,
Ya.M. Golovanov²,
L.M. Abramova³

¹ *Kushnarenkovsky Teachers College RB, 22, Sovetskaya St, Settl. Kushnarenkovo, Kushnarenkovsky Dist., Bashkortostan, 452230, Russia*

² *Botanical garden-institute of Ufa Scientific research center RAS, 195/3, Mendeleeva Ufa, St., 450080, Russia*

E-mail: larisa-usm@yandex.ru

Synanthrope vegetation of Polygono arenastri-Poëtea annuae class (Rivas-Martínez 1975 corr. Rivas-Martínez et al. 1991) from the 9 settlements of Kushnarenkovsky, Chekmugashevsky and Dyurtyulinsky districts is represented by 3 associations and 5 variants belonging to 2 unions and 1 order. One variant new for the Republic of Bashkortostan is characterized.

Key words: settlements, synanthrope vegetation, classification, Polygono arenastri-Poëtea annuae class.

УДК 574.2

СПИСОК ВИДОВ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ, ПЕРЕДАННЫХ В ГЕРБАРИЙ ИМ. Д.П. СЫРЕЙЩИКОВА МГУ (MW)

А.В. Гусев

Новооскольская станция юных натуралистов, Россия, 309640, г. Новый Оскол, ул. Володарского, 32

E-mail: sun@edunoskol.ru

Приведён список видов высших сосудистых растений флоры Белгородской области, охраняемых на федеральном и региональном уровнях, редких, а также ранее не указываемых для области, переданных в гербарий им. Д.П. Сырейщикова МГУ (MW).

Ключевые слова: ботанические исследования, охраняемые виды, гербарий им. Д.П. Сырейщикова.

Введение

Первые сведения о флоре Белгородской области появились в конце 18 столетия, когда её территория входила в состав Воронежской, Курской и Харьковской губерний [1, 2].

Систематическое изучение флоры области началось в 19 столетии с работ профессора Харьковского университета В.М. Черняева [3].

Первая флористическая сводка Курской губернии содержащая 1095 видов растений была выполнена Э. Линдеманом в которую он включил данные своих исследований и других коллекторов [4, 5].

Вторая флористическая сводка, написанная в 1869 году А. Мизгером содержала 1239 видов растений. В неё были включены сведения многих коллекторов в том числе учителя гимназии г. Нового Оскола К.С. Горницкого [1].

В начале 20-го столетия флора и растительность Белгородской области изучалась В.Н. Сукачёвым, А.И. Мальцевым, В.В. Алёхиным, Б.А. Келлером, Б.М. Козо-Полянским, Д.И. Литвиновым, М.И. Котовым, Н.П. Виноградовым, С.В. Голицыным и многими другими исследователями [6, 7, 8, 9].

Современный период в изучении флоры области связан с именами Ф.Н. Милькова, А.В. Бережного, В.Н. Двуреченского, А.Я. Григорьевской, В.Н. Тихомирова, А.Ф. Колчанова; Н.И. Золотухина; А.Г. Еленевского и др. [10, 11].

Разные авторы приводят разные данные о числе видов во флоре области. А.Ф. Колчанов в своей работе по флоре Белгородской области приводит 1284 вида [12]. Еленевский А.Г., Радыгина В.И., Чаадаева Н.Н. без учёта очень старых сборов, не подтверждённых в последние годы, приводят список из 1167 видов [13].

Из более чем тысячи видов сосудистых растений, указываемых для флоры области – 39 видов занесены в Красную книгу РФ (2008), 131 вид – в Красную книгу Белгородской области, 75 видов требуют повышенных мер охраны как кандидаты на включение в Красную книгу Белгородской области [14].

Гербарные сборы многих выше названных коллекторов хранятся в гербариях Московского государственного университета, Московского педагогического государственного университета, Центрально-чернозёмного государственного заповедника им. проф. В.В. Алёхина, государственного природного заповедника «Белогорье», Белгородского государственного национального исследовательского университета, Воронежского государственного университета и др.

Однако они далеко не полные. Некоторые виды известны по очень старым сборам, или не представлены в гербариях и известны только по литературным данным.

Исследования последних лет выявили виды ранее не отмечаемые на территории области [13, 15, 16, 17, 18, 19, 20].

В ходе ботанических исследований территории Белгородской области в период с 1998 по 2010 годы автором собран гербарий сосудистых растений, включающий около 3 тысяч листов.

С целью большей доступности для исследователей флоры Белгородской области в 2011 году автором предано 277 гербарных листов, содержащих 241 вид 48 семейств сосудистых растений Белгородской области на биологический факультет Московского государственного университета в гербарий им. Д.П. Сырейщикова (MW). В их числе – 17 видов (на 28 листах) внесённых в Красную книгу Российской Федерации (РФ) [21], 48 видов (на 62 листах) Красной



книги Белгородской области, 20 видов (на 24 листах), требующих повышенных мер охраны – кандидатов на включение в Красную книгу Белгородской области [14]. Кроме этих видов переданы гербарные сборы редких для региона растений – 40 видов (на 41 листе) и ранее не указываемые для Белгородской области – 13 видов.

Некоторые виды впервые приведены для тех административных районов, где ранее не указывались. Они отмечены двумя звёздочками (**). Для 31 вида указано 40 новых мест произрастания на территориях соответствующих административных районов. Они отмечены одной звёздочкой (*).

Переданный гербарий расширяет сведения о флоре средней полосы европейской части России и Белгородской области в частности. Он может быть использован для подготовки нового издания Красной книги Белгородской области, обоснования репрезентативности природных комплексов при формировании региональной и муниципальных сетей особо охраняемых природных территорий, при проведении природоохранных мероприятий направленных на сохранение и восстановление биоразнообразия биотозов региона.

Ниже приводим список охраняемых, редких [22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32] и новых для Белгородской области видов [15, 16, 17, 18, 33, 34] переданных в гербарий МВ с указанием места и даты сбора.

Виды Красной книги РФ

Сокращения: б. – балка; кв. – квартал (кварталы); овр. – овраг; окр. – окрестности; ООПТ – особо охраняемая природная территория; ур. – урочище;

1. *Androsace koso-poljanskii* Ovcz. – Проломник Козо-Полянского: 1) Новооскольский район, окр. с. Нечаевка, б. Ханова, петрофитная степь, 27.04.2000; 2) Ровеньский район, 5 км севернее п. Ровеньки, вблизи лесного ур. Скроливское, обнажения меловых пород, 02.05.2008; 3) *Красненский район, окр. с. Новоуколово, б. Меловой Яр, обнажения меловых пород, 28.05.2010.

2. *Artemisia hololeuca* Vieb. ex Bess. – Полынь беловойлочная: 1) на границе Новооскольского и Красногвардейского районов, окр. с. Калиновка, склоны юго-западной экспозиции, обнажения меловых пород, 13.08.2001; 2) Алексеевский район, окр. с. Варваровка, комплексный заказник «Кальцефитная степь» (проектируемая ООПТ), 13.07.2008; 3) Ровеньский район, правобережье р. Сарма, окр. с. Нагольное, склон южной экспозиции, обнажения меловых пород, 15.08.2009.

3. *Bellevalia sarmatica* (Pall.) Woronov – Бельвалия сарматская: 1) Ровеньский район, окр. п. Ровеньки, б. Калюжный Яр, степь, 12.05.2007; 2) *Ровеньский район, правобережье р. Сарма, окр. с. Нагольное, склоны юго-западной экспозиции, степь, 01.05.2008.

4. *Bulbocodium versicolor* (Ker.-Gawl.) Spreng. – Брандушка разноцветная: 1) Новооскольский район, 3 км северо-восточнее г. Новый Оскол, ур. Попова Яруга, степь, склоны юго-восточной экспозиции, 01.04.2000; 2) *Корочанский район, окр. с. Прицепиловка, ур. Калиновка, склоны западной экспозиции, степь, 16.04.2006;

3) **Ровеньский район, б. Калюжный Яр, степь, 17.03.2007; 4) **Алексеевский район, в 2 км севернее с. Осадчее, степные склоны вблизи лесного ур. Малиновое, 13.04.2009.

5. *Cephalaria gigantea* (Ledeb.) Bobrov (*C. litvinowii* Bobr.) – Головчатка гигантская (Г. Литвинова): *Губкинский район, окр. с. Коньшино, лесное ур. Вислое, опушка, 07.09.2007. Ранее (в прошлом столетии) вид отмечался в Валуйском районе в окр. с. Уразово. В последнее время считался исчезнувшим на территории области [14, 21, 32, 34]. В 2007 г. вид найден Гусевым А.В. и Ермаковой Е.И. в окр. с. Коньшино Губкинского района [35].

6. *Cypripedium calceolus* L. – Башмачок настоящий: *Новооскольский район, окр. с. Ольховатка, нагорная дубрава, лес. 14.05.2000.

7. *Cotoneaster alaunica* Golits. – Кизильник алаунский (донской): *Прохоровский район, окр. с. Авдеевка, б. Авдеевский Лог, склоны южной экспозиции, обнажения меловых пород, 10.07.2010.

8. *Hedysarum grandiflorum* Pall. – Копеечник крупноцветковый: Новооскольский район, окр. с. Нечаевка, б. Ханова, обнажения меловых пород, 10.05.2010.

9. *H. ucrainicum* Kaschm. – К. украинский: Ровеньский район, окр. с. Нагольное, склоны южной экспозиции, обнажения меловых пород, 20.07.2007.

10. *Iris aphylla* L. – Ирис безлистный: Новооскольский район, окр. с. Нечаевка, б. Ханова, степь, 09.05.2001.

11. *I. pumila* L. – И. карликовый: 1) *Алексеевский район, окр. с. Варваровка, комплексный заказник «Кальцефитная степь», степь, 12.05.2007; 2) *Вейделевский район, 2 км на северо-запад от х. Попов, овражно-балочный комплекс от х. Попов до ур. Гнилое, степь, 01.05.2010;

3) *Вейделевский район, овражно-балочный комплекс от х. Придорожный до х. Орлов, песчаная степь, 02.05.2010.

12. *Lathyrus venetus* (Mill.) Wohlf. (*Orob. venetus* Mill.) – Чина синеватая: Шебекинский район, окр. с. Нижняя Таволжанка, правый берег р. Северский Донец, ур. Архангельская Дача, лес, 19.05.2007.

13. *Matthiola fragrans* Vge. – Левкой душистый: *Алексеевский район, окр. с. Варваровка, комплексный заказник «Кальцефитная степь», обнажения меловых пород, 13.07.2008.

14. *Orchis palustris* Jacq. – Ятрышник болотный: *Ровеньский район, окр. с. Нижняя Серебрянка, сырой луг, 13.06.2008.

15. *Scrophularia cretacea* Fisch. – Норичник меловой: Алексеевский район, окр. г. Алексеевка, северная окраина города, меловые обнажения, 13.07.2007.

16. *Silene cretacea* Fisch. – Смолёвка меловая: Алексеевский район, окр. с. Варваровка, комплексный заказник «Кальцефитная степь», склоны южной экспозиции, обнажения меловых пород, 13.07.2008.

17. *Stipa pulcherrima* C. Koch – Ковыль красивейший: 1) *Ровеньский район, окр. с. Нагольное, склоны южной экспозиции, степь, 13.06.2008; 2) *Новооскольский район, окр. с. Нечаевка, б. Ханова, петрофитная степь, 24.05.2009.

Виды Красной книги Белгородской области

1. *Aconitum nemorosum* Bieb. ex Reichenb. (*A. anthora* L.) – Борец дубравный: Новооскольский район, окр. с. Нечаевка, б. Ханова, склоны северо-восточной экспозиции, луговая степь, 19.09.1999.

2. *Actaea spicata* L. – Воронец колосистый: *Новооскольский район, заповедный участок «Стенки-Изгорья» заповедника «Белогорье», нагорная дубрава, 08.05.1998.

3. *Adonis wolgensis* Stev. – Адонис волжский: 1) *Ровеньский район, правобережье р. Сарма, окр. с. Нагольное, склоны южной экспозиции, степь, 01.05.2008; 2) *Вейделевский район, окр. х. Придорожный, б. Нудный Яр, степь, 02.05.2010; 3) Новооскольский район, окр. с. Нечаевка, б. Ханова, степь, 09.05.2010.

4. *Allium inaequale* Janka – Лук неравный: 1) *Новооскольский район, окр. с. Нечаевка, б. Ханова, степь, 30.07.2000; 2) *Вейделевский район, окр. с. Зенино, б. Барсучев Лог, степь, 19.07.2008.

5. *Amygdalus nana* L. – Миндаль низкий: Новооскольский район, окр. с. Нечаевка, б. Ханова, степь, 01.05.2008.

6. *Anemone sylvestris* L. – Ветреница лесная: Новооскольский район, окр. с. Шараповка, б. Сухой Лог, степь, 17.05.2003.

7. *Asperula tephrocarpa* Czern. ex M. Pop. et Chrshan. – Ясменник сероплодный: 1) Новооскольский район, окр. с. Нечаевка, б. Ханова, обнажения меловых пород, 19.06.1998; 2) Алексеевский район, окр. с. Варваровка, комплексный заказник «Кальцефитная степь», обнажения меловых пород, 13.07.2008; 3) Вейделевский район, окр. с. Зенино, б. Барсучев Лог, обнажения меловых пород, 19.07.2008.

8. *Astragalus pubiflorus* (Pall.) D.C. – Астрагал опушённоцветковый: Вейделевский район, овражно-балочный комплекс от х. Придорожный до х. Орлов, степь, 02.05.2010.

9. *Botrychium lunaria* (L.) Sw. – Гроздовник полулунный: **Корочанский район, окр. с. Гороженное, лесное ур. Гороженное, 26.05.2007.

10. *Centaurea ruthenica* Lam. – Василёк русский: Новооскольский район, окр. с. Нечаевка, б. Ханова, склон западной экспозиции, петрофитная степь, 25.06.2004.

11. *Centaureum erythraea* Rafin. – Золототысячник обыкновенный: *Ровеньский район, 4 км северо-восточнее х. Крутого, балка у лесного ур. Рудное, дно балки, сырые места, 22.06.2007.

12. *Clematis integrifolia* L. – Ломонос цельнолистный: Новооскольский район, окр. с. Нечаевка, б. Ханова, степь, 08.06.2003.

13. *C. lathyriifolia* Bess. ex Trautv. (*C. pseudoflammula* Schmalh. ex Lipsky) – Л. чинолистный (Л. жигунец): *Новооскольский район, окр. с. Шараповка, х. Косые, б. Косовский Лог, степь, в зарослях *Caragana frutex* (L.) C. Koch, 14.06.2003.

14. *Convolvulus lineatus* L. – Вьюнок узколистный: 1) Ровеньский район, б. Калюжный Яр, обнажения меловых пород, 08.07.2006; 2) *Алексеевский район, правобережье р. Чёрная Калитва, между с. Варваровка и с. Осадчье, склоны южной экспозиции, обнажения меловых пород, 12.07.2008.

15. *Crocus reticulatus* Stev. – Шафран сетчатый: 1) *Ровеньский район, окр. п. Ровеньки, б. Калюжный Яр, степь, 17.03.2007; 2) *Ровеньский район, правый берег р. Сарма, от с. Всесвятка до с. Нагольное, склоны юго-восточной экспозиции, степь, 18.03.2007;



3) *Вейделевский район, 2 км южнее лесного ур. Гнилое, б. Гнилая (б. Яры), склоны северо-западной экспозиции, степь, 04.04.2010.

16. *Dianthus andrzejowskianus* (Zapal.) Kulz. – Гвоздика Андриеевского: 1) Новооскольский район, окр х. Полевой, б. Зайцева, степь, 15.06.2001; 2) *Красненский район, окр. с. Новоуколово, б. Меловой Яр, степь, 28.05.2010.

17. *Diploaxis cretacea* Kotov – Двурядник меловой: Новооскольский район, окр. с. Нечаевка, б. Ханова, обнажения меловых пород, 07.08.2000.

18. *Dracosephalum ruyschiana* L. – Змееголовник Рюйша: Новооскольский район, окр. с. Нечаевка, б. Ханова, опушка байрачной дубравы Дегтярка, 25.06.2004. Ранее в Новооскольском уезде собирался К.С. Горницким в 1858 г.[10].

19. *Echium russicum* J.F. Gmel. – Синяк русский: *Новооскольский район, окр. х. Полевой, б. Зайцева, степь, 13.06.2001.

20. *Galatella villosa* (L.) Reichenb. fil. – Солонечник мохнатый: 1) Новооскольский район, окр. с. Глинное, лог Устье, склоны юго-восточной экспозиции, степь, 30.09.1999. 2) Корочанский район, окр. с. Хмеловое, б. Прутов Лог, степь, 14.10.2010.

21. *Gladiolus tenuis* Bieb. – Шпажник тонкий: *Новооскольский район, участок «Стенки-Изгорья» заповедника «Белогорье», сырой луг, 08.06.2003.

22. *Goniolimon tataricum* (L.) Boiss. – Гониолимон татарский: Ровеньский район, правобережье р. Сарма, от с. Всесвятка до с. Нагольное, склоны южной экспозиции, степь, 23.06.2007.

23. *Haplophyllum suaveolens* DC. G. Don. fil. – Цельнолистник душистый: Новооскольский район, окр. с. Криничное, б. Осенняя Яружка, склоны юго-западной и южной экспозиций, петрофитная степь, 01.06.2003.

24. *Hyacinthella leucophaea* (C. Koch) Schur – Гиацинтик светло-голубой: Новооскольский район, окр. с. Нечаевка, б. Ханова, степь, 26.04.1998.

25. *Lathraea squamaria* L. – Петров крест чешуйчатый: **Новооскольский район, окр. с. Ольховатка, кв. нагорной дубравы (Новооскольская Дача), 25.04.2000.

26. *Limonium tomentellum* (Boiss.) Kuntze – Кермек опушённый: *Ровеньский район, окр. с. Нижняя Серебрянка, солонцеватый луг, 19.07.2007.

27. *Linaria cretacea* Fisch. – Льянка меловая: 1) **Вейделевский район, овражно-балочный комплекс от с. Зенино до с. Саловка, обнажения меловых пород, 19.07.2008; 2) **Алексеевский район, окр. с. Советское, яр. Воронин, обнажения меловых пород, 09.08.2009.

28. *Linum ucranicum* Czern. – Лён украинский: Новооскольский район, окр. с. Нечаевка, б. Ханова, обнажения меловых пород, 05.06.1999.

29. *Listera ovata* (L.) R. Br. – Тайник яйцевидный: *Новооскольский район, правобережье р. Оскол, окр. с. Ольховатка, кв. нагорной дубравы (Новооскольская Дача), сырые места, 14.05.2000.

30. *Lycopodium clavatum* L. – Плаун булавовидный: Новооскольский район, верховья р. Усердец, западная окраина с. Сабельное, склоны сырого оврага с выходами красноцветных глин, 13.08.2001.

31. *Onosma simplicissima* L. – Оносма простейшая: Новооскольский район, окр. с. Нечаевка, б. Ханова, обнажения меловых пород, 24.05.2009.

32. *Ornithogalum kochii* Parl. – Птицемлечник Коха: 1) **Новооскольский район, окр. х. Елецкий, б. Маленький Лог, склоны юго-западной экспозиции вблизи лесного ур. Корчимаги, степь, 06.05.2000; 2) **Красногвардейский район, окр. с. Александровка, б. Долгая, степь, 10.05.2009.

33. *Paris quadrifolia* L. – Вороний глаз четырёхлистный: Новооскольский район, правобережье р. Оскол, окр. г. Новый Оскол, кв. нагорной дубравы (Новооскольская Дача), 05.05.1998.

34. *Pedicularis kaufmannii* Pinzger – Мытник Кауфмана: 1) **Красногвардейский район, окр. с. Подгорское, овраг Мординка, луговая степь, 21.06.2009; 2) **Новооскольский район, окр. с. Нечаевка, б. Ханова, степь, 10.06.2010.

35. *Pyrola rotundifolia* L. – Грушанка круглолистная: **Новооскольский район, левобережье р. Оскол, ж/д. станция Слоновка, искусственные насаждения *Pinus sylvestris* L. на первой надпойменной песчаной террасе, сырое дно глубокой воронки, 04.05.2002.

36. *Platanthera bifolia* (L.) Rich. – Любка двулистная: Новооскольский район, правобережье р. Оскол, окр. г. Новый Оскол, кв. нагорной дубравы (Новооскольская Дача), 06.06.2000.

37. *Potentilla alba* L. – Лапчатка белая: **Новооскольский район, окр. с. Нечаевка, б. Ханова, лесное урочище Дегтярка, опушки, 27.05.2000.

38. *Poterium sanguisorba* L. – Черноголовник кровохлёбковый: Новооскольский район, окр. с. Нечаевка, б. Ханова, степь, 15.08.1999.
39. *Primula veris* L. – Первоцвет весенний. *Новооскольский район, левобережье р. Оскол, участок «Стенки-Изгорья» заповедника «Белогорье», опушки нагорной дубравы, 28.04.1998.
40. *Prunella grandiflora* (L.) Scholl. – Черноголовка крупноцветковая: *Новооскольский район, окр. с. Барсук, б. Крикунка, склоны южной экспозиции, луговая степь, 03.09.2000.
41. *Salvia aethiopsis* L. – Шалфей эфиопский: *Новооскольский район, окр. с. Нечаевка, б. Ханова, степь, 25.06.2004.
42. *Schiverekia podolica* (Bess.) Andr. – Шиверекия подольская: *Новооскольский район, окр. с. Колодезное, б. Колодезная, петрофитная степь, 20.04.2004.
43. *Scorzonera purpurea* L. – Козелец пурпурный: Новооскольский район, окр. с. Нечаевка, б. Ханова, степь, 17.05.2001.
44. *Teucrium polium* L. – Дубровник беловойлочный: Ровеньский район, 4 км северо-восточнее х. Крутого, степные склоны восточной экспозиции у лесного ур. Рудное, 22.06.2007.
45. *Trinia multicaulis* (Poir.) Schischk. – Триния многостебельная: Новооскольский район, окр. с. Нечаевка, б. Ханова, степь, 09.05.2001.
46. *Tulipa biebersteiniana* Schult. et Schult. fil. – Тюльпан Биберштейна (Т. дубравный): Новооскольский район, правобережье р. Оскол, окр. с. Ольховатка, нагорная дубрава кв. № 10 Слоновского лесничества, 27.04.2002.
47. *Valeriana tuberosa* L. – Валериана клубненосная: 1) **Ровеньский район, окр. с. Нагольное, склон южной экспозиции, кустарниковая степь с *Caragana frutex*, 01.05.2008; 2) Новооскольский район, окр. с. Нечаевка, б. Ханова, кустарниковая степь с *Caragana frutex*, вблизи лесного ур. Ханово, 24.05.2009.
48. *Vinca herbaceae* Waldst. et Kit. – Барвинок травянистый: Новооскольский район, окр. с. Нечаевка, б. Ханова, степь, 02.05.2000.

Виды, требующие повышенных мер охраны, – кандидаты на включение в Красную книгу Белгородской области

1. *Allium paczoskianum* Tuzs. – Лук Пачоского: **Новооскольский район, окр. с. Калиновка, б. Развильный Яр, степь, 20.07.2005.
2. *A. podolicum* Blocki ex Racib. et Szafer (*A. paniculatum* L.) – Л. подольский (Л. метельчатый): Красненский район, овражно-балочный комплекс от с. Красное до с. Киселёвка, степь, 25.07.2009.
3. *Alyssum tortuosum* Waldst. et Kit. ex Willd. s. l. – Бурачок извилистый: 1) *Ровеньский район, окр. с. Нагольное, склоны южной экспозиции, обнажения меловых пород, 01.05.2008; 2) *Алексеевский район, окр. с. Советское, Яр Воронин, обнажения меловых пород, 22.05.2010.
4. *Astragalus varius* S.G. Gmel. (*A. virgatus* Pall.) – Астрагал изменчивый (А. прутьевидный): Новооскольский район, левобережье р. Оскол, участок «Стенки-Изгорья» заповедника «Белогорье», степь, 03.06.2000.
5. *Campanula persicifolia* L. – Колокольчик персиколистный: Новооскольский район, правобережье р. Оскол, окр. с. Ольховатка, кв. нагорной дубравы (Новооскольская Дача), 16.06.2000.
6. *Centaureum pulchellum* (SW.) Druce – Золототысячник красивый: **Новооскольский район, левобережье р. Оскол, окр. с. Подольхи, сырой луг в пойме реки, 07.08.2000.
7. *Chamaecytisus austriacus* (L.) Link – Ракитник австрийский: Новооскольский район, окр. с. Нечаевка, б. Ханова, степь, 16.07.1999.
8. *Gagea bulbifera* (Pall.) Salisb. – Гусиный лук луковичконосный: 1) **Ровеньский район, правобережье р. Айдар, 5 км севернее п. Ровеньки, песчаная степь, 29.03.2008; 2) **Ровеньский район, правобережье р. Сарма, окр. с. Нагольное, склоны южной экспозиции, песчаная степь, 29.03.2008.
9. *Galatella angustissima* (Tausch.) Novopokr. – Солонечник узколистный: 1) **Новооскольский район, окр. с. Нечаевка, б. Ханова, склоны северо-восточной экспозиции, степь, 19.09.1999; 2) **Корочанский район, окр. сс. Анновка и Дукмасовка, б. Светлая, степь, 20.08.2005.
10. *Glaux maritima* L. – Глаук морская: **Ровеньский район, левобережье р. Айдар, окр. с. Нижняя Серебрянка, засоленный луг, 11.08.2007.
11. *Linum hirsutum* L. – Лён жёстковолосистый: Новооскольский район, окр. с. Нечаевка, б. Ханова, петрофитная степь, 04.06.1999.



12. *Lithospermum purpureo-coeruleum* L. – Воробейник фиолетово-голубой: **Новооскольский район, окр. г. Новый Оскол, правый берег р. Оскол, кв. нагорной дубравы (Новооскольская Дача), 18.05.2010.
13. *Neottia nidus-avis* (L.) Rich. – Гнездовка настоящая: 1) Новооскольский район, правобережье р. Оскол, окр. с. Ольховатка, нагорная дубрава (Новооскольская дача), кв. № 8, 26.05.2004; 2) **Губкинский район, окр. с. Коньшино, лесное ур. Вислое, 12.08.2008.
14. *Oxitropis pilosa* (L.) DC. – Остролодочник волосистый: Новооскольский район, окр. с. Нечаевка, б. Ханова, степь, 22.05.1998.
15. *Ranunculus illyricus* L. – Лютик иллирийский: **Новооскольский район, окр. с. Нечаевка, б. Ханова, степь, 27.05.2000.
16. *R. pedatus* Waldst. et Kit. – Л. стоповидный: **Новооскольский район, левобережье р. Оскол, участок «Стенки-Изгорья» заповедника «Белогорье», северные опушки черноольшаника, 08.05.2008.
17. *Senecio paucifolius* S.G. Gmel. (*S. kirghisicus* DC.) – Крестовник малолистный: Ровеньский район, окр. п. Ровеньки, б. Вишнёвый Яр, вблизи родника Белая Криница, степь, 14.08.2009.
18. *Teucrium chamaedrys* L. – Дубровник обыкновенный: *Новооскольский район, окр. с. Богородское, б. Чеботарёва, степь, 09.07.2000.
19. *Trinia ucrainica* Schischk. – Триния украинская: **Ровеньский район, правобережье р. Айдар, 5 км севернее п. Ровеньки, обнажения меловых пород, 02.05.2008.
20. *Vinca minor* L. – Барвинок малый: **Новооскольский район, окр. с. Великомихайловка, б. Бабинец, заброшенная усадьба, под пологом леса, одичавшее, натурализовавшееся, 04.05.2004.

Редкие виды Белгородской области

1. *Alisma gramineum* Lej. – Частуха злаковидная: Новооскольский район, левобережье р. Оскол, окр. с. Таволжанка, старицы в пойме реки, 01.08.2000.
2. *Anagallis arvensis* L. – Очный цвет полевой: **Новооскольский район, левобережье р. Оскол, 0,5 км западнее х Кульма, обочина полевой дороги, 19.08.2002.
3. *Anagallis foetida* Mill. (*A. coerulea* Schreb.) – Очный цвет голубой: Новооскольский район, левобережье р. Оскол, окр. с. Шараповка, верховья б. Косовский Лог, сырые места, 22.06.2004.
4. *Androsace maxima* L. – Проломник большой: Ровеньский район, окр. п. Ровеньки, б. Калужный Яр, песчаная степь, 12.05.2007.
5. *Anthemis cotula* L. – Пупавка собачья: Новооскольский район, левобережье р. Оскол, г. Новый Оскол, ул. Воровского, газон, 04.07.2005.
6. *Aster tripolium* L. – Астра солончаковая: Ровеньский район, окр. с. Нижняя Серебрянка, засоленный луг, 11.08.2007.
7. *Astragalus ucrainicus* Pop. M. et Klok. – Астрагал украинский: Ровеньский район, правобережье р. Айдар, б. Калужный яр, обнажения меловых пород, 08.07.2006.
8. *Atriplex pedunculata* L. (*Obione pedunculata* Moq.) – Лебеда стебельчатая: Ровеньский район, левобережье р. Айдар, окр. с. Нижняя Серебрянка, засоленный луг, 11.08.2007.
9. *Bassia sedoides* (Pall.) Aschers. – Бассия очитковидная: Ровеньский район, окр. п. Ровеньки, ур. Лысая Гора, обнажения меловых пород, 11.10.2008.
10. *Carex distans* L. – Осока расставленная: **Ровеньский район, левобережье р. Айдар, окр. с. Нижняя Серебрянка, сырой луг, 01.05.2008.
11. *Carex supina* Wahlb. – Осока приземистая: Новооскольский район, окр. с. Погромец, б. Панский Лог, степь, 30.05.2004.
12. *Ceratocarpus arenarius* L. – Рогач песчаный, Эбелек: Новооскольский район, левобережье р. Оскол, окр. с. Нечаевка, б. Ханова, обнажения меловых пород, 14.07.2000.
13. *Chrysosplenium alternifolium* L. – Селезнёчник очерёднолистный: Корочанский район, окрестности с. Гороженное, ур. Гороженное, по руслу лесного ручья, 26.05.2007.
14. *Criopsis aculeata* (L.) Ait. – Скрытница колючая: Ровеньский район, левобережье р. Айдар, окр. с. Нижняя Серебрянка, засоленный луг, 11.08.2007.
15. *C. schoenoides* (L.) Lam. – С. камышевидная: Ровеньский район, левобережье р. Айдар, окр. с. Нижняя Серебрянка, засоленный луг, 11.08.2007.
16. *Dianthus borbasii* Vandas – Гвоздика Борбаша: Алексеевский район, окр. с. Варваровка, комплексный заказник «Кальцефитная степь», песчаная степь, 13.07.2008.
17. *Egisetum ramosissimum* Desf. – Хвощ ветвистый: 1) Новооскольский район, окр. п. Прибрежный, берег р. Оскол, пески, 11.07.2003; 2) Алексеевский район, правобережье

р. Чёрная Калитва, склоны южной экспозиции между с. Варваровка и с. Осадчее, песчаная степь, 13.07.2008.

18. *Gnaphalium uliginosum* L. s. I. – Сушеница топяная: Новооскольский район, правый б. р. Беленькая, восточная окраина г. Новый Оскол, сырой луг, 05.09.2000.

19. *Herniaria polygama* J. Gay – Грыжник многобрачный: Новооскольский район, 6 км северо-восточнее г. Новый Оскол, край поля у лесного ур. Курдюмово, 28.06.2000.

20. *Hordeum jubatum* L. – Ячмень гривастый: Новооскольский район, г. Новый Оскол, вдоль ж/д. путей в черте города, 01.07.2005.

21. *Hyssopus officinalis* L. – Иссоп лекарственный: Новооскольский район, правобережье р. Усердец (р. Тихий Усерд), окр. с. Старая Безгинка, склоны северо-восточной экспозиции, обнажения меловых пород, 13.08.2001.

22. *Inula ensifolia* L. – Девясил мечелистный: Прохоровский район, в 2-х км южнее с. Лески, склоны южной экспозиции, степь, 11.07.2010.

23. *I. germanica* L. – Д. германский: Ровеньский район, правобережье р. Сарма от с. Все-святка до с. Нагольное, склоны южной экспозиции, степь, 23.06.2007.

24. *Lactuca saligna* L. – Латук ивовый: Новооскольский район, правобережье р. Оскол, окрестности с. Барсук, б. Крикунка, степь, 03.09.2000.

25. *Lathyrus lacteus* (Bieb.) Wissjul. – Чина молочно-белая: Новооскольский район, окрестности с. Нечаевка, б. Ханова, участок степи около лесного ур. Ханово, 24.05.2009.

26. *Linaria odora* (Bieb.) Fisch. (*L. dulcis* Klok.) – Лянька душистая: Валуйский район, левобережье р. Оскол, х. Миронов, пески, 18.07.2007.

27. *Mycelis muralis* (L.) Dumort. (*Lactuca muralis* Gaertn.) – Мицелис стенной: *Новооскольский район, левобережье р. Оскол, ж/д ст. Слоновка, искусственные насаждения *Pinus sylvestris* на первой надпойменной песчаной террасе, 05.08.2000.

28. *Mollugo cerviana* (L.) Ser. – Моллюго красно-бурая (М. маленькая): Новооскольский район, окр. с. Погромец, окраина поля, супесчаная почва, 30.09.1999.

29. *Omphalodes scorpioides* (Haenke) Schrank – Пупочник ползучий (П. завитой): Новооскольский район, северная граница участка «Стенки-Изгорья» заповедника «Белогорье», черноольшаник, сырой луг, 20.05.1999.

30. *Orobanche cumanica* Wallr. – Заразиха кумская (З. подсолнечная): Новооскольский район, окр. с. Песчанка, ж/д переезд, пески, на поляны, 25.07.2000.

31. *Orobanche laevis* L. (*O. arenaria* Borkh.) – Заразиха гладкая (З. песчаная): Новооскольский район, окр. с. Богородское, б. Чеботарёва, песчаная степь, 09.07.2000.

32. *Polygonum calcatum* Lindm. – Гореч топотун: Новооскольский район, левобережье р. Оскол, г. Новый Оскол, ул. Обыденко, песчаная обочина дороги, 03.08.2009.

33. *Pulmonaria angustifolia* L. – Медуница узколистная: Новооскольский район, окр. с. Нечаевка, ур. Дегтярка, лес, 27.05.2000.

34. *Rumex maritimus* L. – Щавель приморский: Новооскольский район, окр. с. Нечаевка-1, пересыхающий искусственный водоём, 10.09.2000.

35. *Salicornia prostrata* Pall. – Солерос простёртый: Ровеньский район, левобережье р. Айдар, окр. с. Нижняя Серебрянка, засоленный луг, 19.07.2007.

36. *Scleranthus annuus* L. – Дивала однолетняя: Новооскольский район, 6 км северо-восточнее г. Новый Оскол, край поля у лесного ур. Курдюмово, 28.06.2000.

37. *Sclerochloa dura* (L.) Beauv. – Жёсткоколосница твёрдая: Новооскольский район, левобережье р. Оскол, окр. г. Новый Оскол, п. Рудный, обочина полевой дороги, 02.06.2001.

38. *Scorzonera parviflora* Jacq. – Козелец мелкоцветковый: Ровеньский район, левобережье р. Айдар, окр. с. Нижняя Серебрянка, сырой засоленный луг, 12.06.2008.

39. *Suaeda prostrata* Pall. – Сведа лежачая: Ровеньский район, левобережье р. Айдар, окр. с. Нижняя Серебрянка, засоленный луг, 11.08.2007.

40. *Tribulus terrestris* L. – Якорцы неземные: Новооскольский район, г. Новый Оскол, песчаные обочины дорог, 23.09.2001.

Виды, не указываемые ранее для Белгородской области [14]

1. *Achillea micrantha* Willd. (*A. Gerberi* Willd.) – Тысячелистник мелкоцветковый: 1) Ровеньский район, левобережье р. Айдар, окр. х. Ямки, ур. Сосна, пески, 08.07.2006; 2) Валуйский район, левобережье р. Оскол, окр. х. Миронов, пески, 18.07.2007.

2. *Astragalus testiculatus* Pall. – Астрагал яичкоплодный: Алексеевский район, окр. с. Советское, Яр Воронин, пологие склоны западной экспозиции, выходы мергелей, 09.08.2009.

3. *Carex secalina* Wahlenb. – Осока ржаная: Ровеньский район, левобережье р. Айдар, окр. с. Нижняя Серебрянка, сырой луг, 13.06.2008.



4. *Cleistogenes squarrosa* (Trin.) Keng – Змеёвка растопыренная: 1) Ровеньский район, левобережье р. Айдар, окр. х. Ямки, ур. Сосна, пески, 19.07.2007; 2) Вейделевский район, овражно-балочный комплекс от с. Зенино до с. Саловка, песчаная степь, 19.07.2008.

5. *Dactylorhiza cruenta* (O.F. Muell.) Soo – Пальчатокоренник кровавый: Новооскольский район, правобережье р. Оскол, окр. х. Кульма, выходы грунтовых вод в верхнесклоновой зоне, сырой луг, 08.06.2003.

6. *Dianthus pallens* Smith (*D. lanceolatus* Stev. ex Reichenb.) – Гвоздика бледноватая: 1) Ровеньский район, 4 км северо-восточнее х. Крутого, ур. Рудное, склоны восточной экспозиции, степь, 22.06.2007; 2) Красногвардейский район, окр. с. Подгорское, овр. Мординка, степь, 21.06.2009; 3) Вейделевский район, овражно-балочный комплекс от х. Попов до ур. Гнилое, в 2 км на северо-запад от х. Попов, степь, 20.06.2010.

7. *Impatiens parviflora* DC. – Недотрога мелкоцветковая. Новооскольский район, левобережье р. Оскол, г. Новый Оскол, ул. Ливенская, вдоль заборов, 25.06.2004.

8. *Iris halophylla* Pall. – Ирис солелюбивый: Ровеньский район, правобережье р. Айдар, окр. п. Ровеньки, б. Калужный Яр, степь, 08.07.2006.

9. *Jurinea multiflora* (L.) V. Fedtsch. – Наголоватка многоцветковая: Ровеньский район, правобережье р. Сарма, склоны южной экспозиции от с. Всесвятка до с. Нагольное, степь, 23.06.2007.

10. *Onosma polychroma* Klok. – Оносма многоцветная: Ровеньский район, 4 км северо-восточнее х. Крутого, ур. Рудное, склоны восточной экспозиции, степь, 22.06.2007.

11. *Psathyrostachys desertorum* (Kar. et Kir.) Agafonov (*P. juncea* auct. non (Fisch.) Nevski) – Ломкоколосник пустынный. Ровеньский район, правобережье р. Сарма, окрестности с. Нагольное, обнажения меловых пород в приподошвенной части склонов южной экспозиции. 14.06.2008. В этикетке к гербарному листу растение указано нами первоначально ошибочно как *Psathyrostachys juncea* (Fisch.) Nevski (A.B.).

12. *Spergularia salina* (L.) J. Presl et C. Presl – Торичник солончаковый: Ровеньский район, левобережье р. Айдар, окр. с. Нижняя Серебрянка, солонцеватый луг, 13.06.2008.

15. *Tanacetum achilleifolium* (Bieb.) Sch. Bip. – Пижма тысячелистниколистная: 1) Ровеньский район, правобережье р. Сарма, склоны южной экспозиции от с. Всесвятка до с. Нагольное, степь, 23.06.2007; 2) Ровеньский район, правобережье р. Айдар, окр. с. Шияны, ур. Лысые Горы, склоны северо-восточной экспозиции, степь, 15.08.2009.

Список литературы

1. Алёхин В.В. Растительность Курской губернии. – Курск, 1926. – 122 с.
2. Камышев Н.С., Хмельёв К.Ф. Растительный покров Воронежской области и его охрана. – Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1976. – 182 с.
3. Черняев В.М. О произведениях растительного царства Курской губернии // Журн. Министерства внутренних дел. – СПб., 1836. Ч. 22, № 12. – С. 505-514.
4. Lindemann E. Nova revisio Florae Kurskianae // Bull. Soc. Nat. Mosc. 1865. Т. 38. № 1. – Р. 172-206.
5. Lindemann E. Addenda ad novam revisionem Florae Kurskianae // Bull. Soc. Nat. Mosc. 1865. Т. 38. № 2. – Р. 600-601.
6. Виноградов Н.П., Голицын С.В. Сниженные альпы и тимьянники Среднерусской возвышенности. Бот. журн. – 1954. – Т. 39, № 3. – С. 423-430.
7. Козо-Полянский Б.М. В стране живых ископаемых. Очерк из истории горных боров на степной равнине Центр.-Черноз.области. – М.: Учпедгиз, 1931. – 184 с.
8. Котов М.И. Ботанико-географический очерк растительности меловых обнажений по р. Осколу и его притокам // Журн. Рус. бот. о-ва. – 1927. – Т. 12, № 3. – С. 249-266.
9. Сукачёв В.Н. Очерк растительности юго-восточной части Курской губернии. – СПб., 1903. – 230с.
10. Еленевский А.Г., Радыгина В.И., Чадаева Н.Н. Растения Белгородской области (конспект флоры). – Москва, 2004. – 120 с.
11. Золотухин Н.И., Золотухина И.Б. Сосудистые растения участка «Лысые Горы» государственного природного заповедника «Белогорье» // Современное состояние биологического разнообразия на заповедных территориях России. Вып. 2. Сосудистые растения. М., 2003. Часть 1. С. 38-403 (столбец: Центрально-Чернозёмный); Часть 2. С. 404-781 (столбец: Центрально-Чернозёмный).
12. Колчанов А.Ф. Флора Белгородской области и её анализ // Флористические исследования в Центр. России: Материалы науч. конф. «Флора Центральной России», Липецк, 1-3 февр. 1995 г. – М. 1995. – С.123-124
13. Еленевский А.Г., Радыгина В.И. О двух замечательных находках на востоке Белгородской области. // Бюл. МОИП. Отд. Биол. М. – 2001. – Т. 106, вып. 2. – С. 65.
14. Красная книга Белгородской области. Редкие и исчезающие растения, грибы, лишайники и животные. Официальное издание / Общ. науч. ред. А.В. Присный. Белгород, 2004. – 532 с.

15. Гусев А.В. Флористические находки в Белгородской области (Валуйский и Ровеньский районы) // Флора и растительность Центрального Черноземья – 2009: Материалы науч. конф. (г. Курск, 27 марта 2009 г.). – Курск: Курский гос. ун-т, 2009. – С. 23–25.
16. Гусев А.В., Ермакова Е. И. Редкие виды и флористические находки бассейна р. Айдар // Современное состояние, проблемы и перспективы региональных ботанических исследований: Материалы Междунар. науч. конф. (г. Воронеж, 6-7 февраля 2008 г.). – Воронеж: ИПЦ Воронежского гос. ун-та, 2008. – С. 84–87.
17. Гусев А.В., Ермакова Е. И. Редкие виды и флористические находки бассейна р. Сарма // Современное состояние, проблемы и перспективы региональных ботанических исследований: Материалы Междунар. науч. конф. (г. Воронеж, 6-7 февраля 2008 г.). – Воронеж: ИПЦ Воронежского гос. ун-та, 2008. – С. 88–90.
18. Гусев А.В., Ермакова Е. И. Флористические находки в бассейне р. Айдар. (Окрестности с. Нижняя Серебрянка) // Флора и растительность Центрального Черноземья – 2008: Материалы науч. конф. – Курск, 2008. – С. 26–28.
19. Золотухин Н.И., Золотухина И.Б., Филатова Т.Д., Рыжкова Г.А. Редкие степные растения на заповедном участке Стенки-Изгорья (Белгородская область) // Проблемы реликтов среднерусской лесостепи в биологии и ландшафтной географии: Материалы науч. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения С.В. Голицына. – Воронеж, 1997. – С. 29–34.
20. Солнышкина Е.Н. Дополнение к конспекту флоры Белгородской области // Флора и растительность Центрального Черноземья – 2005: Материалы науч. конф., (Курск, 24 марта 2005 г.). Курск: Изд-во ИПКиПРО, 2005. – С. 74–75.
21. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / Гл. ред. колл.: Ю.П. Трутнев и др.; Сост. Р.В. Камелин и др. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. – 855 с.
22. Гусев А.В. Виды Красной книги РФ в составе степных участков восточной части Белгородской области // Степи Северной Евразии: Материалы V международного симпозиума / Под научной редакцией члена-корреспондента РАН А.А. Чибилёва. – Оренбург: ИПК «Газпромнефть» ООО «Оренбурггазпромсервис», 2009. – С. 254–256.
23. Гусев А.В., Ермакова Е.И. Охраняемые виды бассейна р. Чёрная Калитва в окрестностях с. Советское (Алексеевский район Белгородской области) // Флора и растительность Центрального Черноземья – 2010: Материалы науч. конф. (г. Курск, 25 марта 2010 г.). – Курск: Курский гос. ун-т, 2010. – С. 18–21.
24. Гусев А.В., Ермакова Е.И. Сосудистые растения Красной книги России и Белгородской области во флоре заповедного участка «Стенки-Изгорья» // Актуальные проблемы ботаники и методики преподавания биологии: Материалы II Международной науч.-практ. конф. г. Белгород, 24-26 сентября 2007 г. – Белгород: Изд-во ПОЛИТЕРРА, 2007. – С. 147–150.
25. Гусев А.В., Ермакова Е.И. Флора и растительность бассейна р. Чёрная Калитва (Алексеевский район, сс. Варваровка, Николаевка, Осадчее) // Флора и растительность Центрального Черноземья – 2012: Материалы науч. конф. (г. Курск, 6 апреля 2012 г.). – Курск: Курский гос. ун-т, 2012. – С. 23–26.
26. Гусев А.В. Охраняемые виды во флоре бассейна р. Чёрная Калитва. Белгородская область // Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и сопредельных странах: Материалы IV Междунар. науч. конф. Белгород, 11-14 октября 2010 г. – М.; Белгород: КОНСТАНТА, 2010. – С. 51–54.
27. Гусев А.В. Охраняемые виды во флоре Белгородской области // XII съезд русского ботанического общества. Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века: Материалы Всероссийской конф. (Петрозаводск, 22-27 сентября 2008 г.) Ч. 3. – Петрозаводск, 2008. – С. 341–344.
28. Гусев А.В. Охраняемые виды левобережья реки Тихая Сосна (Красногвардейский район Белгородской области) // Флора и растительность Центрального Черноземья – 2010: Материалы науч. конф. (г. Курск, 25 марта 2010 г.). – Курск: Курский гос. ун-т, 2010. – С. 13–16.
29. Гусев А.В. Современное состояние ООПТ Балка Ханова (Белгородская область) // Режимы степных особо охраняемых природных территорий: Материалы международной науч.-практ. конф., посвящённой 130-летию со дня рождения профессора В.В. Алёхина (г. Курск – пос. Заповедный, 15-18 января 2012 г.). – Курск, 2012. – С. 48–51.
30. Гусев А.В. Список редких и нуждающихся в охране растений Новооскольского района // Вестн. Воронеж. ун-та. Сер. География, геоэкология. – 2005. – №2. – С. 72–78.
31. Гусев А.В. Флора степи и меловых обнажений бассейна р. Чёрная Калитва в окр. с. Хмызовка (Алексеевский район Белгородской области) // Флора и растительность Центрального Черноземья – 2010: Материалы науч. конф. (г. Курск, 25 марта 2010 г.). – Курск: Курский гос. ун-т, 2010. – С. 16–18.
32. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. 10-е изд. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. – 600 с.
33. Гусев А.В., Федотов А.Н. Флористические особенности урочища Осенняя Яружка // Флора и растительность Центрального Черноземья – 2006: Материалы науч. конф. – Курск, 2006. – С. 11–12.
34. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части СССР. – Изд. 9-е. Л.: Колос, 1964. – 880 с.
35. Гусев А.В., Ермакова Е. И. *Cephalaria litwinowii* Bobrov в Белгородской области // Современное состояние, проблемы и перспективы региональных ботанических исследований: Материалы Международной науч. конф. (г. Воронеж, 6-7 февраля 2008 г.). – Воронеж: Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2008. – С. 82–83.



THE LIST OF SPECIES OF VASCULAR PLANTS OF THE BELGOROD REGION, WHICH ARE TRANSFERRED IN D.P. SYREYSHCHIKOV HERBARIUM OF MOSCOW STATE UNIVERSITY (MW)

A.V. Gusev

*The Station of Young Naturalists of
Novy Oskol, 32 Volodarsky St,
Novy Oskol, 309640, Russia*

E-mail: sun@edunoskol.ru

There are listed the species of the highest vascular plants of flora of the Belgorod region, protected by federal and regional laws, rare, and also earlier not specified for area and transferred in D.P. Syreyshchikov herbarium of the Moscow State University (MW).

Key words: botanical researches, protected species, D.P. Syreyshchikov herbarium.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПРИЗНАКОВ ЛИСТА ВИШНИ МААКА *PRUNUS MAACKII* RUPR.

А.В. Локтева, В.С. Симагин

Центральный Сибирский Ботанический сад СО РАН, Россия, 630090, г. Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101

E-mail: Lokteva30@mail.ru.

Изучена изменчивость признаков листовой пластинки *Prunus maackii* Rupr. Определены средние значения, пределы и уровень изменчивости количественных признаков, а также особенности их распределения по группам, отличающимся формой листовой пластинки, формой верхушки и основания листовой пластинки, окраской черешка, опушением, формой и размером зубцов края листовой пластинки. Определены вариации качественных признаков, используемых при описании данного и близких видов.

Ключевые слова: интродукция, ареал, полиморфизм, изменчивость, диапазон изменчивости, декоративность.

Введение

В настоящее время проблема интродукции в сохранении внутривидового разнообразия перспективных для широкого использования деревьев и кустарников имеет важное значение. Научные подходы к практике интродукции в целом, решают проблему сохранения биоразнообразия растений не только в природной флоре, но и введения их в инорайонные природные и культурные фрагменты флоры. Несмотря на многовековой период введения растительных объектов в культуру, значительный опыт научных исследований и агротехнических приемов, постоянное вовлечение новых видов в интродукционный процесс в резко изменяющихся климатических условиях сохраняет высокую актуальность и значимость интродукционных работ. В последнее время, среди теоретических проблем, все большее значение в интродукции приобретают проблемы внутривидового многообразия и внутривидовой изменчивости [1].

Исследование закономерностей проявления изменчивости растений при перемещении их в новые условия является относительно новым направлением, которое при удачном интродукционном эксперименте приобретает и практическую значимость. При этом, в пределах нормы реакции, выявляются морфологические приспособления растений, увеличивающие адаптационные возможности новых генотипов.

Вишня Маака – *Prunus maackii* Rupr. (= *Cerasus maackii* (Rupr.) Eremin & Simagin = *Laurocerasus maackii* (Rupr.) C.K.Schneid. = *Padus maackii* (Rupr.) Kom. & Aliss.) – одно из немногих интродуцированных растений, которое широко используется в озеленении городов Сибири. Ранее ее относили к роду Черемуха за многоцветковое соцветие – кисть. Установлено, что этот вид ближе к вишням, легко с ними скрещивается, а его соцветие близко по строению к соцветиям ряда видов вишен [2]. Вишня Маака близка по своему происхождению к европейским видам – вишне степной и вишне обыкновенной [3]. Для города Новосибирска вишня Маака является интродуцентом, завезенным преимущественно с Дальнего Востока. Она адаптировалась к нашим погодным условиям, хорошо переносит холодные зимы, с большим снежным покровом, и сухость воздуха, хорошо растет и плодоносит в городских насаждениях. В основном – это растения, выращенные из семян в питомниках, и высаженные в аллеи и групповые посадки в городских парках и скверах. Чаще всего в озеленении городов Сибири используются случайно взятые сеянцы вишни Маака. Некоторые из них обладают ценными декоративными качествами. Их отличает обильное продолжительное цветение, большое число эффектных крупных и ароматных белых соцветий, похожих на снежный ком. Основное отличие от других декоративных деревьев, распространенных в нашей зоне, – это привлекательная блестящая коричнево-шоколадная, в зимний период более светлая, поперечно шелушащаяся кора основных стволов. Летом они также весьма привлекательны благодаря обильному урожаю блестяще-черных красящих, несъедобных плодов. Кроме того, растения обладают высокой устойчивостью к болезням, и могут быть использованы, как источник разнообразных признаков для селекции вишни.

В селекционных программах последних лет в качестве источников ряда полезных свойств – зимостойкости, устойчивости к болезням и вредителям, содержанию полезных веществ, выносливости к некоторым другим биотическим и абиотическим факторам – нередко используют дикорастущие сородичи традиционных пищевых растений, к таким видам и относится вишня Маака. Отбор форм по массе и вкусу плода способствует получению новых пищевых сортов, по форме и окраски листовой пластинке, по размерам цветка и соцветия позволит создать декоративные сорта и вовлечь их в гибридизацию с другими видами вишен. Таким об-



разом, используя генетический потенциал формового разнообразия вишни, можно выделять формы для селекции, интродукции и использования в озеленении.

Вишня Маака представляет собой крупное дерево до 20 м высотой с крупными широколанцетовидными листьями и окрашенной в буро-желтый цвет корой основных стволов растения. Крона обычно округлая или овальная (встречаются и плакучие формы), чаще всего достаточно густая, побеги опушенные. Листья крупные – до 12 см, опушенные, овальные или широколанцетные с оттянутой вершиной. Период цветения – 12–15 дней. Цветки 12–15 мм в диаметре, собраны в укороченную кисть. Плоды мелкие – 0.5–0.7 мм, окрашены в черный цвет. Мякоть нежная, темно-красная, горькая [4, 5, 6].

В условиях города Новосибирска весеннее пробуждение почек происходит в середине апреля, цветение наступает 20–25 мая, продолжается 10–12 дней. Плоды созревают после 20 июля (20–25 июля) и держатся до конца сентября. Начало осеней окраски листьев наступает в середине сентября, листопад наступает после 10 октября.

Естественный ареал вишни Маака находится на Дальнем Востоке в бассейнах рек Уссури и Амур и в восточной части Зейско-Бурейского бассейна, а также в северо-восточных районах Китая, в Японии и на полуострове Корея [4, 5, 7]. Благодаря интродукционным работам ареал значительно расширился в пределах России.

Известен значительный полиморфизм этого вида по большинству признаков дерева, листа, цветка и плода. На Крымской опытно-селекционной станции ВИР, совместно с ДВОС ВИР, выделен ряд форм с высокими декоративными качествами и создан сорт – «Снежный сугроб» [7]. Гибриды вишни Маака с вишней обыкновенной и вишней кустарниковой были впервые получены И.В. Мичуриным. В послевоенные годы в ряде учреждений центральной России была начата активная селекция вишен с участием этого вида с целью создания сортов и подвоев вишни, устойчивых в разных климатических зонах к коккомикозу. К настоящему времени, создан ряд сортов, являющихся гибридами третьего-четвертого поколения и более десятка высокоустойчивых легко укореняющихся подвоев [3]. Некоторые из гибридов, например Церападус №1 и Церападус сладкий, созданные И.В. Мичуриным, и Алмаз селекции О.С. Жукова имеют хорошие декоративные качества; все они могут выращиваться в более суровых условиях, чем в местах, где их получили [9].

Цель настоящей работы – выявить морфологическое разнообразие вишни Маака в искусственных популяциях на территории г. Новосибирска и установить величину изменчивости признаков вегетативных и генеративных органов растений для отбора перспективных хозяйственно-ценных декоративных, подвойных и пищевых форм.

В задачи исследований входило:

- 1) изучение изменчивости ценных для интродукции и аналитической селекции признаков генеративных побегов, листьев, плодов вишни Маака;
- 2) отбор форм с выдающимися значениями хозяйственно-ценных признаков и перенос их в коллекцию ЦСБС.

В данной статье представлена часть материала, касающегося полиморфизма листовой пластинки вишни Маака.

Объект и методика исследований

Исследования проводились на территории города Новосибирска и Новосибирского района. Объектом исследования являлись растения вишни Маака, произрастающие в аллеиных посадках, скверах, парках и вдоль основных магистралей, небольшими группами во дворах жилых домов, куртинами среди естественного леса на территории Академгородка, а также в дендрарии Центрального Сибирского ботанического сада. Все растения имели возраст, приблизительно, 30–40 лет, но посадочный материал был получен из разных питомников. Растения находились в хорошем состоянии, не имели повреждений и заболеваний, обильно цвели и плодоносили.

В данной статье представлена часть исследований, относящаяся к характеристике морфологических признаков листовой пластинки. Описание листьев всегда входит в ботанические характеристики видов. При этом указываются только наиболее часто встречающиеся качественные характеристики или значения количественных характеристик. Реальный диапазон их изменчивости фактически не изучен. Для практического использования интересны наиболее оригинальные признаки, такие как различная пятнистая окраска или рассеченная форма листа, значительная изрезанность его краев.

Для описания с каждого образца срезали по 2–3 ветки с десятью типичными неповрежденными и нормально развитыми листьями. Все изучаемые признаки делили на качественные и количественные. Из качественных признаков были описаны форма листовой пластинки, форма ее верхушки и основания, форма края листа, верхнее и нижнее опушение листовой пластин-

ки, окраска черешка, степень гофрированности листовой пластинки. Все признаки определялись визуально. Из количественных признаков измерялись длина и ширина листовой пластинки, длина и диаметр черешка, количество железок на черешке листа. Ширина листовой пластинки измерялась в наиболее широкой части листа, длина – от черешка до верхушки листа.

Описания качественных признаков проводилось с использованием «Классификатора рода *Padus* Mill.», разработанного во ВНИИР им. Вавилова [10, 11].

Данные по изучению количественных признаков обработаны статистически. Особенности распределения количественных признаков рассмотрены по классам. Уровень изменчивости определялся по величине коэффициента вариации [12].

Результаты исследований

Лист вишни Маака темно-зеленой окраски, очень нежный, опушенный с двух сторон. Существует значительное разнообразие формы листовой пластинки у различных видов косточковых растений. Этот признак может варьировать как в зависимости от расположения самой широкой части листа на листовой пластинке, так и от степени ее вытянутости. При исследованиях нами выявлено большое разнообразие формы листовой пластинки и выделено шесть групп: 1 – овальная; 2 – удлинненно-овальная; 3 – широко-овальная; 4 – удлинненно-обратно-яйцевидная; 5 – обратно-яйцевидная; 6 – удлинненно-яйцевидная; 7 – яйцевидная. На рисунке 1 представлено 6 форм листовой пластинки вишни Маака.



Рис. 1. Форма листовой пластинки вишни Маака: 1 – овальная, 2 – удлинненно-овальная, 3 – широко-овальная, 4 – удлинненно-обратно-яйцевидная, 5 – обратно-яйцевидная, 6 – удлинненно-яйцевидная

Большинство растений в данной популяции имело овальную, либо удлинненно-овальную форму листовой пластинки. Часто встречались растения с яйцевидной и обратно-яйцевидной формой листовой пластинки (рис. 2).

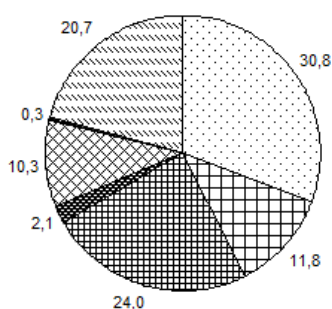


Рис. 2. Частота встречаемости (%) форм листовой пластинки вишни Маака в популяции
1 – овальная; 2 – широко-овальная; 3 – удлинненно-овальная; 4 – удлинненно-обратно-яйцевидная; 5 – обратно-яйцевидная; 6 – удлинненно-яйцевидная; 7 – яйцевидная

Нами выявлен необычайно широкий полиморфизм по форме верхушки листовой пластинки. Выделено пять основных групп формы верхушки листа: 1 – заостренная; 2 – постепенно заостренная; 3 – резко заостренная; 4 – удлинненно заостренная; 5 – тупо заостренная (рис. 3).

Верхушка листовой пластинки у вишни Маака в разной степени вытянута. Наиболее часто встречались растения с удлинненно-заостренной верхушкой (28.9%) и заостренной (48%). Тупо заостренная и резко заостренная верхушка листа встречались очень редко и составили от общего числа 8.7%. Постепенно заостренная форма верхушки встречалась редко (11.8%).

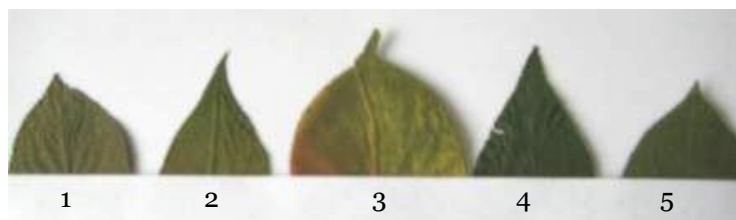


Рис. 3. Форма верхушки листовой пластинки: 1 – заостренная, 2 – постепенно заостренная, 3 – резко заостренная, 4 – удлинненно-заостренная, 5 – тупо-заостренная

Листовая пластинка вишни Маака разнообразна по форме основания. Было выделено четыре основных группы: 1 – клиновидная; 2 – округло-клиновидная; 3 – округлая; 4 – округло-сердцевидная (рис. 4).

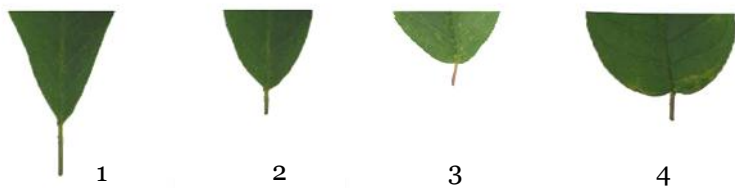


Рис. 4. Форма основания листовой пластинки: 1 – клиновидная; 2 – округло-клиновидная; 3 – округлая; 4 – округло-сердцевидная

Чаще всего встречались растения с округлым (48.7%) и округло-сердцевидным (34.2%) основанием листа. Клиновидное основание встречалось крайне редко – 6.3%. Частота с округло-клиновидного основания листа составила 10.8%.

На нижней части листа формируется большое количество мелких железок, на черешке у основания листовой пластинки также имеются железки, но они редкие и более крупные. Обычно их не более 1 шт., а максимальное количество – 3 шт., часто они вообще отсутствуют.

Черешок листа имел различную окраску: зеленую, зелено-коричневую, красно-коричневую, бордовую, коричневую (рис. 5). В основном растения имели зеленую окраску че-

решка (44.7%), реже коричне-коричневую (35%) и зелено-коричневую (13.2%), остальные варианты встречались редко – не более 10%.

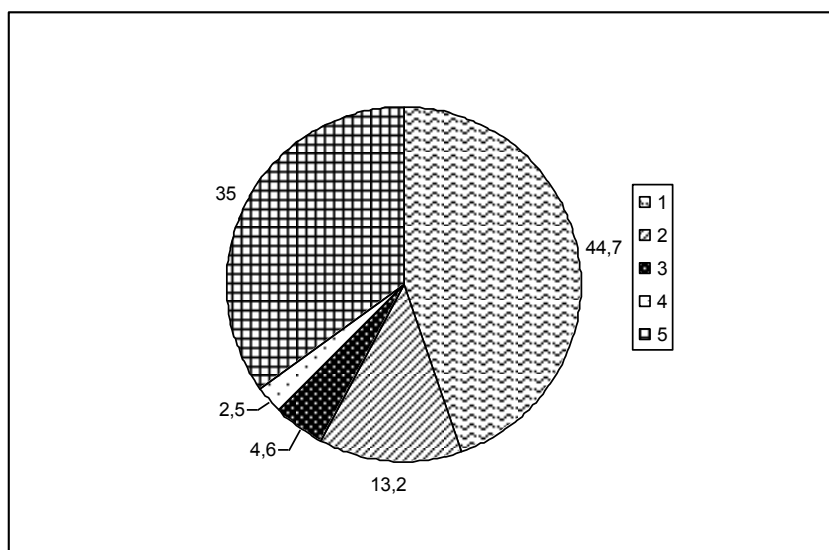


Рис. 5. Распределение растений по окраске черешка листовой пластинки в популяции вишни Маака. 1 – зеленая; 2 – зелено-коричневая; 3 – красно-коричневая; 4 – бордовая; 5 – коричневая

У вишни Маака опушение листовой пластинки очень сильное на верхней и нижней сторонах листа, хотя изредка встречаются особи без опушения верхней стороны листа. Для вишни Маака этот признак стабилен и не зависит от внешних факторов среды произрастания (рис. 6, 7). На верхней стороне листа опушение равномерное, с разной густотой. Нижняя сторона листовой пластинки опушена не равномерно, степень опушенности зависит от густоты расположения волосков вдоль основной и боковых жилок. Выделены группы: 1 – без опушения; 2 – опушение по главной жилке и основанию боковых жилок слабое; 3 – опушение по главной жилке и на основании боковых – сильное; 4 – опушение на всех жилках сильное.

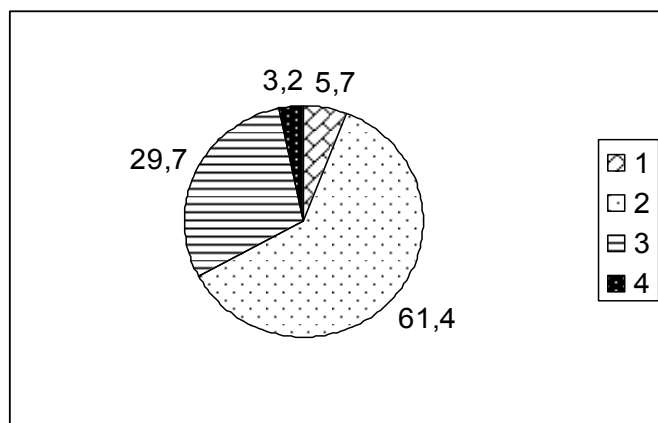


Рис. 6. Соотношение (%) вариантов опушения верхней стороны листовой пластинки вишни Маака: 1 – без опушения; 2 – редкое опушение; 3 – слабое опушение; 4 – густое опушение

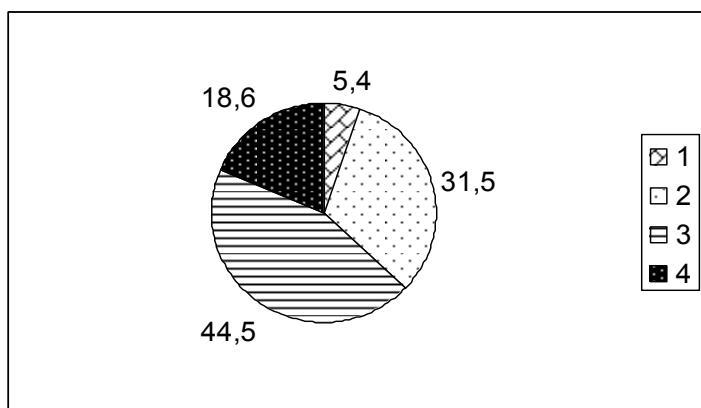


Рис. 7. Соотношение (%) вариантов опушения нижней стороны листовой пластинки вишни Маака: 1 – без опушения; 2 – редкое опушение; 3 – слабое опушение, 4 – густое опушение

Форма края листовой пластинки очень часто используется в качестве таксономического признака при описании видов. Она заметно варьировала в зависимости от конкретного места расположения листа на растении и от места на листовой пластинке. Для описания характерной для каждого образца формы края, как и для характеристики других признаков листа, использовались только листья в средней части однолетних приростов текущего года, уже закончивших рост. В пределах листа также использовалась только его средняя часть, так, как форма края у основания листовой пластинки была очень однообразна и не отражала характерных особенностей каждого образца.

Зубчики были одиночными и двойными, величина их варьировала в разной степени – от мелкой до крупной. Нами выявлено восемь форм края листовой пластинки у вишни Маака (рис. 8).

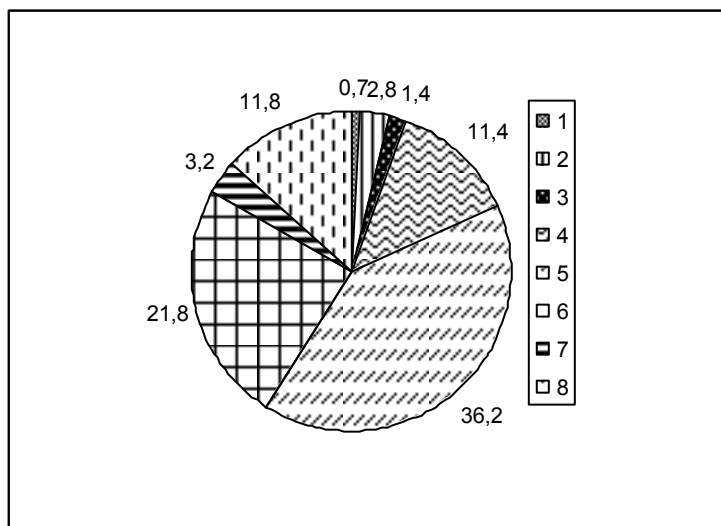


Рис. 8. Соотношение (%) форм края листа листовой пластинки у вишни Маака: 1 – городчатая, 2 – пильчато-городчатая, 3 – пильчатая, 4 – пильчато-реснитчатая, 5 – пильчато-зубчатая, 6 – зубчатая, 7 – зубчато-реснитчатая, 8 – реснитчатая

Края листовой пластинки отличаются по форме и размеру зубцов. Наиболее часто встречалась пильчато-зубчатая и зубчатая форма края листа, при этом часто зубцы были двойными (рис. 9, 10).

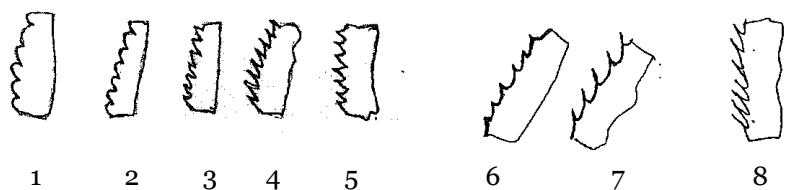


Рис. 9. Форма края листовой пластинки у вишни Маака: 1 – городчатая, 2 – пильчато-городчатая, 3 – пильчатая, 4 – пильчато-реснитчатая, 5 – пильчато-зубчатая, 6 – зубчатая, 7 – зубчато-реснитчатая, 8 – реснитчатая

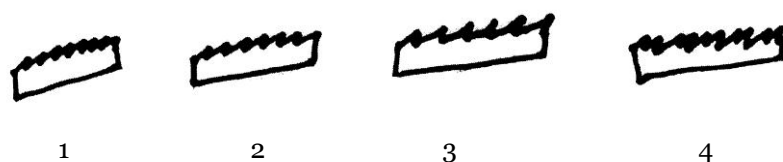


Рис. 10. Характер зазубренности края листовой пластинки у вишни Маака: 1 – мелкая (очень частая с длиной зубца 1–2 мм); 2 – средняя (часто расположенная на листовой пластинке с длиной зубца 2–3 мм); 3 – крупная (величина зубцов 4–5 мм длиной, и 3–4 мм шириной, достаточно редко расположенная на листовой пластинке); 4 – двойная (крупные длинные зубцы первого порядка, имеющие более мелкие зубцы расположенные на них)

Для данной популяции характерны растения с длиной листовой пластинки от 56.6 до 128.8 мм, с шириной от 25.6 до 55.2 мм (табл. 1). Длина черешка была в пределах от 7.5 до 22.5 мм. Самая низкая изменчивость наблюдалась по признакам «длина» и «ширина» листовой пластинки: они имели средний уровень изменчивости. Количество железок на черешке варьировало наиболее сильно, этот признак оказался самым нестабильным, чаще всего железки вообще отсутствовали.

Таблица 1

Изменчивость количественных признаков листовой пластинки вишни Маака

Признаки	Показатели	M±m	min	max	V%
Длина черешка, мм		13.9±0.14	7.25	22.5	15.5
Диаметр черешка, мм		1.34±0.02	0.8	3.5	25.5
Длина листовой пластинки, мм		95.3±0.75	56.6	128.8	13.1
Ширина листовой пластинки, мм		38.9±0.32	25.6	55.2	13.9
Количество железок на черешке листа, шт.		0.99±0.06	0	3.2	98.01

В процессе наших исследований установлено, что вишня Маака обладает значительным внутривидовым полиморфизмом, выраженном в размерах листа, черешка, количестве железок, форме края листа и величине зубчиков, различной степени опушенности верхней и нижней стороны листа. Проведенные исследования позволяют дополнить и расширить морфологические описания этого вида и выделить ряд новых признаков в качестве диагностических. Для исследуемой интродукционной популяций, характерны растения с длиной листовой пластинки от 9 до 10 см, шириной от 4 до 5 см, овальной формы, с удлинено заостренной верхушкой и округлым основанием, с опушением на верхней и нижней стороне листа и пильчато-зубчатой формой края листа.

Выводы

1. Выявлено значительное морфологическое разнообразие по форме листа, его основания и верхушки, величине и форме зубчатости краю листа,
2. Определены средние значения количественных признаков и диапазон их изменчивости, а также частоты встречаемости качественных признаков. Это позволяет установить место каждого конкретного образца во внутривидовом разнообразии вида и определить его ценность в качестве источника полезных признаков для практического использования.
3. По качественным признакам листа выявлен широкий диапазон разнообразия. По признаку форма листовой пластинки выделено 7 классов распределения, по окраске черешка – 5, по форме верхушки листовой пластинки – 5, по форме основания листовой пластинки – 4, по характеру зазубренности – 4 класса и 8 по форме края листа.
4. Установлено, что длина черешка, а также длина и ширина листовой пластинки имеют средний уровень изменчивости (13.1–15.5), диаметр черешка – повышенный (25.5%), а число железок – очень высокий уровень изменчивости (98.01%).
5. Установленное разнообразие позволяет уточнить диагноз вида по диапазону количественных и качественных признаков.

Список литературы

1. Формирование устойчивых интродукционных популяций / А.К. Скворцов, Ю.К. Виноградова, А.Г. Куклина и др. – М.: «Наука», 2005. – С. 342.

2. Еремин Г.В., Симагин В.С. Исследование систематического положения черемухи Маака *Padus maackii* (Rupr.) Kom. в связи с ее селекционным использованием // Науч.-техн. бюл. ВНИИР. – 1986. – Вып. 166. – С. 44–49.
3. Еремин Г.В. Систематика косточковых плодовых растений // Помология, т. III; Косточковые культуры, изд-во ВНИИСПК. – Орел, 2008. – С. 15–20.
4. Белозор Н.И. Северный и дальневосточные виды черёмух и перспективы их использования // Тр. по прикл. бот. и сел. – 1983. – Т. 77. – С. 98–103.
5. Встовская Т.Н., Коропачинский И.Ю. Определитель местных и экзотических древесных растений Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО РАН «Гео», 2003. – 667 с.
6. Сосудистые растения советского Дальнего Востока. Т. 8 / Отв. ред. С.С. Харкевич. – СПб.: Наука, 1996. – 383 с.
7. Усенко Н.В. Плодовые и ягодные растения лесов Дальнего Востока. – Хабаровск. 1956. – 143 с.
8. Ерёмин Г.В., Гасанов А.С. Новые декоративные сорта косточковых плодовых растений. – Челябинск: НПО «Сад и огород»: Челябинский дом печати, 2012. – 128 с.
9. Мичурин И.В. Принципы и методы работы. – М.–Л., 1939. – 656 с.
10. Атлас по описательной морфологии высших растений. Том.3 М. издательство «Наука» 1956. – 318с.
11. Классификатор рода *Padus* Mill. / Под ред. В.А. Корнейчук. – СПб: ВИР, 1993. – 28 с.
12. Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. – М.: Наука, 1973. – 283 с.

VARIABILITY OF LEAF FEATURES OF *PRUNUS MAACKII* RUPR.

A.V. Lokteva, V.S. Simagin

Central Siberian Botanical Garden of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 101, Zolotodolinskaya St, Novosibirsk, 630090, Russia
 E-mail: Lokteva30@mail.ru.

Variability of some leaf blade features of *Prunus maackii* Rupr. has been studied. The average values, limits and changeability level of quantity specification is defined as well as their distribution peculiarities in groups distinguished by the form of the leaf blade, the form of the top and base of the leaf blade, graft colour, downiness, the form and size of the notches at the leaf blade edge. The possible variations of some qualitative characters, used in description of the given species and species flocks are determined.

Key words: Polymorphisms, area, introduction, variation, range of variation, ornamental features.



УДК 581.47:582.675.1

СТРОЕНИЕ ПЛОДИКОВ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ *CLEMATIS* L., ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ В ВОЛГОГРАДЕ**А.В. Нирода¹,
О.А. Сорокопудова¹,
О.И. Коротков², О.О. Жолобова²**¹ Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет, Россия, 308015,
г. Белгород, ул. Победы, 85² Волгоградский региональный
ботанический сад, Россия, 400007,
г. Волгоград, пос. Металлургов, 68,
а/я 23E-mail: niroda.alla@yandex.ru;
sorokopudova@bsu.edu.ru;
vrbs@rambler.ru

Приведены результаты изучения морфологических особенностей плодиков 17 видов рода *Clematis* L. различного генетического происхождения. Изучены длина и ширина плодиков, их масса, длина стилодиев, форма, опушенность. Установлены отличия по величине плодиков, связанные с географическим местом интродукции ломоносов или их генетическим происхождением. Разработана 5-тиковая шкала для оценки величины плодиков видов ломоносов с выделением очень мелких, мелких, средних, крупных и очень крупных. Выявлены специфические особенности плодиков по форме и опушению у изученных видов.

Ключевые слова: виды *Clematis*, морфология, плоды, величина плодов, форма, опушение.

Введение

Род *Clematis* L. (ломонос, клематис, лозинка) объединяет около 300 видов, относящихся к семейству Ranunculaceae, подсемейству Ranunculoideae, трибе Anemoneae [1, 2]. Ломоносы широко распространены по всему миру, за исключением зон Антарктиды и Арктики. Многие виды являются лианами и широко используются в вертикальном озеленении. По некоторым данным интродукция *Clematis* берет свое начало с 16-го века [3].

Плодом, характерным для видов *Clematis*, является многоорешек – производное многолисточка; в плодиках число семязачатков в завязи редуцировалось до одного и утратился механизм вскрывания [4]. Многочисленные сухие, односемянные, невскрывающиеся плодики собраны в головки и имеют у различных видов короткий или длинный, в разной степени перисто-опушенный стилодий [5]. У некоторых представителей рода *Clematis* кроме фертильного семязачатка закладываются еще 2–5 стерильных [6]. Масса 1000 плодов варьирует от 0.2 до 30.2 г [7].

Некоторые исследователи – А.Н. Волосенко-Валенис [8], М.А. Бескаравайная, В.В. Ульянов [9], П.И. Ломонос [7] делят плодики ломоносов по величине на группы, чаще крупно-, средне- и мелкоплодные. Так, к первой группе относятся крупноплодные ломоносы – *C. lanuginosa* Lindl., *C. patens* Morr. et Decne., *C. parviflora* DC., *C. viticella* L. и др. – с величиной плодиков от 6×5 до 10×8 (12×10) мм (длина×ширина), ко второй группе – среднеплодные – *C. campaniflora* Brot., *C. flammula*, *C. fusca* Turd. и др. – с величиной плодиков от 5×3 до 6×5 мм; к третьей группе – мелкоплодные ломоносы – *C. tangutica* (Maxim.) Korsh., *C. orientalis* L., *C. heracleifolia* DC., *C. vitalba*, *C. brevicaudata* DC., *C. glauca* Willd., *C. ligusticifolia*, *C. serratifolia* Rehd., *C. virginiana* L. и др. – с величиной плодов от 3×1.5 до 5×3 мм. М.А. Бескаравайная отмечала, что литературные данные по величине плодиков часто отличаются в связи с различиями условий произрастания ломоносов (экологии), места произрастания (ареала), а также условиями конкретных лет [10].

Работы, посвященные исследованию морфологии плодиков ломоносов немногочисленны, наиболее подробное описание выполнено Н.А. Тонковой по дальневосточным видам *C. brevicaudata* и *C. serratifolia* [11], В.Э. Риекстиня, И.Р. Риекстиньш по 14 видам, интродуцированным ими в Эстонии [12] и М. Джонсоном по некоторым видам, культивируемым в Швеции [13]. В связи с вышеизложенным целью данной работы было изучение морфологических особенностей плодов 17 видов ломоносов, интродуцированных в Волгоградском региональном ботаническом саду ВРБС.

Материал и методы исследования

Исследования проведены в 2012 г. на кафедре биотехнологии и микробиологии НИУ «БелГУ». Объектами исследований являлись плоды 17 видов *Clematis* из 5 подродов, 6 секций: subg. *Campanella* – *C. orientalis*, *C. serratifolia* (sect. *Meclatis*); subg. *Clematis* – *C. brevicaudata*,

C. ligusticifolia, *C. peterae* Hand.-Mazz., *C. virginiana*, *C. vitalba* (sect. *Clematis*), *C. paniculata* J.F. Gmel (sect. *Novae-Zeelandiae*); subg. *Flammula* – *C. chinensis* Osbeck, *C. flammula*, *C. hexapetala* Pall., *C. mandshurica* Rupr., *C. recta* L. (sect. *Flammula*); subg. *Tubulosae* – *C. heracleifolia*; subg. *Viorna* – *C. fusca*, *C. viorna* L. (sect. *Viorna*), *C. integrifolia* L. (sect. *Integrifolia*), собранные с растений интродукционного участка ломоносов Волгоградского регионального ботанического сада в октябре 2012 г.

Микроморфологические исследования проведены в ЦКП «Диагностика структуры и свойств наноматериалов НИУ «БелГУ» на растровом ионно-электронном микроскопе Quanta 200 3D. Морфометрические параметры обработаны методами вариационной статистики. Названия изученных видов и таксонов других рангов приведены в соответствии с номенклатурой GRIN Taxonomy for Plants по классификации Ch. Grey-Wilson [14].

Результаты и их обсуждение

В связи с тем, что на формирование плодов большую роль оказывают различные средовые факторы, проведено морфологическое исследование плодиков, сформировавшихся в условиях степной зоны юго-востока Восточно-Европейской равнины с умеренно-континентальным климатом. Плодики ломоносов, собранные в конце сентября 2012 г., оценивали по форме, величине, массе, опушенности с учетом их генетического происхождения (табл.).

Таблица

Характеристика плодиков видов *Clematis*, 2012 г.

Виды	Под-роды/секции ²	Средняя величина орешков, мм		Отношение длины к ширине	Масса 1000 плодиков, г	Средняя длина стилодиев, мм	Длина плодиков по литературным данным ³ , мм
		длина	ширина				
<i>C. orientalis</i>	1/1	1.31±0.11	0.87±0.05	1.51	0.33	10.60±0.52	3-5 ^к
<i>C. serratifolia</i>	1/1	2.01±0.10	1.10±0.04	1.83	0.90	8.30±0.22	2.0 ^э ; 2.5-3.0 ^{дв} ; 3.0-5.0 ^к ; 2.5-3.0 ^ш
<i>C. brevicaudata</i>	2/2	0.46±0.03	0.36±0.02	1.28	0.10	4.20±0.14	2.0-3.5 ^{дв} ; 3.0-5.0 ^к ; 2.5-3.0 ^ш
<i>C. ligusticifolia</i>	2/2	3.05±0.11	1.91±0.06	1.60	1.15	28.52±0.34	3.0-5.0 ^к
<i>C. peterae</i>	2/2	3.66±0.08	2.17±0.04	1.69	2.33	15.10±0.94	3.0-4.0 ^ш
<i>C. virginiana</i>	2/2	1.92±0.09	1.16±0.06	1.66	0.89	4.73±0.18	3.0-5.0 ^к
<i>C. vitalba</i>	2/2	3.83±0.11	2.25±0.05	1.70	2.55	24.65±0.53	3.0 ^э ; 3.0-5.0 ^к ; 2.0-5.0 ^ш
<i>C. paniculata</i>	3/3	4.69±0.08	2.99±0.07	1.57	3.89	17.00±0.80	до 2.0 ^ш
<i>C. chinensis</i>	3/4	6.69±0.08	4.50±0.07	1.49	10.62	17.82±0.28	4.0 ^ш
<i>C. flammula</i>	3/4	4.72±0.11	3.07±0.06	1.54	5.20	16.80±0.48	5.0-6.0 ^к ; 3.0-4.0 ^ш
<i>C. hexapetala</i>	3/4	5.18±0.92	3.51±0.11	1.48	5.91	14.58±0.57	4.0 ^э
<i>C. mandshurica</i>	3/4	4.59±0.10	3.07±0.13	1.50	5.61	17.40±0.88	-
<i>C. recta</i>	3/4	6.68±0.11	4.13±0.05	1.62	11.00	15.57±0.73	5.0 ^э ; 4.0-6.0 ^ш
<i>C. heracleifolia</i>	4	3.01±0.07	2.00±0.06	1.51	1.45	9.17±0.43	3.0-5.0 ^к
<i>C. fusca</i>	5/5	3.88±0.21	3.32±0.24	1.17	2.09	21.88±0.91	6.0 ^э ; 5.0-6.0 ^к ; 5.0 ^ш
<i>C. viorna</i>	5/5	8.73±0.34	6.99±0.24	1.25	21.45	20.50±0.34	12.0 ^э ; 3.0-6.0 ^ш
<i>C. integrifolia</i>	5/6	4.88±0.07	3.66±0.10	1.33	3.88	33.38±0.72	5.0 ^э ; 5.0-6.0 ^ш

Примечания: ¹ подроды: 1 – *Campanella*, 2 – *Clematis*, 3 – *Flammula*, 4 – *Tubulosae*, 5 – *Viorna*; ² секции: 1 – *Meclatis*, 2 – *Clematis*, 3 – *Novae-Zeelandiae*, 4 – *Flammula*, 5 – *Viorna*, 6 – *Integrifoliae*; ³ индекс: ^ш – в Швеции [13], ^э – в Эстонии [12], ^к – в Крыму [8], ^{дв} – на Дальнем Востоке [11].

При сравнении экспериментальных данных величины плодиков с литературными выявлены отличия у ряда видов, связанные с географическим местом интродукции ломоносов или их генетическим происхождением. Так, у всех видов независимо от генетического происхождения в Волгограде формировались более мелкие плодики, чем в Крыму (показатели которых можно сравнить с имеющимися литературными – у видов *C. orientalis*, *C. serratifolia*, *C. ligusticifolia*, *C. virginiana*, *C. vitalba*, *C. heracleifolia*). У видов секций *Meclatis*, *Clematis* и *Integrifoliae* (*C. serratifolia*, *C. peterae*, *C. vitalba*, *C. integrifolia*) плодики имели показатели длины, сопоставимые с плодиками, формирующимися в условиях северо-западной Евразии (Эстония, Швеция). У видов секции *Viorna* (*C. fusca*, *C. viorna*) в условиях Прибалтики формировались более крупные семена, чем в Волгограде, однако у представителей секций *Novae-Zeelandiae* (*C.*

paniculata) и *Flammula* (*C. chinensis*, *C. flammula*, *C. hexapetala*, *C. recta*) более крупные плодики формировались в Волгограде, а не на северо-западе Евразии. Отмечено формирование очень мелких, явно нежизнеспособных семян у северо-восточно-азиатского вида *C. brevicaudata*.

Спелые орешки ломоносов имеют более или менее длинные, опушенные, сохраняющиеся стилодии в апикальной части. В целом у изученных видов средняя длина орешков варьировала от 1.3 до 8.7 мм, ширина – от 0.9 до 7.0 мм. Выявлена сильная прямая связь между длиной и шириной орешков ($r=0.99$), величиной орешков и их массой ($r=0.93$), средняя прямая связь между длиной орешков и длиной стилодиев ($r=0.37$). Длина стилодиев варьировала от 4.7 до 33.4 мм, масса 1000 шт. плодиков с выполненными семенами – от 0.3 до 21.4 г.

Специалистами выявлена прямая связь между величиной плодиков и длительностью периода покоя, необходимого для прорастания семян [12]. Так как большинство изученных видов ломоносов относятся к группе мелкоплодных по средним параметрам, но варьирующих в широких пределах, нами составлена 5-кодовая шкала, в которой плодики более равномерно и детально разделены по длине. В данной шкале к очень мелким отнесены плодики длиной до 1.5 мм (вид *C. orientalis* секции *Meclatis*), мелким – с длиной до 3.0 мм (виды *C. serratifolia* и *C. virginiana* секции *Clematis*), средним – с длиной от 3.0 до 6.0 мм (виды *C. ligusticifolia*, *C. peterae*, *C. vitalba* секции *Clematis*, *C. paniculata* секции *Novae-Zeelandiae*, *C. flammula*, *C. hexapetala*, *C. mandshurica* секции *Flammula*, *C. heracleifolia* подрода *Tubulosae*, *C. fusca* секции *Viorna*, *C. integrifolia* секции *Integrifoliae*), крупным – плодики с длиной от 6.0 до 7.5 мм (у *C. chinensis*, *C. recta* секции *Flammula*) и очень крупным – от 7.5 и более мм в длину (у *C. viorna* секции *Viorna*). Из-за явления гетерокарпии, обусловленной большим числом факторов, в разные годы величина плодиков, как и семенная продуктивность, может отличаться, вследствие чего возможен переход некоторых видов по средним параметрам плодиков в соседние группы.

Окраска спелых плодиков чаще буроватая с различными оттенками желтого, красного, зеленого и черного цвета. Их форма отличается у видов и может быть овальной (эллипсоидной) – у *C. orientalis*, *C. serratifolia*; *C. peterae*, *C. virginiana*, *C. vitalba*, *C. chinensis*, округлой – у *C. brevicaudata*, яйцевидной – у *C. ligusticifolia*, *C. paniculata*, *C. mandshurica*, *C. heracleifolia*, обратнойяйцевидной – у *C. flammula*, *C. hexapetala*, *C. recta*. Плодики видов *C. fusca*, *C. viorna* и *C. integrifolia* более округлые (см. табл.), варьируют по форме и могут быть овальными, яйцевидными и широкояйцевидными; у видов *C. viorna* и *C. integrifolia* встречаются еще и округлые плодики (рис. 1, 2).

Плодики снаружи опушены и окаймлены симметричными по длине крыловидными выростами. Более густые и длинные волоски характерны для представителей секций *Meclatis*, *Clematis* и *Integrifoliae* (см. рис. 2). При микроскопическом сканировании поверхности плодиков лучше заметны различия в характере опушения. У видов секции *Clematis* трихомы экзокарпия различаются длиной и густотой в разных частях. У представителя секции *Novae-Zeelandiae* – *C. paniculata* – трихомы короткие, едва заметны без увеличения (рис. 2 ж). У вида *C. heracleifolia* подрода *Tubulosae* редкие трихомы без увеличения незаметны (рис. 2 н). Виды ломоносов секции *Viorna* отличаются густотой опушения: у плодиков *C. fusca* опушение войлочное (рис. 2 о), у *C. viorna* трихомы более короткие и редкие (рис. 2 р).



Рис. 1. Плодики видов ломоносов в порядке увеличения их длины: 1 – *C. brevicaudata*; 2 – *C. orientalis*; 3 – *C. virginiana*; 4 – *C. serratifolia*; 5 – *C. heracleifolia*; 6 – *C. ligusticifolia*; 7 – *C. peterae*; 8 – *C. vitalba*; 9 – *C. fusca*; 10 – *C. mandshurica*; 11 – *C. paniculata*; 12 – *C. flammula*; 13 – *C. integrifolia*; 14 – *C. hexapetala*; 15 – *C. recta*; 16 – *C. chinensis*; 17 – *C. viorna*

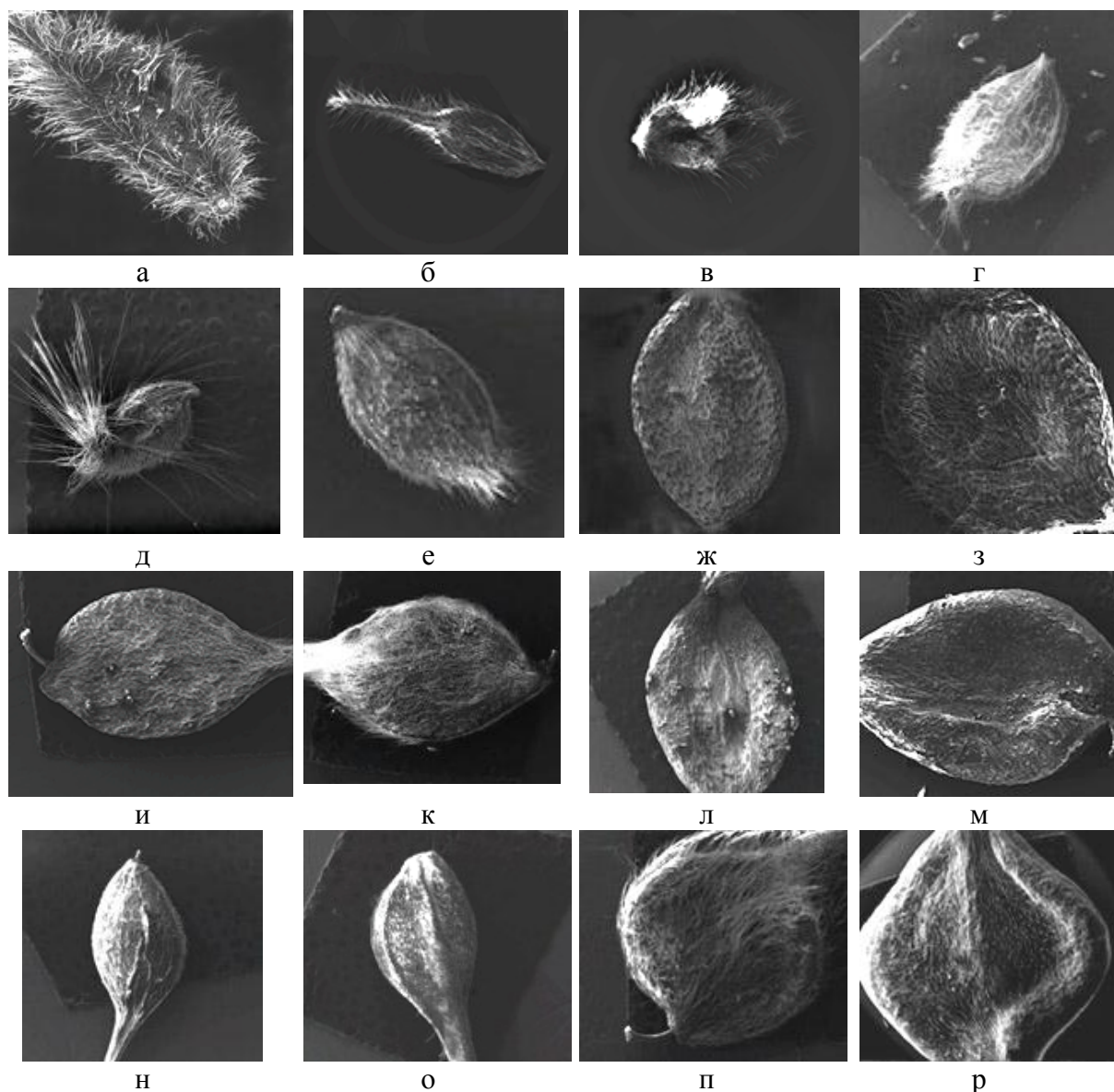


Рис. 2. Строение поверхности плодиков *Clematis* L.:
 а – *C. orientalis*; б – *C. serratifolia*; в – *C. ligusticifolia*; г – *C. peterae*; д – *C. virginiana*;
 е – *C. vitalba*; ж – *C. paniculata*; з – *C. chinensis*; и – *C. flammula*; к – *C. hexapetala*;
 л – *C. mandshurica*; м – *C. recta*; н – *C. heracleifolia*; о – *C. fusca*; п – *C. integrifolia*;
 р – *C. viorna*. Увеличение: а – $\times 100$; б–п – $\times 50$; р – $\times 34$

Заключение

Таким образом, выявлены морфологические особенности плодиков у 17 видов ломоносов, сформировавшихся в условиях юго-востока Восточно-Европейской равнины. Наиболее мелкие плодики формируются у представителей секции *Meclatis* подрода *Campanella*, более крупные – у видов секции *Flammula* подрода *Flammula* и секций *Viorna* и *Integrifoliae* подрода *Viorna*. Установлены отличия по величине плодиков у ряда видов, связанные с географическим местом интродукции ломоносов или их генетическим происхождением. Так, у всех видов независимо от генетического происхождения в Волгограде формировались более мелкие плодики, чем в Крыму. У видов секций *Meclatis*, *Clematis* и *Integrifoliae* плодики имели показатели длины, сопоставимые с плодиками, формирующимися в условиях северо-западной Евразии (Эстония, Швеция). У видов секции *Viorna* в условиях Прибалтики формировались более крупные семена, чем в Волгограде, однако у представителей секций *Novae-Zeelandiae* и *Flammula* более крупные плодики формировались в Волгограде, а не на северо-западе Евразии.

Установлена сильная прямая связь между длиной и шириной орешков ($r=0.99$), величиной орешков и их массой ($r=0.93$), средняя прямая связь между длиной орешков и длиной стилодиев ($r=0.37$).



Разработана 5-кодовая шкала для оценки величины плодиков видов ломоносов, в которой к очень мелким отнесены плодики длиной до 1.5 мм, мелким – с длиной от 1.5 до 3.0 мм, средним – с длиной от 3.0 до 6.0 мм, крупным – плодики с длиной от 6.0 до 7.5 мм и очень крупным – с длиной более 7.5 мм в длину.

Выявлены специфические особенности плодиков изученных видов по форме и опушению, имеющие диагностическое значение при идентификации видов по семенам.

Список литературы

1. Луферов А.Н. Сем. Ranunculaceae Juss. // Сосудистые растения советского Дальнего Востока. – Л.: Наука, 1995 – Т. 7. – С. 9.
2. Ломонос П.Н. Клематисы. – Минск: Красико-Принт, 2007. – 110 с.
3. Ильина В.В. Выращиваем клематисы на дачном участке. – М.: ЗАО «Фитон+», 2011. – 176 с.
4. Левина Р.Е. Морфология и экология плодов. – Л.: Наука, 1987. – 160 с.
5. Бескаравайная М.А. Клематисы. – М: Росагропромиздат, 1991. – 189 с.
6. Сравнительная анатомия плодов. Т. 2. Двудольные. Magnoliidae, Ranunculidae / Гл. редактор А.Л. Тахтаджян. – Л.: Наука, 1988. – С. 255 с.
7. Ломонос П.Н. Клематисы в вашем саду. – Минск: Ураджай, 1985. – 111 с.
8. Волосенко-Валенис А.Н. Селекция клематиса в Крыму // Тр. Гос. Никит. ботан. сада. – Ялта, 1971. –Т. 44. –С. 127–151.
9. Бескаравайная М.А., Ульянов В.В. Размножение клематиса в Государственном Никитском ботаническом саду // Экспресс-информация «Озеленение населенных мест». – М.: ЦБНТИ Минжилкомхоза РСФСР. – 1980. – Вып. 2. – №11.
10. Бескаравайная М.А. Клематисы – лианы будущего. – Воронеж: «Кварта», 1998. – 176 с.
11. Тонкова Н.А. Прорастание плодов и начальные этапы онтогенеза *Clematis brevicaudata* DC. и *C. serratifolia* Render // Вестник КрасГАУ. Растениеводство. – К.: «Красноярский государственный аграрный университет», 2010. – № 12. – С. 48–52
12. Риекстиня В.Э., Риекстиныш И.Р. Клематисы. – Л: Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1990. – 287 с.
13. Johnsons M. The Genus *Clematis*. – Plantskola, 2001. – 896 p.
14. GRIN Species Records of *Clematis*. Germplasm Resources Information Network // United States Department of Agriculture. – URL: <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/splist.pl?2682> (дата обращения 11.10.2012).

THE STRUCTURE OF SEEDS OF SOME SPECIES OF *CLEMATIS*L., INTRODUCED IN VOLGOGRAD

**A.V. Niroda¹, O.A. Sorokopudova¹,
O.I. Korotkov², O.O. Zholobova²**

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

Volgograd Regional Botanic Garden, Metallurgov settlement, 68, Volgograd, 400007, Russia

*E-mail: niroda.alla@yandex.ru;
sorokopudova@bsu.edu.ru;
vrbs@list.ru*

This article contains the results of studying the morphological characteristics of fruitlets 17 species of the genus *Clematis* different genetic origin. Explored the length and width of the fruitlets, their weight, length stiloidev, shape, trichomes. The differences in parameters fruitlets related to a geographical location of cultivation of *Clematis* or their genetic origin. Developed a 5 - code scale for estimating the fruitlets of species *Clematis* with the release of very small, small, medium, large and very large. Specificity of fruitlets in shape and characterization of trichomes was found in the studied species.

Keywords: species of *Clematis*, morphology, fruits, size, shape, trichomes.

УДК [582.573.21:631.52](470.325)

ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ИНТРОДУКЦИИ НАРЦИССОВ В УСЛОВИЯХ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ¹

А.С. Воробьёва

Ботанический сад Белгородского
государственного национального исследовательского университета,
Россия, 308015, г. Белгород,
ул. Победы, 85

E-mail: Vorobjeva_a@bsu.edu.ru

Статья посвящена обобщению результатов исследований видов и сортов рода *Narcissus*, культивированных в Ботаническом саду Белгородского государственного национального исследовательского университета. Дана оценка перспективности видов и сортов нарциссов в условиях Белгородской области. Содержит рекомендации по использованию видов и сортов нарциссов различного происхождения.

Ключевые слова: нарцисс, перспективность, оценка, зимостойкость, вредители.

Введение

Нарциссы относятся к числу популярных ранневесенних луковичных культур, которые сравнительно неприхотливы в культуре и широко используются в садовом дизайне и для выгонки в зимнее время. Тем не менее, в озеленении городов Средней полосы России нарциссы мало распространены и практически не используются в весенних цветочных композициях. Объясняется это, главным образом, отсутствием достаточного количества сортового посадочного материала и недостаточной изученностью поведения интродуцированных сортов в новых для них условиях выращивания [1]. Однако, в некоторых ботанических садах России ведется успешная работа по интродукции нарциссов – в г. Москве [2, 3, 4], Санкт-Петербурге [5, 6], Воронеже [7], Новосибирске [8], Владивостоке [9]. Ведется изучение биоморфологии растений нарциссов в учреждениях Москвы [10], Санкт-Петербурга, Сочи [11], Перми [12], Бердска [13], Барнаула [14]. Изучению закономерностей морфогенеза нарциссов посвящены работы Г.Е. Капинос [15], Ф.М. Куперман [16]. В ближнем зарубежье сортоизучение проводится на Украине [17, 18], в Белоруссии [19,20], Молдавии [21], Киргизии [22]. По результатам сортоизучения во многих регионах России разработан ассортимент нарциссов, отвечающий требованиям промышленного цветоводства. Разработаны рекомендации выращивания посадочного материала для юга России и Нечерноземья [11]. Разработаны современные методы размножения нарциссов *in vitro* в Японии [23], России [24], Венгрии [25]. Некоторые особенности выгонки нарциссов изучены в ГБС РАН [14, 26]. Однако ассортимент нарциссов ежегодно пополняется новыми оригинальными сортами, происходит сортосмена материала. Известно, что одни и те же сорта растений в различных природных зонах могут иметь различные морфологические характеристики.

Несмотря на популярность нарциссов в мире и России, на юге Среднерусской возвышенности в Белгородской обл. они слабо представлены в озеленении населенных пунктов. В связи с вышеизложенным целью данного исследования являлось выявление перспективных видов и сортов рода *Narcissus* для обогащения ассортимента декоративных растений в г. Белгороде и Белгородской области.

Объект и методы исследования

В настоящий момент в Ботаническом саду НИУ «БелГУ» интродукционные исследования проводятся на коллекции, представленной 5 видами: нарцисс бумажный (*Narcissus papyraceus* Ker Gawl.), нарцисс узколистный (*Narcissus angustifolius* Curtis), нарцисс цикламеновидный (*Narcissus cyclamineus* DC.), нарцисс поэтический (*Narcissus poeticus* L.), нарцисс карликовый (*Narcissus minor* L. var. *pumilus* Salisb.) и 26 сортами различного происхождения, принадлежащих к 7 разделам международной садовой классификации нарциссов [27]:

- раздел I. Трубочатые: 'All Glory', 'Dutch Master', 'Golden Harvest', 'Magnificence', 'Music Hall';
- раздел II. Крупнокорончатые: 'Aranjuez', 'Brunswick', 'Carbineer', 'Celebrity', 'Flora's Favourite', 'Flower Record', 'Gertie Millar', 'Ice Follies', 'Mrs. R.O. Bockhouse', 'Passionale', 'Sir Watkin', 'Tunis';
- раздел III. Мелкокорончатые: 'Snow Princess';

¹ Исследования выполнены в рамках реализации проекта по направлениям развития науки, технологий и техники «Инициатива» в НИУ «БелГУ» (приказ от 12.09.2012 г. № 591-ОД).



- раздел IV. Махровые: 'Inglescombe', 'Rip Van Winkle', 'Sulphur Phoenix', 'Tahiti', 'White Lion';
- раздел VI. Цикламеновидные: 'Tete a Tete';
- раздел IX. Поэтические: 'Ornathus Maximus';
- раздел XI. Разрезнокорончатые: 'Split'.

Для отбора перспективных видов и сортов нарциссов, интродуцированных в ботаническом саду, нами проведена оценка их хозяйственно-биологических и декоративных свойств по методике, разработанной в отделе цветоводства Главного ботанического сада им. Н.В. Цыцина [28].

Результаты исследования и их обсуждение

Согласно методике оценки успешности интродукции растений учитывался комплекс признаков, которые отражают особенности роста, развития и состояния растений при интродукции, имеющих наиболее существенное значение для практического применения. К числу этих признаков относятся: способность к семенному размножению; способность к вегетативному размножению; общее состояние растений и продуктивность их цветения; устойчивость растений по отношению к болезням и вредителям; состояние растений после перезимовки.

Каждый из признаков оценивали по 3-балльной шкале, где балл 1 означает отсутствие исследованного признака (например, способности к семенному размножению), баллы 2 и 3 соответствовали степени выраженности признаков. Комплексная оценка видов и сортов производилась путем суммирования средних показателей по всем признакам, изученным в течение 1–3 лет на 5–10 растениях каждого вида и сорта (виды *Narcissus angustifolius*, *Narcissus cyclamineus*, *Narcissus minor* var. *pumilus*, *Narcissus papyraceus*, *Narcissus poeticus* изучали по мере поступления в коллекцию). В зависимости от полученной суммы баллов виды и сорта отнесены к одному из трех типов по успешности интродукции и перспективности в культуре: малоперспективные (5–8 баллов), перспективные (9–12 баллов), очень перспективные (13–14 баллов).

Семенное размножение необходимо для возобновления видов, сохранения биоразнообразия и в селекционных целях. По признаку «способность к семенному размножению» баллом 1 нами оценивались виды, у которых семеношение отсутствует; баллом 2 – виды с ограниченным семеношением (семена малочисленные); баллом 3 – виды и сорта нарциссов с обильным плодоношением.

При оценке способности к вегетативному размножению учитывалась естественная продуктивность видов и сортов, с учетом их коэффициента размножения за 3 года ежегодно образующихся побегов возобновления. Балл 3 присваивался наиболее продуктивным видам и сортам имеющим максимальное число побегов, балл 1 – наименее продуктивным.

Общее состояние растений и продуктивность их цветения являются важными признаками, отражающими приспособленность растения в условиях культуры и их декоративность. При этом баллом 1 оценивались растения маломощные, не достигающие в культуре присущих им размеров, не регулярно цветущие; растения со средними характеристиками оценивались в 2 балла; 3 балла присваивали растениям с наиболее мощными побегами, отличающиеся обильным цветением.

По признаку «устойчивость к болезням и вредителям» учитывали поражаемость растений возбудителями болезней в конце вегетации и повреждаемость растений вредителями. В годы исследований не было обнаружено повреждений листьев и луковиц нарциссов болезнями; из вредителей отмечено поедание бутонов и цветков жуком оленкой – бронзовкой мохнатой (*Epicometis hirta*). Поэтому мы учитывали только повреждение листочков околоцветника жуком оленкой и оценивали его по 3-балльной системе. Баллом 1 оценивали растения, у которых к концу вегетации было повреждено >75% листочков околоцветника. Баллом 2 оценивали виды и сорта, листочки околоцветника которых повреждались на 50–75%. Балл 3 присваивали растениям, у которых к концу вегетации было повреждено до 50% листочков околоцветника. Когда период цветения нарциссов выпадал в жару (2013 г.) – оленка практически съедала все цветки нарциссов, независимо от вида и сорта. В 2011 г. было минимальное поедание цветков жуком оленкой.

Состояние растений после перезимовки оценивали по условиям зимы, особенностям позднеосеннего и ранневесеннего периодов. Плохое состояние (1 балл) отмечали, когда растения повреждались низкими температурами или наблюдалось выпадение более половины побегов; среднее состояние (2 балла) отмечали при единичных выпадках за годы исследований; хорошее (3 балла) – у видов и сортов, выпадов у которых не наблюдалось.

Оценку лучших видов (по выделенным группам) производили путем суммирования показателей по всем изученным признакам. Суммарная оценка видов позволила отнести их к одному из трех типов по успешности интродукции и перспективности в культуре: малоперспек-

тивные МП (5–8 баллов); перспективные П (9–12 баллов); очень перспективные ОП (13–14 баллов) (табл.).

Таблица

Оценка перспективности видов и сортов нарциссов при интродукции в Белгородской области

Вид, сорт	Классификация	Способность к семенному размножению	Способность к вегетативному размножению	Общее состояние растения и продуктивность его цветения	Устойчивость к вредителям	Состояние растений после зимы*	Суммарная оценка	Перспективность
<i>Narcissus angustifolius</i>	XIII	1	2	2	1	3	9	П
<i>N.cyclamineus</i>	VI	1	2	3	1	3	10	П
<i>N. minor</i> var. <i>pumilus</i>	XIII	1	2	3	1	3	10	П
<i>N. papyraceus</i>	XIII	1	2	2	1	3	9	П
<i>N. poeticus</i>	IX	1	3	3	1	3	11	П
All Glory	I	2	1	3	1	3	10	П
Dutch Master	I	1	1	3	1	3	9	П
Golden Harvest	I	2	2	3	1	3	11	П
Aranjuez	II	2	1	3	1	3	10	П
Brunswick	II	2	2	3	1	3	11	П
Carbineer	II	1	2	3	1	3	10	П
Celebrity	II	2	2	3	1	3	11	П
Gertie Millar	II	2	2	3	1	3	11	П
Ice Follies	II	2	2	3	1	3	11	П
Passionale	II	2	2	3	1	3	11	П
Sir Watkin	II	1	1	3	1	3	9	П
Tunis	II	1	1	3	1	3	9	П
Snow Princess	III	2	3	3	1	3	12	П
Inglescombe	IV	1	3	3	1	3	11	П
Tahiti	IV	1	1	3	1	3	9	П
Oranthis Maximus	IX	1	3	3	1	3	11	П
Split	XI	2	1	3	1	3	10	П

*При укрытии растений на зиму торфом, соломой, опавшими листьями или другим влаго- и воздухопроницаемым материалом.

По результатам исследований все исследуемые виды и сорта относятся к перспективными. В условиях Белгорода выделены сорта, которые имели наиболее высокорослые цветоносы около 31 и более см – ‘All Glory’, ‘Aranjuez’, ‘Gertie Millar’, ‘Golden Harvest’, ‘Inglescombe’, ‘Oranthis Maximus’ и ‘Sir Watkin’ можно рекомендовать для выращивания на срезку и выгонку.



Высокой привлекательностью отличались сорта ‘Dutch Master’, ‘Ice Follies’, ‘Passionale’, ‘Rip Van Winkle’, ‘Tahiti’, ‘Tete a Tete’, ‘White Lion’, которые целесообразно использовать в садах непрерывного цветения (рис. 1).

Рис. 1. Цветение нарциссов: а – ‘Inglescombe’, б – ‘Dutch Master’

Заключение

На основании проведенных исследований дана оценка перспективности видов и сортов нарциссов, интродуцированных в Белгороде. Для любительского цветоводства могут быть рекомендованы все исследованные виды и сорта. Высокорослые сорта ‘All Glory’, ‘Aranjuez’, ‘Gertie Millar’, ‘Golden Harvest’, ‘Inglescombe’, ‘Oranthis Maximus’ и ‘Sir Watkin’ можно рекомендовать для вы-



ращивания на выгонку и срезку. Высокодекоративные сорта 'Dutch Master', 'Ice Follies', 'Passionale', 'Rip Van Winkle', 'Tahiti', 'Tete a Tete' и 'White Lion' целесообразно использовать в садах непрерывного цветения. Для регулярного цветения нарциссов в Белгородской области следует укрывать на зиму утепляющими материалами – торфом, компостом, опилками и др.

Таким образом, изученная нами культура может получить широкое распространение в Белгороде и Белгородской области, пополнив тем самым ассортимент декоративных многолетних растений новыми видами и сортами.

Список литературы

1. Куликов И.М., Шевкун А.Г. Интродукция, изучение и современные методы размножения сортов нарцисса гибридного в ГНУ ВСТИСП // Субтропическое и декоративное садоводство / ВНИИ цветоводства и субтропических культур РАСХН. – 2010. – Т. 2. – №43. – С. 30–34
2. Зайцева Е.Н., Тимохина Е.Т. Нарциссы с розовой окраской коронки цветка в коллекции ГБС АН СССР // Интродукционное изучение и основы селекции декоративных растений. – М.: Наука, 1988. – С. 31–38.
3. Тимохина Е.Т. Интродукция разрезнокорончатых нарциссов в ГБС АН СССР / Бюл. ГБС. Вып.166. – М.: Наука, 1991. – С. 28–32.
4. Культурная флора травянистых декоративных многолетников средней полосы России / Р.А. Карпионова, И.Ю. Бочкова, И.В. Васильева и др. – М.: Фитон+, 2011. – 432 с.
5. Артюшенко З.Т. Амариллисовые СССР. Морфология, систематика и использование. – СПб.: Наука, 1970. – 178 с.
6. Декоративные травянистые растения для открытого грунта СССР. Справ. пособ. / Под ред. Н.А. Аврорина. – Л.: Наука, 1977. – 330 с.
7. Карташова Л.М. Интродукция нарциссов в Воронежском Ботаническом саду // Проблемы интродукции и экологии Центрального Черноземья. – Воронеж: Воронеж. гос. ун-т. 1997. – С. 17–20.
8. Декоративные растения для Сибири. Краткие итоги интродукции цветочных и газонных растений / Под ред. К.А. Соболевской. – Новосибирск: Наука, 1975. – 174 с.
9. Недолужко А.И. Тюльпаны и нарциссы на Дальнем Востоке // Цветоводство. – 1991. – № 5. – С. 12–13.
10. Ипполитова Н.Я. Нарциссы. – М.: Кладезь-Букс, 2006. – 92 с.
11. Школьная З.П. Нарциссы. Для цветочных хозяйств // Цветоводство. – 1986. – №2. – С. 22–23.
12. Моторина Н.А. Интродукционное изучение нарцисса в республике Коми // Тр. Коми науч. центра УрО РАН. – 1997. – №150. – С. 55–65.
13. Потапенко Р.Ф. Нарциссы в Новосибирской области. Рекомендации. – Новосибирск, 1981. – 38 с.
14. Мухина О.А. Совершенствование ассортимента ранневесенних луковичных и клубнелуковичных цветочных культур в условиях лесостепной зоны Алтайского края: Автореф. дис... канд. с.-х. наук. – Барнаул, 2004. – 14 с.
15. Капинос Г.Е. Морфогенез нарциссов на Апшероне // Морфогенез растений. – М.: МГУ, 1961. – Т. 2. – С. 168–171.
16. Куперман Ф.М. Морфофизиология растений. – М.: Высш. шк., 1977. – 288 с.
17. Баканова В.В. Цветочно-декоративные многолетники открытого грунта. – Киев: Наукова думка, 1984. – 154 с.
18. Декоративные растения открытого и закрытого грунта. Справочник / Под ред. А.М. Гродзинского. – Киев: Наукова думка, 1985. – 664 с.
19. В помощь цветоводу-любителю / О.Н. Цитович, Э.А. Бурова, И.Е. Ботяковский и др. – Минск: Полымя, 1985. – 160 с.
20. Завадская Л.В. Нарциссы. – М.: Издательский Дом МСП, 2003. – 64 с.
21. Загорча Е.К. Интродукция и сортоизучение нарциссов в Молдавии // Интродукция растений и озеленение. – Кишинев, 1987. – С. 25–32.
22. Денисова Л.Я. Сортоизучение нарциссов в условиях Ботанического сада АН Киргизской ССР // Вегетативное размножение и интродукция цветочно-декоративных растений в Киргизии. – Фрунзе, 1987. – С. 51–57.
23. Hosoki T., Asahira T. In vitro propagation of narcissus // HortScience. – 1980. – Vol. 15. – Pp. 602–603.
24. Выхристова Г.Н. Клональное микроразмножение нарциссов // Науч. тр. НИИ горного садовод, и цветовод. – 1984 – №31. – С. 101–105.
25. Kamamne M., Andrea P. A narcizz mikroszapontasa // Kertesz es elelmiszertip. edy. koze. – 1989. – №52. – S. 99–107.
26. Былов В.Н., Зайцева Е.Н. Выгонка цветочных луковичных растений. – М.: Наука, 1990. – 240 с.
27. Daffodils at the Royal Horticultural Society. 2008–2012. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.daffodil.org.nz/daffodilinfo/divisiondesc.php>.
28. Былов В.Н., Карпионова Р.А. Принципы создания и изучения коллекции малораспространенных декоративных многолетников // Бюллетень Главного ботанического сада. – М.: Наука, 1978. – Вып. 107. – С. 77–82.



AN ESTIMATION OF NARCISSUS INTRODUCTION PROSPECTS IN THE CLIMATE CONDITIONS OF BELGOROD REGION

A.S. Vorobjeva

*Botanic Garden of Belgorod State National
Research University, 85 Pobedy St, Bel-
gorod, 308015, Russia*

E-mail: Vorobjeva_a@bsu.edu.ru

The article is dedicated to a generalization of research results of species and kinds of Narcissus that are cultivated in Belgorod State National Research University Botanic Garden. An estimation of narcissus introduction prospects in the climate conditions of Belgorod region is presented in the article. It contains some recommendations on how to cultivate the species and kinds of Narcissus of different origin.

Key words : narcissus, prospects, estimation, winter hardiness, pest.



УДК 631.879.41

ПЛОДОНОШЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА *AMORPHA*. ВО ВТОРИЧНОМ АРЕАЛЕ¹**Ю.К. Виноградова¹,
А.Г. Куклина¹, Е.В. Ткачева²**

¹ Главный ботанический сад
им. Н.В. Цицина Российской академии
наук (ГБС РАН), Россия, 127276,
г. Москва, ул. Ботаническая, д. 4
E-mail: gbsad@mail.ru

² Библиотека по естественным наукам
Российской академии наук (БЕН РАН),
Россия, 119991, г. Москва, ул. Знаменка,
11/11
E-mail: katyusha_2009@mail.ru

Описана история культивирования шести видов рода *Amorpha*. Изучено плодоношение 11 образцов *Amorpha* из России и Венгрии. Выявлена внутривидовая изменчивость ряда диагностических признаков: числа плодов, их размера, характера опушения вегетативных и генеративных органов и др.

Ключевые слова: Аморфа, плод, опушение, изменчивость.

Введение

Род аморфа (*Amorpha* L., Fabaceae) включает ~15 видов листопадных кустарников, обитающих в умеренных регионах Северной Америки. Листья очередные, непарноперистосложные, в разной степени опушенные. Верхушечное соцветие состоит из нескольких узких многоцветковых кистей. Цветки мелкие, обычно темно-фиолетовые. Чашечка колокольчатая, с точечными железками, с 5 зубцами. Венчик состоит из широкого паруса с коротким ноготком, весла и лодочка не выражены. Тычинок 10, со сросшимися тычиночными нитями. Плод – короткий нераскрывающийся боб с железками в виде бородавочек. Основными диагностическими признаками в роде *Amorpha* L. служат форма и размер плодов и зубцов чашечки, а также тип опушения.

Самым распространенным видом является аморфа кустарниковая (*A. fruticosa* L.), естественный ареал которой находится в США: шт. Северная Каролина, Индиана, Айова, Миссури, Небраска, Канзас [1]. Кустарник высотой 2–3 м, молодые ветви с короткими прижатыми волосками. Листья длиной 25–30 см состоят из 11–25 эллиптических листочков (длиной 1.5–4.0 см, шириной 0.6–1.8 см). На поверхности листочков темные железки, на вершине – заостренный короткий шипик, по краю – опушение. Цветки обычно на 3-х узких кистях длиной 7–15 см. Прицветники мелкие чешуевидные. Чашечка колокольчатая, с 5 зубцами. В литературных источниках имеются разногласия при описании формы и размеров зубцов чашечки. Одни авторы считают, что чашечка имеет 4 верхних коротких и 1 нижний длинный и острый зубец [2, 3], другие – что чашечка имеет 2 верхних коротких широкотреугольных зубца и 3 нижних узких и длинных [1]. Плоды – почковидные выгнутые бобы, размеры которых сильно варьируют: в одних источниках длина 5–7 мм и ширина 2 мм [3], в других – длина 3–4 мм и ширина 1.5 мм [1]. Нет единства и в отношении числа семян в плоде: их 2 [2], либо 1 [1], либо 1–2 [3]. Ввиду высокого внутривидового разнообразия таксономия *A. fruticosa* довольно запутанна. Выделяют различные «мелкие виды», подвиды, формы, а также гибридогенные комплексы с неопределенным таксономическим статусом, возникшие как в Америке, так и во вторичном ареале, например, в Европе [4].

Другой вид – аморфа калифорнийская (*A. californica* Nutt.) естественно обитает в США (шт. Калифорния, Аризона, Нью-Мексико) и Северной Мексике, растет в горах, поднимаясь до высоты 1500 м над ур. м. [1, 5]. В природе это кустарник высотой 1–3 м, стебли и листья практически голые [6, 7]. Согласно «Флоре Северной Америки» [2], аморфа калифорнийская – опушенное растение. У нее шелковистые волоски на черешках и вдоль жилок на нижней стороне листа. Листья длиной 9–20 см, с 11–17 листочками. На тупой вершине листочка отсутствует шипик, но есть небольшая выемка. Прилистник широкий. Цветки сидят на кистях длиной до 28 см [1]. Прицветник заостренный ланцетный. Чашечка опушена ресничками, все ее зубцы

¹ НИР проведена при поддержке Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Живая природа: современное состояние и проблемы развития».

короткие [2], либо 2 верхних зубца немного шире и короче остальных. Бобы с выгнутой спинкой длиной ~6 мм [1].

Аморфа метельчатая (*A. paniculata* Torr. et Gray) родом из США (от Арканзаса до Техаса). Растение покрыто серым войлочным опушением. На сложном листе 14–16 [2], либо 15–19 листочков [6]. Лист длиной 20–35 см. Чашечка с зубцами разной длины. В природе высота кустарника до 3 м, в Москве ~1.2 м, при диаметре кроны 2 м [8].

Восточные и центральные районы Северной Америки – родина аморфы голой (*A. glabra* Desf. ex Poir.) со слабым опушением и аморфы травянистой (*A. herbacea* Walt.) с мелким сероватым опушением, сильнее выраженным на нижней стороне листа. Аморфа седоватая (*A. canescens* Pursh), отличающаяся густым седоватым опушением, обитает в Канаде и США. Ее чашечка с зубцами одинаковой длины, бобы покрыты не только железками, но и ворсинками [1, 9]. Ареал аморфы карликовой (*A. nana* Nutt.) находится в Канаде (от пров. Манитоба до Саскачеван) и США (до шт. Айова и Нью-Мексико). Это низкий кустарник (до 1 м) с побегами без опушения [10]; плоды, как и у *A. glabra* и *A. herbacea*, с прямой спинкой [1].

В культуре *A. fruticosa* известна с 1724 г., когда была завезена в Англию в качестве декоративного растения. К 1907 г. *A. fruticosa* распространилась по континентальной Европе, проявляя склонность к дичанию. В России, в Санкт-Петербургском ботаническом саду, *A. fruticosa* впервые появилась в 1796 г., затем в 1861 г., и вновь ее испытывали в течение длительного времени с 1948 до 2005 г. [11]. Севернее линии Санкт-Петербург – Йошкар-Ола – Новосибирск – Улан-Удэ – Хабаровск кустарник обмерзает до корня, но отрастает, доходя до цветения [1]. В Ярославской обл. в Переславском дендропарке *A. fruticosa* с 1979 г. (привезена из Воронежской обл.), достигает высоты 2.2 м, обмерзает, цветет обильно, но плоды не вызревают [12]. В Приморском крае (на Горнотаежной станции ДВО РАН, г. Владивосток) кустарник достигает высоты 2–3 м, отличается поздним началом и окончанием роста побегов, продолжительным периодом роста (до 79 дней), для вступления побегов в фазу роста требуется сумма эффективных температур 250–300°C. Обильно цветет, дает жизнеспособные семена, ежегодный прирост побегов составляет 25 см [13].

В Москве *A. fruticosa* с 1938 г., несколько образцов ежегодно цветут в начале июля в течение 2–3 недель. Обильно плодоносят: весь сентябрь плоды зеленые, в октябре поспевают, жизнеспособность семян 80–95% [8]. От плодов распространяется хорошо ощутимый терпкий запах. Согласно литературным сведениям, в растении и плодах присутствуют масла (3.5%) с терпенами и гликозид аморфин [14]. Нашими исследованиями установлено, что листья и плоды *A. fruticosa* содержат до 1.55% флавоноидов, 1.21% водорастворимых моносахаров и 0.83–1.01% водорастворимых полисахаров, а также накапливают Ni, Fe, Mn, Zn, Cu и Cr [15]. По итогам испытаний в ГБС РАН *A. fruticosa* проявила себя как самый зимостойкий представитель рода. Отмечен фитопатоген, вызывающий некроз ветвей – *Cytospora acacieae* Oudem. [16].

В настоящий период *A. fruticosa* как «беглец из культуры» отмечена в Канаде: в парках пров. Онтарио и Квебек [9], Мексике, Ираке, Пакистане, Японии, Китае и Корее (в последних двух странах довольно редко), на востоке Турции [4]. Она натурализовалась во многих странах Центральной и Южной Европы [17]. Первые сведения о появлении одичавшей *A. fruticosa* в Венгрии относятся к 1940–1950 гг., когда в долинах рек Дунай и Тисса активизировали лесопосадки. Экономические проблемы в послевоенные годы, вызвавшие сокращение пастбищных угодий и появление в поймах рек заброшенных сельскохозяйственных полей, явились благоприятным плацдармом для наступления натурализовавшегося вида по всей территории Венгрии. Этот процесс не прекращается и в настоящий период. Растения обычно расселяются из лесополос и живых изгородей, заселяя луга и долины. Огромные популяции *A. fruticosa* сконцентрированы в долине р. Тисса, по ее притокам и каналам. Вид занимает освещенные участки в лесах вдоль р. Драва и спорадически присутствует на холмах и возвышенностях. Для его поселения подходят не слишком затененные места с легкими, даже временно затопляемыми и засоленными почвами; приемлемы как сухие и скалистые луга, так и болота, особенно с илистой почвой. В Венгрии, где плоды созревают в конце августа, 1 растение с 10 ветвями в течение сезона дает более 12 тыс. плодов. Они распространяются водными потоками, при этом плоды удерживаются на поверхности воды в течение длительного времени, а потом опускаются на дно. Вероятно, животные также способствуют расселению плодов [4].

В южных регионах России *A. fruticosa* относится к потенциально опасным инвазионным видам [18]. В Воронежской обл. *A. fruticosa* культивируется в парках и скверах, ее часто высаживают в придорожных насаждениях и для закрепления крутых склонов; она обильно плодоносит и дает самосев. В 1 кг ~111 тыс. плодов, 1 тыс. бобов весят 6–13 г [19]. В Пензенской обл. часто культивируется как декоративное растение в садах и парках, иногда дичает [20]. В Курской обл. изредка культивируется в лесополосах, парках, для закрепления песков. В морозные зимы надземная часть почти полностью вымерзает. Несмотря на это, вид там дичает, раз-



множаясь самосевом и корневыми отпрысками [21]. Аморфа кустарниковая также натурализуется в Мордовии, Саратовской, Липецкой и Белгородской обл. [18, 22].

В 2009 г. при посещении заповедника «Лес на Ворскле» (Белгородская обл., пос. Борисовка) мы отметили, что посадки *A. fruticosa* представляют серьезную опасность естественным биоценозам. Кустарник, сильно разросшийся за счет обильной корневой поросли, активно восстанавливается после регулярной вырубki, и даже выкорчевка и выжигание не дают желаемого результата. Аморфа кустарниковая массово расселяется в Волгоградской, Ростовской обл. и Украине. Сходную ситуацию Ю.К. Виноградова наблюдала в 2011 г. в Венгрии в национальном парке Кишкунсаг. Там для препятствия внедрению вида на сельскохозяйственные земли грейдером между приречными зарослями и краем полей периодически удаляют поросль, включая часть корневой системы. Однако даже такое привлечение техники помогает слабо, потому что на полях с подсолнечником все равно растут многочисленные молодые растения аморфы кустарниковой.

В культуре с 1811 г. известна *A. nana* [10]. В ботаническом саду Санкт-Петербурга ее выращивали с 1959 г. до 1965 г., но ввиду слабой зимостойкости она выпала. В Воронеже и Ростове на Дону этот вид плодоносит, но плоды не вызревают [1]. Дважды (1947–1967, 1988–1997) в Санкт-Петербурге безуспешно испытывали *A. californica*, которая в настоящий период там отсутствует [11]. Судя по гербарным сборам (МНА, 1949), *A. californica* содержали в Москве (ГБС РАН) в карантинном питомнике, где она только вегетировала и, не дойдя до цветения, выпала. Этот вид пытались культивировать в Липецкой обл., в ботанических садах Воронежа, Ростова на Дону, Пензы, Киева, Днепропетровска, но он подмерзал и плодоносил слабее, чем в Крыму, Сухуми, Баку, Алма-Ате и Ашхабаде [1]. В Венгрии кусты *A. californica* урожайны, но плоды завязываются раз в 2 года [4].

С 1926 г. в культуре известна *A. paniculata* [10]. С 1956 г. она числится в Москве, в коллекции ГБС РАН, где ежегодно цветет и плодоносит [8]. В Санкт-Петербурге [11] этот вид испытывали непродолжительное время (1990–1997). В Приморском крае (под Владивостоком) куст *A. paniculata* достигает размеров, свойственных ему на родине [13].

С 1800 г. культивируется аморфа голая (*A. glabra*) [10]. В коллекции ГБС РАН вид числится с 1948 г., ежегодно подмерзает, затем отрастает, но не цветет [8]. В Липецкой обл., Киеве, Карагане также обмерзает, плодоносит слабо [1].

Аморфа травянистая (*A. herbacea*) в культуре с 1820 г. [10], но ее и в Европе, и в Северной Америке выращивают редко. В коллекции ГБС РАН с 1959 г. В Средней России вид подмерзает и не цветет, для вызревания плодов больше подходят условия Киева, Днепропетровска, Баку, Душанбе [1].

Хотя в работе А. Редера [10] сообщается, что *A. canescens* известна в культуре с 1883 г., в ботаническом саду Санкт-Петербурга этот вид появился раньше, в 1879 г. В 1949–1950-х гг. в открытом грунте *A. canescens* вымерзла в первую же зиму, повторно ее выращивали в БИН РАН в 1988–1997 гг. [11].

Поскольку в роде *Amorpha* строение и размеры плодов имеют таксономическое значение, целью работы является изучение морфологии плодов у видов, плодоносящих во вторичном ареале. Данное исследование нацелено также на выявление структурного распределения диаспор по соцветиям и определение семенной продуктивности растений.

Объекты и методы исследования

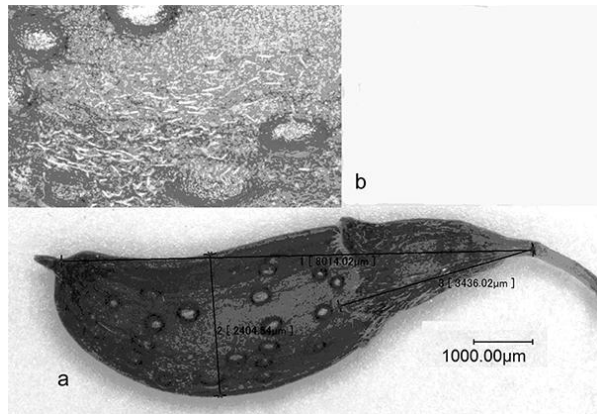
Изучены 11 образцов аморфы. 6 образцов собраны в 2009–2011 гг. в России: №1 – Москва, дендрарий ГБС РАН, *A. fruticosa*; №2 – там же, числится как *A. paniculata*; №3 – Москва, пр. Мира, ботсад МГУ, *A. fruticosa*. Два образца собраны в Ботаническом саду НИУ «БелГУ»; из куртины, насчитывающей десяток кустов, отобран образец №4 со слабо плодоносящего куста и образец №5 с урожайного куста. Образец №6 из Астрахани, окр. дер. Началово, солончаковый пустырь. Три образца привезены в 2011 г. Ю.К. Виноградовой из Венгрии, из Национального парка Кишкунсаг (Kiskunsag National Park): №7 – 40 км на юго-восток от г. Тисцаальпар (Tiszaalpar), берег р. Тисса в среднем течении; №8 – около г. Кечкемет (Kecskemet), в междуречье Дунай-Тисса, на песчаных дюнах; №9 – около г. Керекегихаза (Kerekegyhasa), живая изгородь у отеля (Varga Tanya Pansion), вблизи конюшен. Еще 2 образца собраны в ботаническом саду г. Вацратот (Vacratot) с кустарников, числящихся как: №10 – *A. fruticosa* и №11 – *A. californica*.

Для каждого образца срезали по 1–6 соцветий с куста и подсчитывали число плодов на каждой кисти. Морфологическое строение и размеры плодов изучали и фотографировали с помощью цифрового микроскопа Keyence – VHX1000 E. Длину боба измеряли по вогнутой стороне от места прикрепления плодоножки до основания носика. Диаметр определяли в самой широкой части плода. Величина выборки – по 30 бобов с каждого образца. Массу плода изме-

ряли путем взвешивания выборки из 30 плодов для каждого образца. Данные обработаны при помощи пакета программ Past и Microsoft Excel.

Результаты и их обсуждение

Верхушечное соцветие аморфы обычно состоит из терминальной и нескольких боковых кистей, различающихся по длине. Плоды аморфы – почковидные выгнутые бобы (рис. 1) ко-



ричневого цвета, на дистальном конце – небольшой и хрупкий, легко обламывающийся вырост в виде «носика». Створки бобов и чашечка покрыты овальными или округлыми железками. У всех образцов в плоде обнаружено только 1 семя.

Рис. 1. Плод *A. fruticosa*, ГБС РАН: а) внешний вид; б) опушение створки боба

Образец №1 (ГБС РАН). Длина терминальных кистей соцветия варьирует от 11 до 21 см, длина боковых кистей 3–17 см. Число боковых кистей в соцветии подвержено индивидуальной изменчивости (табл. 1): встречаются особи с 1–2, только с 2, с 1–3 и только с 3 боковыми кистями. Эндогенная изменчивость отмечена по числу плодов в одной кисти и в соцветии в целом. Наиболее урожайные кисти имеют до 208–299 плодов, а соцветия – до 675 плодов. Среднее число плодов на одной кисти (123.7) и в одном соцветии (334.1) довольно велико (рис. 2). На 1 см кисти формируется примерно 11–12 плодов. Рахис (ось) соцветия практически голый с единичными волосками. На створках бобов, кроме овальных железок, заметно опушение светлыми волосками (рис. 1 б). «Носик» на дистальном конце плода имеет длину ~0.4 мм. И трубка, и зубцы чашечки опушены светлыми волосками длиной 0.1–0.25 мм (рис. 3 б). Зубцы чашечки либо слабо различаются по длине (1.1–0.9–0.7–0.7–0.6 мм), либо 1 зубец значительно длиннее остальных четырех (1.1–0.7–0.6–0.6–0.6 мм), либо 2 верхних зубца длиннее трех остальных (1.3–1.1–0.6–0.6–0.5 мм) (рис. 4 с). Такая значительная вариабельность признака, нередко используемого в качестве диагностического, отмечена у бобов из одной и той же кисти! Средняя длина боба – 8.1 мм (CV=4%) больше диаметра (2.6 мм) в 3.2 раза (табл. 2).

Таблица 1

Индивидуальная изменчивость числа плодов в одной кисти и в соцветии *Amorpha fruticosa* из России и Венгрии

№№ кустов	Россия (Москва, ГБС РАН)			Венгрия (Тисцаальпар)		
	Число кистей в соцветии	Среднее число плодов на кисти	Среднее число плодов в соцветии	Число кистей в соцветии	Среднее число плодов на кисти	Среднее число плодов в соцветии
1-я особь	3	224.3±12.2 (166–208)*	673±45.2 (320–701)	3	182±15.4 (106–263)	546±24.0 (487–642)
2-я особь	4	152.5±16.5 (124–211)	610±60.4 (580–635)	2	96.7±5.2 (42–138)	194±18.9 (173–214)
3-я особь	2-3	186 ±8.5 (127–245)	372±25.0 (224–358)	2	111.2±12.1 (50–179)	189±22.4 (106–319)
4-я особь	2-4	168.7±11.3 (46–144)	308±79.6 (113–675)	3	60.6±9.4 (35–96)	182±28.3 (147–234)
5-я особь	3	87.7±18.7 (58–120)	263±25.7 (180–299)	1–2	85.2±15.7 (26–127)	142±14.9 (105–168)
6-я особь	2-3	38.6 ±6.4 (19–75)	97±35.8 (65–128)	2	54.5 ±9.8 (21–70)	109±22.7 (63–137)
Среднее значение	3,0	123.7±14.2 CV=60%	334.1±75.4 CV=71%	2,3	99.5±8.2 CV=61%	231.4±35.0 CV=71%

* – В скобках приведены минимальное и максимальное значение числа плодов.

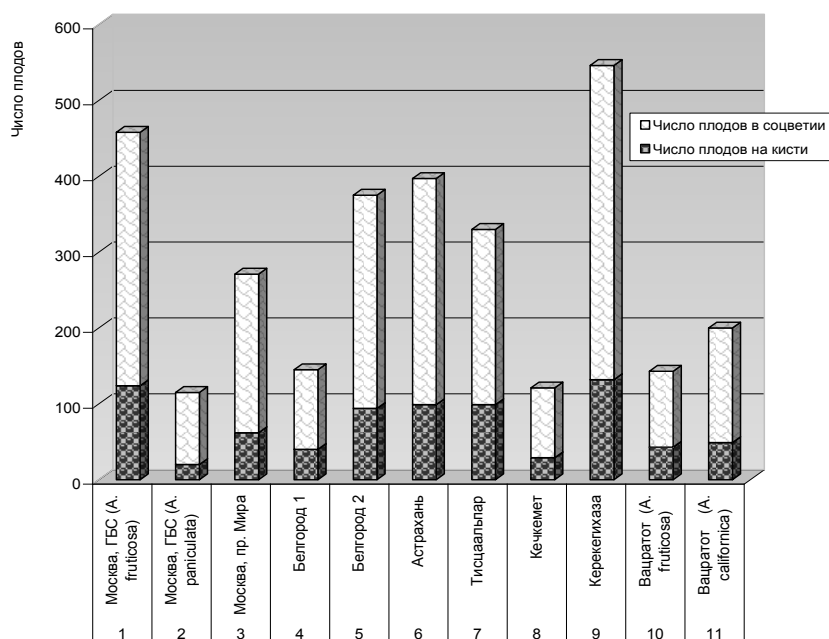


Рис. 2. Число плодов в 1 кисти и в соцветии в целом у различных образцов аморфы

Таблица 2

Размеры плодов у образцов *Amorpha* из вторичного ареала

№ №	Популяция	Длина плода, мм		Диаметр плода, мм		Отношение длины к диаметру плода	
		М±m	Min-Max	М±m	Min-Max	М±m	Min-Max
Россия							
1	Москва, ГБС РАН (<i>A. fruticosa</i>)	8.12±0.06	7.02–8.66	2.58±0.03	2.05–2.79	3.16±0.04	2.77–4.04
2	Москва, ГБС РАН (<i>A. paniculata</i>)	8.20±0.09	7.23–9.28	2.89±0.02	2.06–2.51	3.59±0.04	3.08–4.01
3	Москва, пр. Мира	7.85±0.06	7.25–9.09	2.33±0.03	2.05–2.89	3.37±0.04	3.07–3.90
4	Белгород 1	7.24±0.08	6.26–7.97	2.61±0.02	2.43–2.93	2.77±0.03	2.46–2.99
5	Белгород 2	7.69±0.09	6.34–8.54	2.35±0.02	2.03–2.56	3.27±0.04	2.57–3.65
6	Астрахань, д. Началово	6.19±0.07	5.02–6.82	1.84±0.02	1.54–2.05	3.37±0.03	3.02–3.98
Венгрия							
7	Тисцаальпар, р. Тисса	7.59±0.08	7.01–8.09	2.95±0.04	2.27–3.56	2.59±0.04	2.19–3.25
8	Кечкемет, дюны	8.29±0.06	7.49–9.07	2.71±0.02	2.57–2.92	3.06±0.03	2.75–3.35
9	Керекегихаза, отель	7.92±0.08	6.46–8.72	2.27±0.03	1.86–2.50	3.49±0.05	3.15–4.32
10	Вацратот, ботсад (<i>A. fruticosa</i>)	8.05±0.04	7.13–8.99	2.51±0.02	2.10–2.86	3.21±0.03	3.17–3.54
11	Вацратот, ботсад (<i>A. californica</i>)	6.85±0.05	6.00–7.48	2.09±0.02	1.71–2.31	3.28±0.04	2.97–3.84

Образец №2 (ГБС РАН) отличается более слабым плодоношением, а также строением генеративного побега, которое насчитывает наибольшее число боковых кистей (до 5). При этом 4–6-я кисти сформированы в пазухах 1–3-го терминальных листьев, таким образом, в соцветие включается и вегетативная сфера побега. Длина терминальных кистей соцветия достигает 9–14 см, а длина боковых кистей – 3–11 см. Ось соцветия рассеянно опушена длинными волосками. Среднее число плодов на одной кисти (19.6 ± 2.6) и в одном соцветии (95.0 ± 18.6 ; CV=44%) намного меньше, чем у предыдущего образца (см. рис. 2). На 1 см кисти формируется около 2–3 плодов. Поверхность плода не опушена. Трубка чашечки рассеянно опушена, зубчики опушенные. Верхний (расположенный над спинным швом) более узкий зубец чашечки немного длиннее остальных 4-х ($1.1-0.7-0.7-0.7-0.6$ мм). Средняя длина боба (8.2 ± 0.1 мм; CV=6%) больше диаметра (2.3 ± 0.0 мм) в 3.6 раз.

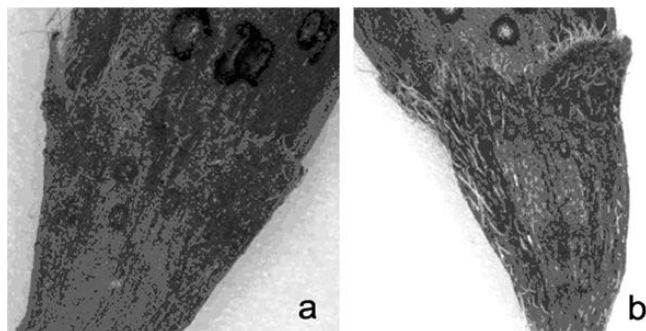


Рис. 3. Варианты опушения трубки чашечки: а) практически голая (Астрахань); б) опушенная (ГБС РАН)

Образец №3 (МГУ) сходен с образцом №1 по длине кистей в соцветии. Число боковых кистей в соцветии 2–3. Рахис соцветия опушен длинными волосками. Среднее число плодов на одной кисти (62.3 ± 6.8) и в одном соцветии (209 ± 40 ; $CV=27\%$) (см. рис. 2). На 1 см кисти формируется примерно 7–8 плодов. Поверхность бобов неопушенная. Трубка чашечки практически голая, зубчики по краю с длинными ресничками. Верхний узкий зубец чашечки значительно длиннее остальных 4-х более широких зубцов ($1.3-0.7-0.7-0.7-0.5$ мм) (рис. 4 б). Средняя длина бобов – 7.8 мм ($CV=4\%$), больше диаметра (2.3 мм) в 3.4 раза.

Образец №4 (Белгород 1). Соцветия имеют по 1–2 боковые кисти. Максимальная длина терминальных кистей соцветия достигает 9 см, длина боковых кистей составляет 5–7 см. Среднее число плодов на одной кисти 39.5 ± 7.9 ; в соцветии – 105.3 ± 31.8 ($CV=52\%$). На 1 см кисти сформировано 8–10 плодов. Рахис практически голый с единичными волосками (рис. 5 а). Трубка чашечки также практически голая, лишь зубчики несут немногочисленные реснички. Верхний зубец лишь чуть-чуть уже и длиннее остальных ($0.7-0.5-0.4-0.4-0.4$ мм). Плоды имеют среднюю длину 7.2 мм ($CV=5\%$), которая больше диаметра (2.6 мм) в 2.8 раз (см. табл. 2).

Образец №5 (Белгород 2). Соцветия имеют по 2 боковые кисти. Максимальная длина терминальных кистей соцветия достигает 12 см, длина боковых кистей составляет 6–7 (редко 3) см. Среднее число плодов на одной кисти 93.7 ± 7.2 . Среднее число плодов в соцветии 281.2 ± 15.3 ($CV=13\%$) (см. рис. 2). На 1 см кисти сформировано 10–15 плодов. Рахис практически голый с единичными волосками. Трубка чашечки также практически голая, лишь зубчики несут немногочисленные реснички. Верхний зубец уже и длиннее остальных ($1.2-0.7-0.5-0.5-0.3$ мм). Плоды имеют среднюю длину 7.7 мм ($CV=6\%$) и диаметр 2.3 мм; отношение длины к диаметру 3.3.

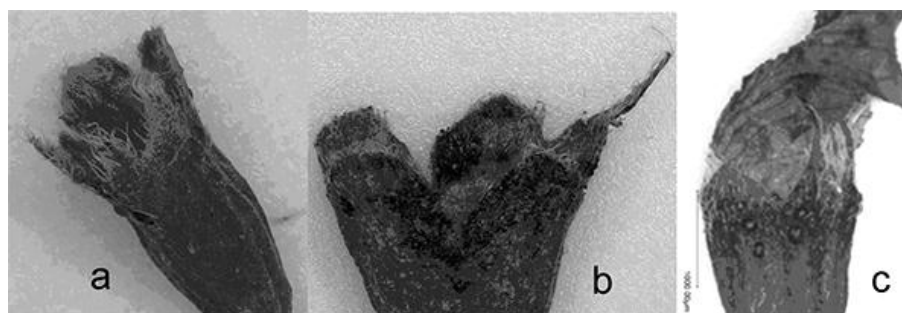


Рис. 4. Варианты соотношения зубцов чашечки: а) зубцы практически одинаковой длины (Астрахань); б) длинный узкий зубец и 4 коротких (ботсад МГУ); в) два длинных узких зубца и 3 коротких (ГБС РАН)

Образец №6 (Астрахань). Длина терминальных кистей соцветия достигает 10 см, а длина боковых кистей – 5–6 см. Число осей в соцветии (3 кисти) довольно постоянно. Среднее число плодов на одной кисти (99.5 ± 29.0) и в одном соцветии (298.3 ± 22.2 ; $CV=13\%$) велико. На 1 см кисти сформировано ~9–10 плодов. Ось (рахис) соцветия сильно опушен длинными ($0.55-0.69$ мм) светлыми волосками. Поверхность бобов практически без опушения, на ней больше железок, в сравнении с предыдущими образцами. Трубка чашечки голая, с явно выраженными овальными железками (рис. 3 а); зубчики с ресничками по краю. Верхний зубец, хотя и вдвое уже остальных, ненамного различается от них по длине ($0.6-0.5-0.4-0.4-0.4$ мм) (рис. 4 а). Средняя длина боба (6.2 мм; $CV=6\%$) превышает диаметр (1.8 мм) в 3.4 раза.

Образец №7 (Тиссаальпар). Длина терминальных кистей соцветия достигает 9 см, а длина боковых кистей 6–7 см. Число кистей в соцветии варьирует незначительно (см. табл. 1): чаще встречаются особи с 1–2 боковыми кистями. Наиболее урожайные кисти формируют до 180–263 плодов, а соцветия – до 642 плодов. Среднее число плодов на одной кисти – 99.5, в одном соцветии – 231.4 (см. рис. 2). На 1 см кисти формируется примерно 13–14 плодов. Рахис соцветия средне опушен короткими волосками. Трубка чашечки голая, с мелкими округлыми

железками, зубчики по краю с немногочисленными ресничками. Верхний зубец длиннее оставшихся четырех (1.1–0.6–0.6–0.6–0.6 мм). Средняя длина боба (7.6 мм; CV=4%) больше диаметра (3.0 мм) в 2.6 раза.

Образец №8 (Кечкемет). Длина терминальных кистей соцветия достигает 14 см, а длина боковых кистей – 11–13 см. Для соцветий характерно наличие 2 боковых осей. Среднее число плодов на одной кисти (28.8±1.1) и в одном соцветии (92.4±2.5; CV=6%) не велико (см. рис. 2). На 1 см кисти отмечено ~1–2 плода. Ось соцветия (диаметром 1.1 см) очень сильно опушена длинными светлыми волосками (рис. 5 с). Поверхность бобов неопушенная, с железками. Трубка чашечки опушенная, зубцы по краю с длинными ресничками. Верхний узкий зубец длиннее оставшихся четырех широких (1.1–0.6–0.6–0.6–0.6 мм). Средняя длина боба (8.3 мм; CV=4%) больше диаметра (2.7 мм) ~ в 3 раза. Семя длиной 4.65 мм, диаметром 1.67 мм с выраженным рубчиком.

Образец №9 (Керекегихаза). Соцветия состоят из терминальной и 1–3 боковых кистей. Длина терминальных кистей соцветия достигает 8–17 см, длина боковых кистей – 7–12 см. Среднее число плодов на одной кисти (131.6±9.5), иногда 260. Число плодов в соцветии наиболее высокое (413.6±40.1; CV=26%), у отдельных особей – до 600 (см. рис. 2). На 1 см кисти сформировано ~35 плодов. Ось соцветия с редким опушением. Поверхность бобов без опушения. Трубка чашечки слабоопушенная, с железками, по краю зубчиков имеются длинные реснички. Верхний узкий зубец немного длиннее остальных (0.8–0.5–0.5–0.5–0.5 мм). Средняя длина боба (7.9 мм; CV=6%) больше диаметра (2.3 мм) в 3.5 раза (см. табл. 2). Семя длиной 4.2 мм, диаметром 1.3 мм, рубчик длиной 0.6 мм.

Образец №10 (Вацратот, *A. fruticosa*). Длина терминальных кистей соцветия достигает 9–15 см, длина боковых кистей – 8–11 см. Для соцветий характерно 1–2 боковые оси. Среднее число плодов на одной кисти (43.1±7.1) и в одном соцветии (100.0±28.1; CV=56%) не велико (см. рис. 2). На 1 см кисти отмечено по 3–4 плода. Ось соцветия не опушена, в средней части ее диаметр составляет 1.03 мм. Поверхность бобов без опушения, носик длиной 0.48 мм. Чашечка голая, имеются лишь реснички по краю зубчиков. Зубцы чашечки слабо различаются по длине и форме: верхний зубец длиннее 4-х остальных зубцов на 0.25 мм. Средняя длина бобов (8.1 мм; CV=4%) больше диаметра (2.5 мм) в 3.2 раза.

Образец №11 (Вацратот, *A. californica*). Соцветия имеют по 2–4 боковые кисти. Максимальная длина терминальных кистей соцветия достигает 12–15 см, минимальная длина боковых кистей составляет 5–6 (редко 2) см. Среднее число плодов на одной кисти (48.9±6.6), иногда более 60. Средняя урожайность соцветия (151±44.1 плода; CV=58%), у отдельных особей – до 250 (см. рис. 2). На 1 см кисти сформировано 7–8 плодов. Рахис соцветия (диаметром 0.89 мм) опушен рассеянными короткими волосками (рис. 5 б). Чашечка при плоде среднеопушенная, с овальными железками. Все 5 зубцов чашечки практически не различаются по длине (0.6–0.5–0.5–0.5–0.5 мм). Плоды мелкие с носиком длиной 0.36 мм, имеют среднюю длину 6.9 мм (CV=2%) и диаметр 2.1 мм (см. табл. 2).

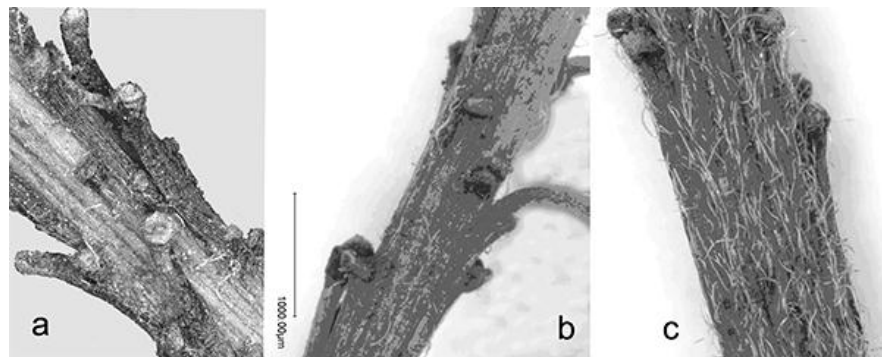


Рис. 5. Варианты опушения оси соцветия у аморфы: а) практически голая (Белгород); б) рассеянное опушение (*A. californica*, Вацратот); в) сильноопушенная (Кечкемет)

Заключение

A. fruticosa обладает полиморфизмом по ряду морфологических признаков (табл. 3). Число осей в соцветии может варьировать от 1 до 6, чаще имеется терминальная и 2 боковых кисти. У всех образцов зубцы чашечки имеют многочисленные реснички по краю, но трубка чашечки может быть только с железками практически без опушения (образцы 3–7, 10) и опушенной (образцы 1, 2, 8, 9, 11). Ось соцветия может быть голой с единичными короткими волосками (образцы 1, 4, 5, 10); рассеянно опушенной (образцы 2, 3, 7, 9, 11) и сильноопушенной (образцы 6, 8). Отмечены три варианта взаиморасположения зубчиков чашечки: а) с одинако-

выми по размерам зубцами (образцы 1, 4, 6, 10, 11); б) один длинный узкий зубчик и 4 коротких (образцы 1–3, 5, 7–9); в) 2 длинных узких зубчика и 3 коротких (образец 1).

Таблица 3

Морфологические признаки растений аморфы в изученных популяциях

Признаки		№№ популяций										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
рахис	голый, с единичными волосками	+			+	+					+	
	рассеянно опушенный		+	+				+		+		+
	сильноопушенный						+		+			
трубка чашечки	голая, с единичными волосками			+	+	+	+	+			+	
	опушенная	+	+						+	+		+
зубцы чашечки	слабо различаются по длине	+			+		+				+	+
	один узкий зубец длиннее четырех широких	+	+	+		+		+	+	+		
	два узких зубца длиннее трех широких	+										
число плодов на 1 см кисти		11–12	2–3	7–8	8–10	10–15	9–10	13–14	1–2	35–40	3–4	7–8
средняя масса плода, мг		8.3	11.4	8.5	13.9	11.7	4.5	13.9	16.3	9.5	11.9	9.0

Наибольший полиморфизм наблюдается у растений, произрастающих в ботанических садах. Так, в Ботаническом саду НИУ «БелГУ» в одной куртине имеются кусты с двумя вариантами соотношения зубчиков чашечки, а в ГБС РАН все три варианта соотношения зубчиков чашечки можно наблюдать даже в одной кисти. По изученным признакам плодов и сохраняющейся при них чашечке *A. fruticosa*, *A. paniculata* и *A. californica* не различаются, однако последние два вида цветут и завязывают плоды на 3–5 недель позднее, чем *A. fruticosa*.

Семенная продуктивность *A. fruticosa* характеризуется высоким уровнем эндогенной и индивидуальной изменчивости. Наиболее высокая семенная продуктивность отмечена у растений, собранных в Венгрии в натурализующейся популяции, расположенной возле конюшен, на почве, богатой органическими веществами; наименьшая – в национальном парке Кишкунсаг на песчаной почве. Во всех изученных популяциях размер плодов варьирует на очень низком уровне ($CV \leq 7\%$). Наиболее мелкие плоды отмечены в Астрахани, самые крупные (хотя и не самые длинные) – в долине р. Тисса.

Авторы выражают благодарность за предоставленную возможность сбора материала для данного исследования директору Ботанического сада НИУ «БелГУ» В.К. Тохтарю, директору Ботанического сада г. Вацратот господину Золтану Ботта-Дукату, организовавшему экспедиционную поездку по Венгрии, а также заведующему отделом дендрологии ГБС РАН С.Л. Рысину.

Список литературы

1. Соколов С.Я., Шипчинский Н.В. Аморфа – *Amorpha* L. // Деревья и кустарники СССР. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1958. – Т. 4. – С. 135–140.
2. Torrey J., Gray A. Flora of North America. – New-York: Wiley & Putman, 1838. – 712 pp.
3. Горшкова С.Г. Род Аморфа – *Amorpha* L. // Флора СССР. – М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1945. – Т. 11. – С. 302.
4. Szigetvari Cs., Toth T. False indigo (*Amorpha fruticosa* L.) // The most important invasive plants in Hungary / Ed. by Botta-Ducat Z., Balogh L. Vácrátót: Institute of Ecol. and Bot. – Hung. Acad. of Sci., 2008. – Pp. 55–61.
5. Fernald M.L. *Amorpha* L. // Gray's Manual of Botany. – N.-Y.: American Book Company, 1950. – Pp. 808–809.
6. Palmer E.J. Conspectus of the genus *Amorpha* L. // J. Arnold Arboretum. – 1931. – Vol. 12. – Pp. 157–197.
7. Wilbur R.L. A revision of the North American genus *Amorpha* (Leguminosae-Psoraleae) // Rhodora. – 1975. – Vol. 77. – Pp. 337–409.
8. Древесные растения Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина Российской академии наук. – М.: Наука, 2005. – 586 с.
9. Scoggan H.J. *Amorpha* L. // The Flora of Canada. Ottawa. – 1978. – P. 3. – Pp. 973–974.
10. Rehder A. Manual of cultivated trees and shrubs hardy in North America. – N.-Y: MacMillan Company, 1949. – 996 pp.
11. Связева О.А. Деревья, кустарники и лианы парка Ботанического сада Ботанического института



им. В.Л.Комарова. – СПб.: Росток, 2005. – 384 с.

12. Телегина Л.И. Каталог древесных растений Переславского дендросада. – М.: Изд-во «Информпечать», 1999. – 192 с.

13. Каляда Н.А. Биологические особенности североамериканских деревьев и кустарников, интродуцированных на юг Приморья: Автореф...дис. канд. биол. наук. – Владивосток, 2004. – 22 с.

14. Hegi G. *Amorpha* L. // *Illustrirte Flora von Mittel-Europa*. Berlin@Hamburg: Verlag Paul Parey. 1975. – Vol. 4. – Т. 3. – Рр. 1385–1386.

15. Куклина А.Г., Шелепова О.В. Фитохимический анализ листьев и плодов *Amorpha fruticosa* L. во вторичном ареале // *Научные ведомости БелГУ. Сер. «Естественные науки»*. – Белгород, 2012. – №9 (128). Вып. 19. – С. 147–151.

16. Мухина Л.Н., Серая Л.Г. Закономерности распространения фитопатогенов на растениях интродуцированных семейства Rosaceae и Fabaceae в Главном ботаническом саду РАН // *Иммунология*. – 2009. – №1. – С. 94–95.

17. Ball P.W. *Amorpha* L. // *Flora Europaea*. – 1968. – Vol. 2. – P. 127.

18. Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В. Черная книга флоры Средней России. Чужеродные виды растений в экосистемах Средней России. – М.: ГЕОС, 2010. – 512 с.

19. Адвентивная флора Воронежской области: исторический, биогеографический, экологический аспекты // А.Я. Григорьевская, Е.А. Стародубцева, Н.Ю. Хлызова, В.А. Агафонов. – Воронеж: Из-во ВГУ, 2004. – 320 с.

20. Васюков В.М. Растения Пензенской области. Конспект флоры. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2004. – С. 106–114.

21. Полуянов А.В. Флора Курской области. – Курск: Изд-во КГУ, 2005. – 264 с.

22. Сосудистые растения Мордовии (конспект флоры): монография / Т.В. Силаева, И.В. Кирюхин, Г.Г. Чугунов и др. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2010. – 352 с.

FRUCTIFICATION OF SOME SPECIES OF *AMORPHA* GENUS WITHIN A SECONDARY AREA

**Yu.K.Vinogradova¹, A.G. Kuklina¹,
E.V. Tkacheva²**

¹ *Tsytsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences, 4 Botanicheskaya St, Moscow, 127276, Russia*

² *Library for Natural Sciences of the Russian Academy of Sciences, 11/11 Znamenska St, Moscow 119991, Russia*

E-mail: katyusha_2009@mail.ru

The history of cultivation of 6 *Amorpha* species was described. The fructification of 11 *Amorpha* specimens from Russia and Hungary has been studied. The intraspecific variability of several parameters (the number of fruits, their size, the type of pubescence of vegetative and generative organs, etc.) has been revealed.

Key words: *Amorpha*, fruit, pubescence, variability.

УДК 581.4:581.192:582.736.3

ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИИ И ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА СЕМЯН НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА *LUPINUS* L.

**И.В. Князева, А.П. Огуля,
О.А. Сорокопудова**

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

E-mail: knyazewa.inna@yandex.ru

Проведен анализ морфологии и химического состава семян 5 видов рода *Lupinus* L. (*Lupinus polyphyllus* сорт 'Аристократ', *L. argenteus*, *L. succulentus*, *L. angustifolius* сорт 'Кристалл', 'Радужный', *L. albus* сорт 'Дега'). Выявлены различия по окраске, форме, величине семян у видов средиземноморских и американских видов. По результатам исследований элементного состава наряду с O и C обнаружено содержание 11 макро- и микроэлементов (Fe, K, Ca, S, P, Mg, Na, Cl, Al, Si, Cu), входящих в состав семенной кожуры и зародыша. По изученным признакам выявлены сходства и различия у видов двух эколого-географических групп (средиземноморской, американской).

Ключевые слова: *Lupinus*, виды и сорта, семена, семенная кожура, морфология, элементный состав, зародыш семени.

Введение

Род *Lupinus* L. относится к семейству *Fabaceae* Lindl., трибе *Genisteeae*. В мире до сих пор нет четкого представления о количестве видов в роде *Lupinus*. По различным данным их число варьирует от 100–200 [1] до 800–1000 видов [2], среди которых имеются травянистые однолетние и многолетние растения, полукустарники и кустарники.

Значение люпинов в растениеводстве различных стран в последние годы возрастает. Из отраслей сельского хозяйства в люпинах наиболее заинтересованы полеводство и декоративное садоводство, отчасти кормопроизводство – вываренные и промытые семена используются для кормления животных.

Люпины весьма эффективно фиксируют азот в симбиозе с клубеньковыми бактериями. За счет высокой растворяющей способности корневых выделений люпины усваивают фосфор и другие элементы, фиксированные в почве [3], кроме того, благодаря биологической избирательности, аккумулируют в своих клетках микроэлементы [4]. Посевы этой культуры предотвращают развитие эрозии и способствуют восстановлению плодородия почв. Значение люпина особенно возрастает сейчас, поскольку его можно выращивать без внесения энергоемких азотных удобрений [5].

Растения данного рода можно использовать для производства кормов и продуктов питания. В состав люпина входят много биологически активных веществ, что позволяет использовать его в борьбе с диабетом 2 типа и сердечнососудистыми заболеваниями [5].

Люпины также являются источником витаминов, макро- и микроэлементов. По содержанию витаминов группы В в семенах они сопоставимы с такими зернобобовыми культурами как горох и соя и значительно превосходят пшеницу, рожь и другие злаковые культуры. Особенно превосходят семена люпина по количеству β-каротина (0.30–0.49 мг %) и токоферолов (3.9–16.2 мг %) против 0.014–0.018 мг % и 1.1–5.5 мг % у злаков [6].

Монографы рода *Lupinus* L. – Н.А. Майсурян и А.И. Атабекова – считают семена люпина морфологически разнообразными по величине семян, форме, окраске и циклу развития. Группа средиземноморских видов люпина подрода *Lupinus* характеризуется однолетним циклом развития, крупносемянностью и мощностью вегетативных побегов; американские виды подрода *Platycarpus* являются многолетними растениями, которые характеризуются мелкосемянностью и скороспелостью [7]. В зависимости от мест происхождения у видов формируются те или другие полезные признаки, которые способствуют более широкому использованию люпинов в различных направлениях и разнообразных почвенно-климатических зонах.

Согласно международному классификатору СЭВ рода *Lupinus* по массе 1000 семян семена люпинов бывают очень мелкие (<21 г), мелкие (21–80 г), средние (81–250 г), крупные (251–450 г) и очень крупные – свыше 450 г. Рассматривая признак окраску семян, можно выделить основной фон, характер рисунка и его окраску [8].

К настоящему времени относительно хорошо изучены вопросы систематики и агротехники некоторых видов люпинов, но ограничены сведения по морфологии семян, химическому составу. Сведения об изменчивости различных признаков семян также имеют важное значение



при интродукции видов и сортов в России с ее разнообразными природными зонами для оценки влияния условий среды и генотипа растений на проявление этих признаков в конкретном географическом пункте. В связи с этим целью данной работы было выявление специфичности и варибельности семян данных видов по морфологическому строению и элементному составу, имеющим значение для идентификации и селекции люпинов.

Материал и методы исследования

Исследования по созданию коллекции и комплексному изучению исходного материала семян рода *Lupinus* L. проводились в условиях г. Белгорода в 2011–2012 гг. Объектами изучения являлись однолетние и многолетние виды и сорта люпинов различного эколого-географического происхождения: *Lupinus polyphyllus* Lindl. – сорт ‘Аристократ’, *L. Argenteus* Pursh, *L. Succulentus* Douglas, *L. Angustifolius* L. – сорта ‘Кристалл’ и ‘Радужный’, *L. Albus* L. – сорт ‘Дега’ (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика некоторых видов рода *Lupinus* L.¹

Виды	Ареалы	Условия местообитаний	Способы опыления ²	Жизненные формы
Подрод <i>Lupinus</i>				
<i>L. albus</i>	Зап. Азия: Турция, Юго-Вост. Европа: Албания, Болгария, бывшая Югославия, Греция	Лука, пастбища, травянистые склоны	А	Однолетние травянистые растения
<i>L. angustifolius</i>	Сев. Африка: Алжир, Египет, Марокко; Западная Азия: Кипр, Израиль, Ливан, Сирия, Турция; Юго-вост. Европа: Болгария, Греция, Италия; Юго-зап. Европа: Франция, Португалия, Испания	Скалистые места, луга, приморские пески и залежи, вдоль дорог	А	Однолетние травянистые растения
Подрод <i>Platycarpus</i>				
<i>L. polyphyllus</i>	Сев. Америка, Зап. Канада: Британская Колумбия, Северо-запад и Юго-запад США	Речные наносы и в поймах рек	К	Многолетние травянистые растения, полкустарники
<i>L. succulentus</i>	Сев. Америка, Юго-запад США, Северная Мексика	Скальные участки, склоны, пастбища долины	К	Однолетние травянистые растения
<i>L. argenteus</i>	Сев. Америка, Зап. Канада	Невысокие возвышенности прерий	К	Многолетние травянистые растения

Примечания: ¹ использованы литературные данные [1–3, 9, 10]; ² А – Автогамия; К – Ксеногамия.

Виды сорта получены из фирм «Агроника» (*Lupinus polyphyllus*), «Агбина» (*L. argenteus*, *L. succulentus*), Белгородской ГСХА им. В.Я. Горина (*L. angustifolius*, сорта ‘Ражужный’ и ‘Кристалл’), Белгородского НИИСХ (*L. albus*, сорт ‘Дега’). Сорта данных видов являются стандартами, выведенными во ВНИИ люпина (г. Брянск). Исследовались семена, прошедшие период послеуборочного дозревания. Определение химических элементов, входящих в состав семенной кожуры и зародыша изученных образцов, выполнено методом электронной микроскопии на растровом электронном микроскопе (SEM) фирмы «Quanta600Feg», оснащенный системой микроанализа Pegasus2000.

Результаты и их обсуждение

Семена изученных видов отличались по величине, массе, форме, окраске семян и семенного рубчика, массе 1000 семян. Семена люпинов, относящиеся к средиземноморской группе – *L. albus*, *L. angustifolius* (рис. 1 а, б), имеют гладкую матовую поверхность, в основном у них преобладает однотонная белая, бело-розовая или рыжеватая окраска семян. У сортов *L. albus* поверхность семян однотонная, у отдельных сортов *L. angustifolius* с основным рыжеватым фоном на поверхности семян имеется рисунок в виде расплывчатых пятен белого цвета (сорт ‘Радужный’). По массе 1000 семян представители данной группы имеют крупные (*L. albus*) и средние (*L. angustifolius*) по величинам семена. Масса 1000 семян варьирует от 150 (*L. angustifolius*) до 300 г (*L. albus*) в зависимости от вида (табл. 2).

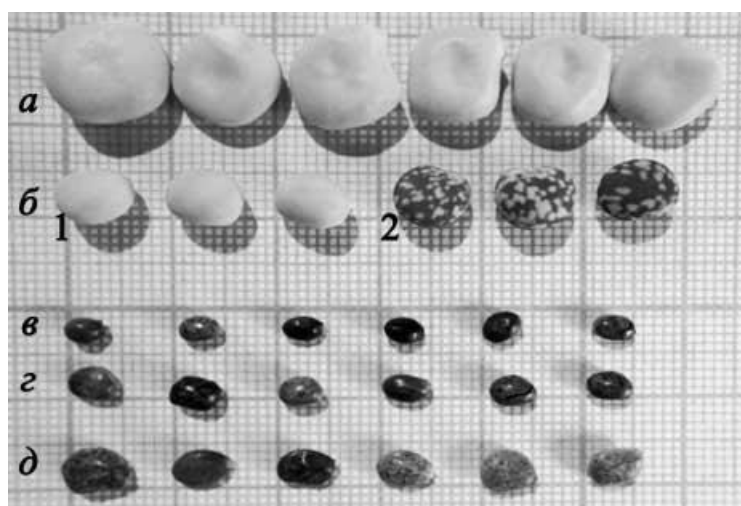


Рис. 1. Семена изученных видов и сортов люпина:
 а – *L. albus* ‘Дега’; б – *L. angustifolius* (1 – ‘Кристалл’,
 2 – ‘Радужный’);
 в – *L. polyphyllus* ‘Аристократ’; г –
L. succulentus; д – *L. argenteus*

Таблица 2

Описание семян некоторых видов рода *Lupinus* L. (2011–2012 гг.)

Виды	Формы семян	Окраска семян	Окраска семенного рубчика и его ободка	Величина семян						Масса 1000 семян, г
				Длина			Ширина			
				Интервал, см	Среднее значение, см	V*, %	Интервал, см	Среднее значение, см	V*, %	
Подрод <i>Lupinus</i>										
<i>L. albus</i>	округло-четырехугольная	белая, розовая	светло-коричневая, ободок белый	0.9–1.3	1.1±0.010	9.5	0.8–1.0	0.89±0.008	9.0	288.7
<i>L. angustifolius</i>	округло-почковидная	белая, бежевая, ржавая	светло-коричневая, ободок белый	0.6–0.8	0.67±0.006	9.0	0.4–0.6	0.49±0.006	12.7	149.6
Подрод <i>Platycarpus</i>										
<i>L. polyphyllus</i>	округлая	темно-коричневая	светло-коричневая, ободок коричневый	0.3–0.5	0.38±0.006	15.5	0.2–0.3	0.26±0.005	18.5	23.0
<i>L. succulentus</i>	овальная	коричнево-серая	коричневая, ободок серый	0.3–0.5	0.40±0.006	16.2	0.2–0.3	0.27±0.004	16.7	25.3
<i>L. argenteus</i>	овально-капельвидная	темно-коричневая	светло-коричневая	0.4–0.7	0.49±0.008	17.3	0.3–0.5	0.35±0.006	17.4	26.8

Примечание: * V – коэффициент вариации.

Семена американской группы, объединяющей *L. polyphyllus*, *L. succulentus*, *L. argenteus* (рис. 1 в–д), сходны по характеру поверхности и наличию рисунка. У этих видов семена мельче



по сравнению с семенами средиземноморской группы, имеют гладкую глянцевую поверхность. Основная окраска семян варьирует от светлых до черных тонов, чаще темно-коричневая с мраморным рисунком – у *L. polyphyllus*. Для поверхности семян *L. succulentus* характерны коричнево-серые тона с темным рисунком. Рисунки разнообразные – размытые мраморные или с хорошо выраженными полосами, чаще на коричневом фоне семенной кожуры. У *L. argenteus* на сером и коричневом фоне семян присутствует черная крапчатость. Масса 1000 семян у этих видов не превышает 30 г: до 23 г – у *L. polyphyllus*, до 25.3 г – у *L. succulentus* и до 27 г – у *L. argenteus* (см. табл. 2).

По мнению И.П. Такунова, в эволюционном отношении американские люпины менее специализированы, нежели средиземноморские. У первых более примитивный моноподиальный тип нарастания, перекрестное опыление (энтомофильное). Это гетерозиготные растения, легко образующие всевозможные мутации. В их мелких семенах зародыши слабо дифференцированы, эндосперма очень мало, и он прижат к покровам семени, гипокотиль более длинный. У средиземноморских люпинов более продвинутый тип нарастания (симподиальный), преобладает самоопыление. Семена более крупные, зародыш хорошо сформирован, имеет два настоящих сидячих листа [9]. По нашим данным параметры семян средиземноморских люпинов (длина, ширина) меньше варьируют (9.0–12.7%), чем у менее крупных американских (15.5–17.5%).

Для электронно-микроскопических исследований некоторых видов рода *Lupinus* вырезки сухих семян наклеивали на металлические столики. В процессе исследования семян на содержание химических элементов, благодаря системе микроанализа, кроме O, C и N обнаружено 11 химических макро- и микроэлементов – K, Ca, S, P, Mg, Fe, Na, Cl, Al, Si, Cu, входящих в состав семенной кожуры и зародыша семени. Соотношение химических элементов в семенах изученных видов отражено в табл. 3. При сканировании семенной кожуры различия в строении наружных покровов не обнаружены, поверхность была ровной, за исключением семян *L. albus*, спермодерма которых имела мелко морщинисто-бугорчатую поверхность. Клетки семядолей, занимающих наибольший объем семян, на продольном разрезе имели вытянутую форму и зернистую структуру.

В ходе сканирования семенной кожуры наблюдались следующие особенности элементного состава: у средиземноморских видов *L. albus*, *L. angustifolium* в семенной кожуре соотношение C к O было больше, чем у американских видов, в отличие от соотношения этих элементов в зародыше, которое у всех изученных видов было более стабильным. Содержание основных элементов, входящих в состав спермодермы, у средиземноморских видов составляет следующий элементный ряд: Ca > K > Al > Si (Na) > Mg. У видов американской группы – *L. succulentus*, *L. argenteus*, *L. polyphyllus* – из перечисленных элементов выявлено преобладание алюминия, на втором месте находится калий; процентный состав других химических элементов у видов варьирует: так, у *L. succulentus* на третьем и четвертом месте по содержанию после Al и K находятся Na и Si, у *L. argenteus* – Ca и Mg, у *L. polyphyllus* – Ca и K в равном соотношении.

Зародыш семени в поперечном разрезе имеет несколько другой элементный ряд, причем в отличие от семенной кожуры, содержание основных элементов более стабильное: у средиземноморских видов в зародыше K > Al > P > S, у американских – Al > K > P > S.

Таблица 3

Элементный состав семян видов рода *Lupinus*, %

Элементы	Подрод <i>Lupinus</i>				Подрод <i>Platycarpus</i>					
	<i>L. albus</i> 'Дера'		<i>L. angustifolium</i> 'Кристалл'		<i>L. succulentus</i>		<i>L. argenteus</i>		<i>L. polyphyllus</i> 'Аристократ'	
	семенная кожура	зародыш	семенная кожура	зародыш	семенная кожура	зародыш	семенная кожура	зародыш	семенная кожура	зародыш
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
C	65.17	60.95	66.60	58.60	57.45	60.38	59.10	60.09	58.69	61.05
O	28.66	36.29	27.66	37.02	38.50	33.88	37.46	34.15	35.93	34.00
Na	0.06	0.01	0.70	0.01	0.23	0.01	0.20	-	0.06	0.01
Mg	0.39	0.14	0.30	0.20	0.18	0.23	0.27	0.17	0.23	0.23
Al	0.64	0.48	0.80	1.19	2.43	2.50	1.40	3.07	3.06	2.78
Si	0.45	0.09	0.75	0.06	0.23	0.06	0.13	0.07	0.36	0.06
P	0.15	0.40	0.11	0.37	0.04	0.43	0.05	0.50	0.06	0.27



Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>S</i>	0.07	0.24	0.07	0.33	0.02	0.35	0.05	0.25	0.07	0.25
<i>Cl</i>	0.15	0.03	0.26	0.03	0.08	0.15	0.14	0.08	0.15	0.04
<i>K</i>	1.37	0.99	0.85	1.67	0.46	1.46	0.59	1.28	0.45	0.93
<i>Ca</i>	2.42	0.15	1.60	0.31	0.16	0.15	0.55	-	0.45	0.16
<i>Fe</i>	0.28	0.10	0.24	0.09	0.07	0.14	0.01	0.09	0.22	0.08
<i>Cu</i>	0.20	0.14	0.06	0.13	0.14	0.26	0.05	0.24	0.29	0.16

Таким образом, установлено, что из основных макроэлементов у средиземноморских видов *L. albus*, *L. angustifolium* в семенной кожуре преобладает *Ca*, у американских видов *L. succulentus*, *L. argenteus*, *L. polyphyllus* – *K*. В зародыше семени выявлено преобладание *K*, *P* и *S* независимо от географического происхождения. По соотношению элементов в зародыше семени в сравнении с семенной кожурой наблюдалось увеличение *P* и *S* у *L. albus* в 2.5 и 3.5 раз; у *L. angustifolium* – в 3.5 и 5 раз; у *L. succulentus* – в 10 и 15 раз; у *L. argenteus* – в 10 и 5 раз, у *L. polyphyllus* – в 4.5 и 3.5 раз соответственно, что наглядно демонстрирует важную роль этих элементов в обмене веществ. Наличие натрия в зародыше у данных видов составляет минимальное количество и не превышает 0.01%, при этом у вида *L. argenteus* данный элемент вовсе не обнаружен наряду с кальцием. У исследованных семян *L. albus*, *L. polyphyllus* различного географического происхождения наблюдается общее снижение процентного содержания ряда макро- и микроэлементов (*Mg*, *Ca*, *Fe*, *Cl*, *Cu*) в зародыше семени по сравнению с семенной кожурой. У семян видов *L. succulentus*, *L. argenteus*, наоборот, соотношение многих из этих элементов в зародыше по сравнению с семенной кожурой увеличивается.

Выводы

1. В ходе морфологических исследований выявлены специфические особенности семян видов люпинов различного географического происхождения. Все изученные виды отличаются формой семян – округлой у *L. polyphyllus*, овально-каплевидной у *L. argenteus*, овальной у *L. succulentus*, округло-четырёхугольной у *L. albus*, округло-почковидной у *L. angustifolius*. Окраска поверхности семян у изученных видов варьирует от белой, однородной (у *L. albus*) до пестрой (у сорта 'Радужный' *L. angustifolius*) и очень темной с рисунками в виде линий или пятнышек (у *L. polyphyllus*, *L. argenteus*, *L. succulentus*). Одноцветные семена имеют светлешелочный – белые, розовые или рыжеватые. По величине крупные семена формируются у *L. albus*, средние – у *L. angustifolius*, мелкие – у американских видов *L. polyphyllus*, *L. argenteus*, *L. succulentus*.

2. По содержанию химических макро- и микроэлементов в семенах выявлены их идентичные наборы у всех изученных видов, включающие *Na*, *Mg*, *Al*, *Si*, *P*, *S*, *Cl*, *K*, *Ca*, *Fe*, *Cu*.

3. Семенная кожура средиземноморских видов *L. albus* и *L. angustifolium* отличалась наибольшим соотношением *C* к *O* по сравнению с американскими видами *L. polyphyllus*, *L. argenteus*, *L. succulentus*, в отличие от тканей зародыша, в которых соотношение этих элементов у всех изученных видов было более стабильным.

4. Установлено, что из основных макроэлементов у средиземноморских видов *L. albus* и *L. angustifolium* в семенной кожуре преобладает *Ca*, у американских видов *L. succulentus*, *L. argenteus*, *L. polyphyllus* – *K*. В зародыше семени выявлено преобладание *K*, *P* и *S* независимо от географического происхождения.

5. У исследованных семян *L. albus*, *L. polyphyllus* наблюдается общее снижение содержания ряда макро- и микроэлементов (*Mg*, *Ca*, *Fe*, *Cl*, *Cu*) в зародыше семени по сравнению с семенной кожурой. У семян видов *L. succulentus*, *L. argenteus*, наоборот, соотношение многих из этих элементов в зародыше по сравнению с семенной кожурой увеличивается.

Список литературы

1. Курлович Б.С., Репьева С.И. Генофонд и селекция зерновых бобовых культур – СПб., 1995. – 324 с.
2. Купцов Н.С., Такунов И.П. Люпин – генетика, селекция, гетерогенные посевы. – Брянск.: Клиницы, 2006. – 576 с.
3. Майсуриян Н.А., Атабекова А.И. Люпин. – М.: Колос, 1974. – 464 с.
4. Бачевский С.А. Многолетний люпин. – Львов: Каменяр, 1986. – 64 с.
5. Гатаулина Г.Г., Медведева Н.В. Белый люпин – перспективная кормовая культура // Достижения науки и техники АПК. – 2008. – №10. – С. 49–51.



6. Пащенко Л.П. Перспективы применения люпина в технологии продуктов питания // *Фундаментальные исследования*. – 2006. – №6. – С. 101–102.
7. Атабекова А.И. Географические группы люпина // *Вестник сельскохозяйственной науки*. – 1962. – №8. – С. 120–122.
8. Широкий унифицированный классификатор СЭВ и международный классификатор СЭВ рода *Lupinus* / Науч.-техн. совет стран – членов СЭВ по коллекциям диких и культурных растений. Сост.: С. Степанова и др. – Л.: ВИР, 1983. – 40 с.
9. Такунов И.П. Люпин в земледелии России. – Брянск.: Придесенье, 1996. – 372 с.
10. Вишнякова М.А. О перспективах введения в культуру и интродукции различных видов люпина // *Сельскохозяйственная биология*. – 2005. – №2. – С. 21–28.

TRAITS OF MORPHOLOGY AND ELEMENT STRUCTURE OF SEEDS OF THE GENUS *LUPINUS* L.

**I.V. Knjazeva, A.P. Ogulja,
O.A. Sorokopudova**

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

E-mail: knjazewa.inna@yandex.ru

We carried out the analysis of morphology and chemical composition of seeds of 5 species, genus *Lupinus* L. (*Lupinus polyphyllus* sort 'Aristokrat', *L. argenteus*, *L. succulentus*, *L. angustifolius* sort 'Kristall', 'Raduzhny', *L. albus* sort 'Dega'). Differences in color, form, size of seeds of Mediterranean and American species and varieties have been identified. According to the research of elemental composition, besides O and C, it was found to contain 11 macro- and micronutrients (*Fe, K, Ca, S, P, Mg, Na, Cl, Al, Si, Cu*), which are a part of the spermoderm and the embryo. The studied characteristics revealed similarities and differences between species of two eco-geographical groups (Mediterranean, American) are defined.

Key words: *Lupinus*, seeds, spermoderm, embryo of the seed, chemical elements.



УДК 633.88:581.5(571.54/55)

РОЛЬ ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ В ОЦЕНКЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ИХ СЫРЬЯ

Г.В. Чудновская

*Иркутская государственная
сельскохозяйственная академия,
Россия, 664037, Иркутская обл.,
Иркутский р-н, пос. Молодежный*

E-mail: g.chudnowskaya2011@yandex.ru

Для оценки запасов сырья лекарственных растений изучена их фитоценотическая приуроченность к определенным местообитаниям. Увеличение продукции фитомассы растений, главным образом, зависит от их экологических свойств, климата и плодородия почв. Урожайность связана с термическим режимом условий обитания. Анализ экологического спектра лекарственной флоры показал преобладающее значение группы мезофитов (46.39%), а также мезоксерофитов и мезогигрофитов, что в целом составляет 78.18% от всех видов. Характер нарастания зеленой массы зависит от сроков цветения и биоморфологических особенностей в отдельные отрезки сезона. Ритм развития растений в основном соответствует климатической ритмике и его следует считать летним.

Ключевые слова: лекарственные растения, экологические факторы, урожайность, ресурсы, продуктивность, эколого-биологическая характеристика.

Введение

Восточные районы играют большую роль в хозяйстве России. В последние годы в изучении растительного покрова Сибири сделаны большие успехи, однако отдельные части ее все еще остаются мало исследованными. К числу таких регионов и относится Восточное Забайкалье.

На обширных пространствах Сибири биологические ресурсы осваиваются очень неравномерно. В зоне интенсивного использования обнаруживается их перепромысел. Существующее положение со многими ресурсами и усиливающееся освоение природных богатств, даже в отдаленных регионах, вызывает острую необходимость значительного расширения и углубления исследований в области научных основ охраны природы.

Восточное Забайкалье располагает значительными ресурсами большого количества лекарственных растений, которые, практически, не осваиваются. Приуроченность видов к определенным экологическим условиям существенно влияет на их распространение, и, как следствие, на ресурсы.

Цель исследования – определение основных экологических факторов, оказывающих влияние на продуктивность фитомассы лекарственных растений.

Методика и объекты исследования

Исследования вели на территории Восточного Забайкалья по долине реки Шилка, в четырех административных районах Забайкальского края с 1991 года, которые выбраны в качестве эталонных, так как здесь можно проследить экологические условия различных ландшафтов. Шилкинский и Нерчинский районы типично степные, Чернышевский – лесостепной, Могочинский – таежный.

Объектами исследований явились 582 вида лекарственных растений, произрастающих на данной территории. Определены параметры фитоценотического оптимума для обследованных видов, оценено влияние ряда экологических факторов. Впервые определены биологические и эксплуатационные запасы, возможные объемы ежегодных заготовок и разработаны практические рекомендации по их рациональному использованию.

Результаты и их обсуждение

Растительность обследованной территории разнохарактерна и своеобразна. Это выражается в существовании здесь различных ландшафтно-растительных высотных поясов, в своеобразии флористического состава, основу которого составляют горностепные, лесостепные и собственно степные виды.



Разнообразие местообитаний, обусловленное расчлененностью рельефа горной страны, характером микроклимата, почв и подстилающих горных пород, наложило глубокий отпечаток на особенности флоры Восточного Забайкалья. Экологическая обстановка способствовала развитию черт ксероморфизма почти во всех биологических группах растений.

Степная растительность занимает господствующее положение на территории Нерчинского и Шилкинского районов. Здесь расположен самый крупный участок степей Восточного Забайкалья – Нерчинская степь. По своему строению и составу степные массивы имеют характерные черты, свойственные степям северной части Центральной Азии. Эта однотипичность отмечается многими исследователями и объясняется общностью их происхождения и последующего развития [1, 2].

Типичная лесостепь расположена в Чернышевском районе, она включает в себя:

- березовые и лиственничные травянистые леса со слабо развитым подлеском, чередующимся с участками луговой степи (собственно лесостепь);
- лиственничные, сосновые или березовые леса с мохово-травянистым, кустарничково-травянистым наземным покровом, произрастающие по северным склонам сопок и увалов, в сочетании со степными и сухостепными ассоциациями южных и юго-западных склонов (лес и степь);
- березовые и березово-осиновые травянистые леса с подлеском из ивы, ерника, рододендрона, таволги.

Леса занимают второе место по занимаемой площади. В северной части Могочинского района расположена типичная тайга. Здесь светлохвойные леса представляют зональный тип растительности. Сосновые и лиственничные леса часто образуют почти чистые однопородные древостои.

Условиями существования называют совокупность жизненно необходимых, элементов без которых растение не может существовать (вода, тепло, почва и пр.). Другие экологические факторы, хотя и оказывают на растение существенное влияние, не являются для него жизненно необходимыми.

Факторы среды действуют на растения одновременно и совместно, причем действие одного в большой степени зависит от количественного выражения других.

Рациональное использование запасов сырья лекарственных растений невозможно без данных об их урожайности в различных местообитаниях. Изучение экологических факторов, при которых каждый вид растений достигает максимальной для него урожайности, позволяет определять перспективные для заготовок зарослей.

Для определения ресурсов сырья для каждого вида лекарственных растений необходимо знать динамику его урожайности по годам, оценить влияние различных условий, сезонную и возрастную изменчивость. Это позволит прогнозировать объемы заготовки лекарственного растительного сырья на несколько лет вперед (рис. 1). Таким образом, комплексный ресурсо-ведческий подход обеспечивает разработку основ рациональной системы эксплуатации природных ресурсов лекарственных растений.

Для комплексного ресурсо-ведческого изучения сырьевых растений, в том числе и лекарственных, совершенно необходима их эколого-биологическая характеристика. Этого можно достигнуть только при многолетнем изучении интенсивности и направленности основных абиотических, биотических и антропогенных факторов и ответных реакций на них отдельных особей.

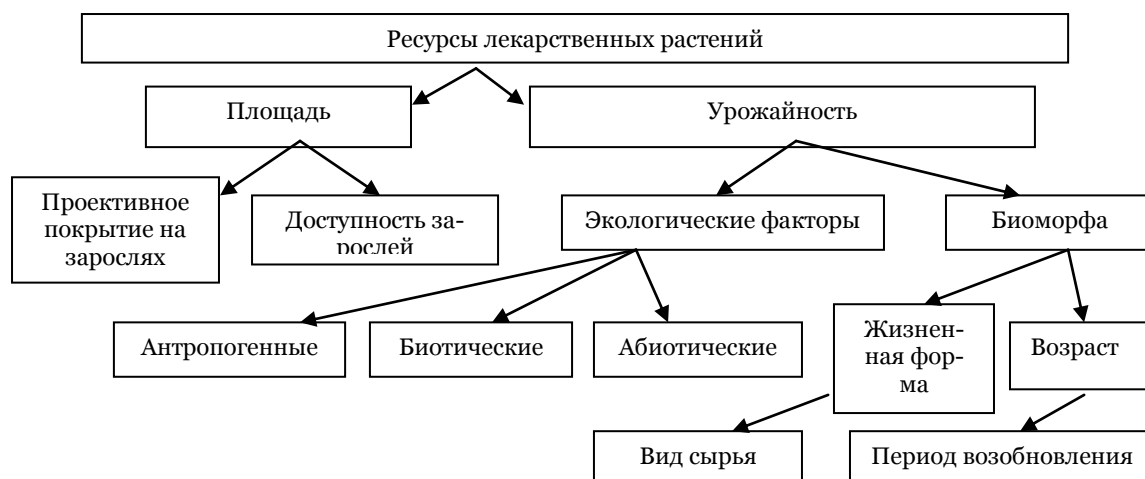


Рис. 1. Условия, влияющие на ресурсы лекарственных растений

Эколого-биологические особенности отдельных видов растений находят свое выражение в сроках вегетации, цветении, плодоношении, приуроченности к определенным фитоценозам, местообитаниям, субстрату.

Видовой состав лекарственных растений Восточного Забайкалья, сформировавшийся в условиях резко континентального климата, недостаточного увлажнения, слабохолмистого рельефа, представлен преимущественно многолетними травянистыми растениями.

Увеличение продукции фитомассы растений главным образом зависит от климата, плодородия почв и экологических свойств тех или иных видов растений. Как бы благоприятны не были условия их существования, не каждый вид способен полностью использовать их и развивать большую продуктивность фитомассы. Этим свойством обладают сравнительно немногие из видов растений, произрастающих в условиях, благоприятных для реализации биологического потенциала. Обычно в биогеоценозах проявляются абиотические факторы, ограничивающие жизнедеятельность организмов того или иного вида. Нередко сдерживающим фактором для наиболее интенсивного развития растений является конкуренция, как между видами, так и между особями одного вида.

Многие лекарственные растения не растут в сообществе густо, в большом обилии. Такими, например, *Phlojodicarpus sibiricus* (Steph.ex Sprengel) K.-Pol., *Euphorbia fischeriana* Steudel, *Valeriana transjensisensis* Kreyer. Можно предположить взаимное угнетение особей этих растений при их большом обилии и большой густоте, что подтверждается при их интродукции в культуру. Те растения, которые в природе растут, рассеяно, не образуя густых зарослей, и здесь наибольшую урожайность дают в том случае, когда их высаживают на определенном расстоянии между ними [3].

Различные виды растений предъявляют неодинаковые требования к климатическим и почвенным условиям, поэтому знание их экологических спектров помогает в проведении исследований по определению потенциальных ресурсов.

Для экологического анализа лекарственной флоры Восточного Забайкалья использована общепринятая классификация экологических групп, уточненная и примененная А.В. Куминовой [4] при анализе флоры горного Алтая. Выделение экологических групп основано на отношении растений к влаге и механическому составу почвы.

Все виды лекарственной флоры Восточного Забайкалья нами разделены на 9 экологических групп.

1. Ксерофиты. Обитают преимущественно в местах с недостаточным увлажнением на равнинных и горных участках.

2. Мезоксерофиты. Характерны в условиях с временно недостаточным увлажнением. Обитают преимущественно в лугово-степных фитоценозах.

3. Мезофиты. Обитают в условиях с более или менее достаточным, но не избыточным увлажнением, на богатых хорошо развитых почвах.

4. Мезогигрофиты. Характерны в местах с повышенным, но не застойным увлажнением на сырых лугах и хорошо дренированных берегах рек.

5. Гигрофиты. Растения избыточно влажных местообитаний.

6. Гидрофиты. Водные растения.

7. Ксерогигрофиты. Растения степных участков, но получающие влагу в избытке за счет грунтовых вод.

8. Ксеропетрофиты. Обитают на скалах и крутых каменистых склонах в условиях недостатка влаги.

9. Мезопетрофиты. Характерны для нормально влажных скальных и каменистых местообитаний.

Большинство видов флоры Восточного Забайкалья приурочены к определенным местообитаниям и отнести их к тем или иным экологическим группам довольно просто. Затруднения возникают при распределении растений имеющих широкую экологическую амплитуду (*Vaccinium vitis-idaea* L., *Sanquisorba officinalis* L. и др.). Учитывая, что данные виды обладают наибольшей пластичностью, мы отнесли их к группе мезофитов [5].

Анализ экологического спектра лекарственной флоры показал преобладающее значение группы мезофитов – 270 видов (46.39%), а также мезоксерофитов (107 видов) и мезогигрофитов (78 видов), что в целом составляет 78.18% от всего числа. Многие виды из этой группы являются эдификаторами степных сообществ. Типичных ксерофитов – 67 видов (11.51%), доля ксеропетрофитов (12 видов) и мезопетрофитов (18 видов) - растений каменистых местообитаний – 5.15%, а гигрофитов (19 видов) и гидрофитов (11 видов) в целом составляет 4.81% [6] (рис. 2).

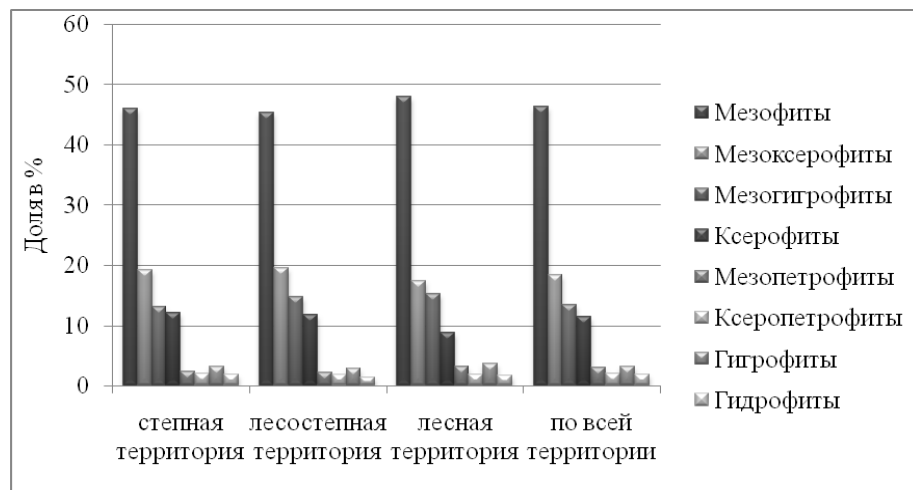


Рис. 2. Распределение лекарственных растений Восточного Забайкалья по экологическим группам

Соотношение экологических групп в степных и лесостепном районах существенных отличий от данных, определенных для всей территории не имеют. Так в степных Нерчинском и Шилкинском районах из 535 видов, произрастающих здесь лекарственных растений, 246 (45.89%) – мезофиты, 103 (19.25%) – мезоксерофиты, 70 (13.8%) – мезогигрофиты, 65 (12.15%) – ксерофиты, 13 (2.43%) – мезопетрофиты, 11 (2.06%) – ксеропетрофиты, 17 (3.18%) – гигрофиты и 10 (1.87%) – гидрофиты.

В лесостепном Чернышевском районе нами выявлено 439 видов лекарственных растений. Из них 199 видов (45.33%) – мезофиты, 86 (19.59%) – мезоксерофиты, 65 (14.81%) – мезогигрофиты, 52 (11.85%) – ксерофиты, 10 (2.28%) – мезопетрофиты, 8 (1.82) – ксеропетрофиты, 13 (2.96%) – гигрофиты, 6 (1.37%) гидрофиты.

Несколько иное соотношение в распределении растений по отношению к влажности почвы наблюдается в лесном районе. Доля ксерофитных растений здесь значительно ниже. Так типичных ксерофитов 41 вид из 461, произрастающих на данной территории, что составляет 8.89% от всей лекарственной флоры. Мезоксерофитов – 80 (17.35%), ксеропетрофитов – 9 (1.95%). В то же время растений, приуроченным к влажным почвам, встречается больше: гигрофитов – 17 видов (3.69%), мезогигрофитов – 70 (15.18%), . Типичных мезофитов 221 вид (57.94%), мезопетрофитов – 15 (3.25%), а гидрофитов 8 – (1.74%).

Принадлежность растений к определенным экологическим условиям существенно влияет на их распространение, и, как следствие на ресурсы. Из 160 видов, имеющих значительные ресурсы – 88 (55.00%) – типичные мезофиты, 27 (16.88%) – мезоксерофиты, 20 (12.50) – мезогигрофиты, 18 (11.25) – ксерофиты, по 3 (по 1.88%) – гигрофитов и гидрофитов, ксерофит 1 вид (0.62%). Среди мезоксерофитов, то есть растений, характерных для нормально влажных скальных и каменистых местообитаний, не обнаружено лекарственных растений имеющих широкое распространение [7] (рис. 3).

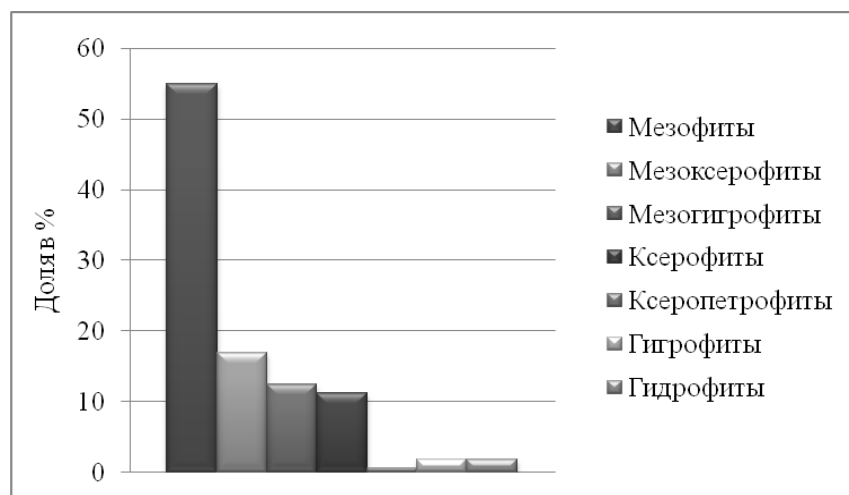


Рис. 3. Распределение широко распространенных лекарственных растений Восточного Забайкалья по экологическим группам

По отношению к почвам, подавляющая часть изученных нами видов, не требовательна, а к температуре – все растения можно охарактеризовать как морозоустойчивые и зимостойкие.

Не все экологические факторы имеют одинаковое значение для распределения растений в сообществе и их развития. Например, из эдафических наиболее важны влажность почвы и ее плодородие, а такой фактор, как почвенная кислотность имеет обычно местное значение.

Установлено, что главными критериями, определяющими интенсивность развития растений, являются температура и влажность воздуха и почвы. Сочетание метеорологических условий определяет урожайность. В некоторые годы погодные факторы сдвигают фенологические сроки развития растений. Влажность воздуха – дожди, роса, туманы – в период вегетации имеют особое значение.

В жизни растений и их сообществ наиболее важными являются климатические факторы. Основная черта климата территории – ярко выраженная континентальность. В зимние месяцы устанавливается высокое давление. Зима очень морозная, безветренная, малоснежная, с большим количеством солнечных дней. Среднегодовая температура отрицательная – минус 3.9°C, причем, держится она шесть месяцев в году. Положительные температуры наступают только в конце апреля. Наиболее жаркий месяц июль, когда среднемесячная температура достигает +20.2°C, однако это не означает, что лето прохладное. Снижение среднемесячных температур в значительной степени обусловлено большой амплитудой суточных колебаний. Дневные же температуры обычно очень высоки. Абсолютный максимум дневных летних температур – +40°C. Неблагоприятной особенностью лета является позднее окончание весенних заморозков и ранее появление осенних. Безморозный период длится в среднем 103 дня

Особо необходимо сказать о климатических условиях таежной территории Восточного Забайкалья. В отличие от более западных районов, среднегодовая температура воздуха в Могочинском районе составляет –5.4°C. Положительная среднемесячная температура бывает пять месяцев в году, но заморозки при этом возможны в любой месяц, а в начале мая и в конце сентября они повторяются систематически, почти ежедневно. Средняя продолжительность безморозного периода составляет всего 74 дня.

Существенной особенностью климата данной территории является большая продолжительность солнечного сияния, в среднем, в сутки 7.1 часа. Прямая солнечная радиация составляет в среднем 60–65% от общей суммы солнечной энергии. В связи с этим количество тепла, получаемое поверхностью почвы, в большой степени зависит от характера экспозиции склона и его крутизны. В результате отдельные элементы рельефа сильно отличаются по количеству его получения.

Урожайность лекарственных растений связана с термическим режимом условий обитания. Высокая температура воздуха, сопровождающаяся обычно отсутствием осадков, оказывает отрицательное влияние на рост растений, что вызывает снижение прироста надземной массы, в тоже время и значительное понижение температуры также тормозит процессы развития и получения максимального прироста.

В Восточном Забайкалье ежегодно выпадает крайне незначительное количество осадков, в среднем 292 мм в год, причем зимой и весной их очень мало, поэтому зима почти бесснежная, а весна очень сухая. Основная их масса приходится на лето (до 60–70%). Таким образом, для нормального развития растений в весенний период осадков недостаточно и их рост зависит от запаса воды в верхних горизонтах почвы, сохранившегося от осенних дождей.

Обильные летние дожди начинаются во второй половине июня. Таким образом, наиболее теплый период лета совпадает с наиболее влажным и создаются оптимальные условия для всех биологических процессов, но, к сожалению, этот период очень краток.

Количество выпадающих осадков резко колеблется по годам. Два года из десяти обычно бывают очень засушливы, и тогда наблюдается выгорание степной растительности.

Количество осадков в таежном (Могочинском) районе не больше, чем в степных и лесостепных, в то время как коэффициент увлажнения значительно выше. Его увеличение обусловлено меньшей величиной испаряемости или большей относительной влажностью воздуха. Несмотря на относительно малое среднегодовое количество осадков, в летние месяцы эта территория обладает достаточно высокой степенью увлажнения благодаря высокой концентрации осадков летом и малой величине испаряемости в этот период.

Незначительный весенний запас влаги в мае и, особенно, в июне интенсивно расходуется растениями на транспирацию и физическое испарение с поверхности почвы. В это время наблюдается быстрое нарастание тепла, осадки же почти не выпадают. В результате происходит быстрое иссушение почвы. С начала июля обычно проходят дожди, и дефицит влажности исчезает, наблюдаются бурные процессы роста и развития растений. В результате интенсивного поглощения влаги растениями и высокой температуры влажность почвы в августе снова понижается. Иссушение корнеобитаемого слоя продолжается практически до конца вегетации растений. В это время в поверхностном слое почвы устанавливается влажность близкая к вызывающей увядание растений. После прекращения вегетации дожди и снег несколько увели-



чивают запасы влаги. Почва в таком состоянии промерзает, и влага остается в малоподвижном состоянии в течение всей зимы и весны, до начала июня. Таким образом, в качестве характерной черты режима влажности почвы в Восточном Забайкалье Е.И. Бузлукова, А.А. Горшкова, Н.В. Некипелов [8] отмечают наличие резко контрастных периодов в течение сезона, различающихся по величине увлажнения.

Обращает на себя внимание и связь внешнего облика растений с неблагоприятными факторами среды. Вследствие торможения ростовых процессов, преобладают низкорослые розеточные и полурозеточные растения, а также подушкообразные формы, занимающие промежуточное положение между типичными подушечными и розеточными растениями [8].

Значительную роль в распространении растений играют биотические факторы. Часто они определяют жизнедеятельность растений в природе. К ним относят взаимоотношения растений между собой и с другими организмами в биоценозе.

Своеобразная роль в лесных биоценозах принадлежит древостою. Он определяет состав и жизнеспособность всех организмов живущих под его пологом, границы лесных сообществ, их тепловой режим и режим влажности. Влияние на рост, развитие и размеры лесных растений кустарничкового и травяного ярусов оказывают таксационные характеристики древостою, такие как: возраст, густота, полнота, состав. Так, в лесах с высокополнотным древостоем *Vaccinium vitis-idaea* L. имеет более крупные размеры, как самих особей, так и листьев.

В Забайкалье не наблюдается своеобразных коренных смен растительности, а происходит постепенное изменение видового состава, увеличение обилия одних и уменьшение числа других видов [9].

При увеличении пастбищной нагрузки происходит уменьшение общего количества видов растений, что приводит к снижению продуктивности на последних стадиях сбоя почти в два раза.

Под влиянием усиленного выпаса травостой претерпевает значительные изменения в сторону упрощения структуры, обеднения видового состава и снижения урожайности. Причем, дигрессия растительности, под влиянием интенсивного выпаса, в Восточном Забайкалье идет несколько иначе, чем этот же процесс в европейской части России, что связано с особенностями самого растительного покрова, климата, а также техникой выпаса и видами выпасаемого скота.

Изменение структуры сообществ, в частности, уменьшение запасов зеленой массы и снижение степени проективного покрытия при выпасе, приводящее к перестройке теплового режима, сопровождается заметными изменениями водного режима верхних горизонтов почвы. Происходит заметное иссушение, чему способствует также уплотнение структуры почвенных горизонтов и увеличение капиллярного поднятия влаги. По наблюдениям А.А. Горшковой [10] установлено, что запас влаги при этом снижается на одну треть своей величины. Если учесть, что эти сдвиги происходят на фоне крайне неблагоприятного увлажнения, характерного для района исследований, то уменьшение, и без того скудных запасов (весовой процент 8–10% на коренных участках и 5–6% – на сильно сбитых), заметно усугубляет почвенную засуху, что влияет на урожайность наземной массы лекарственных растений.

Снижение запасов влаги приводит и ксерофитизации растительного покрова. Практически, сообщества, формирующиеся на последних стадиях дигрессии, состоят из типичных ксерофитов. Особенно в данном районе устойчивы к пастбищному режиму такие лекарственные растения, как *Phlojodicarpus sibiricus* (Steph.ex Sprengel) Koso-Pol., *Euphorbia fischeriana* Steudel, *Thymus serpyllum* L. и *Scutellaria baicalensis* Georgi, которые являются типичными ксерофитами.

Характер нарастания зеленой массы различен у отдельных видов растений и зависит от сроков цветения и биоморфологических особенностей, и в отдельные отрезки сезона протекает с различной интенсивностью. Многие из растений имеют, так называемую фазу максимального прироста, приходящуюся на различные сезоны – в зависимости от присущей виду ритмики.

Большинство из исследованных нами лекарственных растений максимальные приросты имеют в довольно поздние сроки – в течение июля и первой половины августа. Связано это с тем, что в начале вегетационного сезона развитие происходит медленно. К этой группе можно отнести *Bupleurum scorzoniferifolium* Willd., *Leonurus sibiricus* L., *Thymus serpyllum* L., *Achillea asiatica* Serg. и *Tanacetum vulgare* L.

На продуктивность растений большое влияние оказывают метеорологические условия в отдельные годы. Так, летом 1993, 1999 и 2005 годов, когда в июне-июле наблюдались обильные дожди, урожайность надземных частей *Bupleurum scorzoniferifolium* Willd., *Leonurus sibiricus* L., и *Tanacetum vulgare* L. была выше, в сравнении с другими годами. Урожайность у одних и тех же видов в пределах одного фитоценоза в различные по увлажнению годы может изме-

няться в два раза и более. В связи с этим, при определении средних показателей, необходимо использовать данные за несколько лет.

Заметное влияние на продуктивность оказывает и характер местообитания. В условиях, наиболее благоприятных по увлажнению, колебания урожайности в отдельные годы значительно менее выражены. Например, *Bidens radiata* Thuill., растущая по берегам рек, озер, стариц, на болотах, в канавах, имела относительно постоянную урожайность в течение всех лет проведения исследований, хотя у других видов, в качестве сырья у которых используют надземные части, были отмечены колебания в массе.

Степным растениям Восточного Забайкалья свойственна повышенная интенсивность транспирации (0.70–1.40 г·г/час) [10]. Обусловлено это высокими дневными температурами, низкой относительной влажностью воздуха и обилием солнечного света, что приводит к значительному изменению водного баланса, в результате чего растения испытывают дневной и полуденный дефицит. Степные растения, имеющие сочные развитые корни, такие как *Phlojodicarpus sibiricus* (Steph.ex Sprengel) Koso-Pol., *Euphorbia fischeriana* Steudel, *Scutellaria baicalensis* Georgi ощущают его несколько меньше. Он колеблется между 20–30% и не является особенно высоким для ксерофитов, хорошо приспособленных к значительным потерям воды. Заметим, что ксерофиты других территорий испытывают более высокий водный дефицит. В частности, у ксерофитов Казахстана он равен 47–56% [11]. В целом же напряженность водного баланса, несомненно, отрицательно сказывается на росте лекарственных растений.

Среди степных растений преобладают виды с многолетними побегами, имеющие большую продолжительность жизни, достигающую у некоторых особей, по данным Г.И. Галазия [12] и М.А. Рещикова [13], 50–100 лет и более, что подтверждено нашими исследованиями. Ярко выраженной морфологической особенностью является наличие многочисленных вертикальных корневищ, погруженных в почву. Связано это, на наш взгляд, с большой продолжительностью жизни особей и длительным вегетативным возобновлением.

Существенным вопросом при оценке ресурсов растений является изучение ритмов их сезонного развития. Для растений Восточного Забайкалья, в особенности произрастающих на степных участках, характерно недружное весеннее развитие и позднее начало вегетации. С начала июня до середины августа количество вегетирующих видов остается почти постоянным. В середине августа начинают отмирать побеги у небольшой группы растений. Для большинства степных растений характерно прекращение вегетации из-за низких температур, которое идет очень быстро в течение второй половины сентября. В октябре вегетирует небольшая часть растений за счет второй генерации листьев.

У степных растений нет периода летнего полупокоя. Во всех изученных ассоциациях характерна непрерывная вегетация растений при последовательной смене цветущих видов в течение сезона. В начале осени растения переходят в период зимнего покоя. Максимальное количество цветущих видов приходится на середину лета. Во всех фитоценозах нет долгоцветущих.

Анализ наблюдений за ходом температур воздуха, выпадения осадков и динамикой увлажнения почвы показывает, что ритм развития растений в основном соответствует климатической ритмике и его, вероятно, следует считать летним.

Влияние различных факторов может быть направлено как на повышение, так и на понижение продуктивности. Следовательно, выявление связи происходит тогда, когда она в большей или меньшей мере затушевывается действиями других факторов. Поэтому, одна из задач исследований состоит в определении ее тесноты и определении силы воздействия влияния того или иного фактора.

К основным факторам, оказывающим негативное влияние на дикорастущие лекарственные растения, относятся загрязнение окружающей среды промышленными и сельскохозяйственными предприятиями, транспортом; строительством промышленных объектов, жилья, дорог, трубопроводов; добыча полезных ископаемых; лесозаготовка и лесопереработка и многое другое. Кроме того, территория Восточного Забайкалья располагает значительными запасами урановых руд, здесь находятся уранообогащительные предприятия. Поэтому неизбежно накопление в органах растений веществ, крайне вредных для человека. При оценке ресурсного потенциала лекарственных растений необходимо учитывать и эти негативные влияния.

Для видов лекарственных растений, ресурсы которых подорваны антропогенным воздействием, или имеющих ограниченный ареал, планировать и осуществлять заготовку сырья необходимо в строго определенных районах, в объемах, которые не превышают ежегодный возможный сбор и по специальному разрешению (лицензии) под контролем природоохранных организаций.



Почти все виды лекарственных растений отличаются низкой регенерационной способностью. Их надземная часть восстанавливается в среднем за 3–8 лет. Корневища и корни возобновляются за 10–30 лет. Это вызывает необходимость чрезвычайно бережно относиться к их запасам.

Уровень антропогенной нагрузки исследованной территории, как и большинство регионов России, можно охарактеризовать как значительный. Интенсивное попадание в окружающую среду вредных выбросов неизбежно проявляются в загрязнении лекарственных растений в результате чего, в них накапливаются несвойственные вещества, часто в концентрациях вредных для здоровья людей. Фитопрепараты, изготовленные из такого сырья, не только не могут быть полезными для человека, а при их применении, могут вызвать серьезные нарушения в организме пациента.

В настоящее время созрела необходимость в разработке комплексной программы рационального использования сырья, произрастающих на данной территории дикорастущих полезных растений, в которой должны быть учтены все имеющиеся сведения о состоянии их запасов, включая результаты обследования их популяций, определения оптимальных режимов эксплуатации и поиску путей их охраны.

Выводы

1. Условия среды обитания растений, в частности, недостаток влаги, укороченный вегетационный период, пологоволнистый рельеф, дигрессия обусловили своеобразные черты растительности территории – низкорослость и изреженность травостоя и, как следствие, более низкую урожайность надземной части лекарственных растений в сравнении с другими регионами. Вместе с тем, корневая система растений более мощная, с большей массой корней, и, поэтому, продуктивность подземных органов выше.

2. Урожайность сырья лекарственных растений на исследованной территории главным образом зависит от характера местообитания, метеорологических условий, возраста отдельных особей, плодородия почв и водного режима.

3. Комплексный ресурсоведческий подход обеспечивает разработку рациональной системы эксплуатации природных ресурсов лекарственных растений.

Список литературы

1. Лавренко Е.М. Степи Евразийской степной области, их география, динамика и история // Вопросы ботаники. – М., Л.: Изд-во АН СССР, 1954. – Т. 1. – С. 157–173.
2. Решиков М.А. О растительности лесостепи Южного Забайкалья // Флора, растительность и растительные ресурсы Забайкалья и сопредельных областей. – Чита, 1954. – Вып. 4. – С. 3–6.
3. Хилова М.А. Зарубина Н.М. Дикорастущие травянистые растения в Иркутском ботаническом саду // Растения природной флоры Сибири для зеленого строительства. Сборник статей. – Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1972. – С. 65–72.
4. Куминова А.В. Растительный покров Алтая. – Новосибирск: Типография СО АН СССР, 1960. – 459 с.
5. Чудновская Г.В. Эколого-биологические особенности и ресурсы сырья лекарственных растений Восточного Забайкалья: монография. – Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2002. – 170 с.
6. Чудновская Г.В. Влияние экологических факторов на продуктивность лекарственных растений в Восточном Забайкалье // Вестник Бурятского университета. Серия 2: Биология. – Улан-Удэ: Изд-во БГУ, 2004. – Вып. 6. – С. 221–225.
7. Чудновская Г.В., Новак Л.Б. Ресурсы лекарственных растений Восточного Забайкалья : монография. – Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2002. – 89 с.
8. Бузлукова Е.И. Горшкова А.А., Некипелов Н.В. Сезонные ритмы некоторых природных явлений в типичных фациях Алкучанского // Алкучанский Говин. – М., Л.: Наука, 1964. – С. 46–55.
9. Буддо И.С. Природные кормовые угодья Предбайкалья и Забайкалья // Сенокосы и пастбища Восточной Сибири. – Иркутск: Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1967. – С. 45–67.
10. Горшкова А.А., Копылова Л.Д. Водный дефицит степных растений юго-восточного Забайкалья // Эколого-биологическая и хозяйственная характеристика степных и луговых растительных сообществ Забайкалья. – Улан-Удэ: кн. изд-во, 1973. – С. 30–40.
11. Климочкина Л.В. Водный режим пустынных растений Центрального Казахстана // Экспериментальная ботаника. – 1948. – № 6. – С. 44–50.
12. Галазий Г.И. Некоторые данные о длительности жизни пижмы (*Tanacetum sibiricum*) и прострела (*Pulsatilla turczaninovi*) // Ботанический журнал СССР. – 1954. – Т. 89. – Вып. 6. – С. 99–111.
13. Решиков М.А. Степи Западного Забайкалья // Труды Вост.-Сиб. фил. АН СССР. – Иркутск: кн. изд-во, 1961. – Вып. 34. – С. 1–174.



ECOLOGICAL AND BIOLOGICAL DESCRIPTION OF THE EAST TRANSBAIKALIA MEDICINAL HERBS ROLE FOR THE EVALUATION OF THEIR CRUDE DRUGS PRODUCTIVITY

G.V. Chudnovskaya

*Irkutsk State Agricultural Academy,
village Molodjzhnyj, Irkutsky district,
Irkutsk region, 664037, Russia*

E-mail: g.chudnovskaya2011@yandex.ru

For the estimation of crude drugs stocks of medicinal herbs their confinement to certain habitats has been found. Increase in the production of plants phytomass depends mainly on their ecological characteristics, climate and soil fertility. Crop capacity is related to the temperature regime of habitat conditions. The environmental spectrum analysis of medicinal flora revealed the superiority of the mesophytes group (46.39%), as well as mesoxerophytes and mesohygrophytes which, in general, constitute 78.18% of all species. The nature of the green mass growth depends on the flowering terms and biomorphological features in the certain seasonal periods of time. The plants growth rates in general correspond to the climatic regime and it should be considered the summer one.

Key words: medicinal herbs, environmental factors, crop capacity, resources, productivity, ecological and biological description.



УДК 581.165:633.812.9

ЗАВИСИМОСТЬ ПРОДУКТИВНОСТИ ДУШИЦЫ ОТ СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА¹

Е.Ф. Мягих, А.В. Мишнёв

Институт сельского хозяйства Крыма
Национальной Академии Аграрных
Наук Украины, Украина, 95493, АР
Крым, г. Симферополь, ул. Киевская,
150

E-mail: origanum.science@mail.ru

В результате проведенных исследований установлено, что растения, полученные методом зелёного черенкования, более развитые по морфометрическим признакам и превышают растения, полученные методом деления куста, по таким показателям продуктивности как урожайность надземной массы (в первый год вегетации – в 1.5–1.6 раза, во второй год – в 1.2–1.3 раза) и сбора эфирного масла с растения (в 1.8–4.8 и 1.4–3.8 раза в первый и второй годы вегетации соответственно). В целом за 2 изучаемых года превышение по показателям продуктивности растений, полученных из зелёных черенков, составило: по урожайности – 23.2–31.2%, по сбору масла – 32.4–109.8%. Таким образом, для закладки производственных плантаций *Origanum vulgare* и *O. tyttanthum* целесообразно использовать саженцы, полученные из зелёных черенков.

Ключевые слова: *Origanum vulgare*, *O. tyttanthum*, зелёное черенкование, деление куста.

Введение

Важнейшим хозяйственно ценным признаком любого вида растения является возможность его быстрого размножения. При этом перед селекционером встаёт вопрос о способе размножения ценного селекционного материала в сжатые сроки.

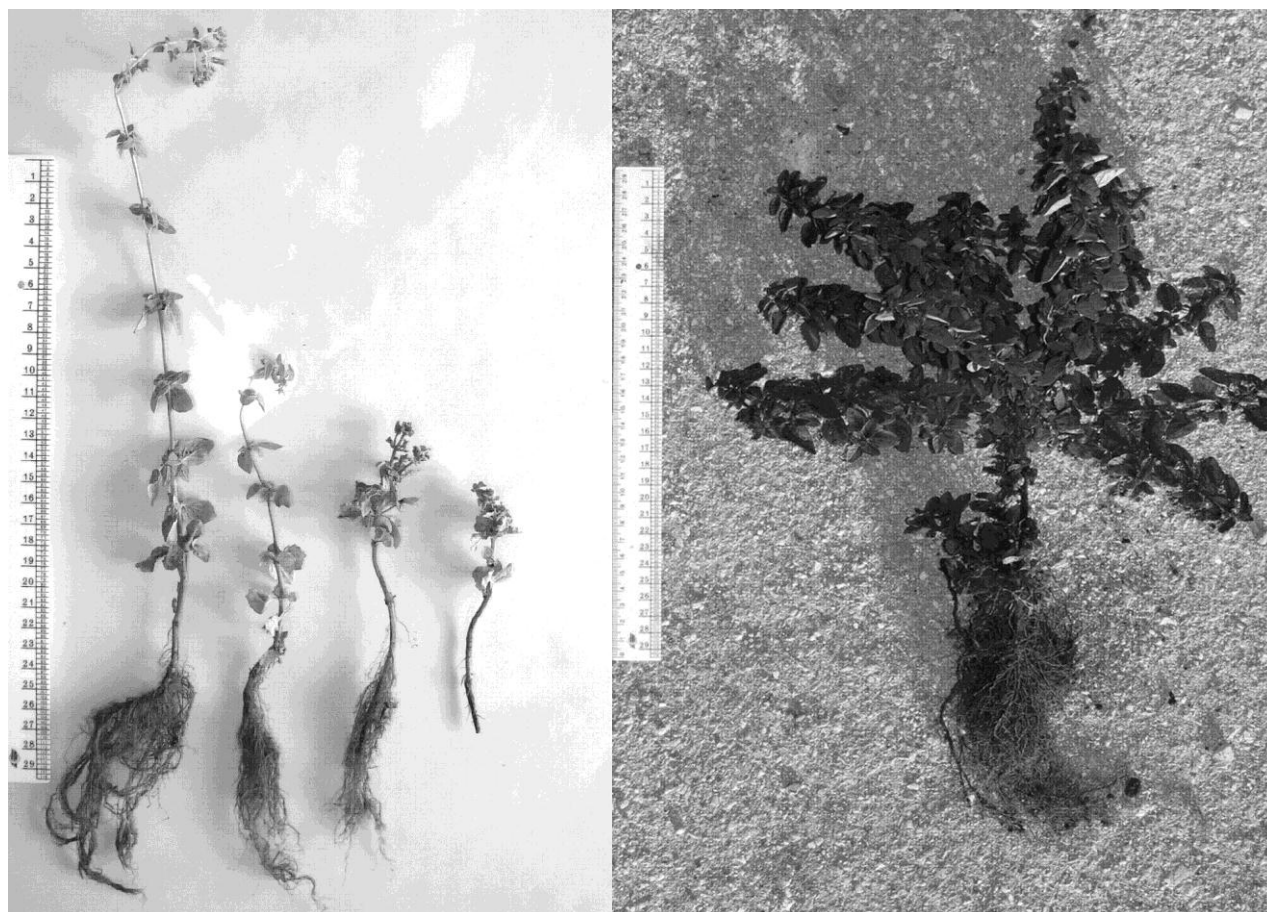
Представители рода *Origanum* – *Origanum vulgare* L. и *O. tyttanthum* Gontsch. – широко применяются в парфюмерно-косметической, пищевой и фармацевтической промышленности. В настоящее время в «Государственный реестр сортов растений, рекомендованных для распространения в Украине» [4] занесён только один сорт *O. vulgare* – Украиночка (селекции Опытной станции лекарственных растений НААНУ). Одного сорта для удовлетворения всесторонних потребностей в сырье душицы недостаточно. В связи с этим в Институте сельского хозяйства Крыма ведётся селекционная работа по созданию перспективного исходного материала данной культуры.

Семенное размножение душицы затруднено в связи с тем, что её семена очень мелкие и в ряде случаев имеют довольно низкую всхожесть. Кроме этого, оно приводит к высокому расщеплению в потомстве, что противоречит требованиям, относящимся к сорту. Поэтому целью нашей работы было – исследовать возможность ускоренного размножения ценного селекционного материала душицы вегетативными методами (методом зелёного черенкования и методом деления куста) и изучить продуктивность полученных растений.

Объекты и методы исследования

Опыт по изучению продуктивности саженцев растений *Origanum vulgare* L. (образец № 87) и *O. tyttanthum* Gontsch. (образец № 82), полученных методами зелёного черенкования (ЗЧ) и делением куста (ДК) был заложен в середине ноября 2010 г. Укоренение зелёных черенков проводили в первой декаде июня. С верхней части побегов брали по 2 черенка длиной 10–12 см (3–4 междоузлия). В качестве стимулятора корнеобразования использовали препарат «Корневин». Укоренённые черенки по степени развития делились на 4 класса (рис. 1-а), из них использовали растения 1 и 2 классов. После укоренения в теплице в условиях мелкодисперсного увлажнения саженцы были помещены в перешколку для доращивания на несколько месяцев, где проводился полив в первые 2 недели – каждые 5 дней, затем в течение месяца 1 раз в 7–14 дней в зависимости от погодных условий, далее полив прекращали. В результате этого к середине ноября были получены саженцы с хорошо развитой подземной и надземной частями (рис. 1-б). Размножение растений методом деления куста проводилось согласно общепринятым методикам. Полученные растения высаживались рядами с площадью питания 0.30×0.60 м.

¹ НИР была доложена на I международной научной конференции по морфологии растений «Современная фитоморфология» (Львов, 24-26 апреля 2012 г.).



Класс: 1 2 3 4
 а

б

Рис. 1. Укоренённые зелёные черенки (а) и саженцы душицы после перешколки перед высадкой в грунт (б) (2010 г.)

Исследование морфологических признаков и показателей продуктивности растений проводилось согласно «Методике селекции эфиромасличных культур» [6]. Растения оценивались по следующим параметрам: высота и ширина куста и соцветий, количество побегов (генеративных и вегетативных), урожай зелёной массы, массовая доля эфирного масла, сбор масла с растения. Массу растения определяли путём взвешивания всей надземной части растения, срезанного на высоте 7–8 см от поверхности почвы в фазу массового цветения. Массовая доля эфирного масла определялась методом гидродистилляции по Гинзбергу в процентах от сырой и абсолютно сухой массы [1]. Математическую обработку данных проводили по Г. Ф. Лакину (1990) с использованием набора средств статистического анализа, входящего в пакет программы Microsoft Excel.

Результаты и их обсуждение

Ранее нами установлено, что *O. vulgare* и *O. tyttanthum* успешно размножаются методом зелёного черенкования (рис. 1-а) [2]. Дальнейшие исследования показали, что коэффициент размножения трёхлетнего растения душицы методом ЗЧ в зависимости от морфологических особенностей образца колеблется в пределах от 1:107 до 1:537 шт. саженцев 1 и 2 класса у *O. vulgare* и от 1:155 до 1:254 штук у *O. tyttanthum*. Для сравнения коэффициент размножения методом деления куста составляет от 1:5 до 1:12 шт. (табл. 1, рис. 2).

В 2011–2012 гг. растения душицы оценивали по основным морфометрическим параметрам и продуктивности в зависимости от способа получения посадочного материала. Измерения проводили в фазу массового цветения. Результаты сравнительного анализа морфометрических параметров по вариантам приведены на рис. 3.

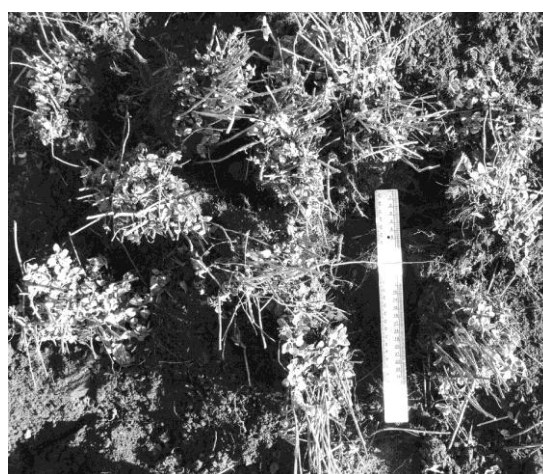
Таблица 1

Выход зелёных черенков и саженцев с трёхлетнего растения душицы (2010 г)

Номер образца	Количество побегов, штук	Количество черенков, штук	Укореняемость, %	Выход саженцев, штук
<i>O. vulgare</i>				
7	108±7.2	215	66.7	144
8	109±8.7	218	49.3	107
78	296±50.0	593	90.7	537
87	123±27.2	245	46.0	113
<i>O. tyttanthum</i>				
70	87±4.1	174	94.4	164
82	92±7.4	184	84.4	155
86	136±35.9	272	93.3	254
269	84±4.0	167	96.7	162



а



б

Рис. 2. Размножение трёхлетнего растения душицы методом деления куста (а – куст до деления, б – куст после деления)

Установлено, что по высоте и ширине куста растения, размноженные методом ЗЧ, превосходили растения, полученные традиционным способом (по высоте на 18.0–37.1% в 2011 году и на 7.4–19.5% в 2012 г., по ширине куста – в 1.1–1.7 раза в 2011 г. и 1.0–1.1 раза в 2012 г.). В первый год исследований у растений, полученных методом ЗЧ, количество генеративных побегов в 1.2–1.3 раза превышало их число у растений, полученных ДК. Количество вегетативных побегов у образца № 87 на 44.1% было ниже, а у образца № 82 – выше на 62.5%, чем у растений, полученных методом ДК. Во второй год исследований также отмечено увеличение количества генеративных побегов в 1.1–1.9 раз в группе растений, полученных черенкованием. Наряду с этим у образца № 82 возрастает и количество вегетативных побегов на 33.4%, в отличие от образца № 87, у которого наблюдалось меньшее число вегетативных побегов при размножении методом ЗЧ.

Помимо этого растения заметно отличались и по размерным параметрам соцветий. У образцов, размноженных черенкованием, соцветия были длиннее в 1.3–2.5 раза и шире в 1.4–2.1 раза. Таким образом, оценка морфометрических параметров свидетельствует о том, что растения, полученные методом ЗЧ, являются наиболее развитыми.

По показателям продуктивности (урожайность зеленой массы, массовая доля эфирного масла, сбор эфирного масла) растения, полученные методом ДК, также значительно уступают растениям, полученным методом ЗЧ. Результаты сравнительного анализа показателей продуктивности по вариантам приведены в таблице 2.

Так, при использовании для закладки опыта посадочного материала душицы, полученного различными способами вегетативного размножения, обнаружены существенные различия по урожайности зеленой массы. Установлено, что она изменяется в пределах от 38.4±5.74 до 75.6±8.96 г/растения в первый год вегетации и от 209.2±41.29 до 318.0±47.06 г/растения во второй год вегетации (табл. 2). В 2012 году наблюдалась тенденция к увеличению

урожайности плантации (от 59–76 г/растения в первый год вегетации до 246–318 г/растения во второй год вегетации) в случае закладки ее саженцами, полученными из зелёных черенков, по сравнению с традиционным способом вегетативного размножения методом ДК (от 38–47 г/растения в первый год вегетации до 209–252 г/растения во второй год).

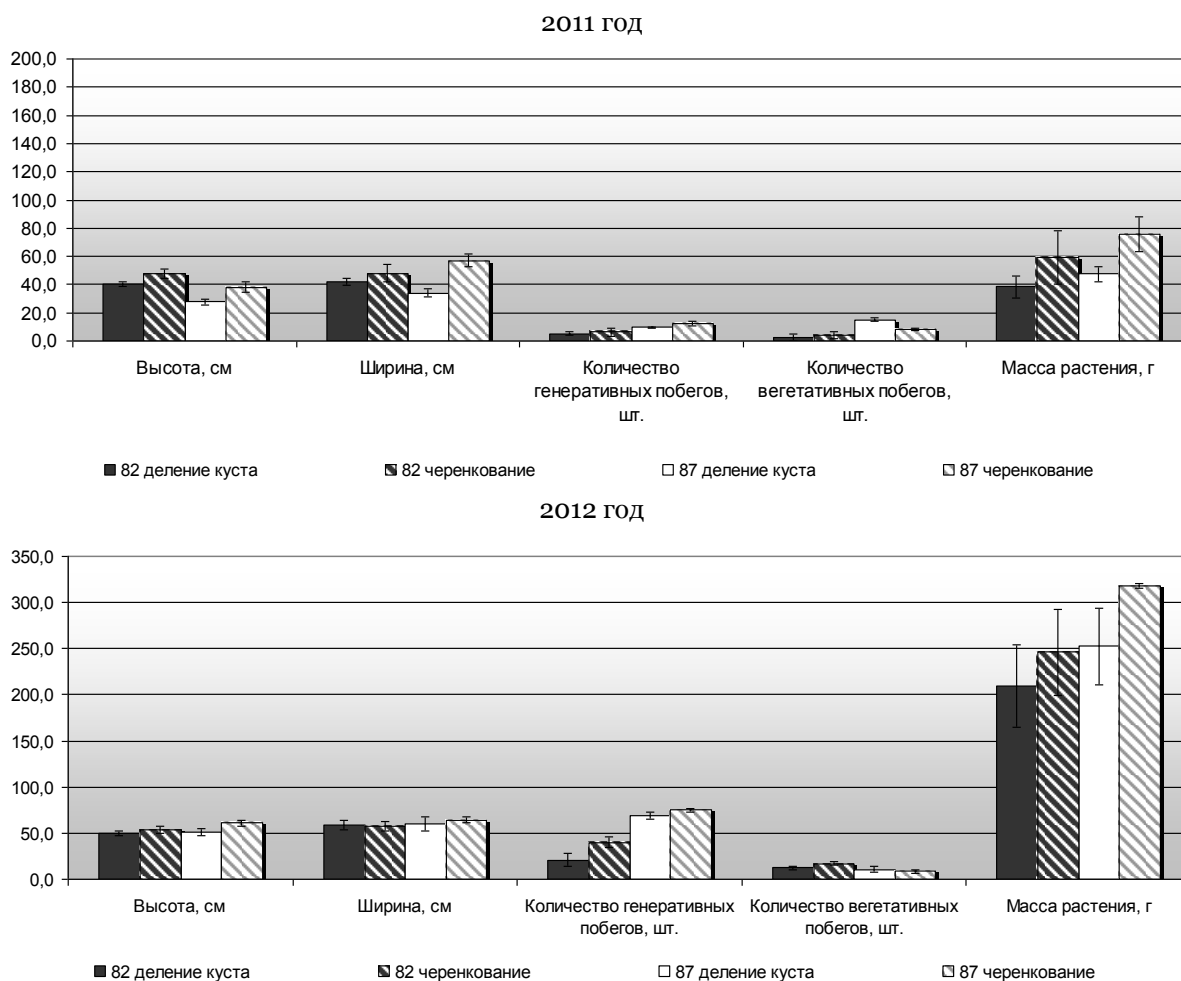


Рис. 3. Морфометрические параметры растений душицы в зависимости от способа получения посадочного материала, (2011 – 2012 гг.)

Таблица 2
Показатели продуктивности душицы в зависимости от способа получения посадочного материала

Вид и № образца, способ получения посадочного материала	Год	Урожайность зелёной массы, г/растения	Массовая доля эфирного масла, % от		Сбор эфирного масла, г/растения
			сырой массы	абсолютно сухой массы	
<i>O. tyttanthum</i> №82 деление куста	2011	38.4±5.74	0.250	0.588	0.10
	2012	209.2±41.29	0.400	0.840	0.84
<i>O. tyttanthum</i> №82 черенкование	2011	59.0±12.25	0.300	0.728	0.18
	2012	246.0±48.45	0.430	0.910	1.06
<i>O. vulgare</i> № 87 деление куста	2011	47.3±7.55	0.050	0.121	0.02
	2012	252.7±44.53	0.150	0.268	0.38
<i>O. vulgare</i> №87 черенкование	2011	75.6±8.96	0.150	0.352	0.11
	2012	318.0±47.06	0.230	0.419	0.73



В результате анализа массовой доли эфирного масла в свежем сырье установлено, что этот показатель достигал наибольших величин при условии получения посадочного материала методом ЗЧ. Выход эфирного масла в пересчете на абсолютно сухую массу составлял у растений, размноженных черенкованием, в первый год вегетации – 0.35–0.73%, делением куста – 0.12–0.59%, на второй год вегетации 0.42–0.91% и 0.27–0.84% соответственно. Очевидно, разница в содержании эфирного масла по годам связана с тем, что растения, полученные методом ЗЧ, имеют более развитые соцветия, в которых расположено большее количество чашечек, на поверхности которых находятся железистые структуры, накапливающие эфирное масло [3].

Различия по сбору эфирного масла также были существенными. С одного растения душицы, размноженного методом ЗЧ, в зависимости от образца было получено 0.02–0.10 г эфирного масла в первый год вегетации и 0.38–0.84 г во второй год вегетации, а из растений, размноженных черенкованием, от 0.11–0.18 г в первый до 0.73–1.06 г во второй год вегетации.

Таким образом, результаты исследований свидетельствуют о том, что в первый год вегетации растения, полученные методом ЗЧ, превышают растения, размноженные ДК, по урожайности зелёной массы в 1.5–1.6 раза и по сбору эфирного масла – в 1.8–4.8 раза. На второй год вегетации разница в продуктивности была несколько меньшей и составила 1.2–1.3 раза по урожайности и 1.4–3.8 раза по сбору масла. В целом за изучаемые годы исследований превышение по показателям продуктивности составило по урожайности – 23.2–31.2%, по сбору масла – 32.4–109.8% (табл.3). Следовательно, для закладки производственной плантации душицы целесообразно использовать саженцы, полученные из зеленых черенков.

Таблица 3

Продуктивность *O. vulgare* и *O. tyttanthum* в пересчёте на единицу площади

Образцы	Способы вегетативного размножения	Исследуемый год	Урожайность, г/м ²	Сбор масла, г/м ²
<i>O. tyttanthum</i> № 82	деление куста	2011	215.0±32.1	0.5
		2012	1171.3±231.2	4.7
		сумма за 2011–2012	1386.3±263.4	5.2
	черенкование	2011	330.4±68.6	1.0
		2012	1377.6±271.3	5.9
		сумма за 2011–2012	1708.0±339.9	6.9
<i>O. vulgare</i> № 87	деление куста	2011	265.1±42.3	0.1
		2012	1414.9±249.4	2.1
		сумма за 2011–2012	1680.0±291.7	2.3
	черенкование	2011	423.4±106.2	0.6
		2012	1780.8±263.6	4.1
		сумма за 2011–2012	2204.2±369.7	4.7

Заключение

1. В результате проведенных исследований установлена зависимость продуктивности растений душицы от способа получения посадочного материала.

2. Определено, что по морфометрическим признакам растения, выращенные из саженцев, полученных методом зелёного черенкования, более развитые и превышают растения, размноженные методом деления куста.

3. Показано, что за два года исследований растения, полученные черенкованием, также превышают растения, размноженные делением куста, по таким показателям продуктивности как урожайность надземной массы в 1.2–1.3 раза и сбор масла с единицы площади в 1.3–2.1 раза.

4. Для закладки производственной плантации душицы рекомендуется использовать саженцы, полученные методом зеленого черенкования.

Список литературы

1. Биохимические методы анализа эфиромасличных растений и эфирных масел // Сборник научных трудов ВНИИЭМК. – Симферополь, 1972. – 106 с.
2. Бойко Е.Ф., Мишнёв А.В. Размножение душицы обыкновенной (*Origanum vulgare* L.) методом зелёного черенкования // Сборник научных трудов «Виноградарство и виноделие». – Том XL. – Ялта, 2010. – С. 116 – 117.



3. Бойко Е.Ф. Плотность распределения железистых структур в различных органах растений душицы обыкновенной (*Origanum vulgare* L.) : тез. докл. Научно-практического семинара молодых учёных и студентов Крыма [Биологические науки: современное состояние, проблемы и перспективы исследований в Крыму] (г. Ялта, 22 апреля 2010 г.). – Ялта, 2010. – С. 43-45.

4. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні. 2012. – Київ.

5. Лакин Г.Ф. Биометрия: уч. пособие [для биол. спец. вузов] – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 1990. – 352 с.

6. Селекция эфиромасличных культур / под ред. проф. А.И. Аринштейн. – Симферополь, 1972. – 150 с.

THE DEPENDENCE OF OREGANO PRODUCTIVITY ON THE METHOD OF PLANTING STOCK OBTAINMENT

E.F. Myagkih, A.V. Mishnev

*Institute of Agricultural Sciences
of Crimea of National Agrarian Academy
of Science of Ukraine, 150 Kievskaya St,
Simferopol, 95493, Ukraine*

E-mail: origanum.science@mail.ru

As a result of undertaken studies plants produced by green cuttings method were proved to possess more developed morphometric characteristics. They exceed the plants obtained by bush dividing method in such performance data as green mass crop capacity (in the first vegetation year - in 1.5-1.6 times, in the second year – in 1.2-1.3 times) and essential oil harvest (in 1.8-4.8 times and 1.4-3.8 times in the first and in the second vegetation year, respectively). In general during the 2 years of studies the excess in the crop capacity of the green mass for the plants derived from green cuttings made 23.2-31.2%; in essential oil harvest - 32.4-109.8%. Thus, the usage of seedlings obtained from green cuttings of *Origanum vulgare* and *O. tyttanthum* is rational for industrial plantations installation.

Key words: *Origanum vulgare*, *O. tyttanthum*, the method of green cuttings, the method of dividing the bush.



УДК 575.167:633.11(321)

РОЛЬ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ И СРЕДЫ В ФОРМИРОВАНИИ АГРЕГИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ БЕЛКОВОГО КОМПЛЕКСА ЗЕРНА ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ¹

**М.К. Ахтариева¹,
Л.С. Бондаренко^{2,3},
О.В. Акиншина^{2,3},
В.П. Нецветаев^{2,3}**

¹ Тюменская ГСХА, Россия, 625003,
г. Тюмень, ул. Республики, 7

² Белгородский научно-исследовательский институт сельского хозяйства Россельхозакадемии, Россия, 308001, г. Белгород, ул. Октябрьская, 58

³ Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85

E-mail: marina-che@mail.ru;
netsvetaev@bsu.edu.ru

Исследован 41 сорт яровой мягкой пшеницы на агрегирующую способность белкового комплекса муки с помощью дисульфидных связей в условиях Тюмени. Показано, что белки муки из зерна урожая 2011 года обладали более низкими значениями числа –S–S– связей по сравнению с этими образцами урожая 2012 года. В то же время, в 2011 году, который по температурным условиям вегетационного периода был близок средним многолетним, наблюдалась значительная дифференциация между сортами по этому показателю. Наименьшими значениями числа дисульфидных связей (1.8–17.0 усл. ед.) обладали сорта ОмГАУ 90, Памяти Леонтьева, Омская 38. Среди данного набора сортов в 2011 году наибольшие показатели по данному признаку (51.0–56.5 усл. ед.) имели сорта Ильинская, Ирень, Маргарита, Сертори и Новосибирская 15. В 2012 году, температура вегетационного периода была выше средней многолетней на 2.3°, что способствовало более интенсивному образованию дисульфидных связей белкового комплекса. Это привело к значительному увеличению числа –S–S– связей в муке исследованных сортов и нивелировке наследственных различий по данному показателю.

Ключевые слова: яровая мягкая пшеница, дисульфидные связи, условия вегетации, сорта.

Введение

Белок зерна – один из основных факторов обуславливающих хлебопекарные свойства пшеницы. Качество белкового комплекса эндосперма мягких пшениц – это его способность образовывать клейковину с повышенной эластичностью. Клейковина формируется путем агрегации отдельных молекул белка при помощи различных связей: водородных, дисульфидных, ионных (электростатических) и других. Водородные связи слабые и при нагревании разрываются, поэтому играют незначительную роль в формировании хлебопекарных свойств муки. Это справедливо для физических связей, участвующих в агрегации полипептидов. В то же время, химическая связь, в виде –S–S– связи, отличается высокой стабильностью и не разрывается под температурным воздействием. Дисульфидные связи обусловлены наличием цистеина в белковых молекулах эндосперма. Следует отметить, что просто увеличение числа цистеиновых остатков на молекулу пептида не гарантирует соответствующего улучшения физических свойств клейковины. Это связано с тем, что сульфгидрильная группа – SH, которая в результате окисления с другими сульфгидрильными группами может образовывать как интрамолекулярные, так и интермолекулярные ковалентные связи –S–S– (рис.).

Соответственно, в формировании макромолекулярных высокополимерных белковых агрегатах участвуют только межмолекулярные дисульфидные мостики. В связи с этим, просто определение числа цистеина в белке может ничего не дать. Подтверждением этому могут быть результаты исследования качества трансгенной пшеницы на основе сорта «Bobwhite», несущей белки большим числом остатков цистеина, по сравнению с обычной пшеницей. В данном случае, наличие ржано-пшеничной транслокации 1RS.1BL даже ухудшало физические свойства клейковины по сравнению с обычной пшеницей [2]. Это связано с тем, что плечо 1RS обуславливает синтез ржанных белков эндосперма снижающих хлебопекарные качества зерна. В основе этого эффекта лежит неспособность секалинов ржи образовывать с пшеничными белками нерастворимые высокополимерные белковые комплексы, которые формируют клейковину с высокими физическими показателями качества [2].

¹ Работа выполнена при поддержке ФУП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы, Соглашение №14.А18.21.0200.

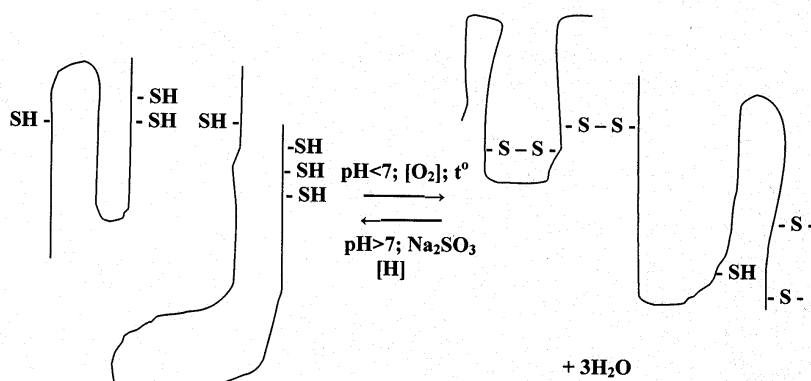


Рис. Схема образования интра- и интермолекулярных дисульфидных связей при формировании белкового комплекса эндосперма и факторы способствующие направлению реакции (по [1])

Лабораторией селекции и семеноводства пшеницы ГНУ Белгородского НИИСХ Россельхозакадемии на основе методов седиментации разработана методика определения числа дисульфидных связей белкового комплекса в муке [4]. Она прошла апробацию в течение ряда лет на сортах озимой мягкой пшеницы в условиях Белгородской области [1, 2, 4, 5].

Целью исследования являлась оценка агрегирующей способности белков муки за счет образования дисульфидных связей у разных сортов яровой мягкой пшеницы Сибири, урожая 2011 и 2012 годов, выращенного на территории Тюмени.

Материал и методы исследований

В качестве растительного материала использовалось зерно 41 сорта яровой мягкой пшеницы, районированной в Западносибирском регионе РФ. Зерно урожая 2011 и 2012 годов этих сортов, выращенное в Тюмени, размалывалось на вальцовой мельнице Квадрумат-юниор с 30–35%-ным выходом муки. Полученная мука использовалась для определения количества дисульфидных связей белкового комплекса в соответствии с методикой, изложенной В.П. Нецветаевым и др. [4–5]. Отличия заключались в том, что полученные величины после двухэтапной седиментации не пересчитывались на процент белка или сухую клейковину. Полученные значения отражают реальные связи т. к. коэффициент корреляции между такими значениями и величинами, отнесенными на процент сухой клейковины, равен 0.9847 ± 0.0214 ($N=68$; $t=45.96$). Коэффициент детерминации между данными показателями соответственно составляет 96.97%. Следовательно, для массового анализа достаточно исследовать у образцов величины SDS1 и SDS2, чтобы сделать заключение об их качестве [4]. Для статистической обработки полученных данных использовали программу StatNov, 1991.

Результаты исследований и их обсуждение

Результаты оценки числа дисульфидных связей белкового комплекса в муке пшеницы яровых сортов, выращенных в Тюмене в течение 2011 и 2012 годов представлены в таблице 1.

Таблица 1
Количество дисульфидных связей белкового комплекса муки по сортам яровой мягкой пшеницы в разные годы (Тюмень)

№ п/п	Название сорта	Количество дисульфидных связей в муке, усл. ед.		НСР _{0.95}
		2011	2012	
1	2	3	4	5
1	Памяти Леонтьева	4.0	75.5	20.5
2	Красноуфимская 100	28.5	77.1	
3	Тюменская 30	23.8	69.8	
4	Новосибирская 18	21.0	75.1	
5	Чернява 13	19.5	69.3	
6	Сибирская 17	22.3	64.8	
7	Челяба степная	34.8	76.3	
8	Омская 38	17.0	71.0	



Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	
9	Сударушка	25.0	66.1	(20.5)	
10	Ирень	52.3	72.3		
11	Тюменская 31	49.3	71.8		
12	Ильинская	51.0	75.5		
13	Радуга	22.5	67.1		
14	Икар	44.0	71.8		
15	ШТРУ-062272	41.5	70.8		
16	Сертори	53.3	78.3		
17	Новосибирская 15	56.5	76.8		
18	Новосибирская 29	47.8	76.8		
19	Новосибирская 31	48.8	77.5		
20	Мелодия	21.3	70.6		
21	Серебристая	20.0	69.0		
22	Свирель	24.0	72.5		
23	Авиада	24.0	69.8		
24	Геракл	24.8	61.0		
25	Маргарита	52.3	50.5		
26	Тюменская 29	46.8	75.3		
27	ОмГАУ 90	1.8	75.5		
28	ШТРУ-051911	32.5	79.8		
29	Тюменская 25	45.8	65.5		
30	ЛП-588-1-06	30.5	75.6		
31	Черноземноуральская	22.0	72.3		
32	Омская 36	23.3	75.5		
33	Тюменская 28	27.0	76.5		
34	Тюменская 27	28.5	68.3		
35	Боганская 51	31.5	70.5		
36	Тепсей	31.3	79.8		
37	СКЭНТ 3	40.0	74.5		
38	Кампанин	31.8	62.6		
39	Диоблон	42.5	69.3		
40	Лютесценс 70	36.3	68.3		
41	Казахстанская 10	26.5	75.0		
НСР _{0.95}		7.3	7.6		X
Доля вклада по двум годам, %: сорта – 10.4; года – 79.1; ошибка – 10.5					

Следует отметить, что обычный метод седиментации (Зелени или Пумпянского–Созинова) [6], используемый для оценки качества муки, характеризует общую агрегационную способность белкового комплекса зерновки. Учитывая, влияние на агрегацию белков слабых, в частности, физических связей, которые не оказывают существенного влияния на качество, он не применим для характеристики числа –S–S– между пептидами муки. Подтверждением этому являются данные В.П. Нецветаева и др. [4, 5]. Так, корреляция между показателем седиментации по Пумпянскому–Созинову и числом дисульфидных связей в 2008 г. составляла лишь 0.22 (n=74).

Как видно, в 2011 году уровень числа дисульфидных связей между пептидами муки в целом был значительно ниже по сравнению с 2012 годом, но показал значительную дифференциацию между сортами. С другой стороны, несмотря на более высокие значения числа –S–S– связей белкового комплекса изученных образцов, различия между сортами по этому показателю в 2012 году нивелировались. Таким образом, обобщая данные по этим годам, проведена оценка влияния наследственности и средового фактора на проявление данного показателя за эти вегетационные периоды (см. табл. 1). В целом, ведущая роль в формировании изменчивости по агрегационной способности белкового комплекса зерна, связанная с –S–S– связями, за эти годы была обусловлена средовым фактором, который составил 79.1%. Учитывая это, оценили метеорологические компоненты теплового периода этих лет урожая. Погодные условия, характеризующие вегетационные периоды 2011 и 2012 годов представлены в таблице 2.

Анализируя особенности метеорологических условий вегетации 2011 года, можно отметить, что в этот период вегетации температурные показатели были близки к средним многолетним. Количество осадков выпадало сравнительно равномерно по летним месяцам и несколько превысило за лето (на 36.1 мм) средне многолетние величины. 2012 год отличался повышенными температурами летнего периода. В целом превышение средних температур этого периода вегетации над средними многолетними температурами составило 2.3°. Осадки выпа-



дали неравномерно по месяцам. Наибольшее их количество пришлось на первый месяц вегетации. Следующие месяцы немного отличались от средних многолетних показателей. В результате за вегетационный период выпало на 56.8 мм осадков выше нормы.

Таблица 2

Погодные условия вегетационного периода 2011 и 2012 гг. в Тюмени [7]

Месяцы	Средние много- летние	2011	± к ср. много- летним	2012	± к ср. много- летним
температура, °С					
Июнь	16.6	18.2	+1.6	19.6	+3.0
Июль	18.9	17.4	-1.5	21.1	+2.2
Август	15.5	14.5	-1.0	17.2	+1.7
Среднее	17.0	16.7	-0.3	19.3	+2.3
осадки, мм					
Июнь	58	85.5	+27.5	128.7	+70.7
Июль	69	55	-14	45.7	-9.3
Август	57	79.6	+22.6	52.4	-4.6
Сумма	184	220.1	+36.1	226.8	+56.8

Таким образом, 2011 год по температурным условиям был близок средним многолетним для Тюмени. Судя по данным, представленным в таблице 1, такие условия способствовали наибольшей дифференциации изученных сортов по степени агрегации белкового комплекса зерновки с помощью дисульфидных связей. Это совпадает с данными, полученными на озимой мягкой пшеницы в условиях Белгородской области [2]. Более того, было показано, что в год наибольшей дифференциации по этому показателю наименьшей агрегацией за счет дисульфидных связей обладали формы с ржаными транслокациями 1BL.1RS и 1AL.1RS. В нашем случае, наименьшее число –S–S– связей было у сортов Памяти Леонтьева (4.0), ОмГАУ 90 (1.8) и Омская 38 (17.0) (см. табл. 1). Характерно, что сорт Омская 38 несет ржаную транслокацию 1BL.1RS [8]. В связи с этим, можно ожидать, что сорта Памяти Леонтьева и ОмГАУ 90 также являются носителями ржаной транслокации, ответственной за синтез запасных белков ржи в геноме пшеницы.

Характерно, что в 2012 году эти три сорта по числу дисульфидных связей не уступали сортам, показавшим высокие значения по данному показателю в предшествующий год. Это совпадает с результатами, полученными ранее на озимой пшенице [2] и не противоречит данным, представленным на рисунке, где температура является одним из факторов, способствующих формированию дисульфидных связей.

Выводы

1. Показатель числа дисульфидных связей белкового комплекса муки яровой мягкой пшеницы является наиболее информативным в годы, близкие по погодным условиям вегетационного периода к средним многолетним для Тюменской области.
2. В годы с температурами в период вегетации выше среднемноголетних наследственные различия по числу дисульфидных связей у яровой пшеницы нивелируются.
3. По числу дисульфидных связей между пептидами муки и данных по погодным условиям летнего периода можно идентифицировать год урожая исследуемого образца.
4. На основе более низкой реакции на условия среды возможно выделять формы с повышенным качеством, обусловленным наследственностью.

Список литературы

5. Новый подход к оценке качества зерна мягкой пшеницы // В.П. Нецветаев, Л.С. Бондаренко, О.В. Акиншина, Т.А. Рыжкова // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – №9. – С. 24–26.
1. Новые подходы к оценке качества зерна озимой мягкой пшеницы / В.П. Нецветаев, О.В. Лютенко., Л.С. Пащенко, И.И. Попкова // Белгородский Агромир. – 2010. – №1(54). – С. 27–29.
2. Рыбалка А.И., Казарда Д.Д., Созинов А.А. R-глиадины – проламины ржи, синтезирующиеся в эндосперме пшеницы // Сельскохозяйственная биология. – 1985. – №2. – С. 34–42.
3. Методы седиментации и оценка качества клейковины мягкой пшеницы / В.П. Нецветаев, О.В. Лютенко, Л.С. Пащенко, И.И. Попкова // Научные ведомости БелГУ. Сер. «Естественные науки». – Белгород, 2009. – №11(66). Вып. 9/1. – С. 56–64.
4. Оценка качества зерна мягкой пшеницы SDS-седиментацией / В.П. Нецветаев, О.В. Лютенко, Л.С. Пащенко, И.И. Попкова // Сельскохозяйственная биология. – 2010. – №3. – С. 63–70.
6. Созинов А.А. Определение показателя седиментации (набухаемости) муки в уксусной кислоте / А.А. Созинов, Н.И. Блохин, И.И. Василенко и др. // Методические рекомендации по оценке качества зерна. – М., 1977. – С. 118–120.



7. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Тюменской области в 2012 году и прогноз развития вредных объектов в 2013 году. ФГБУ «Российский сельскохозяйственный центр». Филиал ФГБУ «Россельхозцентр» по Тюменской области. – Тюмень, 2012 г. – 140 с.

8. Особенности сортов яровой мягкой пшеницы западной Сибири, несущих пшенично-ржаную транслокацию 1RS.1BL / Н.В. Трубачева, Л.П. Россеева, И.А. Белан и др. // Генетика. – 2011. – Т. 47. – №1. – С. 18–24.

THE ROLE OF HEREDITY AND ENVIRONMENT IN AGGREGATING ABILITY FORMATION OF SOFT WHEAT GRAIN PROTEIN COMPLEX

M.K. Akhtarieva¹,
L.S. Bondarenko^{2,3},
O.V. Akinshina^{2,3},
V.P. Netsvetaev^{2,3}

¹ Tyumen State Academia of Agriculture, 7 Republic St, Tyumen, 625003, Russia

E-mail: marina-che@mail.ru

² Belgorod State Research Institute of Agriculture RAA, 58 Oktjabr'skaja St, Belgorod, 308001, Russia

E-mail: netsvetaev@bsu.edu.ru

³ Belgorod State National Research University, 85 Pobedy St, Belgorod, 308015, Russia

41 varieties of soft spring wheat have been studied concerning the aggregating ability of bread-stuffs protein complex using the disulfide bonds in conditions of Tyumen. The bread-stuffs proteins from the grain of 2011 harvest had lower rates of -S-S-bonds number compared to these samples of 2012 harvest. At the same time, in 2011, which was close to the average temperature of many years by temperature conditions of the vegetation period, there was a significant differentiation between the varieties on this index. The varieties OmGAU 90, Pamyati Leontieva, Omskaya 38 had the lowest rates of disulfide bonds number (1.8–17.0 of standard units). Among this set of varieties Elyinskaya, Irene, Margaret, Sertori and Novosibirskaya 15 had the highest rates of this index (51.0–56.5 of standard units) in 2011. In 2012, the temperature of the vegetation period was 2.3° higher than the average temperature of many years, which contributed to a more intensive formation of the disulfide bonds in the protein complex. This has led to a significant increase in the -S-S-bonds number in the bread-stuffs of the varieties under study and smoothed the inherited differences on this index.

Key words: soft spring wheat, disulfide bonds, growing conditions, varieties.

ЭСТЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИИ БОТАНИЧЕСКОГО САДА НИУ «БЕЛГУ»¹

**Е.М. Лопина, А.Г. Корнилов,
В.К. Тохтарь**

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

E-mail: lopina@bsu.edu.ru

Статья посвящена эстетической оценке территории Ботанического сада НИУ «БелГУ». Рассмотрены методологические подходы и предложена методика эстетической оценки территорий, выделенные на основе функционального принципа. Определены категории и признаки эстетической оценки, рассчитана суммарная оценка по каждому ареалу, общая балльная оценка пейзажного комплекса, средние значения показателей по всему пейзажному комплексу.

Ключевые слова: методика эстетической оценки, эстетика природной среды, ботанический сад, пейзажный ареал, признаки эстетической оценки.

Введение

Поиск приоритетного пути в решение проблемы оценки эстетических свойств территории показал, что она, обусловленная потребностями рекреационной, социальной географии, архитектуры, лесостроительства, градостроительства и т. д., развивается по двум основным направлениям: физико-географические и социально-географические.

Первая группа методов исследует воздействие природы на характер ее восприятия, выявляет тенденции в развитии структуры природно-территориального комплекса, производящего впечатление на человека, цель которых – поиск количественных показателей, которые могут служить критериями оценки перцепции ландшафтов, но эстетическая оценка при этом игнорирует психологические особенности людей, воспринимающих данные ландшафты [1, 2]. Наиболее содержательными и авторитетными работами с использованием данного метода считается работы К.И. Эрингисом и А.Р. Бударюнасом, М.Ю. Фроловой, А. Меллума, Л.И. Мухиной. Среди современных отечественных работ, выполненных в данном направлении, следует отметить исследования Н.В. Буцацкой, а также Н.Н. Назарова и Д.А. Постникова. Разработка и применение методик данной группы по оценке эстетичности может столкнуться с рядом трудностей. Прежде всего, это относится к использованию балльных шкал. Как правило, балльный подход приемлем для оценки низкоранговых природных комплексов и небольших территорий. Точность и корректность результатов подобной оценки обратно пропорциональна размерам территории ландшафта [3].

Социально-географическая группа подходов является весьма перспективным направлением и предполагает изучение систем ценностей различных социальных групп по отношению к определенным территориям. Исследования эстетических ресурсов предполагает использование аналогичные по сути методики: экспертная оценка пейзажных образов как целостных визуальных систем; анкетирование.

Экспертная оценка пейзажей предполагает привлечение художников, путешественников, природоведов, то есть высококвалифицированных специалистов, имеющих большой «багаж» пейзажных впечатлений. Одним из первых, кто предпринял такую попытку, был англичанин К.Д. Файн: он предложил группе экспертов оценить эстетические достоинства 20 пейзажей, представленных в виде фотографий-слайдов [4].

Второй метод, анкетирование, имеет ряд преимуществ: во-первых, большое количество получаемой информации позволяет использовать методы математической статистики, во-вторых, имеется возможность сравнения оценок и выявления особенностей эстетического восприятия, которые свойственны различным социальным, национальным, возрастным и иным группам. В то же время, многие респонденты могут быть неподготовлены к такого рода вопросам и в результате выдавать дилетантские ответы. Поэтому имеет смысл совместного проведения массового опроса и опроса экспертов.

Различия между обозначенными подходами пока четко не формализованы, поэтому наиболее оптимальным является применение комплексной методики, которая включает два

¹ Исследования выполнены в рамках реализации государственного задания Министерства образования и науки РФ Белгородским государственным национальным исследовательским университетом на 2013 год (№ приказа 5.2614.2011).



указанных подхода. Комплексная методика эстетической оценки ресурсов ландшафтов объединяет два вышеуказанных подхода. Их сочетание позволяет провести психолого-эстетическую оценку ресурсов конкретных ПТК. В настоящее время существуют подобные разработки, предусматривающие синтез методов социологического опроса и экспертных оценок [5]. В то же время, весьма оригинальным представляется комплексный подход, предлагающего: опросы населения, подсчет уровня встречаемости данного объекта в литературе, живописи, фольклоре и определение эстетической ценности при помощи формул.

Кроме того, можно выделить как минимум два направления использования результатов оценки эстетических свойств ландшафтов: для создания ландшафтных заказников по охране природных красот [5, 6] и с целью исследования рекреации и связанной с ней «эстетики природной среды (эстетики ландшафтов)» [3, 7, 8].

Авторами выделено и научно обосновано направление научно-исследовательских работ по изучению и оценке эстетико-потребительских параметров среды на региональном уровне (на примере Белгородской области) [9, 10]. Исследования последних лет позволили с учетом существующих в настоящее время серьезных теоретические разработок отечественных и зарубежных ученых предложить и апробировать оригинальную методику оценки эстетико-потребительских параметров среды на региональном уровне. В результате была выявлена структура эстетических предпочтений и потребностей населения, получены результаты оценки и расчетные эстетико-потребительские параметры среды (коэффициенты репрезентации); осуществлен поиск статистических соответствий между размером, типом населенных пунктов, характером вмещающей их природной среды и эстетическо-потребительскими параметрами, а также иными возможными показателями, что отражено в соответствующей классификации населенных пунктов.

Методика эстетической оценки территории Ботанического сада НИУ «БелГУ» и результаты ее апробации

В настоящей работе рассматривается опыт эстетической оценки локальной территории на примере Ботанического сада НИУ «БелГУ». Была разработана специальная комплексная методика, основанная на формальной оценке, социологическом опросе населения и экспертной оценке.

Ботанический сад, представляя собой участок территории, на которой ландшафты объединены в один кластер не только благодаря функциональной направленности, но и эстетической привлекательности, является самостоятельной единицей в системе пейзажных комплексов г. Белгорода и его пригородов. Территория ботанического сада нуждается в комплексной оценке для подготовки соответствующих мероприятий по и дальнейшей организации и оптимизации [10].

Анализ вышеописанных методик и использование отдельных составляющих этих подходов, позволил определить свой методический подход к эстетической оценке территории ботанического сада.

Разработанная программа по эстетической оценке содержит признаки, характеризующие растительность, рельеф, водные поверхности, антропогенное воздействие, возможность рекреационного использования и общую оценку пейзажа.

Для проведения эстетической оценки территории ботанического сада использовалась картосхема функционального зонирования ботанического сада НИУ «БелГУ» и прилегающих территорий (рис. 1).

В летние сезоны 2012 и 2013 годов по территории ботанического сада были проложены маршруты, охватывающие все его участки и функциональные зоны территории. Маршрутное исследование носило комплексный характер и проводилось в рамках полевой практики по ландшафтоведению. Студенты-географы к концу третьего курса обладают знаниями по общему землеведению, геологии, почвоведению, биогеографии, ландшафтоведению и другим частным физико-географическим дисциплинам. Помимо этого, ландшафтная практика способствует формированию и углублению многих физико-географических понятий, расширению представлений о прикладных аспектах ландшафтоведения и ландшафтной экологии.

Таким образом, после обучения преподавателями (авторами работы) для выработки навыков правильного заполнения бланка оценки, студенты смогли успешно провести формальную оценку, социологический опрос населения и экспертную оценку с получением достоверных сведений.

При полевых исследованиях на первом этапе (формальная оценка) в качестве единицы оценки выбирались функциональные участки ботанического сада. Для обозначения в рамках данного исследования функциональные участки ботанического сада использовалось понятие «пейзажный ареал» – территория со специфическими визуальными особенностями в пределах

пейзажного комплекса (вся территория ботанического сада) [12]. На основе анализа картографического материала и полевых данных были выделены 14 ареалов.

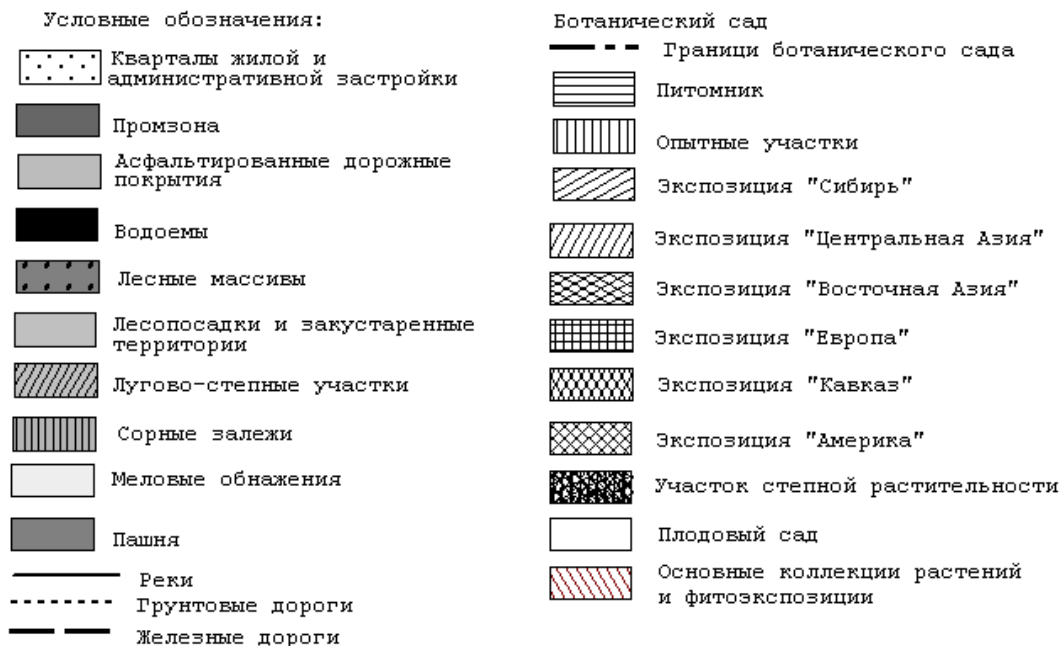
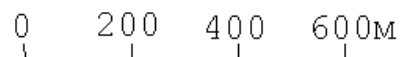
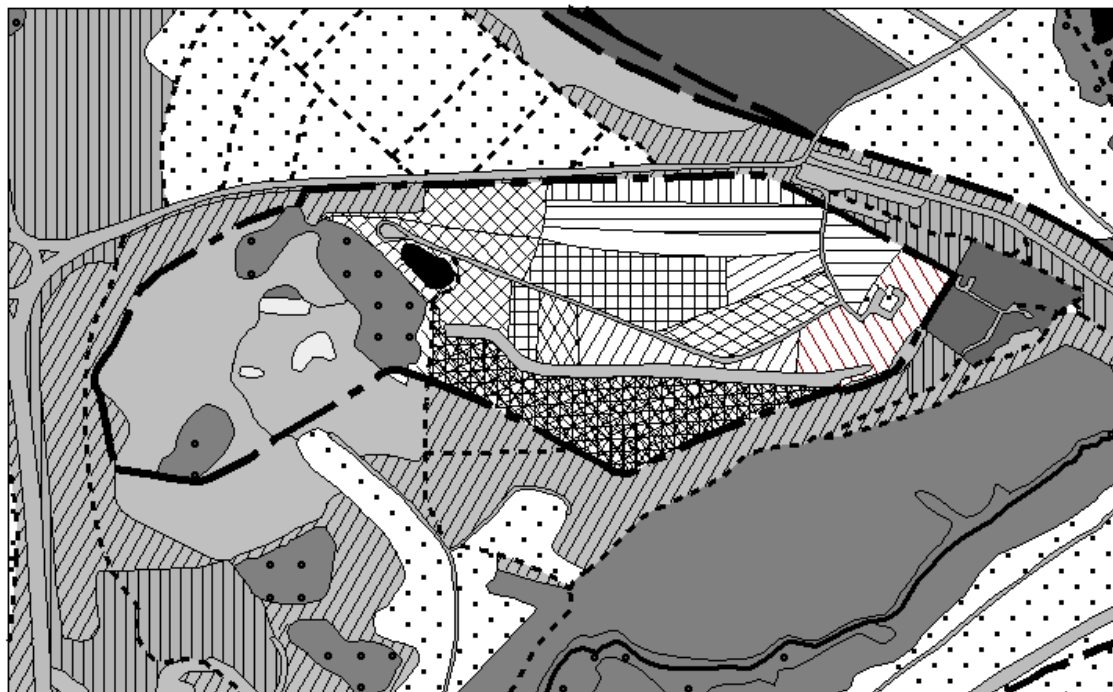


Рис. 1. Картограмма функционального зонирования ботанического сада НИУ «БелГУ» и прилегающих территорий

При выборе признаков эстетической оценки использовались методические разработки отечественных ученых [1, 2, 8, 12, 13]. Выделенные ареалы оценивались по шести категориям, в каждой из которых, выделялись от двух до четырех показателей (признаков): 1) категория рельеф (характер рельефа, характер склонов, экспозиция склонов); 2) категория водные поверхности (характер размещения и величина, просматриваемость); 3) категория растительность (тип пространств, характер размещения); 4) категория антропогенное воздействие (сте-



пень и характер изменения, наличие культурно-значимых акцентов); 5) категория рекреационное использование (возможность рекреационного использования, наличие рекреационно-значимых территорий); 6) категория общая характеристика пейзажа (наличие доминанты, многоплановость, красочность, натуральность).

Каждый признак оценивался от нуля до трех баллов, которые затем суммировались, в итоге, получалась интегральная оценка участка ботанического сада (пейзажного ареала).

Полученные результаты включали: суммарную оценку по каждому ареалу, общую балльную оценки пейзажного комплекса, средние значения показателей по всему пейзажному комплексу и т.д. (табл. 1 и 2).

Результаты эстетической оценки территории ботанического сада, проведенной в данной работе, показывают, что в генетически однородном ландшафте различные подходы к осуществлению хозяйственной деятельности по-разному влияют на эстетическую ценность и, следовательно, участки одной территории обладают разной эстетической емкостью (см. табл. 1). Антропогенное воздействие существенно влияет на суммарную оценку ареалов.

Поскольку территория ботанического сада в большей своей части является рационально преобразованной и имеет элементы ландшафтного дизайна (культурные и архитектурные акценты), мы имеем возможность наблюдать обратные связи: чем значительнее изменения, тем выше оценка ареала. Данный признак оказывает существенное влияние на формирование общего впечатления от пейзажа и рельеф (23.4 % от суммарной оценки).

Рельеф имеет исключительно важное значение в формировании эстетического облика территории (31.4 % от суммарной оценки). На территории ботанического сада характер рельефа связан с формой склонов, которая формируется во многом под влияние хозяйственной и деятельности, и наличием все тех же элементов ландшафтного дизайна.

Таблица 1

Суммарная эстетическая оценка участков на территории Ботанического сада*

№ п/п	Участки на территории Ботанического сада	Суммарная эстетическая оценка
1	Лесные массивы	14
2	Лугово-степные участки	14
3	Лесопосадки	15
4	Питомник	11
5	Опытные участки	9
6	Экспозиция «Сибирь»	9
7	Экспозиция «Центральная Азия»	11
8	Экспозиция «Восточная Азия»	13
9	Экспозиция «Европа»	14
10	Экспозиция «Кавказ»	10
11	Экспозиция «Америка»	15
12	Участок степной растительности	14
13	Плодовый сад	10
14	Основные коллекции растений и фитоэкспозиции	17
Средняя оценка по сумме признаков		12

Примечание: *Максимальное количество баллов по шкале оценки – 27.

Таблица 2

Средние значения признаков эстетической оценки и их вклад в суммарную оценку пейзажного комплекса

Категории признаков эстетической оценки	Значения признаков, %		
	средние по пейзажному комплексу	вклад в суммарную эстетическую оценку пейзажного комплекса	от максимального количества баллов
общая характеристика пейзажа	3.2	25.8	45.7
рельеф	3.9	31.4	65.0
водные поверхности	0.2	1.6	5.0
растительность	1.8	14.5	45.0
антропогенное воздействие	2.9	23.4	72.5
рекреационное использование	0.4	3.2	20.0

Сильной для определения эстетической ценности является совокупность признаков в категории общее впечатление от пейзажа (25.4%). Динамичность пейзажа и его сходство с натуральным, что связано с рациональным преобразованием территории (категория антропо-

генное воздействие), вместе с рельефом формирует общее впечатление, которое составляет основу суммарной оценки пейзажных ареалов и комплекса.

Растительность оказывает одну из главнейших и, как правило, решающих ролей в формировании эстетической привлекательности ландшафта. Так, цветовая гамма растительности существенным образом влияет на общий тон пейзажа, что больше относится к категории общее впечатление пейзажа. Мы не оценивали эстетические качества растительности в плане определения породного состава, жизненности, выделения ярусов и т. д. Оценке подлежали признаки проектного покрытия, характер насаждений, их размещение и соотношение. Вклад категории признаков в общую оценку – 14.5%.

Наличие на территории ботанического сада только одного водного объекта – наливной пруд, обусловили минимальный вклад группы признаков в суммарную оценку (1.6%). В целом же, водные поверхности, при их наличии, обладают ярко выраженным притягательным эффектом и, безусловно, могут доминировать в пейзаже и являются источниками визуальных впечатлений.

Ботанический сад НИУ «БелГУ» является одним из узлов, образующий городской и региональный экологический каркас, и по своим природным характеристикам становится все более ценным участком. Вследствие высокой антропогенной нагрузки рекреационная деятельность на территории практически не осуществляется, ограничиваясь походами по экологическим маршрутам. Вклад категории рекреационного использования в суммарную оценку – 3.2%.

Заключение

Суммарная оценка территорий, будь то пейзажные ареалы или пейзажные комплексы, зависит от представленности эстетически значимых объектов, оптимального соотношения их численности и пропорционального сочетания между собой. Смысл эстетической оценки территории ботанического сада, как отдельного пейзажного комплекса в границах г. Белгорода, заключается, во-первых, в выявлении основных эстетических признаков, их величины, количества, сочетания и т.д. На основе этого удастся получить условное число оценок как территории в целом, так и ее отдельных участков. Во-вторых, подобные исследования позволяют конструировать территории ботанического сада так, чтобы они отвечали экологическим и эстетическим параметрам, раскрывая свой потенциал.

Список литературы

1. Веденин Ю.А., Филиппович А.С. Опыт выявления и картирования пейзажного разнообразия природных комплексов // Географические проблемы организации туризма и отдыха. – 1975 – Вып. 2. – С. 4–15.
2. Фролова М.Ю. Оценка эстетических достоинств природных ландшафтов // Вестник Моск. ун-та. Сер. 5. География. – 1994. – №24. – С. 27–33.
3. Жердев В.Н., Зязина Т.В. Научные основы рекреационного природопользования Воронежской области. – Воронеж: ВГПУ, 2003. – 164 с.
4. Николаев В. А. Феномен пейзажа // Вестник Моск. ун-та. Сер. 5. География. – 2002. – № 6. – С. 12–19.
5. Горб К.Н. Оценка эстетических достоинств природных ландшафтов Украины в целях заповедания: методические принципы и результаты исследований // Гуманитарный экологический журнал. – 2001. – Т. 3. – Вып. 1. – С. 3–12.
6. Меллума А.Ж. Особо охраняемые природные объекты на староосвоенных территориях. – Рига: «Зинанте», 1988. – 224 с.
7. Мухина Л.И., Савельева В.В. Особенности рекреационной оценки среднегорной территории (на примере Архыза) // Изв. АН СССР. Сер. геогр. – 1973. – №1. – С. 95–102.
8. Мухина Л.И., Веденин Ю.А., Данилова Н.А. Оценка природных условий // Теоретические основы рекреационной географии. – М.: Наука, 1975. – С. 131–158.
9. Киреева-Гененко И.А., Лопина Е.М., Корнилов А.Г. Разработка базы данных рекреационной нагрузки местной и региональной системы населенных пунктов. – Белгород: Изд-во «Константа», 2013. – 68 с.
10. Лопина Е.М. Геоэкологическое обоснование функционального зонирования территории ботанического сада НИУ «БелГУ» / Е.М. Лопина, Е.А. Стаценко, А.Г. Корнилов // Научные ведомости БелГУ, - №21(240) – 2012. – С. 174-179.
11. Лопина Е.М., Корнилов А.Г., Киреева-Гененко И.А. Эстетико-потребительские параметры общественного природопользования населенных пунктов в районе размещения горнодобывающих предприятий КМА // Часопис социально-экономической географии. – 2012. – Вып. 12. – №1. – С. 125–129.
12. Кочуров Б.И., Бучацкая Н.В. Оценка эстетического потенциала ландшафтов // Юг России: экология, развитие. – 2007. – №4. – С. 25–34.
13. Эрингис К.И., Будрюнас А.Р. Растительность и эстетика ландшафта // Вопросы охраны ботанических объектов. – Л.: Наука, 1971. – С. 84–92.



AESTHETIC ASSESSMENT OF THE BOTANICAL GARDEN TERRITORY OF NRU «BELSU»

**E.M. Lopina, A.G. Kornilov,
V.K. Tokhtar**

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

E-mail: lopina@bsu.edu.ru

The article is devoted to the aesthetic appreciation of the Botanical Garden of NRU «BSU». The methodological approach is examined and the technique of aesthetic evaluation of areas is suggested on the basis of the functional principle. The categories and characteristics of aesthetic evaluation have been defined; the overall estimate for each landscape area, the overall scoring of the complex landscape, average values of landscape around the complex have been calculated.

Key words: methods of aesthetic evaluation, the aesthetics of the natural environment, a botanical garden, landscape area, the signs of aesthetic appreciation.

УДК [595.768.12:591.538](470.325)

ФАУНА И ЭКОЛОГИЯ ЛИСТОЕДОВ ПОДСЕМЕЙСТВА GALERUCIANE (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE) БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

А.С. Андреева, А.В. Присный

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

E-mail: prisniy@bsu.edu.ru

На территории Белгородской области выявлено 17 видов листоедов галеруцин (Coleoptera: Chrysomelidae: Galerucinae). Среди них пищевые предпочтения не выяснены для одного вида. К монофагам отнесён 1 вид, олигофагам – 2. Остальные виды – полифаги. Наибольшее число видов питается на древесно-кустарниковой растительности различных семейств. К хозяйственно значимым можно отнести 6 видов, которые являются вредителями лесообразующих и садовых видов деревьев и кустарников.

Ключевые слова: Белгородская область, Coleoptera: Chrysomelidae: Galerucinae, пищевые связи, вредоносность.

Введение

Подсемейство Galeruciane Latreille, 1802 – одно из доминирующих в мировой фауне листоедов. В фауне региона видовое разнообразие галеруцин достигает средних величин относительно доли в семействе для страны в целом [1].

Для территории всей Украины известно 39 видов из 13-ти родов. На юго-востоке страны М.Е. Сергеев зарегистрировал 24 вида из 9-ти родов (Сергеев, 2003). В поймах рек Северский Донец и Оскол в пределах Харьковской области было отмечено 12 видов [2]. В фауне Беларуси подсемейство представляют 28 видов, отнесенных к 10-ти родам [3].

Фаунистический список листоедов района южного макросклона Среднерусской возвышенности, включающего большую часть Белгородской области, приведенный в ранее опубликованных работах [4, 5] включает 16 видов из 8-и родов.

Все представители подсемейства – фитофаги. Имаго всех галеруцин, а также их личинки, питаются открыто (на листьях – обгрызание и скелетирование), кроме *Lochmaea crataegi* (Forster, 1771) (в плодах) и видов рода *Phyllobrotica* (в почве и на корнях). Вследствие того, что каждый вид связан с определённым таксоном растений, состав флоры региона во многом определяет фауну галеруцин.

Задачи исследования: произвести ревизию видового состава листоедов подсемейства Galeruciane, представленного на юге Среднерусской возвышенности (в пределах Белгородской области) с учетом материалов, не вошедших в предшествующие публикации, и выяснить биотопические и трофические предпочтения выявленных видов в районе проведения исследований, а также ареалогическую структуру подсемейства.

Материал и методы

Собранный и смонтированный материал, поставленный в коллекцию кафедры биоценологии и экологической генетики Белгородского государственного национального исследовательского университета, насчитывает 101 экземпляр. Около 80% его представляют выборку из общих учетных кошней стандартным энтомологическим сачком более чем в 50 пунктах. Остальная часть – специальные сборы на кормовых растениях. Сборщики – А.В. Присный и А.С. Андреева. Период сборов – 1987–2013 гг.

Идентификация видов производилась по определителям жуков-листоедов, составленным А.О. Беньковским [6, 7].

Результаты исследования

Ревизия коллекционных фондов и дополнительно проведенные исследования, а также проверка материала А.О. Беньковским (ИПЭЭ, г. Москва), за что авторы выражают ему свою глубокую признательность, позволяют более точно охарактеризовать современную фауну галеруцин Белгородской области. По полученным данным она представлена 17 видами, отнесенными к 9-ти родам. Подтверждено наличие 12-ти из видов, из приводимых в предшествующих публикациях.

Местообитания листоедов связаны с растительностью, которой они питаются. Распределение галеруцин по станциям во многом зависит от мест произрастания их кормовых расте-



ний. Аннотированный фаунистический список видов указанного подсемейства листоедов, представленный ниже, составлен с учётом их кормовой специализации, режима увлажнения и соответствующих биотопических предпочтений.

На околородной и болотной растительности обитают 3 представителя рода *Galerucella* Crotch 1873, а также единственный представитель рода *Pyrrhalta* Joannis 1865 и один из видов рода *Phyllobrotica* (Cherv, 1837).

Galerucella griseascens (Joannis, 1866)

Биотопы: берега водно-болотных угодий.

Ареал: транспалеарктический неморальный.

Питание: горец – *Polygonum*, щавель – *Rumex* (сем. Polygonaceae), филипендула – *Filipendula* (сем. Primulaceae), земляника – *Fragaria*, *Comarum*, вербейник – *Lysimarchia* (сем.) Rosaceae [6].

Galerucella lineola lineola (Fabricius, 1781)

Биотопы: берега водно-болотных угодий с древесно-кустарниковой растительностью.

Ареал: транспалеарктический.

Питание: ива (*Salix*), тополь, осина (*Populus*) семейство Salicaceae, ольха (*Alnus*) семейство Betulaceae [1, 3, 8, 9]. По нашим данным: ивы (*Salix* spp.) – семейство Salicaceae.

Galerucella pusilla (Duftschmid 1825)

Биотопы: берега водно-болотных угодий, мезофитные, остепнённые и псаммофитные луга.

Ареал: транспалеарктический.

Питание: Lythraceae (*Lythrum salicaria*) [3, 9]. По нашим данным: дербенник иволистный (*Lythrum salicaria* L.) семейство Lythraceae.

Pyrrhalta viburni viburni (Paykull, 1799)

Биотопы: пойменный луг.

Ареал: транспалеарктический.

Питание: калина (*Viburnum*) семейство Viburnaceae, бузина (*Sambucus*) семейство Adoxaceae [6]. По нашим данным: рябина черноплодная – *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott, калина обыкновенная – *Viburnum opulus* L.

Phyllobrotica quadrimaculata (Linnaeus, 1758)

Биотопы: заливной луг.

Ареал: европейско-сибирско-казахстанский.

Питание: шлемник (*Scutellaria*) семейство Labiatae [6, 9]. По нашим данным: чистец болотный (*Stachys palustris* L.) семейство Labiatae.

Многие галеруцины связаны с древесной растительностью, произрастающей как в лесах и на опушках, так и на одиночно растущей на лугах. Листоеды в целом тяготеют к открытым местам, избегая густого древостоя, следовательно, подавляющее их большинство – обитатели лесных окраин, опушек и просек. Ниже также перечислены виды, населяющие лесной травостой.

Galerucella luteola (Müll., 1766)

Биотопы: дубрава.

Ареал: голарктический. Впервые приводится для ЦЧР и юга Среднерусской возвышенности (СРВ).

Питание: виды рода Вяз (*Ulmus*) [6].

Phyllobrotica elegans Kraatz, 1866

Биотопы: лесополоса.

Ареал: южноевропейско-кавказский. Впервые приводится для ЦЧР и юга СРВ.

Питание не выяснено [6].

Lochmaea crataegi (Forster, 1771)

Биотопы: ксерофитный луг.

Ареал: транспалеарктический.

Питание: боярышник (*Crataegus*), яблоня (*Malus*), слива (*Prunus*) семейство Rosaceae [6, 9].

Lochmaea caprea (Linnaeus 1758)

Биотопы: бор, пойменный луг.

Ареал: транспалеарктический.

Питание: багульник (*Ledum*), голубика (*Vaccinium*) семейство Ericaceae; ива, тополь, осина (*Salix*, *Populus*) семейство Salicaceae; берёза (*Betula*) семейство Betulaceae [6, 9]. По нашим данным – ивы (*Salix* spp.) семейство Salicaceae.

Agelastica alni alni (Linnaeus, 1758)

Биотопы: полиитопный.

Ареал: европейско-западносибирско-казахстанский.



Питание: ива (*Salix*) семейство Salicaceae; берёза (*Betula*), лещина (*Corylus*) ольха (*Alnus*) семейство Betulaceae, малина (*Rubus*) семейство Rosaceae [6, 8, 9]. По нашим данным – ольха клейкая (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.

Luperus flavipes (Linnaeus, 1767)

Биотопы: мезоксерофитные луга и опушки.

Ареал: транспалеарктический.

Питание: различные древесные растения (*Prunus*, *Pyrus*, *Malus*, *Salix*, *Alnus*) [3, 6, 9].

Luperus xanthopoda (Schrank, 1781)

Биотопы: мезоксерофитные луга.

Ареал: древнесредиземноморский.

Питание: различные древесные растения (*Prunus*, *Tilia*, *Cerasus*, *Juglans regia*, *Malus*, *Pyrus*, *Corylus*, *Vitaceae*) [3, 6, 9]. По нашим данным: черешня (*Prunus avium* (Gean)), груша (*Pyrus communis* L.), вишня степная (*Prunus fruticosa* (Zwerg-Weichsel)).

Euluperus xanthopus (Duftschmid, 1825)

Биотопы: мезоксерофитные луга.

Ареал: европейско-кавказский.

Питание: различные древесные растения, Gramineae особенно житняк (*Agropyron*), на Украине – *Prunus*, Сев. Кавказе – *Malus* и *Corylus* [1].

Sermylassa halensis (Linnaeus, 1767)

Биотопы: опушки, мезоксерофитные луга.

Ареал: европейско-южносибирский.

Питание: подмаренник (*Galium*) семейство Rubiaceae, крапива (*Urtica*) семейство

Urticaceae [6, 9] (Беньковский, 1999, Сергеев, 2002).

Galeruca interrupta circumdata Duftschmid, 1825.

Биотопы: опушка соснового бора.

Ареал: транспалеарктический.

Питание: полынь (*Artemisia*) семейство Compositae, глянчик (*Sisymbrium*) семейство Cruciferae [7]. По нашим данным: гулявник (*Sisymbrium* sp.) и виды семейства Cruciferae.

Два представителя рода *Galeruca* – политоппные полифаги.

Galeruca tanacetii tanaceti (Linnaeus, 1758)

Ареал: транспалеарктический.

Питание: семейства Compositae, Cruciferae, Caryophyllaceae, Labiatae, Solanaceae, Plantaginaceae, Boraginaceae, Ranunculaceae [6, 9]. По нашим данным: полынь (*Artemisia*) и другие Compositae, чесночница черешковая (*Alliaria petiolata* (Bieb) Cavara et Grande) семейство Cruciferae, крапива двудомная (*Urtica dioica* L.) семейство Urticaceae, виды рода Лук (*Allium*) семейство Alliaceae/

Galeruca pomonae (Scopoli, 1763)

Ареал: голарктический.

Питание: Compositae, Cruciferae [6, 9]. По нашим данным: виды родов Полынь (*Artemisia*), семейство Compositae, семейство Gramineae

Таблица

Распределение кормовых растений галеруцин по семействам представлено в таблице

Объем семейств растений в Белгородской области		Имаго галеруцин-потребители, число видов	
Семейство	Число видов *	Монофаги + олигофаги + полифаги	хозяйственно значимые
1	2	3	4
Ивовые – Salicaceae	26	0 + 0 + 3	2
Березовые – Betulaceae	6	0 + 0 + 3	3
Гречишные – Polygonaceae	26	0 + 0 + 1	0
Лютиковые – Ranunculaceae	41	0 + 0 + 1	0
Крестоцветные – Cruciferae	86	0 + 0 + 4	0
Дербенниковые – Lythraceae	5	1 + 0 + 0	0
Розоцветные – Rosaceae	56	0 + 1 + 1	2
Вересковые – Ericaceae	8	0 + 0 + 1	0
Губоцветные – Labiatae	72	0 + 1 + 1	0
Пасленовые – Solanaceae	10	0 + 0 + 1	0
Первоцветные – Primulaceae	14	0 + 0 + 1	0
Подорожниковые – Plantaginaceae	7	0 + 0 + 1	0



Окончание табл.

1	2	3	4
Сложноцветные – Compositae	170	0 + 0 + 4	0
Мареновые – Rubiaceae	30	0 + 0 + 1	0
Крапивные – Urticaceae	2	0 + 0 + 1	0
Гвоздичные – Caryophyllaceae	59	0 + 0 + 1	0
Бурачниковые – Boraginaceae	34	0 + 0 + 1	0
Калинные – Viburnaceae	2	0 + 0 + 1	1
Адоксовые – Adoxaceae	1	0 + 0 + 1	0
Вязовые – Ulmaceae	5	0 + 1 + 0	0
древесные растения разных семейств		0 + 0 + 3	0

* - по: [10] Природные ресурсы ..., 2007

Заключение

Подсемейство Galeruciane представлено в области 17-ю видами из 9-и родов.

Тринадцать видов галеруцин кормятся на растениях нескольких семейств (двух и более), являясь полифагами. Только три вида на растениях одного семейства, они относятся к олигофагам. Один вид, питающийся на дербеннике иволистном, – *Galerucella pusilla* – монофаг. Для *Phyllobrotica elegans* пищевые предпочтения остались невыясненными.

Представители изучаемого подсемейства трофически связаны с весьма широким списком семейств растений, учитывая небольшое разнообразие галеруцин в регионе. Половина кормовых семейств относятся к наиболее крупным на территории области. При этом на каждое семейство растений приходится не более четырёх видов листоедов данного подсемейства.

В связи с таким трофическим разнообразием флористических семейств на уровне подсемейства Galeruciane, пожалуй, единственное обобщение, которое можно сделать, это то, что 53% видов в своем питании связаны с деревьями и кустарниками. Локально лесообразующим и садовым видам вредят боярышниковый листоед *Lochmaea crataegi* (яблоне, сливе и боярышнику), *Luperus xanthopoda* (черешне, груше, вишне, абрикосу), *Lochmaea caprea* и *Galerucella lineola lineola* (берёзовым и ивовым). *Pyrhalta viburni viburni* – вредитель калины. Ольховый листоед *Agelastica alni alni* повреждает листья орешника и ольхи [11]. Но все эти виды не имеют в регионе экономического значения.

Большая часть отмеченных в регионе видов имеют обширные ареалы – голарктический и транспалеарктический, с полизональным распространением на Русской равнине, они приурочены к широкой группе биотопов, – от мест с высокой увлажнённостью до ксерофитных лугов, или же входят в группу политошных видов.

Один вид (*Luperus xanthopoda*) представляет древнесредиземноморское подразделение западнопалеарктического ареала. В регионе в качестве местообитания предпочитает мезоксерофитные луга.

Остальные виды относятся к подразделениям западно-центрально-палеарктического ареала: европейско-сибирско-казахстанскому (*Phyllobrotica quadrimaculata*), европейско-западносибирско-казахстанскому (*Agelastica alni alni*) и европейско-южносибирскому (*Sermylassa halensis*). *A. alni alni* – политошный вид, а два оставшиеся предпочитают мезофитные луга и опушки.

Вызывает интерес на территории области европейско-кавказского (*Euluperus xanthopus*) и южно-европейско-кавказского (*Phyllobrotica elegans*) видов известных из Болгарии, стран Ближнего Востока, юга степной зоны Украины и России, Крыма и Кавказа.

Список литературы

1. Беньковский А.О. Жуки-листоеды (Coleoptera, Chrysomelidae) европейской части России (По материалам докторской диссертации, защищенной в 2011 г. в Институте проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Москва). Lambert Academic Publishing, 2011. <http://www.zin.ru/animalia/coleoptera/pdf/Ben2011b.pdf>
2. Левчинская, Г. Н. К эколого-фаунистической характеристике листоедов (Coleoptera: Chrysomelidae) пойм рек Северского Донца и Оскола в пределах Харьковской области [Текст] / Г. Н. Левчинская, А. А. Прокопенко // Вестник Харьковского университета. – 1980. – № 195. – С. 73–75.
3. Лопатин, И. К. Насекомые Беларуси: Листоеды (Coleoptera, Chrysomelidae) [Текст] / И. К. Лопатин, Нестерова О.Л. – Минск: УП «Технопринт», 2005. – 294 с.
4. Присный, А. В. Экстразональные группировки в фауне наземных насекомых юга Среднерусской возвышенности [Текст] / А. В. Присный. – Белгород: Белгородский гос. ун-т, 2003. – 296 с.

5. Присный, А. В. Научные коллекционные фонды «Музея зоологии» при кафедре зоологии и экологии Белгородского госуниверситета. Вып. 1. Насекомые – Ectognata. Жесткокрылые – Coleoptera [Текст] / А. В. Присный, О. В. Воробьёва. – Белгород: ИПЦ «ПОЛИТЕРРА», 2005. – 64 с.
6. Беньковский, А. О. Определитель жуков-листоедов (Coleoptera Chrysomelidae) Европейской части России и европейских стран ближнего зарубежья [Текст] / А. О. Беньковский. – М., 1999. – 204 с.
7. Benkowski, A. O. Leaf-beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) of the Eastern Europe. New key to subfamilies, genera and species [Text] / A. O. Benkowski. – Moscow: Mikrin-print, 2004. – 278 p.
8. Падий, Н. Н. Краткий определитель вредителей леса [Текст] / Н. Н. Падий. – М.: Лесная промышленность, 1979. – 240 с.
9. Сергеев, М. Е. Материалы по фауне и экологии жуков-листоедов (Coleoptera: Chrysomelidae) юго-востока Украины [Текст] / М. Е. Сергеев // Вестник зоологии. – 2003. – №16. – С. 129–131.
10. Природные ресурсы и окружающая среда Белгородской области [Текст] // Под ред. С.В. Лукина. – Белгород, 2007. – 556 с.
11. Гусев В. И. Определитель повреждений лесных и декоративных деревьев и кустарников европейской части СССР [Текст] / В. И. Гусев, М. Н. Римский-Корсаков. – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1951. – 580 с.

FAUNA AND ECOLOGY OF LEAF-BEETLES OF SUBFAMILY GALERUCIANE (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE) OF THE BELGOROD REGION

A.S. Andryeva, A.V. Prisniy

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

E-mail: prisniy@bsu.edu.ru

In the Belgorod region (Russia) there have been identified 17 species of leaf-beetles of subfamily *Galerucianae* (Coleoptera: Chrysomelidae: *Galerucinae*). Among them, food preferences are not clear for one species. One species belongs to monophages, 2 – to oligophages. Other species are polyphages. The greatest number of species feeds on the trees and shrubs of different families. 6 species can be referred to economically significant, they are pests of forest and garden species of trees and shrubs.

Key words: Belgorod region, *Coleoptera*, *Chrysomelidae*, *Galerucinae*, food communication, harmfulness.



УДК 591.111.1:595.76

ВЛИЯНИЕ ГИПООСМОТИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА ОБЪЕМ КЛЕТОК И ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕМБРАННОГО РЕЗЕРВА ГЕМОЦИТОВ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ОТРЯДА *DICTYOPTERA*

А.А. Присный, Е.А. Гребцова

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

E-mail: Prisny@bsu.edu.ru

Исследованы реакции гемоцитов некоторых представителей отряда Dictyoptera на гипосмотическую нагрузку. Осуществлено определение площади и объема гемоцитов, инкубированных в растворах разной осмотичности. Выявлены различия в использовании мембранного резерва гемоцитами разных типов.

Ключевые слова: гемоциты, объем клеток, мембранный резерв.

Введение

Гемолимфа беспозвоночных животных обладает всеми необходимыми функциями, несмотря на простоту организации, и отражает физиологическое состояние животного, а так же эволюционную ступень развития. Разнообразные виды воздействий влияют на насекомых на физиологическом уровне и обуславливают их жизнеспособность. В настоящее время не существует конкретных критериев оценки физиологического состояния насекомых. Возможно изучение влияния стрессоров и их идентификация по морфологическим особенностям, которые иногда являются противоречивыми и обманчивыми. Зачастую невозможно определить, какой именно из множества факторов оказал то или иное воздействие. Чтобы развиваться в этом направлении, у исследователей должна быть точная информация о физиологически и биохимически активных и чувствительных компонентах организма насекомых [1].

Наука о гемоцитах обширна и остается неизменно актуальной. Возможность выделять и идентифицировать гемоциты важна для исследований клеточного иммунитета насекомых. Гемоциты, необходимый компонент иммунной системы насекомого, выполняют ряд функций, такие как коагуляция, фагоцитоз и инкапсуляция; синтез и транспорт питательных веществ и гормонов для заживления ран посредством формирования соединительной ткани. Воздействия разнообразных стрессоров на клетки и состояние здоровья насекомых, их практическое и биомедицинское прикладное применения не достаточно изучены [2].

Доступна весьма скудная информация о типах гемоцитов насекомых, включая многочисленные виды экономической важности. Ключевой проблемой является небольшой размер многих насекомых, что делает сбор и идентификацию комплекса гемоцитов практически невозможной. Названия типов гемоцитов, которые им дают, иногда отличаются между таксонами, таким образом, что системы классификации и используемые критерии для идентификации гемоцитов в одной группе насекомых, могут полностью не соответствовать другой [3].

Авторами ранее проведены исследования и опубликованы данные о морфометрических показателях и типологии гемоцитов различных представителей класса Насекомые [4-5]. Однако информации о мембранных реакциях этих клеток на различные условия среды в доступной литературе не обнаружено.

В связи с вышесказанным целью данной работы является изучение влияния гипосмотической нагрузки на объем клеток и определение мембранного резерва гемоцитов некоторых представителей отряда *Dictyoptera*.

Объекты и методы исследования

Исследования проведены в течение 2011-2013 годов на базе кафедры анатомии и физиологии живых организмов ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет». В экспериментах использованы представители отряда Dictyoptera: *Periplaneta americana*, *Shelfordella tartara*, *Gromphadorhina portentosa*, *Blaberus craniifer*, *Nauphoeta cinerea*. Животных содержали в оборудованных укрытиями садках с кокосовым и опилочным грунтом. Для успешного разведения тараканов поддерживали высокий уровень влажности. Кормление проводили 2 раза в неделю.

Гемолимфу получали по стандартной методике [6]. Были проведены исследования с применением световой и зондовой микроскопии (Nikon Eclipse Ti-E, Интегра Вита NT-MDT).



Препараты фотографировали, по снимкам проводили измерения клеток, ядер, гранул и включений по длинной и короткой осям с помощью анализатора изображений «ВидеоТест» (ООО «Микроскоп Сервис», г. Санкт-Петербург).

Определяли величину мембранного резерва и изучали влияние гипосмотической нагрузки на объем гемоцитов. Полученную гемолимфу делили на три части, каждую из которых помещали в отдельную чашку Петри. К каждой части гемолимфы добавляли 10 мкл раствора NaCl определенной концентрации (изотонический раствор – 0.97% NaCl, сильногипотонический – 0.24% NaCl) для определения мембранного резерва.

Инкубацию проводили в течение 1 минуты. Далее изучали прижизненные особенности клеток, их морфометрические показатели с помощью оптического инвертированного микроскопа Nikon Digital Eclipse Ti-E. Получали фотографии в режиме реального времени и проводили линейные измерения, применяя анализатор изображений «Видео-Тест».

Гемоциты имеют относительно эллипсоидную форму, поэтому измеряли большую, среднюю и малую ось. Используя значения этих линейных размеров, рассчитывали площадь поверхности клеток и их объём.

Формулы для расчёта показателей:

$$s = 4\pi[(a^p b^p + a^p c^p + b^p c^p)/3]^{1/p}$$

$$V = 4/3(\pi abc),$$

где S – площадь поверхности гемоцита, V – объём, a – большая полуось, b – малая полуось, c – средняя полуось, p=1,6075 - коэффициент К. Томсена.

Рассчитывали абсолютную величину мембранного резерва как разность между площадью поверхности клетки в сильно гипотоническом растворе и площадью поверхности клетки в изотонической среде.

$$\Delta S = S(CT) - S(I),$$

где ΔS – резерв плазматической мембраны (μm^2); S(CT) – площадь поверхности клетки, после инкубации в сильно гипотонической среде (μm^2); S(I) – площадь поверхности клетки, после инкубации в изотонической среде (μm^2).

Для определения доли используемого мембранного резерва (MR) использовали следующую формулу:

$$(\Delta S / S(CT)) \cdot 100 \%,$$

где ΔS – резерв плазматической мембраны (μm^2); S(CT) – площадь поверхности клетки, после инкубации в сильно гипотонической среде (μm^2);

Полученные данные обрабатывали с использованием методов вариационной статистики.

Результаты и их обсуждение

Мембранный резерв, определяемый степенью складчатости плазмалеммы, является одной из важнейших морфофункциональных особенностей клеток крови. Он используется фагоцитами при образовании псевдоподий при амёбoidalном движении и захвате инородных объектов в ходе защитных реакций. В поддержании функциональной активности форменных элементов крови большое значение имеет система саморегуляции объёма клеток и упругие свойства гемоцитов [7, 8]. Работы по изучению величины мембранного резерва ядерных клеток гемолимфы насекомых до настоящего времени не проводились.

В норме большинство клеток многоклеточных организмов находятся в изотонических условиях. Изменения концентрации внутри- или внеклеточного растворов приводят к возникновению трансмембранного градиента осмотического давления. Поскольку плазмалемма проницаема для воды, то это приводит к перемещению растворителя в клетку или из неё. Таким образом, происходит или увеличение, или уменьшение объёма клетки.

Проведена инкубация гемоцитов исследуемых видов в изотонической и сильногипотонической средах. Определили площадь и объём гемоцитов, инкубированных в различных растворах.

У *B. craniifer* наибольшее увеличение объема в сильно гипотоническом растворе происходило у гемоцитов типа 3 и 5. Для последнего характерно увеличение линейных размеров только по короткой оси.

Значительное увеличение объема клеток в ответ на гипосмотическую нагрузку у гемоцитов типа 3 и 5 связано с высокой фагоцитарной активностью.

Гемоциты типа 1 демонстрируют наименее выраженное увеличение объема в ответ на гипосмотическую нагрузку. Это может быть связано с наличием крупного ядра, занимающего практически всю цитоплазму, и ведет к неспособности клеток существенно изменять свою форму и образовывать псевдоподии.



Максимальное увеличение объема у *G. portentosa* демонстрируют гемоциты типа 5 и 4, у *N. cinerea* – клетки 2 и 4 типов. Последние очень нестабильны даже в изотонической среде. Под воздействием гипосмотической нагрузки увеличиваются в объеме, часто с последующим разрывом мембраны, сопровождающимся выходом сферических везикул.

Рассчитывали абсолютную величину мембранного резерва (таблицы 1-2) как разность между площадью поверхности клетки в сильно гипотоническом растворе и площадью поверхности клетки в изотонической среде.

Таблица 1

Абсолютный мембранный резерв (ΔS) и доля используемого мембранного резерва (MR) представителей семейства Blaberidae

Представители	<i>N. cinerea</i>		<i>B. craniifer</i>		<i>G. portentosa</i>	
	ΔS (μm^2)	MR (%)	ΔS (μm^2)	(MR) (%)	ΔS (μm^2)	(MR) (%)
Тип 1	7.4	12.4	17.3	16.0	3.4	6.6
Тип 2	61.4	33.3	23.4	8.0	21.3	13.8
Тип 3	9.0	10.0	49.1	28.0	15.1	17.7
Тип 4	94.3	60.0	-	-	41.3	41.3
Тип 5	19.0	15.0	90.1	29.0	162.8	53.0

Гемоцитами типа 1 меньше всего используется мембранный резерв (до 16%). Типы 2, 3 и 5 активно участвуют в процессах фагоцитоза. Мембранный резерв необходим для образования фагосом, формирования псевдоподий при миграции.

Таблица 2

Абсолютный мембранный резерв (ΔS) и доля используемого мембранного резерва (MR) представителей семейства Blattidae

Представители	<i>P. americana</i>		<i>S. tartara</i>	
	ΔS (μm^2)	MR (%)	ΔS (μm^2)	(MR) (%)
Тип 1	11.9	12.0	10.7	13.0
Тип 2	24.3	15.0	119.4	36.7
Тип 3	50.2	39.0	48.6	29.2
Тип 4	18.3	12.0	-	-
Тип 5	46.9	25.0	76.9	38.0

Крупным клеткам часто соответствует большее значение абсолютного мембранного резерва, как в случае с гемоцитами 2 типа у *N. cinerea* и *S. tartara*, однако по доле используемого мембранного резерва эти клетки уступают, в связи с большой площадью поверхности относительно ΔS .

На изменения объема клетки отвечают активацией мембранного транспорта и/или изменением метаболизма, результатом чего является потеря или поглощение воды и, как следствие, восстановление нормальной величины объема. Объем может регулироваться поступлением в клетку или выходом из неё осмотически активных веществ: электролитов (прежде всего Na^+ и K^+), а также органических осмолитов [9].

В большинстве животных клеток регулируемое уменьшение объема связано с потерей KCl через активированные калиевые и хлорные каналы или с активацией K^+ , Cl⁻-котранспорта [10]. Регулируемое увеличение объема осуществляется путём поглощения KCl и NaCl. Накопление этих солей происходит через Na^+/H^+ - и Cl⁻/HCO₃⁻-насосы или благодаря Na^+ , K^+ , 2Cl⁻-котранспорту. Активация этих систем происходит в течение нескольких секунд или минут в связи с тем, что плазмалемма богата транспортными белками или они быстро в неё встраиваются в составе цитоплазматических везикул.

Заключение

В результате проведенных исследований осуществлено определение площади и объема гемоцитов, инкубированных в растворах разной осмотичности.

Гемоцитами типа 1 меньше всего используется мембранный резерв (до 16%). Для гемоцитов типов 2, 3 и 5 характерно максимальное использование мембранного резерва, так как именно эти клетки активно участвуют в процессах фагоцитоза.

Список литературы

1. Tiwari R.K., Pandey J.P., Kumar D. Effects of neem based insecticides on metamorphosis, haemocytes count and reproductive behavior in red cotton bug, *Dysdercus koenigii* fabr (Heteroptera: Pyrrhocoridae) // Entomology. – 2006. – V. 31. – P. 267-275.



2. Pandey J.P. Studies on stress induced haematological changes in *Dysdercus cingulatus* Fabr. (Heteroptera: Pyrrhocoridae) and *Danais chryssipus* (Lepidoptera: Nymphalidae). // Ph.D Thesis. – 2004. – P.12-16.
3. Pandey J.P., Tiwari R.K., Kumar D. Reduction in hemocyte mediated immune response in *Danais chryssippus* following treatment with neem based insecticides. // J. Entomol. – 2008. – V.5. – P. 200-206.
4. Присный А.А., Гребцова Е.А. Морфофункциональные особенности иммунных клеток некоторых представителей отряда Coleoptera // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия Естественные науки. – 2012. – № 15 (134). Выпуск 20. – С. 115-118.
5. Присный А.А., Гребцова Е.А. Механические свойства плазматической мембраны гемоцитов некоторых представителей отряда Dictyoptera // Вестник Тамбовского университета. Серия Естественные и технические науки. – 2013. – Том 18. Выпуск 4. – С. 1635-1636.
6. Злотин А.З. Техническая энтомология. – Киев: Наукова Думка, 1989. – 184 с.
7. Bagge U., Amundson B., Lauritzen C. White blood cell deformability and plugging of skeletal muscle capillaries in hemorrhagic shock. // Acta Physiol Scand. – 1980. – V. 108(2). – P. 159-163.
8. Bagge U., Skalak R., Attefors R. Granulocyte rheology. Experimental studies in an in vitro microflow system. // Adv Microcirc. – 1977. – V. 7. – P. 29-49.
9. McManus M.L, Churchwell K.B. Regulation of Cell Volume in Health and Disease. // The New England Journal of Medicine. – 1995. – № 19. – P. 123-134.
10. Орлов С.Н., Гурло Т.Г. Механизмы активации ионного транспорта при изменении объема клеток // Цитология. – 1991. – Т.33, №11. – С. 101-110.

HYPOSMOTIC LOADING INFLUENCE ON CELLS VOLUME AND IDENTIFICATION OF HAEMOCYTES MEMBRANE RESERVE FOR THE REPRESENTATIVES OF *DICTYOPTERA* ORDER.

A.A. Prisny, E.A. Grebcova

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

E-mail: Prisny@bsu.edu.ru

Haemocytes reactions of some representatives of Dictyoptera order on hypoosmotic loading are investigated. Evaluation of the area and volume of haemocytes, incubated in different osmotic solutions is carried out. Distinctions are drawn in the usage of membrane reserve by the haemocytes of different types.

Key words: haemocytes, volume of cells, membrane reserve.



УДК 591.111.7:594.382.4

ВЛИЯНИЕ ОСМОТИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ГЕМОЦИТОВ *ANODONTA SIGNEA* *DREISSENA POLYMORPHA* (MOLLUSCA: BIVALVIA)

Нгуен Тхи Ле На, А.А. Присный

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

E-mail: Prisny@bsu.edu.ru

Исследованы реакции гемоцитов некоторых представителей двустворчатых моллюсков на осмотическую нагрузку. Осуществлено определение морфометрических показателей гемоцитов, инкубированных в растворах разной осмотичности. Выявлены различия в использовании мембранного резерва гемоцитами разных типов.

Ключевые слова: моллюски, гемоциты, осмотическое давление.

Введение

В современной науке пристальное внимание уделяется вопросам, связанным с механизмами возникновения иммунных реакций в ответ на введение того или иного антигена. Рядом работ отечественных и зарубежных ученых [1-3] рассмотрено и показано разнообразие форм и многообразие функций, выполняемых гемоцитами (форменными элементами гемолимфы) брюхоногих. Изучена морфология клеточных элементов гемолимфы отдельных моллюсков [4-5].

Ведущая роль в защитных реакциях моллюсков принадлежит клеткам гемолимфы. Известно, что существуют различные морфотипы клеток гемолимфы, которые обладают определенной степенью подвижности по особым путям циркуляции и участвуют в инкапсуляции чужеродных объектов [6-7]. Однако информации о мембранных реакциях этих гемоцитов моллюсков на различные условия среды в доступной литературе не обнаружено.

В связи с вышесказанным целью данной работы является изучение влияния осмотической нагрузки на морфологические параметры гемоцитов *Anodonta signea* и *Dreissena polymorpha*.

Объекты и методы исследования

Исследования проведены в течение 2011-2013 годов на базе кафедры анатомии и физиологии живых организмов ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет». В экспериментах были использованы животные, принадлежащие виду беззубка обыкновенная (*Anodonta signea*) и дрейссена речная (*Dreissena polymorpha*).

Гемолимфу получали по стандартной методике [8]. Были проведены исследования с применением световой микроскопии (Nikon Eclipse Ti-E). Препараты фотографировали, по снимкам проводили измерения клеток, ядер, гранул и включений по длинной и короткой осям с помощью анализатора изображений «ВидеоТест» (ООО «Микроскоп Сервис», г. Санкт-Петербург).

Эффективность использования резерва клеточной поверхности гемоцитов оценивали в растворах NaCl 1,9 г/л (гипотонический раствор) и 5,7 г/л (гипертонический раствор). Инкубацию проводили в течение 1 минуты. Далее изучали прижизненные особенности клеток, их морфометрические показатели с помощью оптического инвертированного микроскопа Nikon Digital Eclipse Ti-E. Получали фотографии в режиме реального времени и проводили линейные измерения, применяя анализатор изображений «Видео-Тест».

Полученные данные обрабатывали с использованием методов вариационной статистики.

Результаты и их обсуждение

В результате исследования при помощи светового микроскопа удается выделить 3 типа гемоцитов, которые отличаются друг от друга по морфологическим особенностям, размеру и количеству гранул.

В результате инкубирования гемолимфы *Anodonta signea* с растворами различной осмотичности были получены следующие данные (табл. 1).



Таблица 1

Морфометрические параметры гемоцитов *Anodonta cignea* в растворах различной осмотичности

Типы клеток	Линейные размеры клеток по длинной оси, мкм	Линейные размеры клеток по короткой оси, мкм	Линейные размеры ядра по длинной оси, мкм	Линейные размеры ядра по короткой оси, мкм
Гипотонический раствор				
Тип 1	8,84±0,78	7,55±0,78	2,41±0,45	2,13±0,19
Тип 2	8,44±0,46	8,07±0,83	4,35±0,91	3,87±0,45
Тип 3	13,21±1,32	10,15±1,26	2,34±0,81	2,52±0,75
Гипертонический раствор				
Тип 1	7,15±0,44	6,37±0,46	2,33±0,36	2,07±0,32
Тип 2	6,53±0,43	6,53±0,79	4,21±0,34	3,69±0,66
Тип 3	8,54±0,78	6,93±0,47	2,68±0,39	2,02±0,37
Изотонический раствор				
Тип 1	7,84±0,66	7,1±0,63	2,37±0,35	2,19±0,34
Тип 2	7,42±0,90	6,55±0,93	4,15±0,82	3,69±0,77
Тип 3	8,95±0,69	8,03±0,70	2,76±0,40	2,38±0,20

В гипертоническом растворе, размер клеток уменьшается по сравнению с их размером в изотоническом растворе. Теоретически гипертонический раствор содержат хлорида натрия меньше чем его концентрация внутри мембран клеток. Вода выходит из клетки в среду. Но практически, размер гемоцитов несущественно изменяется в гипертоническом растворе относительно нормального раствора. Напротив, размер гемоцитов *Anodonta cignea* достигает максимальных значений в гипотоническом растворе. При этом, размер их ядер практически не изменяется в разных средах.

Выявлено, что при многократном отборе гемолимфы у одной особи *Anodonta cignea*, наблюдается увеличение численности гемоцитов первого и третьего типов. Это характеризует данные типы клеток как защитные элементы внутренней среды моллюска.

Установлено что гемоциты у *Anodonta cignea*, сохраняют жизнеспособность во влажной камере на протяжении 4-8 часов (в зависимости от объема пробы и физиологического состояния особи).

У *Dreissena polymorpha* идентифицировано 3 типа клеток, которые отличаются друг от друга по морфологическим особенностям и их размеру и количеству гранул. При сравнении морфометрических параметров гемоцитов *Dreissena polymorpha* и *Anodonta cignea* выявлено, что размеры у *Dreissena polymorpha* меньше.

В результате инкубирования гемолимфы *Dreissena polymorpha* с растворами различной осмотичности были получены следующие данные (таблица 2).

Таблица 2

Морфометрические параметры гемоцитов *Dreissena polymorpha* в растворах различной осмотичности

Типы клеток	Линейные размеры клеток по длинной оси, мкм	Линейные размеры клеток по короткой оси, мкм	Линейные размеры ядра по длинной оси, мкм	Линейные размеры ядра по короткой оси, мкм
Гипотонический раствор				
Тип 1	6,70±0,79	5,74±0,13	2,20±0,31	2,01±0,45
Тип 2	8,02±0,79	7,48±0,83	3,21±0,47	3,07±0,52
Тип 3	10,15±0,78	8,47±1,17	2,84±0,37	2,49±0,63
Гипертонический раствор				
Тип 1	5,52±0,56	4,80±0,57	2,19±0,47	1,79±0,46
Тип 2	5,33±0,93	4,98±0,86	2,84±0,58	2,47±0,65
Тип 3	8,35±1,28	6,33±0,91	2,81±0,41	2,39±0,33
Изотонический раствор				
Тип 1	5,92±1,16	5,1±0,96	1,97±0,35	1,75±0,31
Тип 2	6,61±0,63	6,15±0,63	2,85±0,57	2,58±0,49
Тип 3	8,75±1,27	7,17±0,76	2,74±0,29	2,60±0,40

Результаты исследования подтверждают точку зрения, что при нарушении изотоничности клеток вода осуществляет пассивный транспорт через мембрану и клеточные объемы претерпевают изменения. Для сохранения оптимального уровня обмена веществ очень важно, чтобы объем клетки и ее ионный состав оставались относительно постоянными. Регуляция



объема при этом зависит от транспорта воды и от осмотической резистентности гемоцитов, пути поддержания которой универсальны в клетках животных.

Заключение

В результате проведенных исследований осуществлено определение морфометрических параметров гемоцитов, инкубированных в растворах разной осмотичности. Наибольшие изменения размеров отмечены для гемоцитов первого типа у представителей исследованных видов.

Список литературы

1. Заварзин А.А. Основы сравнительной гистологии. – Л.: Изд-во Ленинградского университета. – 1985. – 400 с.
2. Стадниченко А.П., Стадниченко Ю.А. О воздействии личинок горчка на пластинчатожаберного моллюска *Unio rostratus gentilis* Naas. / Гидробиологический журнал. – 1981. – Т. 17, № 5. – С. 57-61.
3. Adamowicz A., Bolaczek M. Blood Cells Morphology Of The Snail *Helix Aspersa Maxima* (Helicidae). – *Zoologica Poloniae*. – 2003. – Vol. 48. – P. 93-101.
4. Хлус Л.М. Цитологічна характеристика гемолімфи *Helix lutescens* Rssm. та *Helix albescens* Rssm. у різних фізіологічних станах // Клінічна та експериментальна патологія. – 2003. – Т.2. – № 1. – С. 89-92.
5. Wootton E.C., Pipe R.K. Structural and functional characterisation of the blood cells of the bivalve mollusc *Scrobularia plana*. – *Fish and Shellfish Immunology*. – 2003. – Vol. 15. – P. 249-262.
6. Присный А.А., Пигалева Т.А., Кулько С.В. Морфофункциональные особенности гемоцитов сухопутных брюхоногих моллюсков // *Фундаментальные исследования*. – 2011. – № 5. – С. 206-210.
7. Присный А.А., Кулько С.В. Морфофункциональные особенности гемоцитов брюхоногого моллюска *Stenophthalma gavigieri* (Ferussac) // *Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия Естественные науки*. – 2012. – № 9 (128). Вып. 19. – С. 90-94.
8. Присный А.А. Практикум по физиологии беспозвоночных животных. – Белгород: ИД «Белгород» НИУ «БелГУ», 2013. – 116 с.

THE IMPACT OF THE CHANGE OF OSMOTIC PRESSURE ON THE HAEMOCYTES STRUCTURE OF THE *ANODONTA CIGNEA* AND *DREISSENA POLYMORPHA* (MOLLUSCA: BIVALVIA)

Nguyen Thi Le Na, A.A. Prisyu

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

E-mail: Prisyu@bsu.edu.ru

Haemocytes reactions some representatives of Bivalvia on osmotic loading are investigated. Area and volume definition of haemocytes, in different osmotic solutions is carried out. Distinctions in use membrane reserve definition of haemocytes different types are revealed.

Key words: mollusks, haemocytes, osmotic pressure.

УДК 51-72: 530. 145

АДАПТИВНЫЕ РЕАКЦИИ МИКРОСОСУДОВ КОЖИ НА ТЕМПЕРАТУРНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ У ДЕВУШЕК И ЮНОШЕЙ, ПРОЖИВАЮЩИХ В УМЕРЕННО-КОНТИНЕНТАЛЬНОМ КЛИМАТЕ

Е.С. Тверитина

Белгородский государственный университет, Россия, 3080015, г.Белгород, ул.Победы, 85

E-mail: Tveritina@bsu.edu.ru

Показаны особенности адаптации микроциркуляторного русла кожи к высоким и низким температурам у лиц с разным тономусом вегетативной нервной системы и силой нервных процессов, проживающих в условиях умеренно-континентального климата. Установлено, что юноши и девушки с нормотонией и средней силой нервных процессов обладают большей устойчивостью к экстремальным факторам внешней среды, обусловленной быстрыми сосудистыми реакциями, высокой способностью к срочной адаптации, что не характерно для лиц с ваго- и симпатотонией и слабой силой НП.

Ключевые слова: микроциркуляция, вегетативная нервная система, сила нервных процессов, локальная гипер- и гипотермия.

Введение

Для Белгородской области характерен умеренно-континентальный климат с отчетливо прослеживающимися сезонами года. Средние температуры колеблются от 19.4 °С на севере до 20.6 °С на юго-востоке. Однако в конце XX в. произошло повышение температуры окружающей среды, которое привело к изменениям, в том числе, умеренно-континентального климата Среднерусской возвышенности [1]. В данном регионе стали наблюдаться продолжительные засухи в летний период с температурным максимумом более 40 °С [2]. При изменении температурных условий среды в организме человека происходят терморегуляторные процессы, которые поддерживают его субъективное теплоощущение и определенное функциональное состояние. Воздействие экстремальных температур вызывает у человека непрерывную работу регуляторных систем, уравнивающих отдачу тепла во внешнюю среду и образование его в теле. Наиболее интенсивная отдача тепла происходит через кожу ног, рук, лица [3]. В условиях нагревания или охлаждения реактивность микрососудов кожи человека осуществляет поддержание нормальной физиологической терморегуляции и теплового гомеостаза [4, 5]. В данных условиях изучение адаптационных возможностей организма приобретает особую актуальность.

Целью исследования было изучение адаптационно-приспособительных реакций системы микроциркуляции кожи у лиц юношеского возраста с учетом индивидуальных психофизиологических особенностей.

Объекты и методы исследования

В основу работы положены результаты обследований 80 лиц юношеского возраста (41 юноша и 39 девушек) в возрасте 18-21 год, проживающих в Белгородской области.

Комплексное исследование включало регистрацию показателей микроциркуляции, показателей вариабельности сердечного ритма и свойств нервных процессов.

Регистрацию показателей микроциркуляторного русла кожи проводили с помощью двухканального лазерного анализатора капиллярного кровотока ЛАКК-02 (НПП «Лазма», Россия) в красной области спектра излучения. При исследовании реакции микрососудов кожи на температурное воздействие использовали блок «ЛАКК-ТЕСТ» (НПП «Лазма», Россия). Исходные ЛДФ – граммы записывали в течение 5 минут при температуре 21-22 °С с кожи дистального фаланга II пальца кисти левой руки. Локальную гипертермию от 32 °С до 45 °С и гипотермию от 32 °С до 15 °С проводили непрерывно в течение 10 минут со скоростью 4 °С в минуту с поддержанием конечно заданной температуры при ее достижении.

Полученные ЛДФ-граммы анализировали на основе вейвлет-преобразования [6]. Рассчитывали степень прироста тканевого кровотока в условиях локальной гипертермии и степень снижения кровотока в условиях локальной гипотермии. Проводили анализ динамики уровня кровотока в условиях нагревания и охлаждения кожи по величине показателя микроциркуляции (ПМ, перфузионные единицы – пф.ед.).

Реакцию микрососудов кожи на температурное воздействие анализировали у лиц с разным тонусом вегетативной нервной системы и силой нервных процессов (НП).

Регистрацию электрокардиограммы (I, II, III стандартное отведение) в течение 120 секунд проводили с использованием программы «Нейрософт» (Иваново, Россия). Учитывали спектральные характеристики сердечного ритма, которые отражают влияние вегетативной нервной системы на сердечно-сосудистую систему.

Свойства нервных процессов (НП) оценивали на основании результатов, полученных с использованием программы «Психо-тест» (Иваново, Россия). Силу НП определяли по методике Теппинг-теста Ильина.

Полученные данные обрабатывали по программе Statistica 6.0. Достоверность различий оценивали по критерию Вилкоксона.

Результаты и их обсуждение

Для анализа адаптивных реакций микрососудов кожи на локальное нагревание и охлаждение девушки и юноши были поделены на группы в зависимости от влияния соответствующего отдела вегетативной нервной системы на сердечный ритм и силы НП. По результатам спектрального анализа распределение симпатотоников, нормотоников и ваготоников в группе девушек составило соответственно $n=10$, $n=18$, $n=11$, в группе юношей - $n=20$, $n=15$, $n=6$. По результатам «Теппинг-теста» девушки распределены на следующие группы: средний ($n=11$) и слабый ($n=21$) тип, юноши – средний ($n=20$) и слабый ($n=21$) тип.

В условиях локального нагревания динамика кровотока кожи пальца руки у юношей и девушек с разным тонусом вегетативной нервной системы носила двухфазный характер (рис. 1). Первую фазу – значительное повышение кровотока – регистрировали до 45 °С. Вторую фазу наблюдали при поддержании постоянно высокой температуры (45 °С), когда рост показателя микроциркуляции стабилизировался, его значение вышло на некоторое плато.

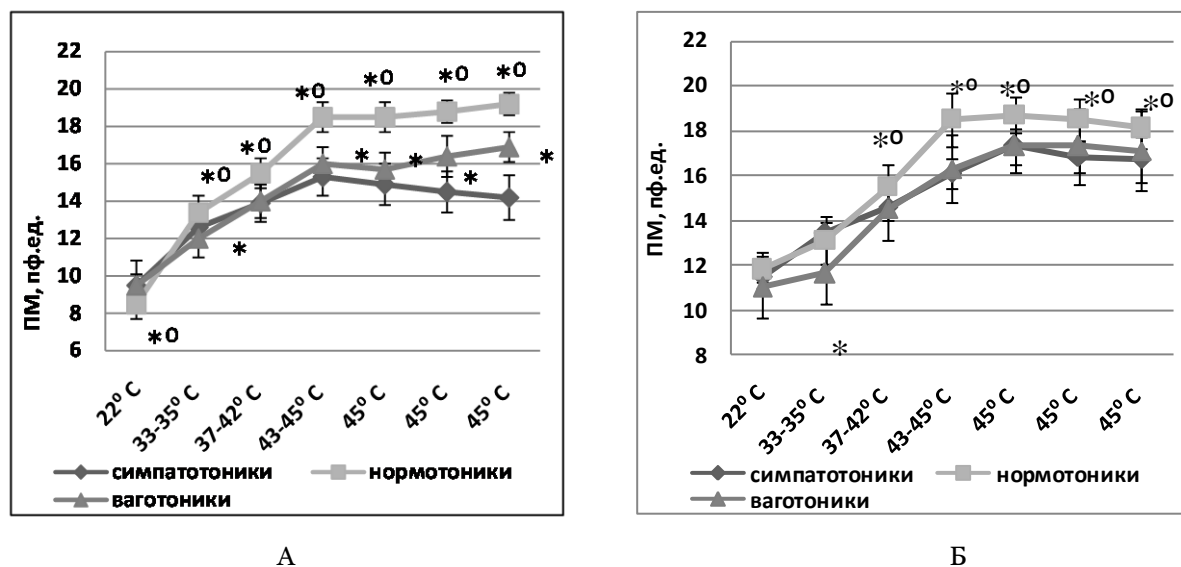


Рис. 1. Динамика показателя микроциркуляции в условиях локального нагревания у девушек (А) и юношей (Б) с разным тонусом вегетативной нервной системы

Примечание: * - достоверность различий группы ваготоников и нормотоников с группой симпатотоников, ° - достоверность различий группы нормотоников с группой ваготоников по критерию Вилкоксона ($p < 0,05$)

Обследуемые, являясь жителями Белгородской области, приспособлены к значению средней летней температуры 20° С, что ниже, чем в условиях нашего эксперимента. По этой причине наблюдаемые нами резкие перестройки системы микроциркуляции уже с первых минут тепловой пробы можно объяснить адаптацией к более низким температурам в месте проживания.

Во всех группах, как у юношей, так и девушек максимальное повышение и стабилизацию кровотока кожи регистрировали преимущественно в сходных температурных диапазонах. Однако наибольший приток крови к коже пальца руки наблюдали в группе нормотоников, как юношей, так и девушек. В группах юношей-ваготоников и юношей-симпатотоников значения

показателя микроциркуляции были сходны на протяжении всей пробы. В группе девушек наименьшую степень прироста тканевого кровотока в условиях локальной гипертермии выявили в группе симпатотоников.

У лиц с разной силой НП в условиях локального нагревания динамика кровотока в сосудах кожи также имела двухфазный характер и свидетельствовала о повышении показателя микроциркуляции уже с первых минут нагревания (рис. 2).

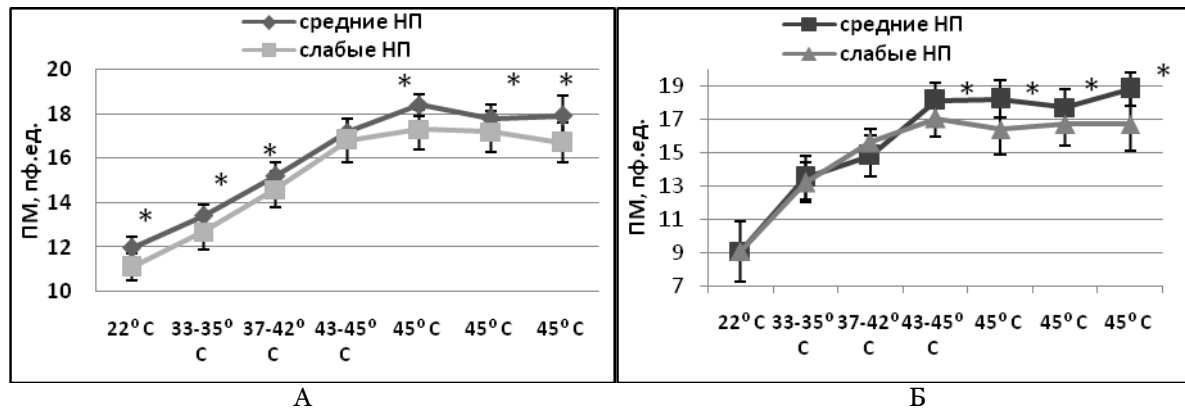


Рис. 2. Динамика показателя микроциркуляции в условиях локального нагревания у юношей (А) и девушек (Б) с разной силой НП

Примечание: * - достоверность различий группы со средними и слабыми НП по критерию Вилкоксона ($p < 0,05$)

Группа девушек отличалась большей реактивностью, что проявлялось максимальным повышением кровотока уже при 43° С в отличие от 45° С в группе юношей. Однако наибольшую степень повышения кровотока кожи выявили у лиц со средней силой НП как юношей, так и девушек, причем у девушек такой значительный рост показателя микроциркуляции регистрировали в течение всей пробы, у юношей – в период стабилизации показателя и поддержания конечно заданной температуры.

При действии высокой внешней температуры одним из первых наблюдается изменение кожного кровотока человека, что особенно важно при отсутствии волосяного покрова [71]. Установлено, что рост температуры окружающей среды вызывает расширение сосудов кожи, увеличение теплопроводности тканей. Если это недостаточно для теплового равновесия, то начинается рефлекторное потовыделение. Наиболее интенсивная отдача тепла происходит через кожу ног, рук, лица и чем сильнее выражен данный процесс, тем эффективнее происходит охлаждение поверхности тела [3]. В условиях нашего эксперимента быстрые сосудистые реакции, сильное повышение кровотока кожи при воздействии высоких температур выявлено у лиц со средней силой НП и нормотоников обоего пола. Значительная реактивность микрососудов кожи на нагревание с первых минут проведения пробы свидетельствует о высокой способности к срочной адаптации и быстрой перестройке регуляторных систем в их группах.

В условиях локальной гипотермии у лиц с разным тонусом вегетативной нервной системы динамика кровотока (рис. 3) свидетельствовала, что с первых минут пробы защитная реакция организма от действия низких температур значительно выражена во всех группах, на что указывало повышение кровотока как у девушек, так и юношей. Дальнейшее снижение температуры вызвало уменьшение кровотока, особенно значительное при воздействии 15° С на кожу пальца руки. Показано, что при охлаждении пальцев рук, благодаря сужению капилляров термоизолирующие свойства кожи могут быть увеличены в 6 раз [71], что уменьшает прямую передачу тепла от глубоких тканей на поверхность. Однако по причине значительного подогрева участков кожи от этих же глуболежащих тканей длительной констрикции сосудов кожи не наблюдали и при конечно заданной температуре уже регистрировали возвращение кровотока к исходному уровню.

Полученные нами данные свидетельствуют о хорошей адаптивной способности лиц юношеского возраста. Однако сосудистые реакции значительно были выражены, как и в условиях локального нагревания, в группе нормотоников. Несмотря на наибольшую степень снижения кровотока кожи в их группе, уже к концу пробы наблюдали возвращение показателя либо к исходному уровню у юношей, либо его повышение относительно первоначального зна-

чения в группе девушек. Наименьшее сужение сосудов, и как следствие этого, наименьшее колебание кровотока выявили в группе симпатотоников.

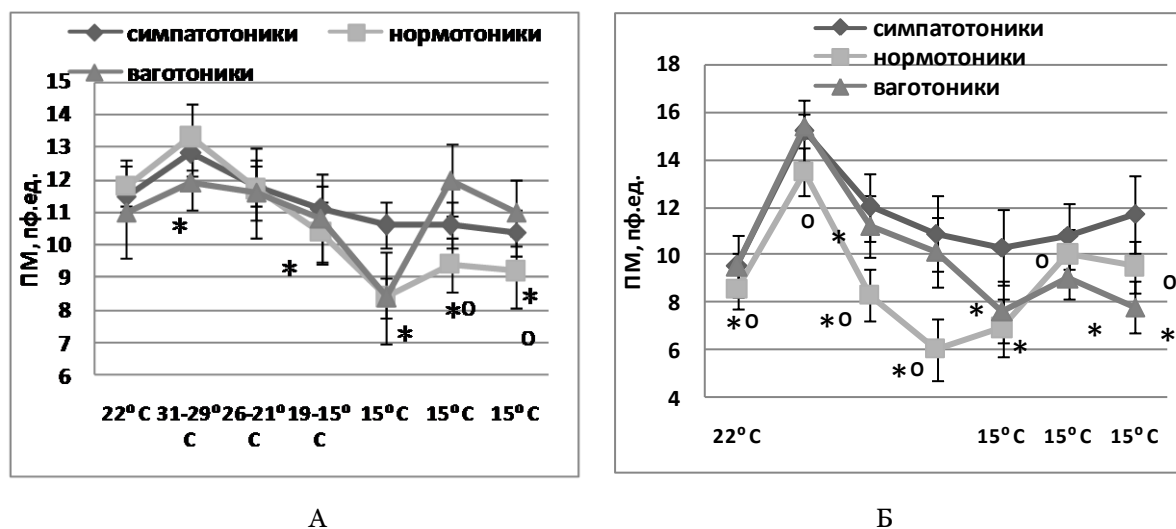


Рис. 3. Динамика показателя микроциркуляции в условиях локального охлаждения у юношей (А) и девушек (Б) с разным тономусом вегетативной нервной системы

Примечание: * - достоверность различий группы ваготоников и нормотоников с группой симпатотоников, о - достоверность различий группы нормотоников с группой ваготоников по критерию Вилкоксона ($p < 0,05$).

В ходе эволюционного развития человек не выработал устойчивого приспособления к холоду. Его биологические возможности в сохранении температурного гомеостаза весьма ограничены [8], возможно, по этой причине в условиях локальной гипотермии динамика кровотока у лиц с разной силой НП (рис. 4) свидетельствовала о сходных изменениях показателя микроциркуляции как в группе юношей, так и девушек. Первые минуты охлаждения вызвали защитную реакцию организма в виде повышения уровня перфузии ткани кровью, причем у девушек со средней силой НП данный процесс был выражен сильнее. Однако дальнейшее проведение пробы свидетельствовало о быстрой адаптации системы микроциркуляции и возвращении показателя кровотока к исходному уровню к концу локальной гипотермии. При воздействии конечно заданной температуры наблюдали некоторую стабилизацию кровотока с выходом на плато на относительно высоком уровне, значительно выраженном у девушек.

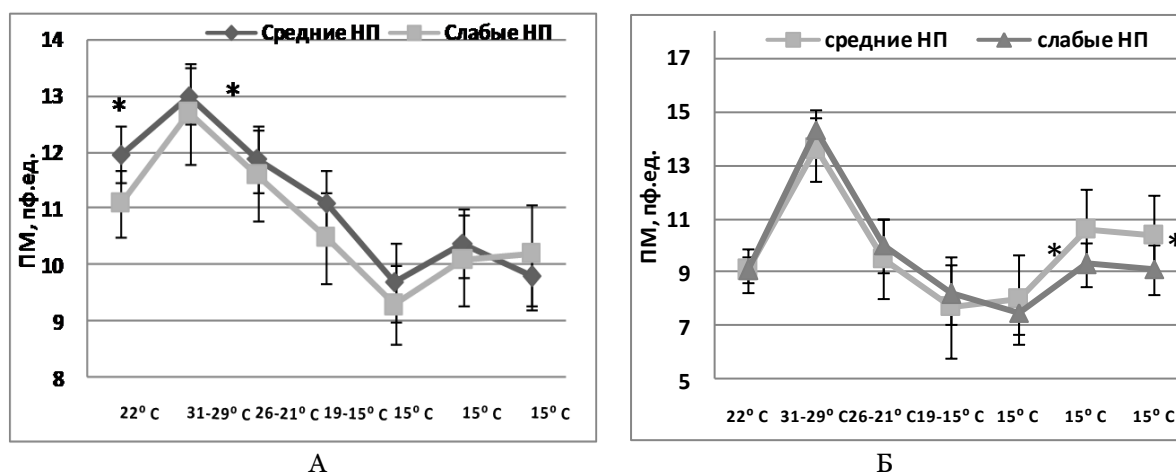


Рис. 4. Динамика показателя микроциркуляции в условиях локального охлаждения у юношей (А) и девушек (Б) с разной силой НП

Примечание: * – достоверность различий групп со средними и слабыми НП по критерию Вилкоксона ($p < 0,05$)

Таким образом, в условиях локального воздействия низких температур компенсаторные реакции микрососудов кожи значительно выражены, как и в условиях нагревания, у нормотоников не зависимо от пола, и менее выражены у симпатотоников и ваготоников. У лиц с разной силой НП высокая согласованность центральной нервной и сердечно-сосудистой систем обусловила развитие в их группах сходно быстрых приспособительных механизмов к меняющимся температурным условиям не зависимо от пола.

Заключение

Выявлены особенности адаптивных реакций микроциркуляторного русла кожи пальцев рук в ответ на локальную гипер- и гипотермию у лиц юношеского возраста с разным тоном вегетативной нервной системы и силой НП. Установлено, что в условиях локального воздействия контрастных температур для девушек и юношей с нормотонией, проживающих в умеренно-континентальном климате, характерна высокая способность к срочной адаптации и реактивность на диапазон температур, отличный от привычного климатического комфорта. Выявленный процесс менее выражен у симпатотоников и ваготоников, что может свидетельствовать об их меньшей устойчивости к экстремальным факторам среды. Хорошие компенсаторные реакции периферических сосудов, быстрые приспособительные механизмы к меняющимся температурным условиям выявлены также у юношей и девушек со средней силой НП. Сбалансированность отделов вегетативной и центральной нервной систем обуславливает быстрые адаптивные перестройки кровотока кожи и «включение» защитных механизмов.

Список литературы

1. Лебедева М.Г., Крымская О.В. Проявление современных изменений в Белгородской области // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Естественные науки. – 2008. – №3 (43). – С. 188–195.
2. Присный А.В., Негин Е.В. Вековая динамика регионального климата, микроклимат и изменение ареалов насекомых. Температура и термопреферендум // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Естественные науки. – 2012. – №9 (128). – С. 130–139.
3. Прохоров В.Т. и др. Особенности защиты человека от воздействия низких температур: монография. – Шахты: издательство ГОУ ВПО «ЮРГУЭС», 2007. – 500 с.
4. Charkoudian N. Influence of female reproductive hormones on local thermal control of skin blood flow // J. Appl. Physiol. – 1999. – Vol. 87. – P. 1719–1723.
5. Johnson J.M. Effect of local warming on forearm reactive hyperaemia // Clin. Physiol. – 1986. – Vol. 6. – P. 337–346.
6. Крупаткин А.И., Сидоров В.В. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови. – М: Медицина, 2005. – 123с.
7. Агаджанян А.Н., Кислицын А.Н. Резервы организма и экстремальный туризм. – М.: Просветитель, 2002. – 304с.
8. Казанцев И. А., Либер И. С. Тепловая защита и инженерное оборудование зданий на Севере. – Л.: Стройиздат, 1975. – 136с.

THE ADAPTIVE RESPONSES TO THE TEMPERATURE EXPOSURE OF THE SKIN MICROVESSELS OF YOUNG MEN AND WOMEN LIVING IN MEDIUM-CONTINENTAL CLIMATE.

E.S. Tveritina

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

E-mail: Tveritina@bsu.edu.ru

Specific character of the adaptation of the microcirculation system to high and low temperatures at age of youth with different tone of the autonomic nervous system and the force of the nervous processes, living in medium continental climate, are shown. It is established, that boys and girls with an average force of the neural processes and normotonic heart rhythm are more resistant to extreme environmental factors, have high vascular and adaptation reactions, which is not typical for people with weak force of the neural processes and simptomonic or vagotonic heart rhythms.

Key words: the microcirculation, the autonomic nervous system, the force of the nervous processes, local hyper-and hypothermia.



УДК 636.5.082.35:612.33

ВЛИЯНИЕ ЛАКТУЛОЗЫ НА ФОРМИРОВАНИЕ МИКРОБИОЦЕНОЗА ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОГО КАНАЛА ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

Т.В. Олива, Г.И. Горшков

Белгородская государственная
сельскохозяйственная академия
им. В.Я.Горина, Россия, 308503,
Белгородская область, Белгородский
район, пос. Майский, ул. Вавилова, 1

E-mail: olivatu@mail.ru

Приводятся результаты исследования по формированию микробиоценоза в зобу, слепых и прямой кишке трех- и семисуточных цыплят-бройлеров, получавших пребиотик с лактулозой. Пребиотик стимулирует заселение просвета кишечника полезной микрофлорой уже в первую неделю жизни цыплят. В то же время обнаружены отсутствие адгезии лакто- и бифидобактерий на стенки переднего отдела пищеварительного тракта и слепых отростков кишок и их слабая адгезия в прямой кишке цыплят семисуточного возраста.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, микрофлора кишечника, адгезия, пребиотик, лактулоза.

Введение

Известно, что у нормально развивающихся эмбрионов птиц желудочно-кишечный тракт свободен от микроорганизмов. Его заселение микрофлорой начинается с момента наклева цыпленком скорлупы яйца, в которой он развивался, и общения с внешней средой. В естественных условиях в этом участвуют микрофлора ротовой полости при научении наседкой цыпленка распознавать и принимать корм, а также находящиеся в окружающей среде фекальные микроорганизмы здоровой птицы, с которой он соприкасается. В условиях инкубатора первичный контакт происходит со стерильной средой, если тщательно проведена дезинфекция яиц и оборудования, или с искусственно сформировавшимся непрогнозируемым микробным составом, загрязняющим оборудование и помещения, нередко контаминированные патогенными штаммами. По данным В.М. Субботина [1, 2], в первые 5 суток наиболее активно заселяют кишечник эшерихии и энтерококки (высеваются соответственно из 100 и 90% проб). Лакто- и бифидобактерии к концу первых суток обнаруживаются в кишечнике соответственно у 40 и 20% цыплят. К 10-м суткам они есть у всех особей и в последующие сроки продолжают увеличиваться в своей численности. Стабилизация микробиоценоза устанавливается к 15–20 суткам, что зависит не столько от численности привнесенных полезных видов бактерий сколько от их колонизационных свойств [2]. По нашим данным [3] и данным ряда авторов [4, 5], к 34–42-суточному возрасту завершается направленное формирование бактериоценоза кишечника здоровой птицы. Сформированная полезная микрофлора обычно вытесняет патогенные и условно-патогенные микроорганизмы, предотвращает возникновение и развитие эндогенной инфекции. Хорошо выражены свойства адгезии к кишечному эпителию у грамотрицательных бактерий – *Escherichia coli*, *Klebsiella*, энтерококки, но среди них есть и патогенные штаммы. Поэтому на перспективу стоит задача создания в кишечнике цыпленка уже с первых дней жизни таких условий, которые были бы благоприятны для развития нормальной полезной микрофлоры с наивысшими колонизационными способностями и сдерживали бы рост и развитие нежелательных видов. Такое направление исследований получило название конкурентного включения (КИ). Так, в кишечник односуточного цыпленка вводили содержимое клоаки здоровой птицы, и у него формировался нормальный микробиоценоз, способствующий развитию иммунитета по типу взрослого организма. Было установлено, что продукты КИ должны применяться не позднее первых 24 часов после выведения из яйца. Однако эти исследования единичны и не позволяют существенным образом и надежно корректировать заселение микроорганизмами пищеварительного тракта цыплят-бройлеров в первые и последующие дни их жизни, поэтому дальнейший поиск способов и средств создания условий для КИ представляет научный интерес.

Цель настоящей работы – изучить бактериальную адгезию к кишечному эпителию и формирование состава микробиоценоза в разных отделах пищеварительного канала при выпавании цыплятам в первую неделю жизни пребиотика лактулозы с тем, чтобы определить возможность его использования для стимуляции развития собственной полезной кишечной микрофлоры и вытеснения из микробиоценоза нежелательных видов.



Материалы и методы

Исследование проведено на базе лаборатории птицеводства ФГБОУ ВПО БелГСХА им. В.Я. Горина. Из цыплят-бройлеров кросса Hubbard ISA были сформированы две группы (контрольная и опытная), по 10 голов в каждой. Опытной группе, находящейся на том же рационе, что и контрольная, выпаивали пребиотический препарат Лактусан российской фирмы «Фелицата», представляющий собой концентрат лактулозы (дисахарид – галактоза+фруктоза). Концентрация водного раствора лактулозы (1 мл/л) была подобрана с учетом нормального функционирования кишечника и с целью стимуляции роста находящейся в пищеварительном канале цыплят полезной микрофлоры.

На третьи и седьмые сутки от начала опыта из каждой группы отбирали по 3 цыпленка для патолого-морфологических и микробиологических исследований. В асептических условиях отбирали зоб, участок толстого кишечника с двумя слепыми отростками и прямой кишкой. Их содержимое (точную навеску) тщательно растирали с изотоническим раствором натрия хлорида и согласно методическим рекомендациям [6] готовили последующие десятикратные разведения (10^{-1} ; 10^{-2} ; 10^{-3} ; 10^{-4} ; 10^{-5} ; 10^{-6} ; 10^{-7}). Для выделения и культивирования бактерий производили посевы исследуемого материала на питательные среды: для энтеробактерий – на висмут-сульфитный агар, агар Эндо, среды Плоскирева, Симмонса и Левина; для энтерококков – на желточно-солевой агар; для гемолизирующих форм – на 5%-ный кровяной агар; для дрожжеподобных грибов – на агар Сабуро. По *E. coli* проводили скрининг гемолитических, лактозонегативных и со сниженной ферментативной активностью форм. Для культивирования лакто- и бифидобактерий использовали питательную среду ($pH=6.8$) следующего состава: 30.0 г панкреатического гидролизата казеина, 5.0 г экстракта пекарских дрожжей, 7.5 г глюкозы, 2.5 г лактозы, 0.5 г цистеина, 2.5 г натрия хлорида, 0.5 г магния сульфата семиводного, 0.5 г кислоты аскорбиновой, 0.3 г натрия ацетата трехводного, 0.75 г агара. Число колоний определяли после трехсуточной инкубации посевов при температуре 37°C. Из колоний готовили мазки и окрашивали их по Граму. Также готовили мазки-отпечатки слизистой оболочки зоба, слепого отростка и прямой кишки. После высушивания их окрашивали по Граму и исследовали под микроскопом при иммерсионной системе [7]. Микроскопия окрашенных мазков-отпечатков позволяла выявить не только наличие, но и ориентировочно оценить адгезию молочнокислых бактерий на эпителиальных клетках слизистой оболочки. Условно выделяли три степени обсемененности слизистых оболочек: слабую – до 20 микробных тел; среднюю – от 20 до 40 микробных тел; высокую – более 40 микробных тел в поле зрения. При статистическом анализе достоверность разницы между сравниваемыми величинами числа выросших колоний определяли по аргументу Стьюдента (t_d). Разница считалась достоверной при $p \leq 0.05$ с последующей градацией до $p \leq 0.001$. Полученный результат КОЕ переводили в десятичный логарифм числа.

Результаты исследований

На вскрытии грудной и брюшной полостей цыплят-бройлеров каких-либо визуальных патологических изменений не обнаружено.

При микроскопическом анализе бактериального пейзажа пищеварительного канала трехсуточных цыплят-бройлеров установлено, что колонизация толстого кишечника произошла тремя основными группами микроорганизмов – лактобактериями, бифидобактериями и бактериями группы кишечной палочки (табл. 1).

Таблица 1
Микробный пейзаж пищеварительного канала трехсуточных цыплят, Ig КОЕ/г

Группы бактерий	Контрольная группа	Опытная группа
1	2	3
в зобе		
Лактобактерии	1.20±0.08	1.21±0.05
Бифидобактерии	не выявлены	не выявлены
Бактерии группы кишечной палочки	не выявлены	не выявлены
Стафилококки	0.48±0.01	0.48±0.01
Энтерококки	не выявлены	не выявлены
Дрожжеподобные грибы	не выявлены	не выявлены
Патогенные энтеробактерии	не выявлены	не выявлены
в слепых кишках		
Лактобактерии	4.12±0.36	3.91±0.73
Бифидобактерии	6.57±0.45	6.73±0.25



Окончание табл. 1

1	2	3
Бактерии группы кишечной палочки	не выявлены	не выявлены
Энтерококки	не выявлены	не выявлены
Дрожжеподобные грибы	не выявлены	не выявлены
Патогенные энтеробактерии	не выявлены	не выявлены
в прямой кишке		
Лактобактерии	5.55±0.05	5.60±0.81
Бифидобактерии	5.42±0.08	5.48±0.18
Бактерии группы кишечной палочки, в т.ч.	6.82±0.22	5.67±0.11**
гемолитически активные формы	4.01±0.01	не выявлены
лактозонегативные формы	5.64±0.34	не выявлены
Стафилококки	единичные	единичные
Энтерококки	3.85±0.10	2.78±0.01**
Дрожжеподобные грибы	2.90±0.03	2.01±0.01***
Патогенные энтеробактерии	не выявлены	не выявлены

Примечание: степень достоверности разницы с контролем: ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$

Просветная микрофлора зоба трехсуточных цыплят была представлена незначительным количеством лактобактерий и стафилококков. Выпаивание в опытной группе птицы пребиотика с лактулозой увеличивало в прямой кишке интенсивность колонизации лактобактериями на 13%, бифидобактериями – на 11.5% по сравнению с контрольной группой, не получавшей Лактусан. В то же время наибольшее количество бактерий группы кишечной палочки было в содержимом кишечника контрольной группы птиц. Дополнительным высевом культуры из 10^{-5} разведения на кровяном агаре и среде Эндо содержимого прямой кишки цыплят контрольной группы выявлены гемолитические и лактозонегативные формы, которые по численности составили 6.6% от общего количества бактерий группы кишечной палочки. В содержимом кишечника у цыплят, получавших лактулозу, гемолитические и лактозонегативные бактерии не выявлены. На третьи сутки развития птиц наблюдалось также достаточно интенсивное заселение отделов прямой кишки энтерококками (в основном *Str. faecalis* и *Str. faecium*). В содержимом кишечника контрольной группы гемолитических форм оказалось больше, чем в 10 раз по сравнению с содержимым кишки опытных птиц. В прямой кишке обеих групп были обнаружены дрожжеподобные грибы рода *Candida*. При этом установлено, что лактулоза снижает интенсивность заселения кишки дрожжеподобными грибами в 8 раз. Численность стафилококков в содержимом кишки обеих групп по сравнению со всеми изученными представителями кишечного биоценоза была наименьшей и практически приближалась к нулю.

После выпаивания в течение недели птице Лактусана происходила дальнейшая стабилизация и тенденция увеличения численности симбиотической микрофлоры (табл. 2).

Таблица 2

Микробный пейзаж пищеварительного канала семисуточных цыплят, lg КОЕ/г

Группы бактерий	Контрольная группа	Опытная группа
1	2	3
в зобе		
Лактобактерии	5.08 ± 0.03	5.48 ± 0.04
Бифидобактерии	2.00 ± 0.07	2.00 ± 0.05
Бактерии группы кишечной палочки	5.78 ± 0.09	4.53 ± 0.15
Стафилококки	единичные	единичные
Энтерококки	2.00 ± 0.03	2.60 ± 0.02
Дрожжеподобные грибы	не выявлены	не выявлены
Патогенные энтеробактерии	не выявлены	не выявлены
в слепых кишках		
Лактобактерии	7.08 ± 0.01	7.51 ± 0.04
Бифидобактерии	6.01 ± 0.08	6.76 ± 0.02
Бактерии группы кишечной палочки	4.84 ± 0.45	4.81 ± 0.07
Стафилококки	не выявлены	не выявлены
Энтерококки	3.06 ± 0.03	2.79 ± 0.08
Дрожжеподобные грибы	не выявлены	не выявлены
Патогенные энтеробактерии	не выявлены	не выявлены



Окончание табл. 2

1	2	3
в прямой кишке		
Лактобактерии	6.94 ±0.07	9.86 ±0.14***
Бифидобактерии	7.68±0.01	9.00±0.05**
Бактерии группы кишечной палочки, в т.ч.	7.76±1.04	7.73±1.05
гемолитически активные формы	5.18±0.07	не выявлены
лактозонегативные формы	6.12±0.06	не выявлены
Стафилококки	единичные	единичные
Энтерококки	3.88±0.53	3.68±0.03
Дрожжеподобные грибы	2.90±0.07	2.00±0.01***
Патогенные энтеробактерии	не выявлены	не выявлены

Примечание: степень достоверности разницы с контролем: ** $p < 0.01$; *** $p < 0.01$.

Патогенных бактерий в пищеварительном тракте и трех-, и семисуточных цыплят-бройлеров не обнаружено. У семисуточных цыплят из опытной группы отмечен рост популяции лактобактерий в содержимом зоба и слепых кишок в среднем в 2.5 раза и с нарастающей колонизацией в содержимом прямой кишки в 830 раз по сравнению контрольной птицей. Бифидобактерии появлялись в содержимом зоба, а в слепых и прямой кишках их количество возрастало в среднем в 5.5 и 20 раз соответственно. Заселенность появившихся в зобу стрептококков была в 4 раза больше у опытной птицы, хотя в слепых и прямой кишках в их отношении наблюдали обратную картину. Численность энтеробактерий в сумме варьировала, но их колонизационные способности возрастали к задним отделам кишечника птиц обеих групп. Обнаруженные в микробиоценозе прямой кишки цыплят контрольной группы гемолитические и лактозонегативные формы бактерий вытеснялись симбиотической микрофлорой и их численность составляла в среднем 2.6% от общего количества бактерий группы кишечной палочки. Так как обнаружение оппортунистических форм бактерий в содержимом пищеварительного тракта цыплят, не получавших пребиотик, является прогностически неблагоприятным, это служит показателем необходимости проведения в дальнейшем соответствующих профилактических мероприятий для укрепления здоровья растущих птиц. Пребиотик лактулоза известен как естественный фактор, который способствует увеличению в кишечнике численности пробиотических бактерий, нормализующих нарушенный кишечный микробиоценоз [8] и так же, как и пробиотики [9, 10], он может стать неотъемлемым компонентом рационального кормления животных. Особо следует подчеркнуть, что вводимые орально пробиотические добавки не способны длительно сохраняться без существенного изменения их количественного и качественного характера, потому что представители автохтонной микрофлоры присутствуют в организме в виде фиксированных к определенным рецепторам микроколоний, а фиксация бактерий к поверхности слизистой оболочки пищеварительного канала имеет видовую и анатомическую специфичность. Например, выделенные из кишки одних животных, лактобактерии не способны фиксироваться к эпителиальным клеткам кишечника других животных. То есть точные данные о том, в каком возрасте, в каком качественном и количественном составе происходит их адгезия, что препятствует или, наоборот, стимулирует этот процесс до настоящего времени отсутствуют. Поэтому перед нами стояла задача выявить наиболее успешные в этом плане индигенные микроорганизмы путем стимуляции их развития пребиотиком. При исследовании мазков-отпечатков слизистой оболочки зоба, слепых отростков и прямой кишки цыплят-бройлеров трехсуточного возраста молочнокислые бактерии не были обнаружены ни у контрольной, ни у опытной птицы. После выпаивания цыплятам лактулозы в течение 7 суток нами выявлена первоначальная слабая степень фиксации лактобактерий (около 20 микробных тел в поле зрения) и бифидобактерий (около 10 микробных тел) к слизистой оболочке толстого кишечника. На свойство эпителиальных клеток слизистых оболочек первично адсорбировать микрофлору к семисуточному возрасту с последующей активизацией этого процесса еще в течение 3 недель указывают также некоторые авторы [11]. По мнению Б.А. Шендерова [8], микроорганизмы в составе биопленки в десятки-сотни раз более устойчивы к воздействию неблагоприятных факторов по сравнению с тем, когда они находятся в свободно плавающем состоянии. Исходя из этого, мы предлагаем создание перспективных пробиотиков пролонгированного действия на основе выделения штаммов молочнокислых бактерий из слизистой оболочки кишечника. Этот вывод послужил основанием для нашей дальнейшей работы по созданию пробиотика, обладающего пролонгированным и направленным действием, с рабочим названием ЛАКТО-11 для эффективного выращивания цыплят-бройлеров.



Заключение

Из представленных данных следует, что видовой и численный состав микроорганизмов, присутствующих в зобу, слепых и прямой кишках трех- и семисуточных цыплят, существенно различается. После выпаивания в этот период пребиотика с лактулозой численность лакто- и бифидобактерий увеличилась; не выявлялись гемолитические и лактозонегативные штаммы, присутствующие в кишечнике цыплят контрольной группы, количество грибов рода *Candida* уменьшалось. В то же время выпаивание раствора лактулозы способствовало первичной адгезии молочнокислых бактерий на слизистой оболочке прямой кишки птицы, что определяет возможности использования данного пребиотика для стимуляции развития собственной полезной кишечной микрофлоры, вытеснения из микробиоценоза нежелательных видов с первой недели жизни цыплят-бройлеров, а также создания на их основе пребиотика пролонгированного действия.

Список литературы

1. Субботин В.В. Новый пробиотический препарат бифацидобактерин (лактобифидол) и его профилактическая эффективность при откорме бройлерных цыплят // Новые фармакологические средства в ветеринарии: Материалы 10-й Международной межвузовской научно-практической конференции. – СПб.: ГАВМ, 1998. – С. 31.
2. Субботин В.В. Кишечная микрофлора бройлерных цыплят в норме и при клинически выраженной диарее // Новые фармакологические средства в ветеринарии: Материалы 10-й Международной межвузовской научно-практической конференции. – СПб.: ГАВМ, 1998. – С. 212.
3. Олива Т.В. К вопросу микробной экологии кишечника бройлеров // Доклады Московского общества испытателей природы. – Т. 39. – Биотехнология – охране окружающей среды (под ред. проф. Садчикова А.П., д.б.н. Котелевцева С.В.): Материалы IV Международной научной конференции. – М.: Графикон, 2006. – С. 132–135.
4. Скворцова Л.Н. Использование пребиотиков при выращивании цыплят-бройлеров // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2010. – №3. – С. 38–40.
5. Скворцова Л., Беляев А. Влияние МЭК Вильзим F на развитие микробиоценоза и продуктивные качества цыплят // Птицеводство. – 2010. – №4. – С. 37–38.
6. Микробиологическая диагностика дисбактериозов: Методические рекомендации. – Киев. – 1986. – 27 с.
7. Плотицер С.М. Лабораторные диагностические исследования. – Киев: Здоровье, 1965. – С. 7–30.
8. Шендеров В.А. Медицинская микробная экология и функциональное питание // Т. 1: Микрофлора человека и животных и ее функции. – М.: Грантъ, 1998. – 288 с.
9. Сидоров М.А., Субботин В.В., Данилевская Н.В. Нормальная микрофлора животных и ее коррекция пробиотиками // Ветеринария. – 2006. – № 11. – С. 17–22.
10. Панин А.Н., Малик Н.И. Пробиотики – неотъемлемый компонент рациона питания животных // Ветеринария. – 2006. – № 7. – С. 3–6.
11. Защитные механизмы птицы в постэмбриональном развитии / Б. Бессарабов, Л. Клетикова, О. Копоть, С. Алексеева // Птицеводство. – 2009. – № 10. – С. 46–47.

LACTULOSA INFLUENCE ON MICROBIOCENOSIS FORMATION OF THE BROILER CHICKENS' ALIMENTARY TUBE

T.V. Oliva, G.I. Gorshkov

*Belgorod State Agricultural Academy
named after V. Gorin, 1 Vavilova St,
Mayskiy Settl., Belgorod Reg., 308503,
Russia*

E-mail: olivatv@mail.ru

The experimental data are given on microbiocenosis formation in the crop, blind gut and rectum of 3- and 7-day-old broiler chickens which received prebiotic with lactulosa. Prebiotic stimulates the colonization of the intestines opening by beneficial microflora as early as in the first week of chicken's life. At the same time there is no adhesion of lacto- and bifidobacteria on the mucosal side of the upper digestive tract and blind gut and their lax adhesion in the rectum of 7-day-old chicken

Key words: broiler chicken, intestines microflora, adhesion, prebiotic, lactulosa.



УДК 631.51:631.416.1

АЗОТНЫЙ РЕЖИМ ЧЕРНОЗЕМА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УДОБРЕНИЙ И ПРИЕМОВ ОБРАБОТКИ**Г.И. Уваров¹, А.П. Карабутов²**

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

E-mail: uvarov@bsu.edu.ru

² Белгородский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Россия, 308016, г. Белгород, ул. Октябрьская, 58

E-mail: karabut.ap@mail.ru

Изучено содержание в черноземе типичном азота общего, легкогидролизуемого, нитратного, обогащенность азотом гумуса и нитрификационная способность. Установлено, что минеральные удобрения и навоз способствуют обогащению почвы разными формами азота. Азотный режим изменяется меньше под влиянием приемов обработки почвы. Установлена взаимосвязь между содержанием форм азота в почве, гумусом, подвижным фосфором и калием, величиной урожая пшеницы и качеством зерна.

Ключевые слова: азот почвы, формы азота, удобрения, приемы обработки почвы.

Введение

Черноземные почвы, как правило, обеспечены общими запасами азота [1]. Однако это совсем не значит, что доступных для растений форм данного элемента достаточно для формирования высоких урожаев сельскохозяйственных культур. По данным мониторинга пахотные почвы Белгородской области на 73% имеют среднюю обеспеченность легкогидролизуемой формой азота, и за период 2000–2009 гг. в земледелии области сложился отрицательный баланс [2]. Из этого следует, что доступный азот для сельскохозяйственных растений в пахотных почвах области в настоящее время находится в первом минимуме.

Известно, что содержание подвижных форм азота в почвах в сильной степени зависит от метеорологических условий теплого периода и агротехнических мероприятий. Самым радикальным приемом увеличения в почве минерального азота является внесение удобрений [3, 4]. На основании длительных стационарных опытов с удобрениями, проведенными в Центрально-Черноземном регионе, установлено, что органоминеральные удобрения увеличивают в почве содержание минерального, легко- и трудногидролизуемого азота [5].

Активно повлиять на азотный режим почвы можно приемами основной обработки. Вспашка способствует увеличению в почве нитратного азота, в то время как безотвальные приемы обработки осложняют азотное питание культурных растений [6, 7].

Все это обязывает исследователей обращать внимание на азотный режим почв ЦЧР и возможности его регулирования доступными агротехническими приемами. В связи с этим мы поставили цель установить особенность азотного режима чернозема типичного под влиянием удобрений и приемов обработки почвы. Задачи исследований включали определение общего азота, обогащенность азотом гумуса, легкогидролизуемого и нитратного азота, способность почвы к нитрификации. Отдельно проведен корреляционный анализ связи между содержанием форм азота в почве с другими показателями плодородия, величиной урожая и качеством продукции.

Методика исследований

Исследования проведены в лаборатории плодородия почв и мониторинга Белгородского НИИ сельского хозяйства. Стационарный полевой опыт заложен на черноземе типичном среднемощном малогумусном тяжелосуглинистом, сформированном на лессовидном суглинке. На момент закладки опыта (1987 г.) в пахотном слое содержалось 4.7–5.6 % гумуса. Подвижного фосфора и обменного калия (по Чирикову) находилось, соответственно, 6.7–7.8 мг и 9.2–12.1 мг на 100 г почвы. Гидролитическая кислотность изменялась в пределах 2.9–4.1 ммоль на 100 г почвы.

Объектом исследований являлся 5-польный зернопропашной севооборот с чередованием культур: горох – озимая пшеница – сахарная свекла – ячмень – кукуруза на силос. Севооборот развернут в пространстве и во времени, а в 2010–2011 гг. завершилась его четвертая ротация.

Действие удобрений испытывали на фонах приемов основной обработки почвы: вспашки, безотвальной и мелкой обработки. Схема с удобрениями включала варианты с оди-



нарными и двойными дозами минеральных (азофоска и диаммофоска) и навоза, рассчитанных соответственно на простое и расширенное воспроизводство плодородия почвы. Одна доза навоза составляла 8 т/га севооборотной площади.

В процессе исследований проводились следующие определения: общий гумус по Тюри-ну (ГОСТ 26213-91), общий азот по Кьельдалю (ГОСТ 26107), обогащённость гумуса азотом (C/N) расчётным методом, нитрификационная способность почвы по существующей методике [8], щёлочногидролизующий азот по Корнфилду (ГОСТ 26107), азот нитратный по ГОСТ 26951-86, корреляционный анализ по Б.А. Доспехову [9].

Результаты и их обсуждение

Вначале рассмотрим результаты определения общего азота в черноземе типичном. Экспериментальные данные свидетельствуют, что на абсолютном контроле (без удобрений) максимальное содержание его было по мелкой обработке почвы. Применение минеральных удобрений, особенно внесённых в двойных дозах, увеличивает содержание общего азота по сравнению с контролем (табл. 1).

Органическая система удобрения, рассчитанная на простое и расширенное воспроизводство плодородия почвы, приводит к заметному накоплению общего азота. Особенно это выражено при внесении навоза в дозе 16 т/га севооборотной площади.

Накопление общего азота в почве происходило более активно при совместном применении минеральных удобрений и навоза, особенно в случае двойных доз. Так внесение двойной дозы минеральных удобрений на фоне 16 т/га навоза повысило содержание общего азота в слое 0–30 см относительно контроля на 0.047%. В слое 30–50 см его стало больше на 0.011% в абсолютном выражении.

Обеспеченность гумуса азотом (C:N) была рассчитана на основании определения содержания в почве общего гумуса и азота. Исследования показали, что анализируемая почва имеет среднюю обогащённость гумуса азотом [10]. Наибольшее влияние на соотношение углерода к азоту оказывают удобрения.

Насыщение гумуса азотом наблюдается при внесении минеральных удобрений. Доля азота в гумусе возрастает с увеличением дозы удобрений. Длительное действие минеральных удобрений, особенно в двойных дозах, снизило соотношение углерода к азоту в слое 0–30 см на 0.4 ед., но не привело к существенным различиям в слое 30–50 см.

Более того, минеральные удобрения способствовали снижению соотношения гумуса к азоту как отдельно, так и совместно с навозом. В последнем случае соотношение углерода к азоту снизилось в слое 0–30 см в среднем на 0.5 ед., а в слое 30–50 см на 0.4 ед. Внесение навоза практически не способствовало насыщению гумуса азотом, так как при этом содержание гумуса увеличилось, и соотношение C:N возросло в слое почвы 0–30 см на 0.5 ед.

Таблица 1

Влияние удобрений и приемов обработки на содержание форм азота и нитрификационную способность почвы (по завершении 4-ой ротации севооборота)

Внесено удобрений		Глубина почвы, см	Азот общий, %			Обогащённость гумуса азотом (C:N), %			Азот легкогидролизующий, мг/кг			Нитрификационная способность почвы, N-NO ₃ , мг/кг		
навоз, т/га	минеральные, доза		В ¹	Б	М	В	Б	М	В	Б	М	В	Б	М
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	0	0-30	0.295	0.297	0.304	9.9	9.9	9.9	148	146	150	21.0	21.3	21.5
		30-50	0.274	0.279	0.280	9.5	9.4	9.4	123	130	130	7.8	7.8	7.9
	1	0-30	0.310	0.310	0.316	9.7	9.7	9.6	161	166	167	31.0	30.6	29.9
		30-50	0.278	0.277	0.280	9.6	9.7	9.6	130	136	138	12.6	12.0	11.7
	2	0-30	0.318	0.322	0.324	9.6	9.5	9.5	171	177	176	34.6	35.1	33.7
		30-50	0.286	0.287	0.290	9.5	9.4	9.4	140	144	144	14.0	15.1	15.9
8	0	0-30	0.306	0.298	0.300	10.4	10.5	10.5	165	163	161	36.5	37.2	37.3
		30-50	0.295	0.294	0.298	9.3	9.4	9.2	135	133	136	26.2	25.1	24.0
	1	0-30	0.332	0.321	0.328	9.7	9.8	9.7	177	172	174	40.3	40.8	41.5
		30-50	0.290	0.291	0.294	9.8	9.7	9.7	143	140	145	29.5	33.4	30.5
	2	0-30	0.340	0.337	0.340	9.6	9.5	9.4	186	183	184	45.8	44.8	43.4
		30-50	0.293	0.295	0.297	9.8	9.7	9.6	152	150	150	37.4	35.7	35.5
16	0	0-30	0.315	0.308	0.310	10.4	10.4	10.3	175	170	172	37.8	41.5	37.7



Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
(16)		30-50	0.299	0.302	0.300	9.4	9.3	9.4	145	144	144	27.5	27.0	26.6
	1	0-30	0.333	0.330	0.331	9.9	9.8	9.8	188	182	187	41.2	42.3	42.3
		30-50	0.290	0.287	0.290	9.8	9.9	9.9	157	153	155	37.2	37.5	36.4
	2	0-30	0.347	0.345	0.345	9.6	9.5	9.5	199	194	196	42.7	43.9	45.5
30-50		0.305	0.300	0.301	9.5	9.6	9.6	163	160	164	36.6	36.7	35.6	

Примечание: В¹ - вспашка, Б – безотвальная обработка, М – мелкая обработка.

В таблице 1 приведены данные определения содержания щелочногидролизуемого азота в почве перед посевом озимой пшеницы. В слое почвы 0–30 см чернозема типичного на контрольном варианте отмечена низкая обеспеченность. В слое 30–50 см величина азота снижается примерно на 15–20 мг/кг. На содержание легкогидролизуемого азота влияют больше удобрения, чем приемы основной обработки почвы.

Обеспеченность легкогидролизуемым азотом отмечается на всех удобренных вариантах опыта средняя. При этом на фоне двойных доз удобрений содержание этой формы азота возрастает и приближается к повышенной степени. Максимальное содержание щелочногидролизуемого азота в почве наблюдается при совместном внесении двойной дозы органических и минеральных удобрений. Установлено, что с увеличением количества вносимых удобрений влияние приемов основной обработки почвы на содержание легкогидролизуемого азота нивелируется.

Полученные нами результаты свидетельствуют о том, что изучаемые приёмы привели к изменению нитрификационной способности почвы. При этом наиболее заметное влияние оказали удобрения. Наиболее активно проходит процесс нитрификации в пахотном слое почвы (см. табл. 1).

При внесении минеральных удобрений нитрификация увеличилась в слое 0–30 см в 1.4, а в слое 30–50 см - в 1.7 раза. Нитрификационная способность почвы значительно повышалась при внесении навоза, что особенно выражено в варианте с внесением 16 т/га севооборотной площади. Причём активность возросла не только в обрабатываемом слое, но и в подпахотном. Так если в слое 0-30 см она в среднем увеличилась в 1.8 раза, то в подпахотном слое в 3.4 раза. Приемы обработки в этом случае мало влияли на нитрификационную способность почвы.

Совместное внесение минеральных удобрений и навоза в одинарных, двойных дозах и их комбинациях привело к ещё более значительному росту нитрификационной способности почвы. При одинарных дозах минеральных удобрений на фоне 8 и 16 т/га навоза нитрификационная способность почвы в пахотном слое увеличилась в 1.9 раза, а в подпахотном в 4.3 раза. При внесении двойных доз минеральных удобрений количество нитратного азота после компостирования в слое 0-30 см в среднем увеличилось в 2 раза и в слое 30–50 см в 4.6 раза.

Таким образом, процесс нитрификации проходит более интенсивно в подпахотном слое почвы. Минеральная, органическая и особенно органо-минеральная системы удобрения позволяют увеличить данный показатель. Приемы обработки не оказывают влияния на активность бактерий, способных накапливать азот нитратов.

Наблюдения за содержанием нитратного азота в почве под озимой пшеницей в начале вегетации позволили выявить следующие особенности. Содержание данной формы азота в слое почвы 0–30 см по вариантам опыта было в основном низкое (менее 20 мг/кг почвы). Исключение составляет вариант совместного внесения навоза и минеральных удобрений в двойных дозах. На абсолютном контроле содержание нитратного азота в слое 0–30 см в начале вегетации колебалось в пределах 7.1–8.0 мг/кг и незначительно снижалось к уборке. С глубиной его количество уменьшалось. Это было выражено и в целом для слоя почвы 0–100 см (табл. 2).

Применение одинарной дозы минеральных удобрений увеличивало содержание нитратного азота в среднем по приемам обработки в слое 0–30 см до 10.4 мг/кг, а двойной дозы - до 13.8 мг/кг. Примерно такое же количество их обнаруживается и в слое почвы 50–100 см. Происходит миграция нитратов в нижние слои почвы.

При совместном внесении минеральных удобрений и навоза содержание нитратного азота возрастает в слое почвы 0–30 см, примерно в 1.5–2.5 раза, а в целом в метровом слое - в 3.2 раза. Кроме того, чётко прослеживается закономерность локализации основной части минерального азота (80-90%) в начале вегетации озимой пшеницы в слоях 0–30 и 50–100 см. Наибольшие значения доступной растениям формы азота отмечались по мелкой обработке почвы, наименьшие – по вспашке.



Таблица 2

Влияние приемов обработки и удобрений на содержание нитратного азота в посевах озимой пшеницы, мг/кг по завершении 4-ой ротации севооборота

Внесено удобрений		Глубина почвы, см	Прием обработки почвы и срок определения (1 – в начале вегетации, 2 – перед уборкой)					
навоз, т/га	минеральные, доза		вспашка		безотвальная		мелкая	
			1	2	1	2	1	2
0	0	0-30	8.0	7.1	7.5	6.8	7.1	6.5
		30-50	6.0	3.6	5.7	5.1	5.4	4.0
		50-100	6.8	2.7	6.5	3.9	5.7	2.7
		0-100	7.0	4.5	5.3	6.3	6.1	4.4
	1	0-30	11.4	10.5	10.7	9.0	12.4	11.3
		30-50	6.7	5.1	7.2	7.6	6.6	9.3
		50-100	11.3	4.4	10.0	11.3	9.1	10.2
		0-100	10.4	6.7	9.7	9.3	9.6	10.3
	2	0-30	13.2	19.5	12.4	12.6	12.0	12.9
		30-50	8.8	6.3	8.5	7.6	8.0	10.2
		50-100	16.2	5.2	16.9	15.1	14.3	11.7
		0-100	13.8	10.3	13.9	11.8	13.4	13.2
8	0	0-30	9.0	7.6	8.4	8.9	8.7	9.3
		30-50	6.6	3.1	6.8	5.3	6.9	7.1
		50-100	7.5	2.8	7.4	4.2	6.8	3.2
		0-100	7.8	4.5	7.6	6.1	7.4	7.5
	1	0-30	11.4	11.0	10.9	11.2	12.5	11.2
		30-50	8.9	5.5	8.6	6.3	8.0	8.9
		50-100	13.9	7.6	12.5	7.8	9.3	10.1
		0-100	12.2	8.0	11.2	8.4	9.4	10.0
	2	0-30	17.9	18.6	16.3	13.9	18.6	17.2
		30-50	11.9	13.9	10.8	12.1	9.6	14.0
		50-100	14.4	10.7	13.0	13.5	12.3	14.0
		0-100	15.0	14.4	13.6	13.2	13.7	15.0
16	0	0-30	9.0	10.7	9.3	8.9	9.8	11.2
		30-50	7.4	7.8	8.6	5.3	7.9	6.5
		50-100	8.6	4.9	8.2	4.2	8.6	4.0
		0-100	8.5	7.8	8.7	6.1	8.8	7.2
	1	0-30	16.8	17.7	15.3	14.4	17.5	17.0
		30-50	13.6	12.6	12.3	8.9	11.5	10.9
		50-100	15.6	6.8	14.5	10.3	13.0	10.1
		0-100	15.6	12.3	14.3	11.2	14.1	12.6
	2	0-30	22.7	28.2	21.8	22.9	23.3	18.6
		30-50	13.8	19.1	14.1	19.3	13.3	15.2
		50-100	17.9	12.3	16.5	17.0	14.3	13.3
		0-100	18.5	19.7	17.6	19.7	16.8	15.7

Преимущество приемов рыхления почвы без оборота пласта в накоплении азота объяснимо тем, что растительные остатки предшествующей культуры (гороха) и удобрений заделываются в поверхностном слое почвы. В дальнейшем, за счёт большей интенсивности разложения фитомассы, содержание нитратов увеличивается. Вспашка обеспечивает более равномерное распределение растительных остатков по обрабатываемому слою и менее интенсивную их минерализацию.

Содержание нитратов к уборке озимой пшеницы выравнивалось по всем приемам основной обработки почвы и изменялось при внесении удобрений. Однако распределение их по слоям почвы по вспашке было более равномерным, в то время, как по безотвальной и мелкой обработкам наблюдалось увеличение в слое 0–10 см.

Нами определены коэффициенты парной корреляции между формами азота, показателями плодородия почвы, урожайностью и качеством зерна озимой пшеницы (табл. 3).

Таблица 3

Коэффициенты парной корреляции (r) между формами азота, показателями плодородия почвы, урожайностью и качеством зерна озимой пшеницы

Показатели	Запасы влаги в почве	Содержание в почве гумуса и подвижных элементов			Гидролитическая кислотность	Урожайность	Содержание в зерне			
		гумуса	фосфора	калия			протеина	азота	фосфора	калия
Азот общий	-0.96	0.23	0.86	0.72	0.04	0.59	0.45	0.45	0.11	-0.39
Нитрификационная способность	-0.59	0.43	0.70	0.57	0.26	0.49	0.27	0.28	0.71	0.21
Азот гидролизуемый	-0.38	0.87	0.79	0.67	0.06	0.64	0.05	0.07	0.88	0.48
Азот нитратов	-0.91	0.17	0.84	0.71	-0.13	0.48	0.57	0.58	0.12	-0.42

Так связь между запасами влаги в почве и содержанием форм азота обратная. С увеличением влажности почвы содержание форм азота снижается. Установлена сильная обратная связь между запасами влаги и такими формами азота, как общий и нитратный. Содержание щелочно-гидролизуемой формы азота в большей степени зависит от содержания в почве гумуса.

Установлена прямая связь между содержанием различных форм азота и содержанием подвижного фосфора и калия в почве. Связь между кислотностью почвы и общим азотом слабая. Накопление нитратного азота в почве приводит к подкислению почвы.

Связь между содержанием азота в почве и урожайностью озимой пшеницы средняя прямая. Это означает, что с увеличением содержания азота в почве повышается и урожай зерна. Установлена высокая корреляционная зависимость между урожайностью и содержанием в почве общего и гидролизуемого азота.

Азотный режим почвы оказывает влияние на качество зерна озимой пшеницы. Накопление общего и нитратного азота в почве приводит к повышению содержания протеина и азота, но снижает содержание калия в зерне. Содержание фосфора в зерне имеет сильную прямую связь с нитрификационной способностью почвы и содержанием гидролизуемого азота.

Заключение

Накопление общего азота в почве происходит более активно при совместном применении минеральных удобрений и навоза. Приемы обработки почвы не влияли на содержание данной формы азота.

Наибольшее влияние на соотношение углерода к азоту оказывают удобрения, чем приемы обработки почвы. Насыщение гумуса азотом наблюдается при внесении минеральных удобрений и навоза. Доля азота в составе гумуса возрастает с увеличением дозы удобрений.

На содержание легкогидролизуемого азота влияют больше удобрения, чем приемы основной обработки почвы. Максимальное содержание данной формы азота в почве наблюдается при совместном внесении двойной дозы навоза и минеральных удобрений.

Применение органо-минеральных удобрений способствует усилению процесса нитрификации в обрабатываемом слое почвы в среднем в 2 раза и в 4.5 раза в подпахотном. Приемы обработки не влияли на данный показатель. Содержание доступного растениям азота возрастает при совместном внесении минеральных удобрений и навоза в слое почвы 0–30 см, примерно, в 1.5-2.5 раза, а в целом в метровом слое в 3.2 раза. Отмечена локализация основной части минерального азота в начале вегетации озимой пшеницы в слоях 0–30 и 50–100 см.

Корреляционный анализ подчёркивает взаимосвязь между содержанием форм азота в почве, гумусом, подвижным фосфором и калием, величиной урожая пшеницы и его качеством.

Список литературы

1. Щербаков А.П., Рудай И.Д. Плодородие почв, круговорот и баланс питательных веществ – М.: Колос, 1983. – 189 с.
2. Лукин С.В., Четверикова Н.С., Ероховец М.А. Агроэкологическая оценка содержания азота в сельскохозяйственных растениях и почвах Белгородской области // Научные ведомости БелГУ. Сер. «Естественные науки». – 2011. – № 21 (116). Вып. 17. – С. 95–101.
3. Уваров Г.И. Агроэкологические проблемы плодородия почв лесостепи. – Белгород, 2005. – 203 с.



4. Уваров Г.И., Карабутов А.П. Изменение свойств в черноземе типичном при применении удобрений в длительном полевом опыте // *Агрохимия*. – 2012. – № 4. – С. 14–20.
5. Минакова О.А. Агроэкологические аспекты применения удобрений в зернопаропропашном севообороте лесостепи ЦЧР: Автореф. дис...докт. с.-х. наук. – Воронеж: ВГАУ, 2011. – 49 с.
6. Хабиров И.К., Простякова З.Г. Изменение азотного режима чернозёма типичного при минимальной обработке почвы // *Почвоведение*. – 1997. – № 7. – С. 866–869.
7. Уваров Г.И., Соловichenko В.Д. Азотный режим чернозема типичного при возделывании культур в севообороте // *Агрохимия*. – 2009. – № 4. – С. 5–10.
8. Агрохимические методы исследования почв. – М.: «Наука», 1975. – 656 с.
9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
10. Орлов Д.С. Химия почв. – Изд-во Московского университета, 1985. – 376 с.

THE CHERNOZEM NITROGEN MODE DEPENDING ON THE FERTILIZERS AND PROCESSING METHODS

G.I. Uvarov¹, A.P. Karabutov²

¹ *Belgorod State National Research University, 85, Pobedy St, Belgorod, 308015, Russia*

² *Belgorod Agricultural Research Institute of RAA, 58, Otyabrskaya St., Belgorod, 308016, Russia*

*E-mail: uvarov@bsu.edu.ru;
karabut.ap@mail.ru*

The total nitrogen content in the typical black earth is studied, as well as that of hydrolytic and nitrate one, nitrogen and humus richness and nitrifying ability. Chemical fertilizers and manure proved to contribute to the enrichment of the soil by various forms of nitrogen. Nitric conditions vary less under the influence of the tillage methods. The correlation is stated between the content of the nitrogen forms in the soil, humus, mobile phosphorus and potassium, and the harvest volume and the quality of wheat.

Key words: nitrogen, nitrogen forms in the soil, fertilizers, tillage methods.



УДК 664.64.016.8:663.05

ВЛИЯНИЯ ДОБАВОК, СОДЕРЖАЩИХ ПИЩЕВЫЕ ВОЛОКНА, НА ХЛЕБОПЕКАРНЫЕ СВОЙСТВА ПШЕНИЧНОЙ МУКИ

Е.Р. Касабова, О.В. Самохвалова

*Харьковский государственный
университет питания и торговли,
Украина, 61051, г. Харьков,
ул. Клочковская, 333*

E-mail: thkmvkh@mail.ru

Рассмотрена проблема обогащения мучных кондитерских изделий пищевыми волокнами. Исследовано влияние свекловичных волокон и шрота зародышей пшеницы на белково-протеиновый и углеводно-амилазный комплексы пшеничной муки. Установлено, что в присутствии исследуемых добавок изменяются количество и качество клейковины, свойства крахмала пшеничной муки и структурно-механические характеристики теста.

Ключевые слова: мука пшеничная, хлебопекарные свойства, мучные кондитерские изделия, пищевые волокна, свекловичные волокна, шрот зародыша пшеницы.

Введение

В современных условиях обеспечение населения полноценными продуктами питания является одной из актуальных проблем. Ее решение заключается в создании технологий производства качественно новых продуктов функционального назначения, потребление которых способствовало бы профилактике и укреплению здоровья населения. Современные тенденции развития рынка кондитерских изделий характеризуются увеличением спроса населения на мучные кондитерские изделия (МКИ), выпуск которых в последние годы постоянно увеличивается. Существенным недостатком МКИ является незначительное содержание в них таких важных биологически активных веществ, как пищевые волокна, витамины, макро- и микроэлементы, незаменимые аминокислоты, полиненасыщенные жирные кислоты. Они являются, в основном, источником легкоусвояемых углеводов и насыщенных жиров, чрезмерное потребление которых нарушает сбалансированность рациона, как по основным пищевым веществам, так и по энергетической ценности. В связи с этим МКИ становятся перспективными объектами для обогащения их функциональными ингредиентами [1].

Среди современных способов обогащения МКИ особый интерес представляют те, которые предусматривают использование добавок из нетрадиционного растительного сырья – отходов некоторых пищевых производств. Они не только обогащают изделия биологически активными веществами, но и повышают их качество.

Нами разработаны технологии бисквитов и маффинов повышенной пищевой ценности с использованием осветленных (ОСВ) и неосветленных свекловичных волокон (НСВ), а также диетической добавки «Шрот зародышей пшеницы пищевой» (далее – шрот) [2, 3]. Шрот производится КП «Белоцерковхлебопродукт» (г. Белая Церковь) путем комплексной переработки и обезжиривания зародышей пшеницы по ТУ У 20608169.002-99. Свекловичные волокна получают из свекловичного жома на ОАО «Каневсксахар» (Краснодарский край), и их качество соответствует требованиям ТУ 9112-0001-05122481-09 «Волокна свекловичные (из сахарной свеклы)».

Химический состав исследуемых добавок, приведен в таблице 1. Как видно, свекловичные волокна содержат значительное количество растительных биополимеров, а именно: пектин, целлюлоза, гемицеллюлозы и лигнин. Известно, что пищевые волокна, и особенно пектиновые вещества, которые составляют почти половину всех свекловичных волокон, по своим физико-химическим свойствам являются лучшими природными энтеросорбентами – комплексообразователями тяжелых металлов, радионуклидов, остаточных пестицидов. Шрот, в свою очередь, помимо содержания большого количества пищевых волокон является источником значительного количества витаминов и минеральных веществ.

Таблица 1

Химический состав свекловичных волокон и шрота

Показатели	НСВ	ОСВ	Шрот
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Массовая доля сухих веществ, % не менее	87.0	90.0	93.0



Окончание табл. 1

1	2	3	4
Массовая доля целлюлозы, %	23.0–28.0	23.0–28.0	25.3
Массовая доля лигнина, %	7.0–9.0	7.0–9.0	3.8
Массовая доля пектиновых веществ	20.0	20.0	2.0
Массовая доля гемицеллюлоз, %	25.0	25.0	2.2
Белки, %	6.0–9.0	7.0–10.0	45.0
Каротиноиды, мг/100г	–	–	2.0
Витамины, мг/100 г			
в т. ч. токоферол (Е)	–	–	7.5
тиамин (В ₁)	–	–	0.2
пиродоксин (В ₆)	–	–	0.3
ниацин (РР)	–	–	0.5
Минеральные вещества, мг/100 г			
Кальций	115.0	240.0	370.0
Фосфор	620.0	51.0	78.0
Магний	220.0	100.0	145.0
Марганец	36.0	15.0	23.0
Калий	2190.0	30.0	46.0
Натрий	7.3	180.0	275.0
Железо	7.0	60.0	140.0
Кремний	0.1	240.0	370.0
Алюминий	<0.03	30.0	46.0
Цинк	21.9	10.5	18.4

Учитывая, что исследуемые добавки имеют неодинаковый химический состав, можно прогнозировать их различные физико-химические и технологические свойства. Исходя из того, что нами предложено использовать эти добавки в технологиях МКИ, считаем целесообразным изучить их влияние на технологические свойства пшеничной муки и структурно-механические свойства теста.

Объекты и методы исследования. Изменения белково-протеиназного комплекса муки пшеничной высшего сорта в присутствии добавок, оценивали по количеству и качеству клейковины, физическим, структурно-механическим свойствам теста, которые определяли на альвеографе Шопена и фаринографе Брабендера. Углеводно-амилазного комплекса – по показателям амилограмм на амилографе Брабендера и изменения вязкости водно-мучной смеси по «числу падения».

Шрот и свекловичные волокна (осветленные и неосветленные) смешивали с мукой, заменяя ее добавками в количестве 5.0–20.0%. Контрольными – служили образцы без добавок.

Результаты и их обсуждение. В образовании структуры теста большинства МКИ основная роль принадлежит белкам клейковины муки, которые во время замешивания теста поглощают воду, и, удерживая ее, образуют клейковинный каркас. Однако, в рецептуру МКИ входят также и другие ингредиенты, такие как яйцепродукты, жир, сахар, которые, в свою очередь, также влияют на процессы структурообразования теста. Тем не менее, именно количество и качество клейковины пшеничной муки обуславливает большинство показателей текстурных характеристик изделий. Поэтому нами было проведено исследование влияния добавок на клейковину пшеничной муки (табл. 2).

Таблица 2

Влияние свекловичных волокон и шрота на клейковину пшеничной муки

Образцы клейковины с добавками	% замены муки	Значения показателей			
		Количество сы- рой клейковины, %	Количество сухой клейковины, %	Упругость на ИДК, ед. пр.	Растяжимость, см
Контроль (без добавки)		24.7±0.5	6.2±0.2	60.0±1.2	11.0±0.2
НСВ	5.0	19.2±0.4	4.8±0.1	55.0±1.1	10.0±0.2
	10.0	11.5±0.3	2.9±0.1	54.0±1.1	9.0±0.2
ОСВ	5.0	22.2±0.4	5.6±0.1	53.0±1.1	10.0±0.2
	10.0	12.7±0.3	3.2±0.1	52.0±1.1	9.0±0.2
Шрот	5.0	24.2±0.5	6.1±0.1	66.0±1.3	11.0±0.2
	10.0	23.2±0.5	5.8±0.1	60.0±1.2	11.0±0.2
	15.0	21.5±0.4	5.4±0.1	54.0±1.1	11.0±0.2
	20.0	20.0±0.4	5.0±0.1	50.0±1.1	10.0±0.2



Как видно из таблицы 2, внесение добавок приводит к некоторому снижению количества сырой и сухой клейковины. Так, при использовании 5.0–10.0% НСВ содержание сырой клейковины уменьшается на 22.3–53.4 %, и ОСВ – на 10.1–48.6%, а при внесении шрота в количестве 5.0–20.0% – на 2.0–19.0 %. Отмыть клейковину с добавлением 15.0–20.0% волокон не удалось, поскольку она стала крошащейся.

С увеличением дозировок всех добавок в исследуемом диапазоне происходит незначительное увеличение упругости клейковины, а ее растяжимость практически не изменяется. Уменьшение количества сырой и сухой клейковины при внесении добавок может быть связано с дегидратирующим действием на клейковинные белки пищевых волокон, содержащихся в добавках, которые конкурируют с ними за связывание воды. Полученные данные о снижении количества клейковины и небольшом ее укреплении в присутствии шрота согласуются с имеющимися в литературе [4].

Следует отметить, что изменение упругости клейковины муки не будет негативно сказываться на качестве изделий, поскольку образование прочного клейковинного каркаса может привести к чрезмерному уплотнению структуры теста и получению недостаточно разрыхленного мякиша выпеченных бисквитов и маффинов, а также снижению их объема и пористости.

Известно, что целлюлоза, гемицеллюлозы, пектиновые вещества исследуемых добавок характеризуются высокой водопоглощительной способностью [5], и способны определенным образом, влияя на процессы тестообразования. Поэтому, считаем целесообразным определить влияние добавок на структурно-механические свойства теста на фаринографе. Результаты расшифровки фаринограмм приведены в таблице 3.

Поскольку полученные результаты о влиянии осветленных и неосветленных волокон на показатели фаринограмм практически одинаковы, считаем возможным привести данные экспериментов только с ОСВ. Анализ фаринограмм показал, что внесение в тесто ОСВ и шрота в количестве 5.0–20.0% увеличивает время его образование в 1.5–2.25 и 1.25–2.0 раза соответственно по сравнению с контрольным образцом. При этом устойчивость теста по сравнению с контролем сокращается с 20.0–50.0% до 30.0–40.0% (табл. 3).

Таблица 3
Влияние свекловичных волокон и шрота на структурно-механические свойства теста (по фаринографу)

Образцы теста с добавками	% замены муки	Значения показателей				
		Время образования, мин.	Устойчивость, мин.	Стабильность, мин.	Разжижение, ед. ф.	Водопоглощительная способность, %
Контроль (без добавки)		2.0±0.1	5.0±0.1	7.0±0.2	20.0±0.4	56.0±1.2
ОСВ	5.0	3.0±0.1	4.0±0.1	7.0±0.2	30.0±0.6	60.5±1.2
	10.0	3.5±0.1	3.5±0.1	7.0±0.2	40.0±0.8	63.5±1.3
	15.0	4.0±0.1	3.0±0.1	7.0±0.2	50.0±1.0	68.0±1.4
	20.0	4.5±0.1	2.5±0.1	7.0±0.2	60.0±1.2	72.0±1.4
Шрот	5.0	2.5±0.1	3.5±0.1	6.0±0.1	30.0±0.6	59.0±1.2
	10.0	3.0±0.1	3.0±0.1	6.0±0.1	40.0±0.8	62.0±1.2
	15.0	3.5±0.1	2.5±0.1	6.0±0.1	50.0±1.0	66.0±1.3
	20.0	4.0±0.1	2.0±0.1	6.0±0.1	60.0±1.2	70.0±1.4

Стоит отметить, что стабильность теста при внесении осветленных свекловичных волокон не изменяется по сравнению с контролем, а при внесении шрота – меняется не значительно. Внесение добавок в количестве 5.0–20.0% значительно увеличивает водопоглощительную способность на 5.4–28.6%, что связано, как мы уже упоминали, со способностью полисахаридного комплекса добавок связывать и удерживать воду, создавая весомую конкуренцию основному биополимерам тестовой системы, в первую очередь, белкам клейковины и крахмала в поглощении воды. Интенсивное связывание воды в тесте пищевыми волокнами добавок полисахаридного комплекса, объясняет также увеличение времени образования теста и некоторого уменьшения его стабильности.

При изучении физических свойств теста с исследуемыми добавками на альвеографе не удалось снять альвеограммы образцов теста с добавлением свекловичных волокон в исследуемом диапазоне концентраций в силу технических возможностей прибора. Физические свойства теста со шротом, определенные на альвеографе, приведены в таблице 4. Результаты исследований на альвеографе свидетельствуют о том, что внесение шрота в количестве 5.0–15.0% с заменой муки по сравнению с контролем снижает упругость теста на 3.1–25.5% и его растяжимость на 23.4–45.3%, а показатель альвеографа – на 25.6–53.3% соответственно. Полученные данные можно объяснить значительным содержанием полисахаридов в добавках, которые не позво-



ляют сформировать эластичный клейковинный каркас, что приводит к потере упругости теста и снижению силы муки. Отношение P/L, которое характеризует сбалансированность между собой показателей физических свойств теста, несколько возрастает. Это обусловлено тем, что упругое свойство теста снижается меньшими темпами, чем его растяжимость.

Таблица 4

Влияние шрота на физические свойства теста по данным альвеографа Шопена

Показатели	Контроль (без добавки)	Значение показателей образцов муки с добавлением шрота, % замены		
		5.0	10.0	15.0
Упругость теста (P), мм	98.0±2.0	95.0±1.9	84.0±1.7	73.0±1.4
Растяжимость (L), мм	64.0±1.3	49.0±1.0	42.0±0.8	35.0±0.6
Отношение P/L	1.5±0.03	1.9±0.04	2.0±0.1	2.1±0.1
Показатель альвеографа, W, ед. альвеогр.	281.0±5.6	209.0±4.2	164.0±3.3	131.0±2.6

Крахмал пшеничной муки играет важную технологическую роль в процессе приготовления МКИ, как бисквитов, так и маффинов. Поскольку их приготовление предполагает использование кратковременного замеса с пшеничной мукой, а следовательно набухание клейковинных белков и образование развитого клейковинного каркаса не происходит. На формирование структуры теста и выпеченных изделий, существенно влияют свойства крахмала, такие как набухание и клейстеризация. Кроме того, внесение добавок с заменой пшеничной муки, снижает массовую долю клейковины. Для изучения влияния исследуемых добавок на свойства крахмала пшеничной муки были сняты амилограммы теста. Расшифровка амилограмм теста с добавками приведена в таблице 5.

Таблица 5

Влияние свекловичных волокон и шрота на свойства крахмала пшеничной муки

Образцы теста с добавками	% замены муки	Значения показателей			
		Время до начала клейстеризации крахмала, мин	Время от начала клейстеризации крахмала до достижения максимальной вязкости, мин	Максимальная вязкость, ед. а.	Температура суспензии при максимальной вязкости, °С
Контроль (без добавки)		26.0±0.8	20.0±0.6	600.0±18.0	83.0±2.5
ОСВ	5.0	24.0±0.7	18.0±0.5	570.0±17.1	81.0±2.4
	10.0	22.0±0.7	16.0±0.5	535.0±16.1	79.0±2.4
	15.0	20.0±0.6	14.0±0.4	505.0±15.2	77.0±2.3
	20.0	18.0±0.5	12.0±0.3	470.0±14.1	75.0±2.3
Шрот	5.0	24.5±0.7	19.0±0.6	580.0±17.4	82.0±2.5
	10.0	23.0±0.7	18.0±0.5	560.0±16.8	81.0±2.4
	15.0	21.5±0.6	17.0±0.5	540.0±16.2	80.0±2.4
	20.0	20.0±0.6	16.0±0.5	510.0±15.3	79.0±2.4

Установлено, что влияние осветленных и неосветленных волокон на показатели амилограмм практически не отличается, поэтому приводим данные, полученные только с ОСВ.

Анализ амилограмм показал, что внесение в тесто ОСВ и шрота в количестве 5.0–20.0% уменьшает время до начала клейстеризации на 7.7–30.8% и на 5.7–23.1%, а также время от начала клейстеризации крахмала до достижения максимальной вязкости на 10.0–40.0% и на 5.0–20.0% соответственно по сравнению с контрольным образцом.

Показатель максимальной вязкости снижается при добавлении ОСВ и шрота в количестве 5.0–20.0% на 5.0–21.7% и на 3.3–15.0% соответственно, что возможно объяснить сниженным количеством крахмала в образцах с добавками за счет замены ими части муки.

Температура суспензии при максимальной вязкости уменьшается от 1.2–2.4% до 4.8–9.6%. Стоит отметить, что снижение температуры при максимальной вязкости может быть предпосылкой к замедлению черствения готовых изделий, поскольку существует мнение о том, что снижение температуры клейстеризации может способствовать замедлению процесса ретроградации крахмала [6, 7].

Дополнительную информацию о действии добавок на углеводно-амилазный комплекс пшеничной муки получили с помощью прибора «числа падения» Харберга. Было определено



«число падения» клейстеризованной водно-мучной суспензии с добавлением НСВ, ОСВ и шрота в количестве 5.0–20.0% . Результаты представлены в таблице 6.

Таблица 6

Влияние свекловичных волокон и шрота на показатель «Число падения»

Образцы теста с добавками	% замены муки	Значение показателя
Контроль (без добавки)		381±11
НСВ	5.0	335±6
	10.0	329±6
	15.0	313±6
	20.0	308±5
ОСВ	5.0	333±6
	10.0	325±6
	15.0	310±5
	20.0	305±5
Шрот	5.0	340±6
	10.0	335±6
	15.0	324±6
	20.0	312±6

Введение добавок несколько снижает время разжижения водно-мучной суспензии. Так, с добавлением в тесто НСВ, ОСВ и шрота в количестве 5.0–20.0% уменьшают показатель «числа падения» на 12.1–19.2%, на 12.6–19.9% и на 10.8–18.1 соответственно по сравнению с контрольным образцом, что свидетельствует о снижении вязкости водно-мучной суспензии в присутствии добавок. На наш взгляд, это связано со снижением содержания крахмала в образцах с добавками за счет замены части муки ими.

Заключение

Внесение шрота, осветленных и неосветленных свекловичных волокон в количестве 5.0–20.0% с заменой пшеничной муки приводит к снижению количества сырой клейковины и некоторому ее укреплению. Присутствие добавок в количестве 5.0% с заменой пшеничной муки способствует незначительному повышению водопоглотительной способности и времени образования теста, а также сокращению устойчивости. Увеличение количества добавок до 20.0% приводит к существенному изменению этих структурно-механических характеристик теста за счет снижения количества клейковины, а также изменения в нем соотношения крахмальных и некрахмальных полисахаридов по сравнению с контрольным образцом, что согласуется с данными, имеющимися в литературе [6, 8].

Увеличение водопоглотительной способности пшеничной муки с исследуемыми добавками указывают на необходимость корректировки количества рецептурных компонентов и воды, необходимых для получения теста с заданными структурно-механическими свойствами.

Введение исследуемых добавок в количестве 5.0–20.0% с заменой пшеничной муки способствует уменьшению показателей максимальной вязкости, а также времени и температуры клейстеризации крахмала, что связано с трансформацией углеводно-амилазного комплекса тестовой системы. Снижение температуры клейстеризации крахмала в присутствии добавок способствует замедлению его ретроградации, кроме того некрахмальные полисахариды способны к дополнительному связыванию воды в системе, что является предпосылкой к торможению процессов черствения выпеченных мучных изделий.

Список литературы

1. Технологічні аспекти створення хлібобулочних і кондитерських виробів спеціального призначення / Г.М. Лисюк, С.Г. Олійник, О.В. Самохвалова, З.І. Кучерук // Харчова наука і технологія. – 2009. – № 1(6). – С. 25–30.
2. Самохвалова О.В., Касабова К.Р. Збагачення мафінів харчовими волокнами // Наукові праці ОНАХТ. зб. наук. пр. / Одеська національна академія харчових технологій. – Одеса, 2011. – Вип. 40. – Т. 1. Техн. науки. – С. 161–163.
3. Самохвалова О.В., Касабова К.Р., Олійник С.Г. Використання дієтичної добавки «Шрот зародків пшениці харчовий» у технології бісквітного напівфабрикату // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харчування та торгівлі. – Х., 2011. – Вип. 2 (14). – С. 255–261.
4. Використання дієтичної добавки «Шрот зародків пшениці харчовий» для підвищення харчової цінності пшеничного хліба / О.І. Кравченко, Г.М. Лисюк, С.Г. Олійник, П.О. Карпенко // Наукові праці ОНАХТ : зб. наук. пр. / Одес. нац. акад. харч. техн. – Одеса, 2010. – Вип. 38. – Т.1. – С. 195–200.



5. Дудкин М.С., Щелкунов Л.Ф. Новые продукты питания. – М. : Наука, 1998. – 304 с.
6. Інноваційні технології виробництва харчової продукції масового споживання / П.П. Пивоваров, О.О. Гринченко, В.М. Михайлов та ін. ; за заг. ред. П.П. Пивоварова; Харк. держ. ун-т харч. та торгівлі. – Х., 2011. – 444 с.
7. The pasting behavior and freeze-thaw stability of native starch and native-xanthan gum pastes / C.S. Brennan, C.K. Tan, V. Kuri, C.M. Tudorika // International Journal of Food Science & Technology. – 2004. – №10. – Vol. 39. – Pp. 1017–1022.
8. Влияние генов wx на хлебопекарные качества мягкой пшеницы / Т.А. Рыжкова, М.Ю. Третьяков, И.П. Моторина, В.П. Нецветаев // Достижение науки и техники АПК. – 2012. – № 4. – С. 21–23.

THE INFLUENCE OF FOOD FIBERS ADDITIVES ON BREAD-MAKING PROPERTIES OF WHEAT FLOUR

E.R. Kasabova, O.V. Samokhvalova

*Kharkiv State University of Food
Technology and Trade, 333 Klochkivska
St, Kharkiv, 61051, Ukraine*

E-mail: thkmvhk@mail.ru

The problem of the enrichment of flour confectionery by food fibers has been examined. The influence of beet-root fibers and wheat germs extraction cakes on protein-proteinase and carbohydrate-amylase complexes of wheat flour has been considered. In the presence of the additives under study the amount and quality of gluten, properties of the wheat flour starch and structural-mechanical characteristics of dough proved to change.

Key words: wheat flour, bread-making properties, flour confectionery, dietary fibers, beet-root fibers, wheat germ meal.

УДК 658.562:641.5.002.6

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕФОРМАЦИИ И ФОРМОСТОЙКОСТИ МОДЕЛЬНЫХ СИСТЕМ КРОКЕТНОЙ МАССЫ НА ОСНОВЕ ПШЕНИЧНОЙ МУКИ

Т.Н. Хаустова

Харьковский государственный
университет питания и торговли,
Украина, 61051, г. Харьков,
ул. Клочковская, 333

E-mail: hduht@kharkov.com

Проведены исследования влияния содержания муки пшеничной и жирового компонента на показатели деформации и формостойкости модельных систем крокетной массы на основе муки пшеничной. Показано, что варьированием содержания муки пшеничной и жирового компонента возможно корректировать структурно-механические свойства (показатели деформации) и формостойкости модельных систем крокетной массы на основе муки пшеничной. Установлено, что содержание рецептурных компонентов, %: мука пшеничная 15 ± 0.2 , жидкий компонент 71 ± 0.2 , жировой компонент 14 ± 0.2 , обеспечивают структурно-механические свойства ($G_{пр} = (6.5 - 7.2) \times 10^{-3}$, Па) и коэффициент формостойкости ($K_f = 0.6 - 0.65$), при которых достигается высший балл уровня качества крокетной массы на основе муки пшеничной.

Ключевые слова: крокетная масса, структурно-механические свойства, деформация, мгновенный модуль упругости, коэффициент формостойкости.

Введение

Результаты аналитических исследований традиционных технологий крокетов свидетельствуют о большой трудоемкости и низком уровне механизации технологического процесса их приготовления, нестабильности качества основного сырья и конечного продукта. Неширокий ассортимент нативного крахмалсодержащего сырья (структурообразователей для крокетных масс) и ограниченность использования его функционально-технологических свойств сужает область развития ассортимента продукции и вероятность в полном объеме реализовать возможности технологической системы в предприятиях ресторанного хозяйства. Важным является определение концепции создания нового продукта, а именно его формы, метода структурирования, которые обеспечат широкий ассортимент, высокую пищевую ценность и органолептические показатели.

Считаем, что одним из лучших структурообразователей крокетной массы в технологическом аспекте является мука пшеничная, которой присущи способность к образованию структурированных систем, нейтральность вкуса и аромата, обеспечение вариативности рецептурного состава готовой продукции.

В рамках исследования дано определение крокетной массы на основе муки пшеничной – это полуфабрикат, полученный путем гидротермообработки пассерованной с жировым компонентом муки, который при дальнейшем добавлении вкусовых и ароматических компонентов и наполнителя используется для изготовления кулинарной продукции, жаренной во фритюре.

Мука пшеничная является рецептурным компонентом крокетной массы, реализация функциональных свойств которого позволит получить продукт с желаемыми потребительскими показателями. Поэтому прогнозирование способов предварительной обработки и изменение основных компонентов муки пшеничной при производстве крокетной массы на ее основе являлось задачей предыдущих исследований.

Основываясь на результатах теоретических и аналитических исследований [1, 2] целесообразно пассеровать муку пшеничную с жировым компонентом в соотношении 1:0.8 при температуре 110–120°C.

В результате проведенных исследований влияния пассерования на функционально-технологические свойства муки пшеничной [3–5] можно отметить, что процесс ее гидротермообработки будет сопровождаться сложными физико-химическими процессами, которые влияют на структурно-механические и формирующие свойства, органолептические показатели крокетной массы. Поэтому исследование указанных показателей является актуальным и представляет значительный не только научный, но и практический интерес. Регулирование структурно-механических свойств крокетной массы на основе муки пшеничной может быть достигнуто путем варьирования содержания рецептурных компонентов, технологических параметров процесса гидротермообработки.



Технологические параметры процесса гидротермообработки пассерованной муки, при которых достигаются желаемые структурно-механические свойства и органолептические показатели крокетной массы: продолжительность $(18-26) \times 60$ с, температура 80°C [4, 5]. Данные параметры приняты для подготовки модельных систем крокетной массы на основе муки пшеничной и исследования их структурно-механических свойств в зависимости от содержания рецептурных компонентов.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования являются модельные системы крокетной массы на основе муки пшеничной: мука пшеничная, жировой компонент – масло растительное и маргарин (соотношение 1:2), жидкий компонент – вода питьевая.

Изучение структурно-механических свойств модельных систем крокетной массы на основе муки пшеничной в зависимости от содержания муки пшеничной пассерованной с жировым компонентом проводили на сдвиговом эластопластометре Толстого в режиме постоянного напряжения сдвига [6]. Деформацию сдвига, возникающую при нагрузке образца, фиксировали с помощью ЭВМ. Показатели деформации модельных систем крокетной массы на основе муки пшеничной: обратимую, необратимую и общую деформации, условно мгновенный модуль упругости, вязкость, рассчитывали по стандартной методике.

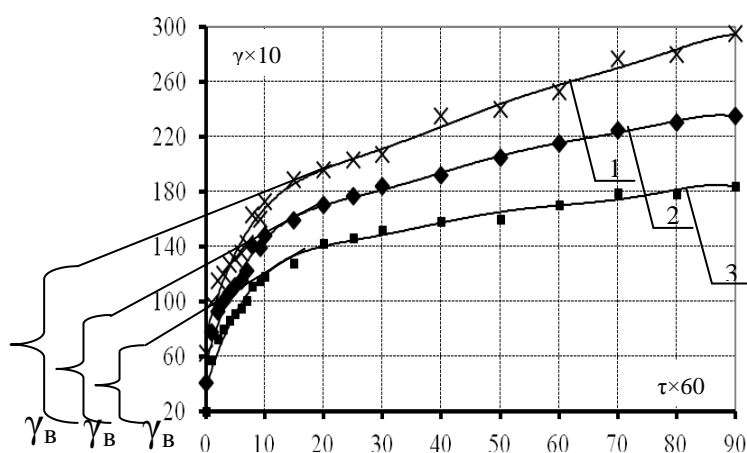
Коэффициент формостойкости модельных систем крокетной массы на основе муки пшеничной при изменении содержания рецептурных компонентов измеряли следующим образом. Образцы, которые исследовались, формировали в виде цилиндра высотой 1×10^{-2} м с диаметром равным высоте, и исследовали изменение высоты относительно диаметра (то есть способность удерживать форму) в течение 5×60 с. Коэффициент формостойкости рассчитывали как отношение высоты образца к его диаметру.

Уровень качества образцов крокетной массы на основе муки пшеничной определяли по шкале сенсорной оценки, разработанной с помощью экспертов, с учетом коэффициентов весо-мости по 50-тибалльной системе.

Результаты и их обсуждение

На рисунке 1 и в таблице приведены данные динамики изменения деформации модельных систем крокетной массы на основе муки пшеничной в зависимости от содержания муки пшеничной пассерованной с жировым компонентом.

Из данных (рис. 1) видно, что модельные системы крокетной массы на основе муки пшеничной являются псевдопластическими жидкостями, и для всех образцов характерно наличие необратимой деформации сдвига. Увеличение содержания муки пшеничной в пределах 13–17% приводит к увеличению сдвиговых характеристик. Так, отношение обратной деформации к общей увеличивается с 0.77 до 0.84, мгновенный модуль упругости уменьшается в 1.62 раза, что свидетельствует о росте пластических свойств.



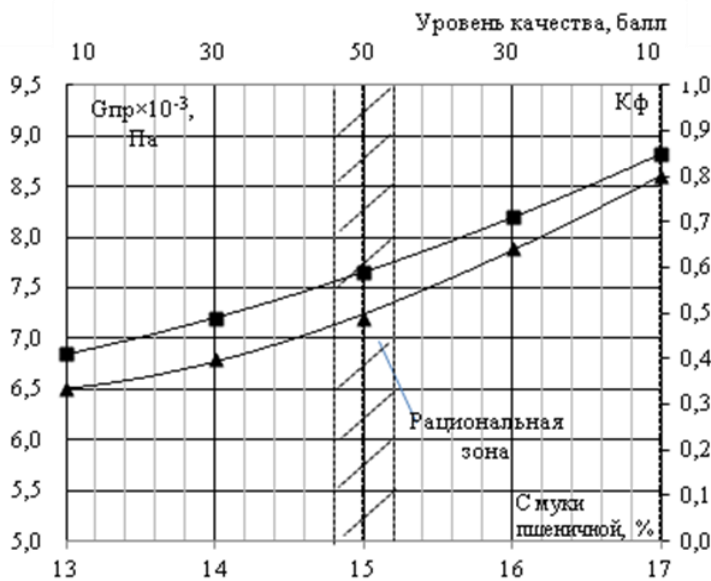
Увеличение содержания муки пшеничной в пределах 13–17% приводит к увеличению сдвиговых характеристик. Так, отношение обратной деформации к общей увеличивается с 0.77 до 0.84, мгновенный модуль упругости уменьшается в 1.62 раза, что свидетельствует о росте пластических свойств.

Рис. 1. Динамика изменения деформации модельных систем крокетной массы на основе муки пшеничной в зависимости от ее содержания, %: 1 – 13, 2 – 15, 3 – 17

Анализ сводных экспериментальных данных (см. табл., рис. 1) позволяет утверждать, что структурно-механические свойства и формостойкость крокетной массы на основе муки пшеничной зависят от ее содержания. При этом можно наблюдать следующие тенденции: при содержании муки пшеничной 13% системы не имеют четко выраженных структурно-механических свойств, их формующая способность снижается, но увеличение содержания муки пшеничной в пределах 15–17% приводит к нарастанию вязкопластических свойств, характерных для структурированных систем. Так, при увеличении содержания муки с 13 до 15% общая деформация увеличивается в 1.48 раза.

Таблица
Сводные данные показателей деформации модельных систем крокетной массы на основе муки пшеничной

Показатель	Содержание муки пшеничной, %			Содержание жирового компонента, %		
	13	15	17	10	12	14
Обратимая деформация, $\gamma_{zv} \times 10^{-3}$, м	147.0±0.3	183.2±0.3	201.0±0.2	138.3±0.2	222.0±0.3	244.6±0.3
Необратимая деформация, $\gamma_{nezv} \times 10^{-3}$, м	43.6±0.1	50.1±0.1	55.0±0.2	52.8±0.2	62.3±0.2	79.4±0.2
Общая деформация, $\gamma_{zag} \times 10^{-3}$, м	190.5±0.1	233.3±0.2	256.0±0.2	191.1±0.2	284.6±0.3	324.1±0.3
Условно мгновенный модуль упругости, $G_{np} \times 10^{-3}$, Па	6.5±0.1	7.2±0.1	8.6±0.2	11.4±0.1	6.5±0.1	5.9±0.1
Вязкость, η , Па·с	2.2±0.03	2.4±0.03	2.9±0.04	4.2±0.03	3.9±0.02	2.8±0.03
Отношение обратимой деформации к общей	0.75	0.77	0.81	0.79	0.81	0.84



На рисунках 2 и 3 приведены зависимости модуля упругости G_{np} и коэффициента формостойкости K_f модельных систем крокетной массы на основе муки пшеничной в зависимости от ее содержания и жирового компонента.

Рис. 2. Зависимость модуля упругости G_{np} (1) и коэффициента формостойкости K_f (2) модельных систем крокетной массы на основе муки пшеничной от ее содержания

Данные рисунка 2 показывают, что увеличение содержания муки пшеничной в пределах 13–17% в системе приводит к уменьшению модуля упругости в 1.3 раза и увеличению коэффициента формостойкости в 1.5 раза. Увеличение содержания муки пшеничной приводит к уменьшению сдвиговых свойств, уменьшается внутреннее сопротивление структуры за счет увеличения толщины гидратного слоя, именно это и приводит к снижению модуля упругости модельных систем крокетной массы на основе муки пшеничной.

При увеличении содержания жирового компонента в системе наблюдается повышение общей деформации (см. табл.). Как известно, жиры являются пластификатором структуры систем, образуя в ней капли или слои. Увеличение содержания жирового компонента в системе в пределах 10–14% приводит к уменьшению влагоемкости муки и, как следствие, вязкости систем в 1.5 раза и модуля упругости в 1.9 раза соответственно (см. рис. 3). Объединяясь по месту неполярных групп, жиры блокируют и затрудняют взаимодействие гидрофильных соединений с водой, увеличивая ее содержание в свободном состоянии. Но, сохранение рациональных показателей вязкости и модуля упругости можно достичь за счет уменьшения содержания влаги в модельных системах.

В то же время содержание муки пшеничной $15 \pm 0.2\%$ (см. рис. 2) и жирового компонента $14 \pm 0.2\%$ (см. рис. 3) обеспечивают такие структурно-механические свойства и коэффициент формостойкости, при которых достигается высший балл уровня качества крокетной массы на основе муки пшеничной.

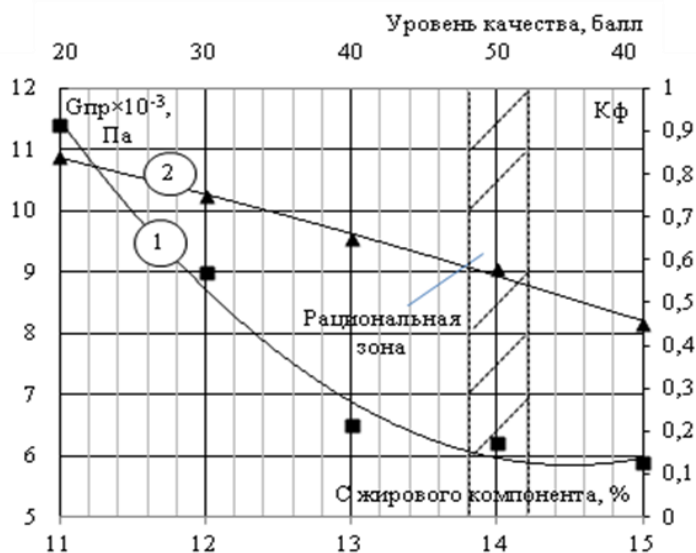


Рис. 3. Зависимость модуля упругости $G_{пр}$ (1) и коэффициента формостойкости K_f (2) модельных систем крокетной массы на основе муки пшеничной от содержания жирового компонента

Заключение

Таким образом, установлено, что важным параметром образования структуры системы является содержание муки пшеничной, поскольку жировой компонент способен корректировать структурно-механические свойства систем.

Из анализа проведенных исследований содержание рецептурных компонентов может быть рекомендовано, %: мука пшеничная 15 ± 0.2 , жидкий компонент 71 ± 0.2 , жировой компонент 14 ± 0.2 . Для подтверждения рекомендованного содержания рецептурных компонентов в дальнейшем проведена их оптимизация.

Список литературы

1. Падохин В.А. Физико-механические свойства сырья и пищевых продуктов. – Иваново: Иван. гос. хим.-технол. ун-т, 2007. – 128 с.
2. Козлов Г. Хлібопекарні властивості пшеничного борошна // *Зерно і хліб*. – 2002. – № 2. – С 22–23.
3. Федак Н.В., Хаустова Т.М. Вплив параметрів пасерування пшеничного борошна на кінетику реологічних характеристик модельних систем на його основі // *Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету. Сер. «Технічні науки»*. – Луганськ: ЛНАУ, 2008. – С. 260–264.
4. Хаустова Т.Н. Исследование влияния температуры и продолжительности тепловой обработки муки пшеничной на кинетику реологического поведения клейстера модельных систем // *Техника и технология пищевых производств: тез. докл.* – Могилев: УО Могилевский гос. ун-т продовольствия, 2008. – С. 190.
5. Дослідження в'язкості систем крокетної маси на основі борошна в процесі заварювання / Н.В. Федак, М.І. Погожих, Т.М. Хаустова и др. // *Обладнання та технології харчових виробництв: темат. зб. наук. пр.* – Донецьк: Дон. нац. ун-т екон. та торг. ім. М. Туган-Барановського, 2009. – Вип. 20. – С. 292–298.
6. Бурштейн А. И. Методы исследования пищевых продуктов. – К.: Госмедиздат, 1963. – 645 с.

THE RESULTS OF STUDY OF DEFORMATION AND FORM STABILITY OF MODEL SYSTEMS OF CROQUET MASS BASED ON WHEAT FLOUR

Experimental research of the influence of wheat flour content and fat component on the deformation and form stability indices of model systems of croquet mass on the basis of wheat flour has been carried out. Analytical studies proved the possibility of adjusting the structural and mechanical properties (deformation indices) and form stability of model systems of croquet mass on the basis of wheat flour by varying the wheat flour content and fat component. It is stated that the content of prescription components, %: wheat flour 15 ± 0.2 , liquid component 71 ± 0.2 , fat component 14 ± 0.2 , provide the structural and mechanical properties ($G_{pr} = (6.5-7.2) \times 10^{-3}$, Pa) and form stability index ($=0.6-0.65$), which help to achieve the highest score level of the croquet mass quality on the basis of wheat flour.

T.N. Khaustova

Kharkiv state university of food science and trade, 333 Klochkovskaya St, Kharkiv, 61051, Ukraine

E-mail: hduht@kharkov.com

Key words: croquet mass based on wheat flour, structural and mechanical properties, deformation, instantaneous modulus of elasticity, coefficient of form stability.

ХИМИЯ

УДК: 681.2

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩЕГО ГИДРОКСИАПАТИТА

**М.А. Трубицын, Н.Г. Габрук,
Ле Ван Тхуан,
Доан Ван Дат,
И.И. Олейникова**

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

E-mail: troubitsin@bsu.edu.ru

Гидроксиапатит (ГАП) и соединения на его основе, в частности, кремнийсодержащий гидроксиапатит (Si-ГАП), являются перспективными биоматериалами, используемыми для различных медицинских целей. В работе проведено исследование влияния температуры термообработки на физико-химические и биологические характеристики Si-ГАП. Установлено, что температура термообработки не влияет на фазовый состав Si-ГАП, все образцы являются однофазными. Степень кристалличности полученных образцов составляет 87–97%, средний размер кристаллов 19–25 нм. При повышении температуры термического отжига кристалличность, удельная поверхность и биорезорбируемость уменьшаются, а средний размер кристаллов частиц возрастает. Оптимальной температурой термообработки для получения наноразмерного однофазного Si-ГАП с высокой кристалличностью, удельной поверхностью и биорезорбируемостью является 100°C.

Ключевые слова: кремнийсодержащий гидроксиапатит, термообработка, размер кристаллов, площадь поверхности, биорезорбируемость.

Введение

В настоящее время значительное внимание уделяется созданию биоматериалов медицинского назначения, предназначенных для использования при реконструкции дефектов костных тканей, образующихся в результате патологических изменений в организме, обширных хирургических вмешательств или травм. Использование материалов на основе фосфатов кальция, в частности гидроксиапатита, характеризующихся биологической совместимостью и способностью к формированию новой костной ткани, предоставляет уникальные возможности в этом направлении. Однако такие материалы имеют существенные недостатки – высокая хрупкость, недостаточная пластичность и низкая скорость резорбции при контакте с межклеточными жидкостями в организме [1].

О возможном влиянии кремния на образование костной ткани было указано более 40 лет назад, и на сегодняшний день можно однозначно утверждать, что кремний относится к числу жизненно важных элементов для высших животных и человека [2]. На физиологическом уровне кремний играет положительную роль в кальцификации костей и обмене веществ. Было установлено, что гидроксиапатиты, модифицированные ионами кремния, способствуют улучшенной пролиферации остеобластов и росту внеклеточного матрикса, а также ускоренной минерализации костной ткани [3]. Поэтому синтез кремнийсодержащего гидроксиапатита является важной задачей.

Направленный синтез кремнийсодержащих гидроксиапатитов представляет собой сложную физико-химическую задачу. Считается, что не только химический состав, но и морфология синтетических кристаллов биоапатитов является важной характеристикой, определяющей отклик организма на чужеродный материал [4]. Известно, что особенности кристаллической структуры и морфологии, физико-химические, физико-механические свойства биоматериалов определяются технологией получения, в частности условиями термообработки.

Целью работы является изучение влияния температуры термообработки на размер кристаллов, кристалличность, удельную поверхность и биорезорбируемость синтетических Si-ГАП.



Материалы и методы исследования

Наноразмерные образцы Si-ГАП были получены методом осаждения из водного раствора. В качестве реагентов использовали насыщенный раствор гидроксида кальция и раствор ортофосфорной кислоты. В качестве реагента – «поставщика» аниона SiO_4^{4-} выбрали тетраэтоксисилан. Количества реагентов определили по данным стехиометрических расчетов, исходя из молярного соотношения $\text{Ca}/(\text{P}+\text{Si}) = 1.67$. Ингредиенты добавляли со скоростью 1 мл/мин при интенсивном перемешивании с помощью верхнеприводной мешалки. Полученные осадки отделяли от маточного раствора фильтрованием и сушили на воздухе. Затем образцы подвергались термообработке при температурах 100, 300, 600 и 900°C. Скорость нагревания и охлаждения составляла 10°C/мин, время нагрева 2 часа [5].

Рентгенографические исследования проводили на дифрактометре Rigaku Ultima IV (Япония) с детектором D/teX Ultra. Съемку проводили в режиме на отражение (геометрия Брегга-Брентано) с использованием Cu K_α излучения (длина волны $\lambda=1.54178$). Параметры работы генератора: ускоряющее напряжение 40 кВ, ток трубки 40 мА. Съемку проводили в кварцевых кюветах. Для закрепления порошковых образцов не использовали растворители. Параметры съемки: интервал углов $2\theta = 5-85^\circ$, шаг по $2\theta = 0.02^\circ$, скорость регистрации спектров $3^\circ/\text{мин}$. Качественный анализ полученных рентгенограмм и профильный анализ спектров проводили с помощью программы PDXL Qualitative Analysis при использовании баз данных ICDD (PDF 2008). Размер области когерентного рассеяния (ОКР) кристаллов определили методом Williamson-Hall на основе данных РФА.

Определение удельной поверхности по методу БЭТ реализуется на автоматизированной сорбционной установке TriStar II 3020. Используется объемный вариант сорбционного метода. Удельная поверхность рассчитывается по изотерме низкотемпературной сорбции паров азота по одноточечному методу БЭТ в точке $P/P_0 = 0.3189$. Образцы были выдержаны в азоте и гелие.

Для оценки биорезорбируемости Si-ГАП, отожженных при различных температурах, точную навеску по 0.5 ± 0.002 г образцов помещали в химические стаканы вместимостью 100 мл с 50 мл физиологического раствора (0.9%-ный раствор NaCl) и выдерживали в течение часа при температуре 37°C. Биорезорбируемость каждого образца оценивали по концентрации Ca^{2+} комплексонометрически с трилоном Б в присутствии эриохрома черного Т.

Результаты и их обсуждение

Продукт синтеза после термообработки при разных температурах представлял собой тонкодисперсный порошок белого цвета. Определение фазового состава синтезируемых образцов производилось путем сопоставления результатов рентгенодифракционного анализа со значениями данных ICDD (PDF 2008). По данным РФА установлено, что полученные образцы Si-ГАП принадлежат к той же пространственной группе, что и гидроксиапатит–гексагональной системы $R\bar{6}_3/m$ и являются однофазными. По характерному смещению пиков в сторону, соответствующую меньшим межплоскостным расстояниям (большим углам) (рис. 1) и изменению параметров элементарной ячейки порошков Si-ГАП по сравнению с немодифицированным

ГАП можно сделать вывод о встраивании в решетку силикат-ионов.

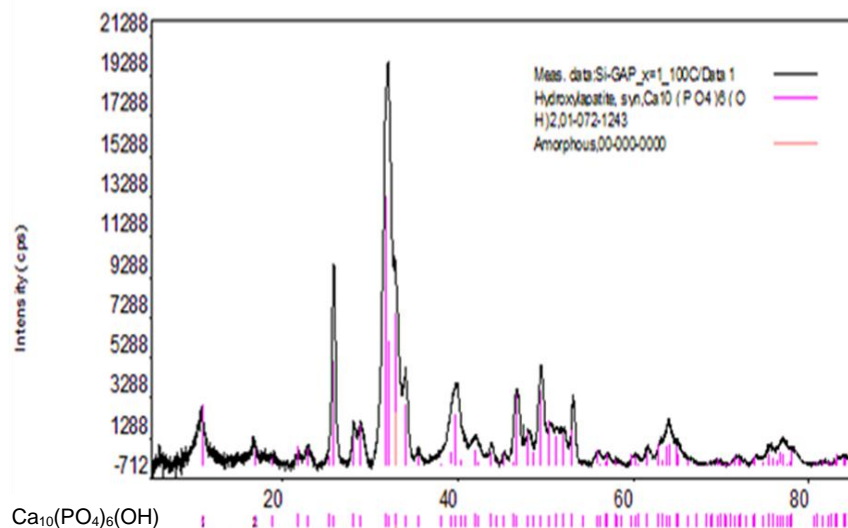


Рис. 1. Порошковая рентгенограмма Si-ГАП, подвергнутого термической обработке при температуре 100°C. Штрих-диаграмма соответствует стандартному гидроксиапатиту

В таблице 1 приведены значения кристалличности, средний размер кристаллов (ОКР) и число фаз синтезированных образцов Si-ГАП, отожженных при 100°C, 300°C, 600°C и 900°C. Кристалличность и средний размер кристаллов образцов составляют 87–97 % и 19–25 нм, соответственно. Установлено, что с ростом температуры термообработки кристалличность Si-ГАП уменьшается, а размер ОКР увеличивается. Исключение составляет Si₆₀₀-ГАП, отожженный при 600°C размер кристаллов 19 нм и большую кристалличность.

Таблица 1
Число фаз, кристалличность и размер ОКР Si-ГАП

Температура обработки, °С	Число фаз	Кристалличность, %	Размер ОКР, нм
100	1	96.95	21
300	1	89.06	23
600	1	95.91	19
900	1	87.83	25

Р/Р₀ = 0.3189). Оценка произведена в приближении, что частицы одинаковы по размеру и имеют сферическую форму (табл. 2.).

Таблица 2
Физико-химические характеристики Si-ГАП

Температура, °С	Удел. поверхность, м ² /г	Объем пор, см ³ /г	Средний размер пор, нм
100	131.73	0.50	14.8
300	125.99	0.53	16.5
600	71.38	0.80	26.1
900	20.55	0.06	11.6

Размер пор уменьшается. Термообработка при 600°C приводит к образованию пористого образца (объем пор 0.8 см³/г, средний размер пор 26.1 нм). При термообработке в 900°C образуется продукт с наименьшей удельной поверхностью и минимальным размером пор. Таким образом условия термообработки влияют на удельную поверхность синтетических Si-ГАП, следовательно, на их биорезорбируемость.

Биорезорбируемость – способность материала постепенно растворяться в биологических средах [6]. В данной работе биорезорбируемость была оценена растворением полученных образцов в физиологическом растворе при температуре 37°C (рис. 2).

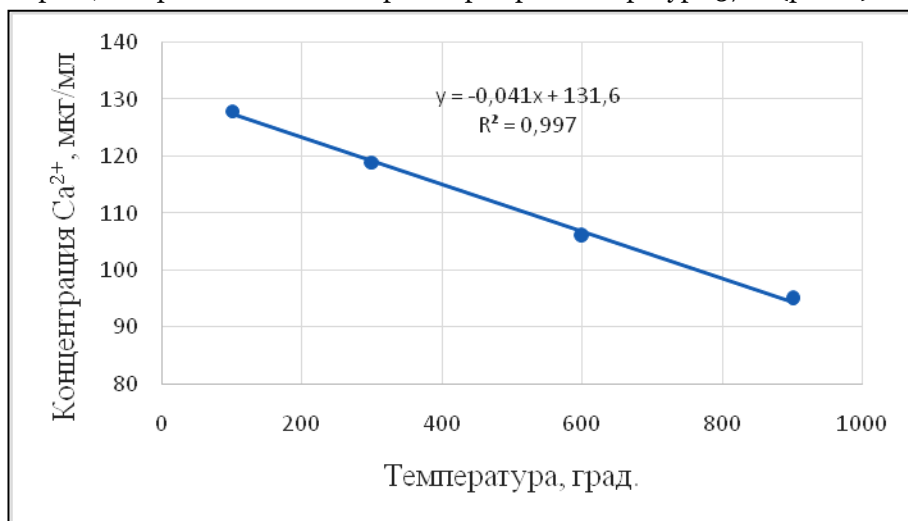


Рис. 2. Зависимость биорезорбируемости Si-ГАП от температуры термообработки

Видно, что биорезорбируемость Si-ГАП линейно зависит от температуры термообработки и уменьшается при повышении температуры. С ростом температуры термообработки от 100 до 900°C биорезорбируемость понижается почти в 1.5 раз. Уменьшение биорезорбируемости образцов связано с уменьшением их удельной поверхности.

Выводы

Методом осаждения из водных растворов синтезирован наноразмерный однофазный кремнийсодержащий гидроксипатит. Исследовано влияние температуры термообработки на физико-химические и биологические характеристики Si-ГАП. Установлено, что фазовый состав

Si-ГАП, полученных данным методом, практически не зависит от температуры термообработки, все образцы являются однофазными. При повышении температуры термического отжига кристалличность, удельная поверхность и биорезорбируемость уменьшаются, а средний размер кристаллов частиц возрастает. Найдена линейная зависимость биорезорбируемости от температуры отжига. Таким образом, оптимальной температурой термообработки для получения наноразмерного однофазного Si-ГАП с высокой кристалличностью, удельной поверхностью и биорезорбируемостью является 100°C.

Список литературы

1. Вересов А.Г., Путляев В.И., Третьяков Ю.Д. Химия неорганических биоматериалов на основе фосфатов кальция // Рос. хим. ж. – 2004. – Т. 48. – №4. – С. 52–64.
2. Silicon-substituted hydroxyapatite composite coating by using vacuumplasma spraying and its interaction with human serum albumin / F.J. Xiao, L. Peng, Y. Zhang, L.J. Yun // J. Mater. Sci. :Mater. Med. – 2009. – Vol. 20. – №8. – Pp. 1653–1658.
3. Синтез и исследование анионмодифицированных апатитов / А.В. Соин, П.В. Евдокимов, В.И. Путляев, А.Г. Вересов // Международный научный журнал. – 2007. – Т. 45. – №1. – С. 130–132.
4. Данильченко С.Н. Структура и свойства апатитов кальция с точки зрения биоминералогии и биоматериаловедения // Вестник СумДУ. Серия: Физика, математика, механика. – 2007. – №2. – С. 33–59.
5. Синтез перспективных материалов для костной хирургии и стоматологии на основе модифицированных наноразмерных гидроксиапатитов / М.А. Трубицын, Н.Г. Габрук, И.И. Олейникова др. // Фармаком. – 2011. – №3. – С. 35–39.
6. Климашина Е.С. Синтез, структура и свойства карбонатзамещённых гидроксиапатитов для создания резорбируемых биоматериалов: Автореф. дисс... канд. хим. наук. – Москва, 2011. – 23 с.

THE EFFECT OF HEAT TREATMENT TEMPERATURE ON THE PHYSICO-CHEMICAL AND BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE SILICON-CONTAINING HYDROXYAPATITE

**M.A. Troubitsin, N.G. Gabruk,
Le Van Thuan, Doan Van Dat,
I.I. Oleynikova**

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

E-mail: troubitsin@bsu.edu.ru

The hydroxyapatite (GAP) and compounds on its basis, particularly, silicon-containing hydroxyapatite (Si-GAP), are the prospective biomaterials used for different medical purposes. The influence of temperature of heat treatment on physical and chemical and biological characteristics of Si-GAP has been investigated in this work. It was established that the phase structure of Si-GA doesn't depend on heat treatment temperature, all samples are single-phase. The crystalline degree of the received samples is about 87–97% and the average size of crystals is 19–25 nanometers. The crystallinity, specific surface and bioresorption reduce at temperature growth, and the average size of the crystal particles increases. Optimal temperature of heat treatment for making the nano-sized single-phase Si-GAP with high crystallinity, specific surface and bioresorption is 100°C.

Keywords: silicon-containing hydroxyapatite, modified nano hydroxyapatite, temperature of heat treatment, size of crystals, surface area, bioresorption.



УДК: 544.023.523:664.143.002.62

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГРАНУЛИРОВАНИЯ С ЦЕЛЬЮ СОЗДАНИЯ ПОЛУФАБРИКАТА ДЛЯ СЛАДКИХ БЛЮД

**О.В. Мороз, Е.П. Пивоваров,
О.П. Неклеса**

*Харьковский государственный
университет питания и тор-
говли, Украина, 61051, г. Харь-
ков, ул. Клочковская, 333*

Проанализированы методы структурирования и их использования в технологиях пищевых продуктов. Проведены исследования процесса образования гранул по принципу смешанного термотропно-ионотропного гелеобразования. Рассмотрены факторы, влияющие на формирование сферических форм в процессе экструзии и формования гранул.

Ключевые слова: гранулированные полуфабрикаты, альгинат натрия, кальций, сахар, диффузия, гранулообразование.

Введение

Структурирование пищевых смесей имеет большое значение в технологиях производства продуктов многих отраслей, таких как кондитерская, молочная, мясная, рыбная и др. Любой продукт имеет свою структуру, будет это желеобразный пудинг или желе, или вязкий соус, или пористый мякиш хлеба. Потребитель, покупая продукт, ожидает определенный результат, в том числе определенную структуру продукта. На сегодняшний день производители все больше корректируют структуру известных продуктов или же вообще придают новую текстуру сырью, которое еще недавно имело совсем другие характеристики и назначение. Одним из ярких примеров структурирования является производство крабовых палочек из мяса сурими и нагетсов из мяса рыбы и моллюсков. С внедрением технологии структурирования и реструктурирования значительно расширился не только ассортимент новых полуфабрикатов и продуктов, но и область их применения [1–6]. Структурирование охватывает большой ряд методов, основанных на использовании потенциала сырья или введении дополнительных компонентов, таких как гелеобразователи и загустители. Процесс осуществляется при участии белков, углеводов, в основном пектинов, агара, каррагинана, альгинатов, камедей и их комбинаций [7, 8].

Объекты и методы исследований

В качестве объекта исследований нами была выбрана технология структурирования гранулированного полуфабриката для сладких блюд по принципу смешанного термотропно-ионотропного гелеобразования производства. В работе использованы реологические методы исследования структурно-механических свойств жидкостей и твердых тел [9–12].

Результаты и их обсуждение

Процесс образования гранул реализован нами на принципе смешанного гелеобразования, где сетки смешанного геля образуются параллельно: термотропная – за счет возникновения надмолекулярных водородных шивок термотропных полисахаридов – агара или карагинана и ионотропных – за счет образования хелатных комплексов альгината натрия с ионами кальция. Эти два процесса происходят одновременно во времени, но с разными скоростями. Взаимодействие альгината натрия с кальцием – мгновенная реакция и сопровождается образованием альгината кальция с момента касания альгината натрия раствора хлористого кальция, за счет чего на поверхности капли образуется оболочка, которая удерживает сферическую форму и внутреннее жидкое содержимое. Ионотропное гелеобразование происходит с учетом законов диффузии и массопереноса из внешней среды, благодаря чему, ионы кальция постепенно диффундируют из внешней среды в центр сферической формы, которая с течением времени превращается в сплошной гель. Скорость процесса диффузии кальция в гранулу зависит от многих факторов, в том числе свойств раствора альгината натрия и его состава, концентрации кальция в формирующем растворе, соотношения концентраций альгината натрия и кальция, рецептурной смеси. На рисунке 1 приведена динамика золь-гель перехода альгината



натрия в альгинат кальция с образованием гранулы для концентраций альгината натрия – 1.0%, 1.5%, 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5%, 4.0%.

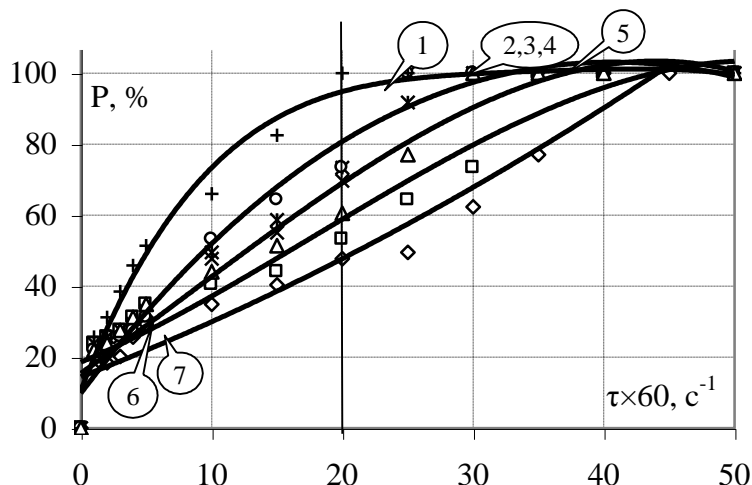


Рис. 1. Динамика золь–гель перехода альгината натрия в альгинат кальция ($CCaCl_2=0.65\%$) при концентрации альгината натрия, %: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 – 1.0; 1.5; 2.0; 2.5; 3.0; 3.5; 4.0, соответственно

Скорость процесса гранулообразования можно корректировать как с помощью времени выдержки в формирующем растворе, так и концентраций участников процесса (рис. 2).

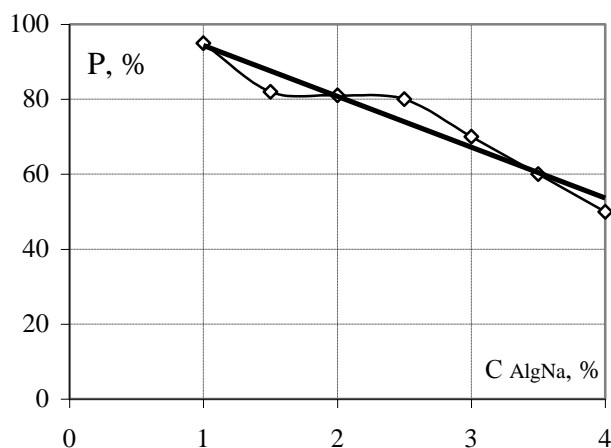


Рис. 2. Зависимость степени гелеобразования (%) ($\tau=20 \times 60 \text{ c}^{-1}$, $CCaCl_2=0.65\%$) от концентрации альгината натрия

и желаемыми органолептическими свойствами. Структуру гранулы можно корректировать путем внесения термотропных полисахаридов, которые образуют гели с понижением температуры ниже точки гелеобразования, что является очень перспективным решением в технологии получения гранулированного полуфабриката. Из широкого ассортимента термотропных гелеобразователей перспективно использовать в технологии гранулированных полуфабрикатов сульфитированные полисахариды – агар и λ -карагинан, последний способен образовывать слабые гели с кальцием. Учитывая, что повышение концентрации сухих веществ в смеси для гранулирования замедляет процесс гелеобразования, что описано ранее, существует вероятность того, что внесение термотропных полисахаридов будет препятствовать процессу гелеобразования. Так как сетки геля термотропных и ионотропного гелеобразователей развиваются отдельно, без взаимодействия между собой, плотность геля будет расти и, вероятно, проникающая способность кальция внутрь гранулы снизится. Проведенные исследования показывают, что содержание термотропных гелеобразователей в смеси влияет на динамику процесса образования оболочки гранулы (рис. 4), а именно замедляет этот процесс.

При анализе данных рисунка 3, видно, что с увеличением концентрации ионов кальция в формирующем растворе при одинаковом сроке выдержки (3 и 10 минут), толщина оболочки капли увеличивается. Так с уменьшением срока выдерживания каплей альгината натрия в формирующем растворе в три раза, толщина оболочки уменьшается на 30%, а для достижения образования гранулы по всему объему необходимо увеличить концентрацию хлористого кальция в 1.5 раза. Процесс гелеобразования, связанный с диффузией Ca^{2+} , сопровождается повышением упругости, но при определенных концентрациях Ca^{2+} продукт может приобретать нежелательные органолептические свойства, в т. ч. консистенцию. Учитывая это, возникает необходимость образования сферической формы гранул с меньшим содержанием кальция

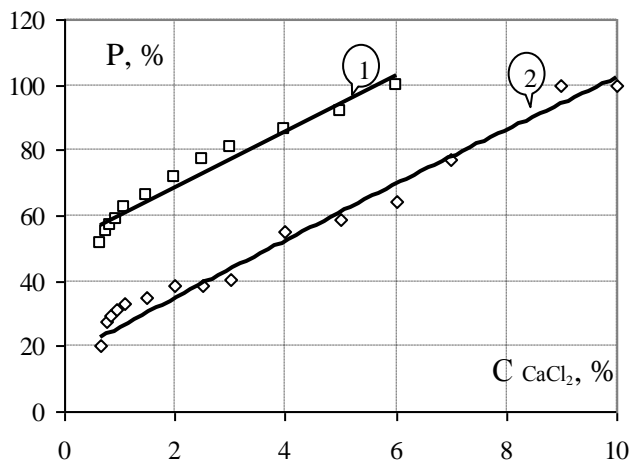


Рис. 3. Зависимость степени гелеобразования альгината натрия, % (CAlgNa=4.0%) от концентрации CaCl₂ при экспозиции в растворе хлористого кальция (CCaCl₂=0.65%): 1 – 10×60 с., 2 – 3×60 с.

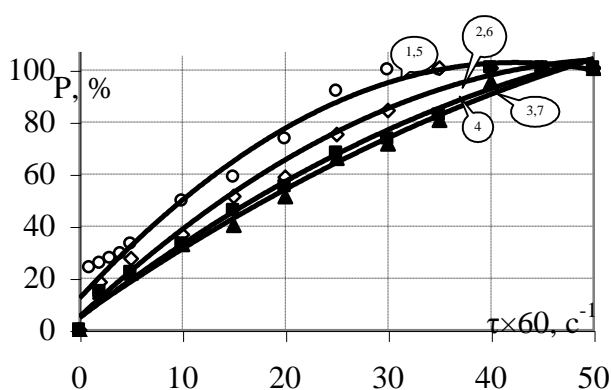


Рис. 4. Динамика золь-гель перехода альгинат натрия в альгинат кальция (CAlgNa=2.0%, CCaCl₂=0.65%) при концентрации агара, %: 1, 2, 3, 4 – 0; 0.5; 1.0; 1.5 и j-карагинана, % 5, 6, 7 – 0.5; 1.0; 1.5, соответственно

Содержание агара при концентрации 0.5–1.5% снижает скорость образования гранулы на 24–25% (см. рис. 4, кривая 2), в то время как содержание j-карагинана при концентрации 0.5% почти не мешает процессу, о чем свидетельствует кривая 5 (см. рис. 4). Дальнейшее повышение концентрации j-карагинана также снижает скорость гранулообразования на 12–15%, что не существенно, и может быть компенсировано длительностью обработки в формирующей среде (рис. 5). Разницу в результате действия агара и карагинана, вероятно, можно объяснить способностью j-карагинана к взаимодействию с кальцием за счет реализации химического потенциала, что не возможно для агара, который не взаимодействует с ионами кальция и является в смеси гелеобразователей химически инертным веществом.

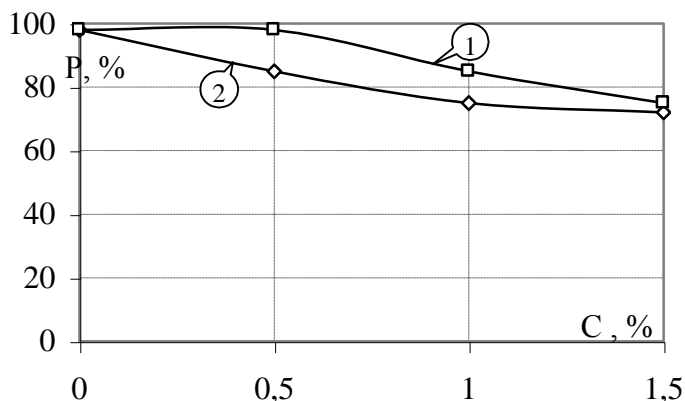


Рис. 5. Зависимость степень золь-гель перехода альгината натрия в альгинат кальция (CAlgNa=2.0%, CCaCl₂=0.65%) от концентрации термотропного полисахарида: 1 – j-карагинана, 2 – агара

Фотомониторинг образования гранулы за счет золь-гель перехода альгината натрия в альгинат кальция приведен на рисунке 6. Из данных, представленных на рисунке 6 видна динамика образования гранулы за счет диффузии ионов кальция из окружающей среды в середину капли альгината натрия. Результаты подтверждают, что процесс сорбции ионов кальция происходит всей поверхностью капли, о чем свидетельствует равномерная оболочка из альгината кальция.

Со временем скорость диффузии кальция снижается, за счет возникновения «запирающего» слоя альгината кальция, который имеет проникающую способность гораздо ниже чем альгинат натрия. Из данных и на рисунке 6 видно, что первые 5 минут экспозиции капли альгината натрия в растворе хлористого кальция обеспечивают образование 40...45% плотной оболочки геля альгината кальция. Дальнейший процесс сшивания капли кальцием и превращения ее в сплошной гель замедляется во времени (рис. 6 д, е, ж, з).

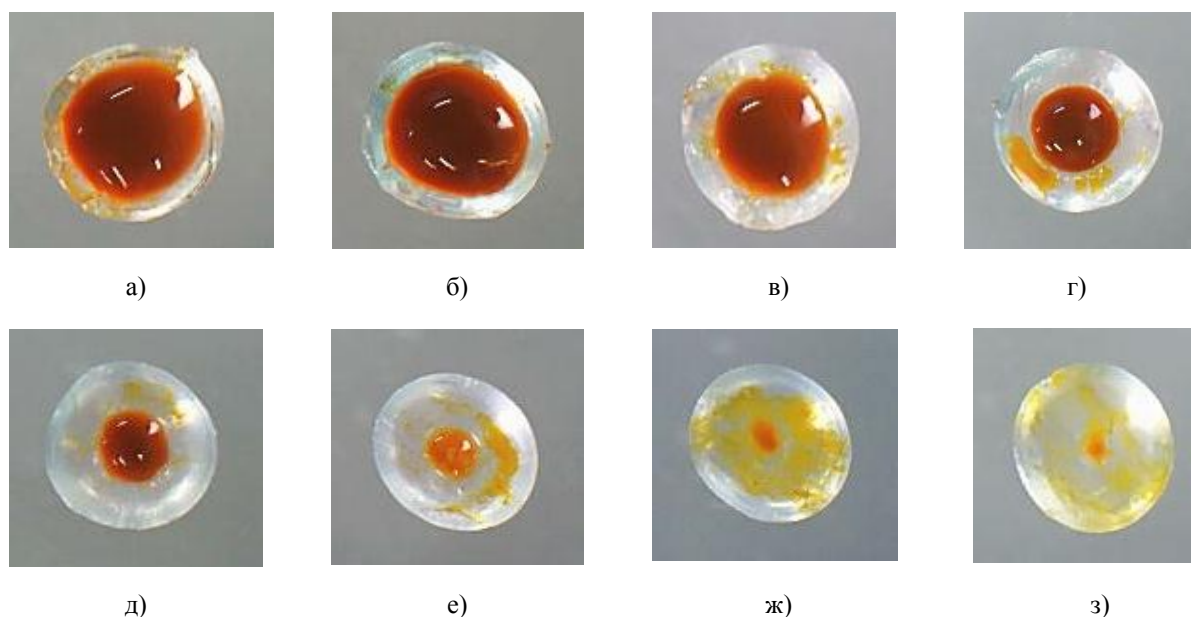


Рис. 6. Фотоиониторинг изменения структуры капли альгината натрия ($C=3.0\%$) в растворе хлорида кальция ($CCaCl_2=0.65\%$), $\times 60$ с.: а, б, в, г, д, е, ж, з – 2, 3, 4, 5, 10, 20, 30, 40, соответственно

Нами установлены закономерности диффузии сахара ($C=10-30\%$) из смешанных гелей в водные среды, что важно при изучении влияния свойств гелей на усвоение иммобилизованных в них пищевых компонентов.

Из данных, представленных на рисунке 6, также видно, что потеря 95–98% сахара гелем в водную среду происходит за 14–16 часов экстрагирования при температуре 20°C и гидромодуле 1:3, что свидетельствует о полной проницаемости гелей. Однако, если увеличить удельную поверхность экстрагирования путем измельчения геля, процесс будет происходить быстрее при тех же условиях (рис. 8). Из данных рисунка 8 видно, что окончательная диффузия сахара в условиях измельчения быстрее в 6.5–7 раз.

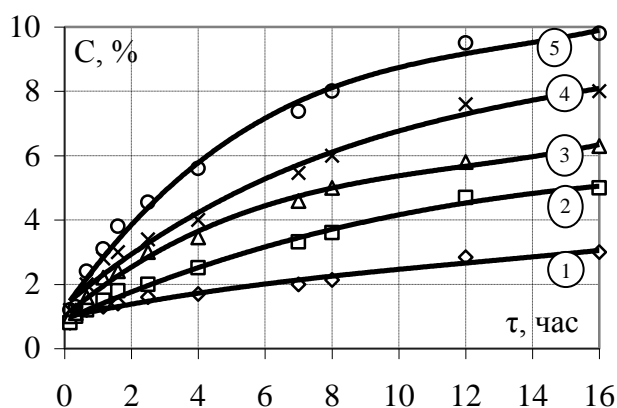


Рис. 7. Динамика диффузии сахара, %: 1, 2, 3, 4, 5 – 10, 15, 20, 25, 30, соответственно, из геля в водную среду (гидромодуль = 1:3)

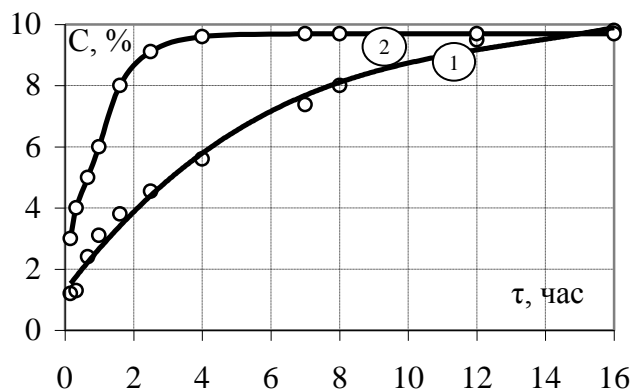


Рис. 8. Динамика диффузии сахара из геля в водную среду (гидромодуль = 1:3) в зависимости от степени измельчения геля ($C_{\text{сахара}}=30\%$): 1 – без измельчения ($S_{\text{пов}}=14 \text{ см}^2$), 2 – с измельчением на пластинки ($S_{\text{пов}}=60 \text{ см}^2$)

Образование гранул достаточно сложный и многофакторный процесс, который зависит от многих параметров. Нами установлено, что вязкость смеси для экструдирования существенно влияет на гранулообразование. Вязкость рецептурной смеси влияет на процесс экструдирования и формирования шарообразных форм в воздухе с помощью распада струи смеси под действием гравитации или принудительного экструдирования. Абсолютное значение величины вязкости диктует рецептурные компоненты смеси и температурный режим. С повышением содержания сухих веществ и снижением температуры вязкость сильно возрастает, а значит распад струи и формирование капель затруднено, что приводит к образованию вытянутых форм в формирующем растворе (рис. 9, кривая 1). Вторым по важности параметром образования правильной шарообразной формы является формирующая способность системы, которую исследовали путем изменения геометрической формы капель альгината натрия, как отношение размера горизонтального к вертикальному в формирующей среде (рис. 9 кривая 2). В случае если формирующая способность (ФС) равна единице, это свидетельствует об отсутствии разницы между вертикальным и горизонтальным размерами, а, следовательно, об образовании шаровидной формы. Из данных, представленных на рисунке 9 (кривая 1) видно, что слишком низкая вязкость приводит к образованию сплюснутых форм капель альгината натрия и низкого модуля упругости гранул. Одновременно при высоких концентрациях альгината натрия (более 3.5%) шаровидные формы капель также не образуются и возникают вытянутые чечевицеподобные гранулы.

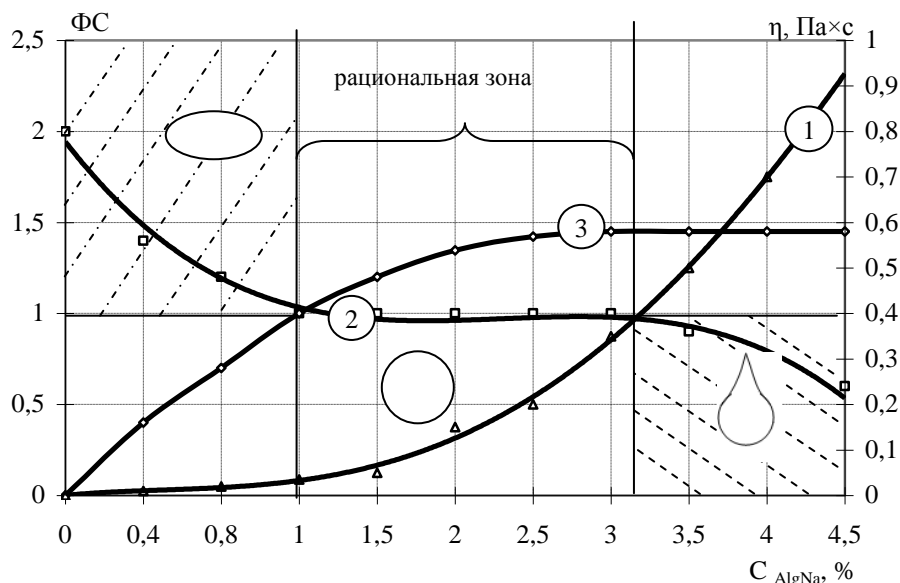


Рис. 9. Комплексная характеристика параметров образования гранул: 1 – вязкость альгината натрия, 2 – формирующая способность альгината натрия ($C_{CaCl_2}=0.65\%$), 3 – модуль упругости геля

Выводы

С помощью технологии структурирования появляется возможность придавать продуктам новые товарные формы, текстуру, потребительские свойства и др. Методы гранулирования



позволяют переработать плодовоовощное, фруктовое и ягодное сырье в новый пищевой продукт. Научно обоснованы параметры получения гранул методом смешанного ионотропно-термотропного гелеобразования.

Список литературы

1. Горальчук А.Б. Технология термостабильных соусов эмульсионного типа: Дис. ... канд. тех. наук. – Харьков, 2008. – 298 с.
2. Кондратюк Н.В. Технология сладких страв з використанням капсульованих продуктів з пробіотичними властивостями: Дис...канд. техн. Наук. – Харків: ХДУХТ, 2012. – 294 с.
3. Пестина А.А. Технология реструктурированного полуфабриката из дыни: Дис...канд. техн. наук. – Харьков: ХГУПТ, 2009 – 295 с.
4. Уайтхауз Ф.К. Выбор и использование гидроколлоидов // Пищевая промышленность. – 2008. – № 10 – С. 76.
5. Пат. 38355 Україна, МПК7 А 23 L 1/328. Спосіб виготовлення ікри чорної зернистої з натуральних продуктів «Фіто ЛП-6» / І.В. Пронін. – № 2000063735; Заявл. 26.06.2000; Опубл. 15.05.2001.
6. Пат. 2139668 Россия МПК А 23 L 1/328 Способ получения пищевой зернистой икры / А.П. Хачатрян, П.Г. Геворгян, Р.Г. Хачатрян. – № 99104095/13; Заявл. 10.03.99; Опубл. 20.10.99.
7. Рябець О.Ю. Технология аналогу ікри чорної з використанням альгінату натрію: Дис...канд. тех. наук. – Х., 2008. – 284 с.
8. Пивоварова О.П. Технология напівфабрикатів реструктурованих на основі печериць: Дис...канд. тех. наук. – Х., 2009. – 274с.
9. Реологічні методи дослідження сировини і харчових продуктів та автоматизація розрахунків реологічних характеристик: навчальний посібник / А.Б. Горальчук та ін. – Харків: Харк. держ. ун-т харч. та торгівлі., 2006. – 63 с.
10. Виллинс Г.О. Справочник по гидроколлоидам: рук. разработчика. – СПб., ГИОРД. 2006. – 536 с.
11. Реометрия пищевого сырья и продуктов: справочник / Под ред. Мачихина. – М.: Агропромиздат. – 1990. – 271 с.
12. Кузнецов О.А., Волошин Е.В., Сагитов Р.Ф. Реология пищевых масс: учебное пособие. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2005. – 106 с.

GRANULATION PROCESS STUDY FOR THE CREATION OF PREPARED FOOD FOR SWEET DISHES

**O. Moroz, Ye. Pyvovarov,
O. Neklesa**

*Kharkiv State University of Food
Technology and Trade, 333
Klochkivskaya St, Kharkiv, 61051,
Ukraine*

The methods of structuring and their use in technology of food production have been analyzed. The investigations of the formation of the granules according to the principle of mixed thermotropic ionotropic gelation have been carried out. The factors influencing the formation of spherical shapes during extrusion and shaping the granules have been considered.

Keywords: granular semifinished products, sodium alginate, calcium, sugar, diffusion, granule formation.



УДК: 544.77.051.62

МОДИФИЦИРОВАНИЕ СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНЫХ ГЛИНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

С.Н. Дудина

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

E-mail: dudina@bsu.edu.ru

Создание эффективных и недорогих сорбентов широкого профиля является актуальной проблемой. Остро стоит вопрос поиска способа модифицирования существующих природных минералов с целью повышения их сорбционных характеристик. Установлено, что наиболее эффективными способом модифицирования природных материалов оказались электромагнитное воздействие и кислотная активация.

Ключевые слова: глины, тяжелые металлы, сорбция, активация

Введение

Перспективными сорбентами для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов являются глинистые алюмосиликатные минералы, в основном бентонитовые глины (монтмориллонит и бейделлит), каолинит, биотит, вермикулит, оттапульгит (палыгорскит). Природные глинистые минералы уступают по адсорбционным характеристикам цеолитам. Но в связи с наличием крупных месторождений осадочных горных пород в центральной части и на юге Росси, их можно применять в качестве адсорбционно-активных материалов для получения промышленных адсорбентов. Адсорбционная активность минералов обусловлена особенностями их кристаллического строения, а также химическим и минералогическим составом. Удельная поверхность глинистых минералов составляет 15–500 м²/г [1].

Глинистые природные сорбенты представляют собой полимерные высокодисперсные системы со сложным химическим составом, %: 40–72 SiO₂; 5–33 Al₂O₃; 1.2–15 Fe₂O₃; до 8 MgO; 4–5 оксидов щелочных и других металлов; имеют развитую поверхность и являются хорошими сорбентами. Для глинистых минералов, так же, как и для цеолитов, наряду с ионным обменом характерна физическая и молекулярная сорбция. Физическая сорбция обусловлена наличием некоторого избыточного отрицательного заряда на гранях кристаллов и поверхностных гидроксидных групп кислого и основного характера, способных к ионизации. Наличие ОН–групп обуславливает также наблюдаемую у слоистых минералов небольшую способность к анионному обмену. При молекулярной сорбции, сорбируемые вещества располагаются между плоскостями пакетов, разрушая первоначальные аквокомплексы, не изменяя строения самих слоев. При этом расстояние между слоями увеличивается, так как глинистый минерал набухает внутриаминарно, что отличает его от цеолита, не способного к набуханию [2].

С целью повышения сорбционных свойств материалы, используемые для очистки растворов, содержащих ионы тяжелых металлов, подвергают различного рода модификациям [3–5]. Происходящие при этом изменения свойств, вследствие растворения определенной части оксидов приводит к увеличению удельной поверхности и пористости сорбентов. Однако, для этих целей используются дорогостоящие реактивы, а также образуются новые сточные воды, которые необходимо подвергать очистке. Современные технологии, использующие сорбенты, требуют качественно новых сорбционных материалов с повышенной емкостью и высокой избирательностью действия. Обычными методами модифицирования сорбентов путем прививки на их поверхности химических функциональных групп не удается достичь кардинального изменения свойств природных сорбентов. При обычном модифицировании природного сорбента пористая структура материала остается прежней, а изменяется только химическая природа его поверхности путем закрепления на ее активных центрах модифицирующего агента в количествах, обычно не превышающих 1–5% от массы сорбента. Работы в направлении поиска иных путей модифицирования природных сорбентов привели к созданию нового типа сорбционно-активных материалов – так называемых полусинтетических сорбентов [1–5].

Полусинтетические сорбенты представляют собой композиционные материалы, приготовленные из природного минерального сырья путем их хемосорбционного модифицирования органическими или неорганическими соединениями, осаждением на них простых или слож-



ных оксидов или другой обработкой [3]. В результате получают сорбенты, с отличными от исходного минерала, природой поверхности и пористой структурой, сочетающие в себе полезные свойства исходного минерала и синтетических сорбентов.

Общим недостатком описанных методов является то, что они дорогостоящи, сложны в исполнении, а также требуют использования импортного оборудования и дефицитных реагентов. Поэтому в современных экономических условиях разработка эффективных и недорогих методов очистки с использованием дешевого местного сырья является актуальной. В заключение следует отметить, что большая практическая значимость природных минералов стимулирует исследования, направленные на получение новых адсорбционно-активных материалов и природных сорбентов и рациональных технологий их применения в промышленности.

Экспериментальная часть

В данной работе представлены результаты сравнительного исследования способов модифицирования природных глин.

Объектами исследования выбраны усредненные образцы природных глин условно названные каолинитсодержащий, монтмориллонитсодержащий и полиминеральный.

В глине каолинитсодержащей данными РФА обнаружено высокое содержание каолинита ($d=1.941$; 2.371) и его полиморфных модификаций – диккит ($d=2.508$; 4.281), накрит ($d=2.578$), кварца ($d=1.675$; 1.822 ; 1.983 ; 2.284 ; 3.357) и незначительное содержание монтмориллонита ($d=10.048$; 5.011 ; 4.473) и сапонита ($d=15.504$).

Глинистая составляющая монтмориллонитсодержащей глины представлена по данным РФА монтмориллонитом ($d=10.341$; 4.473 ; 3.731 ; 2.589 ; 2.158), в незначительном количестве присутствуют каолинит ($d=2.246$; 2.134 ; 1.863) и его полиморфная модификация – диккит ($d=3.583$; 1.766); а также карбонаты: доломит ($d=2.88$), анкерит ($d=2.417$), кальцит ($d=2.096$; 2.295).

В глине полиминеральной преобладает монтмориллонит ($d=4.506$; 2.600), присутствует незначительное количество каолинита ($d=2.137$; 2.246 ; 3.576); наблюдается большое количество кварца ($d=1.674$; 1.822 ; 1.908 ; 1.983 ; 3.357 ; 4.270), кальцита ($d=2.053$; 2.230 ; 2.462 ; 3.249 ; 3.875), присутствует слабой интенсивности пик, отвечающий по величине межплоскостного расстояния иллиту ($d=5.025$).

По результатам рентгенофазового анализа образцов глин можно сделать вывод, что глинистая составляющая представлена такими минералами как каолинит и его полиморфные модификации – диккит и накрит, монтмориллонит в кальциевой и натриевой формах, присутствует незначительное количество иллитовых минералов. Типовая рентгенограмма усредненного образца глинистого минерала представлена на рисунке 1. Содержание глинистой составляющей в исследуемых глинах не превышает 93%.

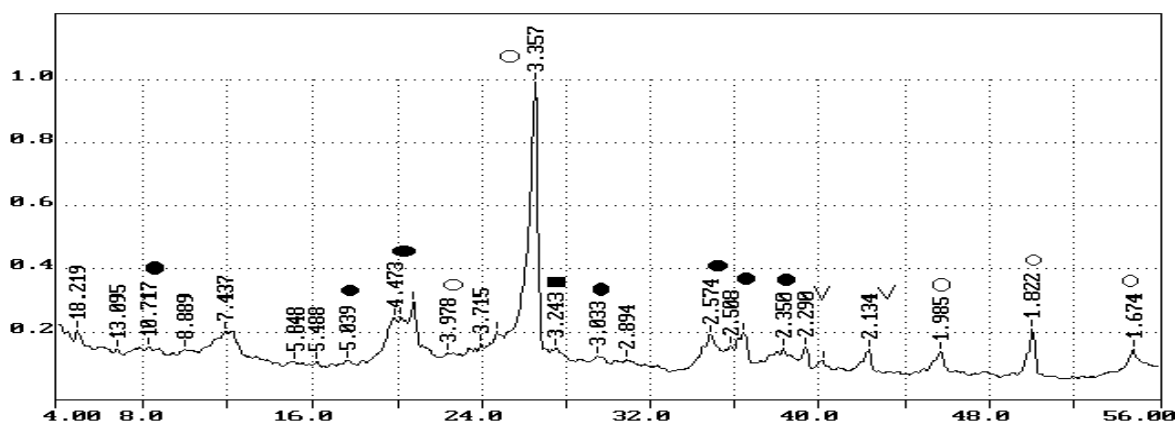


Рис. 1. Типовая рентгенограмма усредненного глинистого образца:

- | | | |
|-----------|------------------|---------|
| ○ Кварц | ● монтмориллонит | □ иллит |
| ■ кальцит | ▽ каолинит | |

По составу глинистой составляющей выделяется глина каолинитсодержащая, ее можно отнести к группе каолинито-гидрослюдистых глин, в то время как остальные образцы относятся к бентонитовым (монтмориллонитсодержащим) глинам. Согласно данным РФА глины об-

ладают сходным минералогическим составом и, предположительно, должны проявлять близкие физико-химические свойства.

Сорбционная емкость является важной характеристикой сорбентов. Для исследований использовали раствор индикатора метиленового голубого (МГ), который является универсальным и доступным реагентом, стандартно используемым при изучении глинистых минералов. Для сравнения эффективности способа модифицирования была выбрана фракция менее 0.25 мм. Масса навески 1 г. Определение и вычисления проводили по стандартным методикам.

Изучение сорбционной емкости природных образцов глин проводили на модельных растворах с концентрацией МГ от 20 до 200 мг/л, объем раствора 100 мл. Для глин природных и активированных были построены изотермы сорбции и десорбции МГ, общий вид которых представлен на рисунке 2.

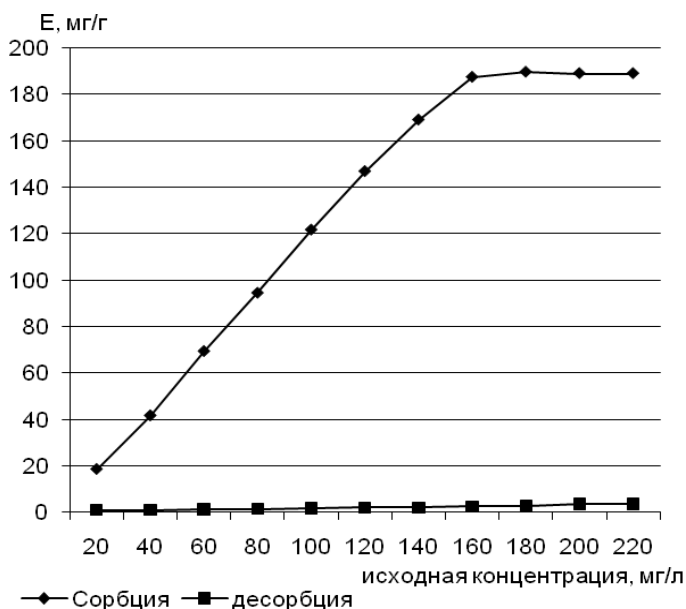


Рис. 2. Типовая изотерма сорбции-десорбции метиленового голубого на глине

По характеру профиля изотерм сорбции-десорбции можно сделать вывод, что адсорбция для данных образцов является химической, так как вымывание индикатора МГ при проведении процесса десорбции незначительно.

Установлено, что сорбция образцов глин по МГ составила 165–190 мг/г; минимальное значение емкости по МГ соответствует образцу каолинитсодержащей глины (165 мг/г), максимальное – монтмориллонитсодержащей (189 мг/г).

Природные образцы подвергались активации следующими способами: термическая обработка при температуре 200°С, обогащение методом сухого ситового отсева, обработка инфракрасным излучением, обработка ультрафиолетовым излучением (при дозировке ИК и УФ облучения не менее 33 кДж/м²), обработка HCl. Анализ данных по

сорбции метиленового голубого показал, что представленные способы активации значительно влияния на поглотительную способность в отношении этого красителя не оказывают. Поэтому был выбран в качестве сорбата ион тяжелого металла – Fe(III).

Для модифицированных образцов была определена эффективность сорбции на модельном растворе Fe(III) с концентрацией 250 мг/л, объем раствора 100 мл (рис. 3).

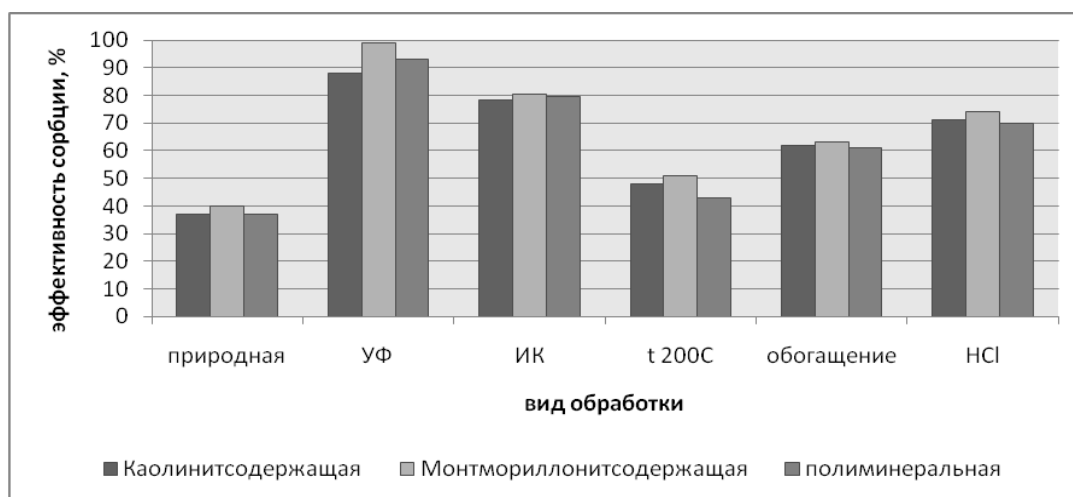


Рис. 3. Эффективность сорбции Fe(III) природными и активированными образцами глин

Согласно полученным данным, после термического ($t=200^{\circ}\text{C}$) воздействия или обогащения глины значительного увеличения эффективности очистки не происходит, и составляет 10–20%.

Обработка образцов HCl привела к увеличению эффективности очистки модельного раствора до 30–35% для всех образцов.

При использовании ИК-обработки глин происходит увеличение эффективности очистки модельных растворов для всех образцов глин по сравнению с природными. Так, эффективность очистки исходными образцами глины составляет до 40% (98–100 мг/г), в то время как ИК-обработка глин повышает эффективность до 80% (198–202 мг/г). Следует отметить, что минимальное влияние активации на эффективность очистки зафиксировано для образца каолинитсодержащей глины и составляет увеличение в 1.4 раза.

При УФ обработке глин эффективность очистки модельных растворов от ионов железа возрастает для всех образцов. Увеличение эффективности очистки составляет по иону железа 50–60%, что в 2.7 раза больше эффективности необработанных глин. Для глины каолинитсодержащей повышение эффективности очистки модельных растворов составляет 1.8 раз.

Выводы

Анализ литературных данных показал, что актуальными проблемами современности являются: расширение ассортимента сырьевой базы высокоэффективных сорбентов многопланового использования на основе минерального или растительного сырья; поиск эффективного метода активации природного сырья с целью улучшения его физико-химических параметров и сорбционных характеристик; создание высокоэффективного сорбента на основе минерального или растительного сырья для использования в различных отраслях производства.

Установлено, что наиболее эффективными из рассмотренных способов модифицирования природных материалов оказались электромагнитное воздействие (ИК и УФ обработка) и кислотная активация. Однако, последняя методика связана с применением агрессивных реактивов и требует использования химически стойкого оборудования, а так же связана с формированием дополнительных стоков, требующих затрат на утилизацию.

Список литературы

1. Лурье А.А. Сорбенты и хроматографические носители. – М.: Химия, 1972. – 320 с.
2. Мдивнишвили О.М. Кристаллохимические основы регулирования свойств природных сорбентов. – Тбилиси: Мецниереба, 1983. – 268 с.
3. Грег С., Синг К. Адсорбция, удельная поверхность, пористость. – М.: Мир, 1984. – 306 с.
4. Проскураков В.А., Шмидт Л.И. Очистка сточных вод в химической промышленности. – Л.: Химия, 1976. – 169 с.
5. Дудина С.Н. Исследование механизма активации глин электромагнитным воздействием // Научные ведомости БелГУ. Сер. «Естественные науки». – 2011. – №9 (104). Вып. 15. – С. 110–113.

THE MODIFICATION OF SORBENTS BASED ON NATURAL CLAY MATERIALS

S.N. Dudina

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

E-mail: dudina@bsu.edu.ru

Creation of effective, low-cost wide profile sorbents is an urgent problem. There is an urgent need to find a way to modify existing natural minerals to enhance their sorption characteristics. It has been found that electromagnetic effect and acid activation are the most effective way of modifying natural materials.

Key words: clay, heavy metals, sorption, activation.



УДК: 541.127.2

ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ ИСХОДНОГО МОНОМЕРА АКРИЛОВОЙ КИСЛОТЫ НА ПРАКТИЧЕСКИ ВАЖНЫЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРА – ПОЛИАКРИЛОВОЙ КИСЛОТЫ

**В.А. Перистый¹,
Л.Ф. Перистая¹,
И.Г. Рыльцова¹, В.П. Чувев²,
А.А. Бузов²,
Л.В. Половнева²**

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

² Опытнo-экспериментальный
завод «ВладМиВа», Россия,
308003, г. Белгород,
ул. Студенческая, 19

E-mail: peristaya@bsu.edu.ru;
ryltsova@bsu.edu.ru;
postmaster@«Vladmiva».ru

Исследовано влияние степени влажности исходного мономера акриловой кислоты на сыпучесть, насыпную массу и дисперсность биосовместимого стоматологического материала – полиакриловой кислоты. Допустимое содержание влаги в исходной полиакриловой кислоте не должно превышать 0.075 масс.%.

Ключевые слова: полимеризация, акриловая кислота, полиакриловая кислота, дисперсность, насыпная масса.

Введение

Применение биосовместимых наноструктурированных композитов все шире внедряется в медицинскую технику. Особенно это касается пломбировочных стоматологических материалов с заранее заданными свойствами на полимерной основе [1–3]. Внедрение химической технологии и нанотехнологии в медицинскую технику позволяет успешно решать задачи медицинского материаловедения [4–6]. Особенно широкое применение находят материалы на основе полиакриловой кислоты (ПАК). Данные композиты получают при смещении раствора ПАК с мелкодисперсным стеклом, содержащим поливалентные оксиды металлов и модифицирующие добавки [7].

Стоматологическая полиакриловая кислота выпускается за рубежом в виде водного раствора, который при применении имеет ряд недостатков: не стабилен при хранении, нельзя приготовить растворы любой концентрации [5]. В лаборатории химической технологии Белгородского государственного университета в 2002–2005 гг. была разработана технология производства высокочистой, порошкообразной, легко дозируемой полиакриловой кислоты. Именно такой полимер стабилен при хранении и удобен для быстрого приготовления раствора любой концентрации с целью получения при смешении с порошкообразным стеклом-отвердителем пломбировочного стоматологического композита.

В 2005 году Белгородскому государственному университету был выдан патент «Способ получения полиакриловой кислоты» [8], который в виде интеллектуальной собственности был передан Белгородскому опытнo-экспериментальному заводу (ОЭЗ) «ВладМиВа» согласно лицензионному договору № РД 001.160.5 от 25.08.2006. Проведенные авторами данного изобретения дальнейшие исследования, опытнo-конструкторские и организационные работы [9–11] позволили ОЭЗ «ВладМиВа» освоить производство высококачественной порошкообразной ПАК и на ее основе организовать выпуск более 10-ти наименований биосовместимых композиционных материалов для терапевтической стоматологии [12].

Одним из основных требований, предъявляемых к качеству порошкообразной ПАК, является ее мелкодисперсность, отсутствие комкования и фрагментов стеклования полимера. В последнее время в процессе практической работы по получению ПАК стали проявляться эти нежелательные явления. По-видимому, это связано с ухудшением качества исходного сырья, применяемого в качестве мономера при производстве ПАК – акриловой кислоты.

Поэтому задачей данной работы является, с одной стороны, изучение влияния, в процессе полимеризации, влаги на сыпучесть и дисперсность полученного при этом полимера –

ПАК, а с другой стороны, предложить рекомендаций по предотвращению попадания влаги при проведении технологического процесса производства ПАК.

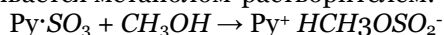
Объекты и методы исследования

Товарная акриловая кислота, торговой марки «АРКЕМА», предварительно анализировалась на ИК-спектрофотометре Yasco FT/IR-4100.

Известно, что разрешающая способность в отношении влаги не высокая: полоса поглощения связи *O–H* соответствует области 3700 см^{-1} (2.695 мкм), но интенсивность данной полосы поглощения слабая [13]. Поэтому более точное определение влаги в акриловой кислоте осуществляли методом Фишера, основанном на восстановлении иода диоксидом серы SO_2 до иодоводорода HI в присутствии влаги. Реактив Фишера представляет собой раствор йода и диоксида серы в смеси пиридин-метанол. В присутствии влаги фиолетовая окраска йода исчезает в эквивалентной точке титрования:



Комплекс $\text{Py}\cdot\text{SO}_3$ связывается метанолом-растворителем:



Метод Фишера – один из наиболее высокочувствительных методов определения малых количеств влаги в органических жидкостях [13], поэтому он использовался при определении влаги в предстоящих исследованиях. Определение влаги по Фишеру осуществлялось на титраторе Mettler Toledo V20/V30 при относительной погрешности $\pm 3\%$.

Для изучения влияния влажности исходной акриловой кислоты на сыпучесть и дисперсность ПАК проводились опыты по полимеризации акриловой кислоты, содержащей различное количество влаги. Методика эксперимента заключалась в проведении полимеризации в трехгорлой колбе, снабженной мешалкой, термометром и капельницей. Теплота реакции полимеризации отводилась при помощи водяной бани. Во всех опытах параметры процесса полимеризации были идентичны промышленному технологическому режиму, а именно: объемное соотношение мономер/растворитель толуол = $1/8$, температура $102\text{--}104^\circ\text{C}$, инициатор полимеризации – 2,2'-азоизобутиронитрил в количестве 1.25 масс. \% по отношению к исходной акриловой кислоте [8]. По окончании полимеризации полученная ПАК отфильтровывалась, промывалась пентаном, высушивалась в сушильном шкафу при температуре $70\text{--}80^\circ\text{C}$ и исследовалась на сыпучесть, насыпную массу и дисперсность. Насыпная масса определялась весовым методом.

Известно, что основным показателем сыпучих материалов является угол естественного откоса, который колеблется от минимальных значений ($5\text{--}10^\circ$) для легкосыпучих материалов до $60\text{--}80^\circ$ для трудносыпучих [14]. Поэтому в данной работе сыпучесть ПАК оценивалась по величине угла естественного откоса. Дисперсный состав полимера определяли на основе микрофотографий, полученных на растровом электронном микроскопе Quanta-200-3D. Микрофотографии приведены на рисунке.

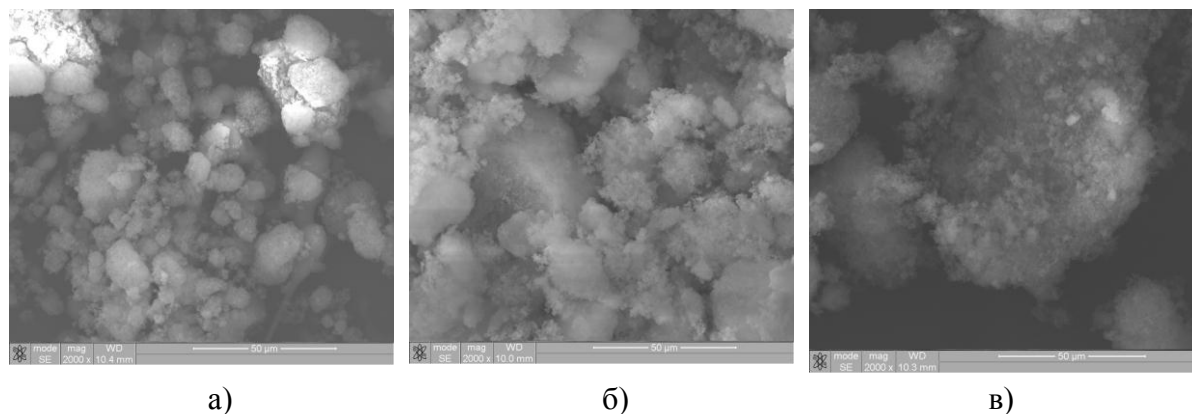


Рис. Микрофотографии полиакриловой кислоты с содержанием влаги в исходной акриловой кислоте: а) 0.01 масс. \% ; б) 0.125 масс. \% ; в) 0.600 масс. \%

Результаты и их обсуждение

Экспериментальные данные приведены в таблице. Как и предполагалось, на основании теоретических представлений, наличие влаги в исходном мономере акриловой кислоты вызывает набухание образующегося в процессе полимеризации полимера, в результате чего происходит агломерация макромолекул ПАК. Вследствие этих явлений наблюдается снижение сы-



пучести (увеличение угла естественного откоса), увеличение насыпной массы и размера частиц. Эти нежелательные явления отрицательно сказываются на эксплуатационных характеристиках ПАК, а именно: при хранении происходит ее слеживаемость, снижение сыпучести вызывает затруднение при дозировке ПАК в процессе получения стоматологических полимерных композитов, увеличение степени дисперсности (размеров частиц) приводит к снижению растворимости таких крупных частиц при приготовлении концентрированных растворов ПАК.

Таблица

Влияние влажности акриловой кислоты на насыпную массу, угол естественного откоса и дисперсность полиакриловой кислоты (условия полимеризации см. раздел «Объекты и методы исследования»)

№ п/п	Содержание влаги в акриловой кислоте, масс.%	Свойства полиакриловой кислоты			
		Насыпная масса, г/см ³	Угол естественного откоса, °	Дисперсность: усредненный размер частиц, мкм	Примечание
1	0.01	0.28	45	18	Шелковистый, сыпучий порошок*
2	0.05	0.33	47	-	-
3	0.075	0.38	47	-	-
4	0.100	0.42	50	-	-
5	0.125	0.46	52	25	Крупные частицы, шелковистость и сыпучесть снижены†
6	0.150	0.48	54	-	-
7	0.175	0.51	54	-	-
8	0.200	0.54	55	-	-
9	0.225	0.56	57	-	-
10	0.250	0.58	58	-	-
11	0.600	0.73	61	79	Значительное коркообразование

*См. микрофотографии ПАК.

Так, при применении композита «Аквион» рабочее время должно составлять 2.0–2.5 минуты, т. е. в течение этого времени ПАК должен раствориться а затем композит должен затвердеть в течение 4.5–5.0 минут [12]. Поэтому акриловая кислота, поступающая на получение ПАК не должна содержать более 0.075 масс.% влаги. В противном случае она должна пройти предварительную стадию обезвоживания. Также в процессе получения ПАК необходимо соблюдать меры, препятствующие попаданию влаги, а именно: аппаратура – полимеризатор, прокладки, сальники должны быть абсолютно сухими, при отгонке толуола – растворителя [9, 10] не допускать подсоса воздуха (влаги) в систему, выгрузку кондиционного полимера производить при подогретом состоянии (50–60°C), т. е. при температуре выше точки росы [15].

Выводы

1. Исследовано влияние степени влажности исходного мономера акриловой кислоты на сыпучесть, насыпную массу и дисперсность биосовместимого стоматологического материала – полиакриловой кислоты.
2. Показано, что для получения качественной ПАК, обладающей устойчивостью при хранении (не подвергающейся слеживаемости), высокой растворимостью, удобством и легкостью дозирования, необходимо в качестве исходного мономера применять акриловую кислоту с содержанием влаги не превышающим 0.075 масс.%.
3. При производстве ПАК необходимо предусмотреть мероприятия, исключающие попадание влаги (сухая аппаратура, герметичность, кондиционная ПАК при выгрузке и затаривании должна иметь температуры выше точки росы).
4. Необходимо ужесточить требования по содержанию влаги в исходном мономере акриловой кислоты, либо разработать методику и технологию ее обезвоживания.

Список литературы

1. Курякина Н.В. Терапевтическая стоматология детского возраста. – М.: Медицинская книга: Изво НГМА, 2004. – 744 с.
2. Вязмитина А.В., Усевич Т.Л. Материаловедение в стоматологии. – Ростов на Дону: Феникс, 2002. – 352 с.



3. Николишин А.К. Восстановление (реставрация) и пломбирование зубов современными материалами и технологиями. – Полтава: Из-во «Полтава», 2001. – 176 с.
4. Штальман М.И. Полимеры медико-биологического назначения. – М.: НКЦ «Академкнига», 2006. – 400 с.
5. Томашкевич М. Современные композитные материалы в стоматологической практике / Пер. с польского. – Львов: ГалДент, 2001. – 132 с.
6. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. – М.: Физматлит, 2005. – 461 с.
7. Композиционные пломбировочные материалы / В.И. Лукьяненко, К.А. Макаров, М.З. Шейнгард, А.С. Алексеева. – Л.: Медицина, 1988. – 211 с.
8. Патент + РФ № 2.266.918, МПК С08F 120/60 Способ получения полиакриловой кислоты / В.А. Перистый, В.П. Чуев, В.М. Никитуенко. Заявлен 30.06.2004; опубликован 27.12.2005. Бэл. №36.
9. Перистый В.А., Перистая Л.Ф., Чуев В.П. Разработка технологии производства полиакриловой кислоты для стоматологических целей // Научные ведомости БелГУ. Сер. «Естественные науки». – 2009. – № 11 (66). Вып. 9/2. – С. 95–100.
10. Исследование влияния параметров процесса полимеризации акриловой кислоты на вязкость полиакриловой кислоты / Л.Ф. Перистая, В.А. Перистый, Н.А. Павлов и др. // Научные ведомости БелГУ. Сер. «Естественные науки». – 2010. – №3 (74). Вып. 10. – С. 107–111.
11. Перистая Л.Ф., Перистый В.А., Бурычина Н.А. Задачи химической науки в области создания биосовместимых композитов для стоматологии // Научные ведомости БелГУ. Сер. «Медицина и фармация». – 2010. – № 22 (93). Вып. 12. – С. 64–71.
12. Чуев В.П., Бузов А.А., Кузьмина Е.А. Стоматологическая программа // Сборник стоматологических материалов, выпускаемых фирмой «ВладМиВа». – Белгород. – 2005. – 216 с.
13. Гордон А., Форд Р. Спутник химика, физико-химические свойства, методики, библиография / Пер. с англ. Е.Л. Розенберг, С.И. Коппела. – М.: Мир, 1976. – 571 с.
14. Плановский А.Н., Рамм В.М., Качан С.З. Процессы и аппаратуры химической технологии. – М.: ГНТИ химической литературы, 1962. – 847 с.
15. Перри Дж. Справочник инженера-химика. Т.1. – М.: «Химия», 1969. – 640 с.

MOISTURE IMPACT OF THE INITIAL ACRYLIC ACID MONOMER UPON THE SIGNIFICANT CHARACTERISTICS OF THE POLYACRYLIC ACID POLYMER

**V.A. Peristy¹, L.F. Peristaya¹,
I. G. Ryltsova¹, V.P. Chuev²,
A.A. Buzov², L.V. Polovneva²**

¹ *Belgorod State National Research University, 85 Pobedy St, Belgorod, 308015, Russia*

² *Firm «VladMiVa», 19 Studencheskaya St, Belgorod, 308003, Russia*

*E-mail: peristaya@bsu.edu.ru;
ryltsova@bsu.edu.ru;
postmaster@vladmiva.ru*

The effect of moisture level of the initial acrylic acid monomer on flowability, bulk mass and dispersity of the biocompatible dental product, polyacrylic acid, has been studied. The allowable moisture content in the initial polyacrylic acid should not exceed 0.075 mass %.

Key words: polymerization, acrylic acid, polyacrylic acid, dispersity, bulk mass.

УДК: 665.6.03

СОСТАВ НЕФТЕБИТУМИНОЗНОЙ ПОРОДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ БЕКЕ (КАЗАХСТАН)**Е.И. Иманбаев¹, Е.К. Онгарбаев¹,
С.В. Симаков², Е. Тилеуберди³,
Б.К. Тулеутаев³, З.А. Мансуров³**

¹ *Казахский Национальный
Университет имени аль-Фараби,
Казахстан, г. Алматы,
пр. аль-Фараби, 71,*

E-mail: erzhan.imanbayev@mail.ru

² *Белгородский Государственный
Национальный Исследовательский
Университет, Россия, г. Белгород,
ул. Победы, 85*

³ *Институт Проблем Горения, Казах-
стан, г. Алматы, ул. Богенбай батыр,
172*

К нефтебитуминозным породам относится группа генетически связанных с нефтью углеводородных соединений, являющихся продуктами превращений и встречающихся в пористых породах, представленных в основном песками. В этой статье исследован состав нефтебитуминозной породы месторождения Беке (Казахстан). Извлечение органической части нефтебитуминозной породы осуществлялось термическим способом. Содержание органической части НБП составляло 9 мас. %. Для определения состава породы использовались элементный и рентгенофазовый анализ, метод инфракрасной спектроскопии.

Ключевые слова: нефтебитуминозная порода, природный битум, термический метод.

Введение

В связи с увеличением объема промышленного производства, развитием химии и нефтехимии растет потребность в различных ресурсах, в том числе и энергетических. В настоящее время общая мировая добыча нефти и газа способна обеспечить этот спрос. Но, учитывая ограниченность и невосполнимость ресурсов нефти и газа, а также в связи с истощением запасов нефти во многих добывающих регионах, значительным увеличением доли тяжелых, высокосернистых, трудно извлекаемых запасов нефти, что обусловлено переходом их разработки в позднюю стадию, необходимо разрабатывать новые альтернативные источники углеводородного сырья. К ним, прежде всего, относятся запасы природных битумов, которые по некоторым оценкам значительно превышают разведанные запасы нефти.

На территории Республики Казахстан, по оценкам экспертов, запасы природных битумов составляют 1 млрд. т., а нефтебитуминозных пород (НБП) - свыше 15-20 млрд. т. Эти запасы имеют промышленное значение, они находятся в Прикаспийской впадине и Северо-Западной части Туранской плиты в Западном Казахстане и залегают на глубинах до 120 м. Методы разработки месторождений природных битумов зависят от их геолого-литологических характеристик и физико-химических свойств углеводородной массы [1].

Извлечение природных битумов из битуминозной породы может осуществляться тремя методами: применением водных растворов, экстракцией углеводородными растворителями и термическими методами. Современные нефтеперерабатывающие заводы не ориентированы на применение данных технологий. Поэтому актуальной проблемой является разработка битумоперерабатывающих комплексов и перспективных технологий извлечения природных битумов с учетом их физико-химических свойств. Решение этих проблем позволит вовлечь в разработку значительные запасы природных битумов Республики Казахстан. Органическая часть нефтебитуминозных пород может служить перспективным источником получения различных видов топлив, масел, битума и нефтепродуктов. Наличие в нефтебитуминозных породах высокомолекулярных соединений обуславливает значительные межмолекулярные взаимодействия и образование надмолекулярных структур в них при обычных температурах. В связи с этим регулируя межмолекулярные взаимодействия соединений, сосредоточенных в тяжелых остатках нефтебитуминозных пород, можно управлять их вязкими свойствами [2-3].

Нефтебитуминозные породы состоят из 80-85% минеральной части, 10-15% битума и 3-4% воды по массе. Минеральные компоненты нефтебитуминозной породы состоят из песка и глины.

Целью данной работы является изучение состава нефтебитуминозных пород Казахстана и определить возможности получения из них нефтепродуктов.

Объекты и методы исследования

В качестве объекта исследования использовались нефтебитуминозные породы месторождения Беке Мангистауской области Республики Казахстан. На рисунке 1 показан образец нефтебитуминозной породы.



Рис. 1. Нефтебитуминозная порода месторождения Беке

Выделение органической части нефтебитуминозной породы осуществлялось термическим способом. Переработка проводилась на установке периодического действия, фотография которой представлена на рис. 2.

Установка состоит из цилиндрического реактора длиной 20 см и внутренним диаметром 8 см. В случае если необходима продувка сырья газом, в корпусе реактора в его нижней части имеется кран для подвода барботирующего газа. Газ из коллектора подается в реактор через перфорированную диафрагму снизу вверх через сырье. В верхней части реактора расположен патрубок для вывода газа и продуктов. Газы и пары поступают через трубку в холодильник, охлаждаемый водой. Реактор нагревается с помощью электрической печи. Регулировку нагрева осуществляют увеличением напряжения питания печи через терморегулятор. Сконденсированные жидкие продукты стекают с холодильника в сборную емкость.

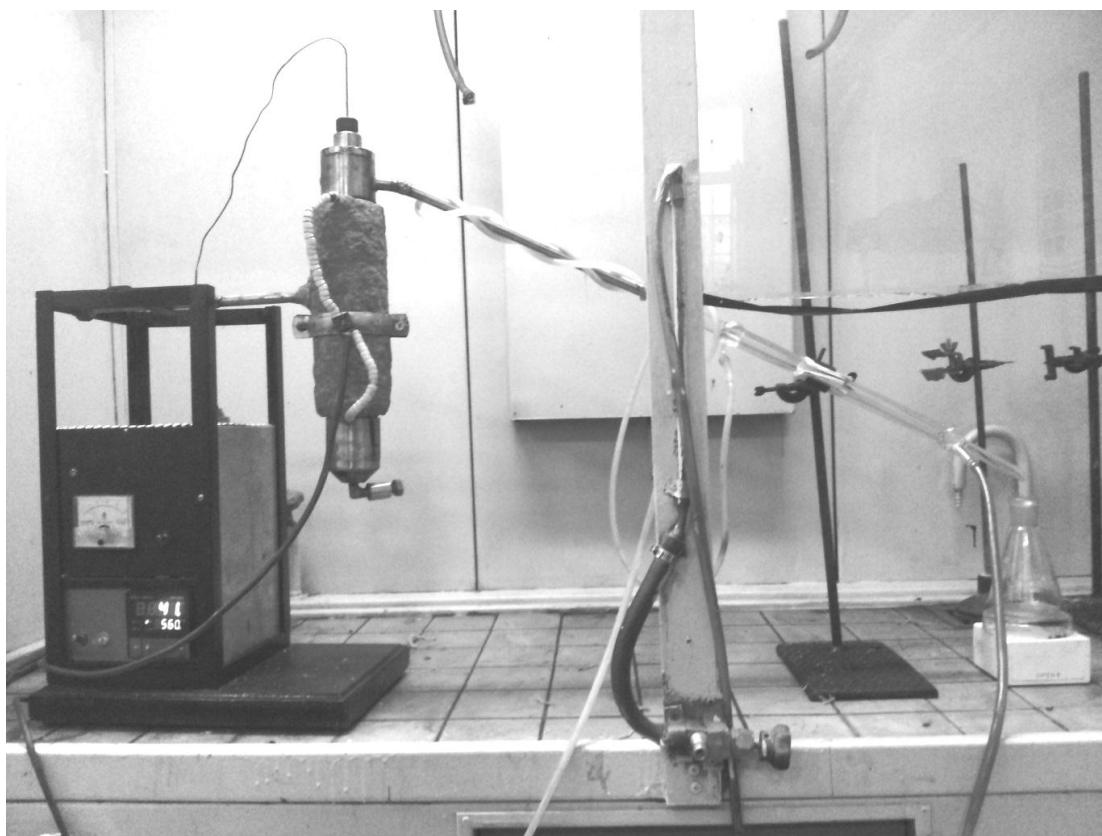


Рис. 2. Фотография установки для термической переработки нефтебитуминозной породы

Сырье с определенной массой загружается в реактор при комнатной температуре и включается нагрев печи. В ходе процесса измерялись температура сырья и продуктов, количество жидких продуктов в емкостях. Процесс заканчивается выключением нагрева печи после того, как температура остатков в реакторе достигает конечной температуры процесса 560°C.

Процесс переработки проводился при монотонном нагреве нефтебитуминозной породы от комнатной температуры до 560°C, скорость нагрева сырья варьировалась от 6 до 16,7°C в минуту. Средняя продолжительность процесса 45 мин.



После охлаждения реактора, его вскрывают и высыпают полученный из него твердый остаток. Масса жидких продуктов и твердого остатка определяется взвешиванием. Выход органической части составил 9 мас. %.

Результаты и их обсуждение

Элементный, фракционный и фазовый состав органической и минеральной части нефтебитуминозной породы был определен в Центре Коллективного Пользования НИУ БелГУ. Результаты определения элементного состава нефтебитуминозной породы и ее составляющих приведены в табл. 1. Как видно из таблицы, состав органической части породы представлен, как полагается, углеводородами, имеется наличие серо- и кислородсодержащих соединений. Минеральная часть содержит в основном кремний-, кислородсодержащие соединения, содержание углерода значительное (30,22 %), серы и водорода – незначительное. Это подтверждает тот факт, что после термического воздействия часть углерода остается в минеральной части НБП.

Таблица 1

Элементный состав минеральной и органической части НБП

Образец	Элементный состав, мас. %					
	C	Si	S	O	H	N
Нефтебитуминозная порода	78.77	7.16	1.36	10.69	2.02	-
Минеральная часть	30.22	45.49	0.12	21.12	0.77	-
Органическая часть	84.69	-	1.29	2.12	11.39	0.51

В таблице 2 представлен фракционный состав органической части нефтебитуминозной породы. Природный битум НБП характеризуется низким выходом легких фракций. Содержание фракции, выкипающей до 180°C невелико, всего 7,9 мас. %.

Таблица 2

Фракционный состав органической части НБП

Показатели	НБП месторождения Беке
Фракционный состав, мас. %:	
Н.к. – 180°C	7.9
180°C – 250°C	12.2
250°C – 300°C	12.6
300°C – 350°C	52.6
350°C – к.к.	14.8

В связи с низким содержанием бензиновых и керосиновых фракций, органическую часть НБП рекомендуется использовать для получения различных типов масел и тяжелых нефтепродуктов.

Проведен рентгенофазовый анализ минеральной части породы, который показал, что она состоит в основном из песка, установлено наличие кальцита, сульфида кальция, извести, портландита и графита. Эти сведения показаны в табл. 3.

Таблица 3

Результаты рентгеноструктурного анализа минеральной части НБП

Наименование фазы	Формула	Показатель качества
Кварц	SiO ₂	0.675
Кальцит	CaCO ₃	1.129
Сульфид кальция	CaS	0.803
Известь	CaO	1.022
Портландит	Ca(OH) ₂	1.155
Графит	C	1.453

Состав органической части нефтебитуминозных пород также исследовался методом инфракрасной (ИК) спектроскопии. На рис. 3 представлен ИК-спектр природного битума месторождения Беке, извлеченного термическим способом. В спектре органической части имеются полосы поглощения с малой интенсивностью при 1640,91; 965,54 и 909 см⁻¹, которые принадлежат производным бензола. Полоса интенсивности при 1707 см⁻¹ говорит о наличии карбонильных

групп органических кислородсодержащих соединений, а полоса поглощения при 1031,84 см⁻¹ принадлежит валентным колебаниям -С-О-С- групп кислородсодержащих соединений. Наблюдается полоса поглощения характерная для ароматических структур (1604 см⁻¹) и наличие полос поглощения насыщенных структур в виде групп -CH, -CH₂, -CH₃ в области 1376, 1462, 2853 см⁻¹. При термическом способе извлечения природного битума интенсивность деформационных колебаний производных бензола (815, 875, 760 см⁻¹) увеличивается.

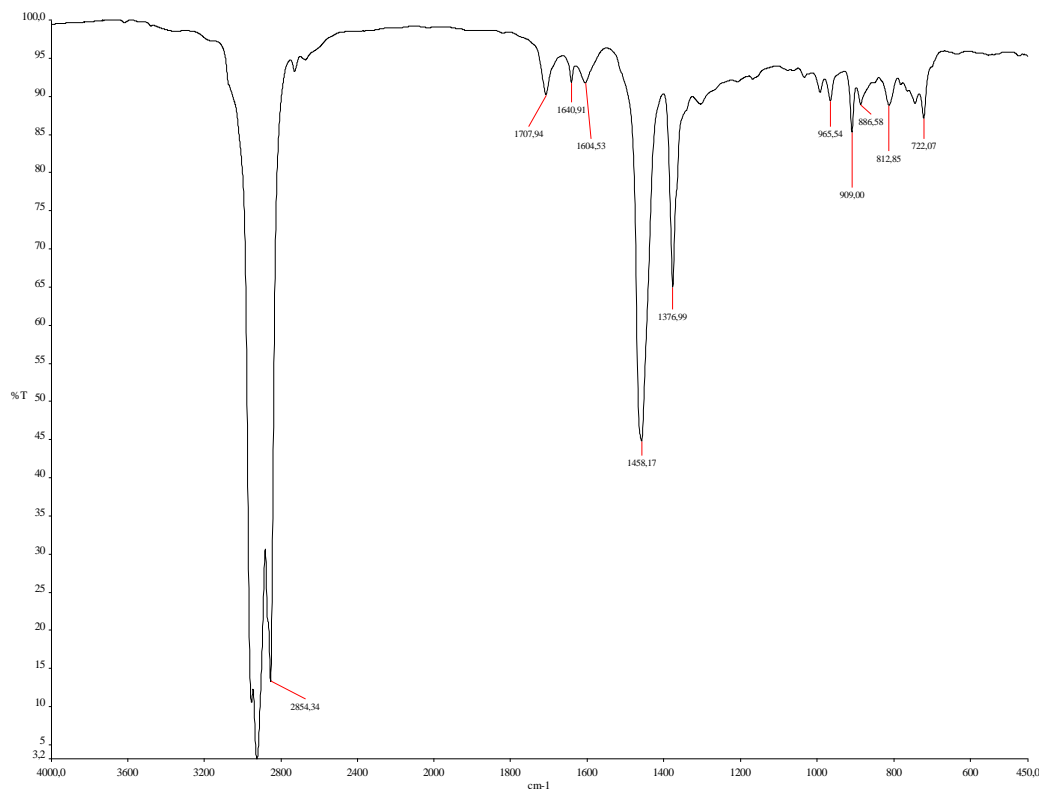


Рис. 3. ИК-спектр природного битума нефтебитуминозной породы месторождения Беке

Заключение

Установлены оптимальные режимы процесса термической переработки нефтебитуминозных пород месторождения Беке: температура 450-560°C, время 45 мин. Содержание органической части в породе составляет 9 мас. % и по фракционному составу близка к синтетической нефти. Результаты анализов показали, что природный битум представлен тяжелыми фракциями, которые в дальнейшем могут использоваться для получения битумов, различных типов масел.

Список литературы

1. Онгарбаев Е.К., Тилеуберди Е., Тулеутаев Б.К., Мансуров З.А. Асфальтобетонные смеси из нефтебитуминозных пород месторождения Мунайлы Мола // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2013. – № 3. – С. 12-14.
2. Sultanov F.R., Tileuberdi Ye., Ongarbayev Ye.K., Mansurov Z.A., Khaseinov K.A., Tuleutaev B.K., Behrendt F. Study of Asphaltene Structure Precipitated from Oil Sands // Eurasian Chemico-Technological Journal. – 2013. – Vol. 15, No. 1. – P. 77-81.
3. Онгарбаев Е., Тилеуберди Е., Тулеутаев Б., Мансуров З. Использование нефтебитуминозных пород для приготовления асфальтобетонных смесей // Промышленность Казахстана. – 2012. – № 1 (70). – С. 87-90.

COMPOSITION OF OIL AND BITUMINOUS ROCKS OF THE BEKE DEPOSIT (KAZAKHSTAN)

**Ye.I. Imanbayev¹, Ye.K. Ongarbayev¹,
S.V. Simakov², Ye. Tileuberdi³,
B.K. Tuleutayev³, Z.A. Mansurov³**

¹ Al-Farabi Kazakh National University,
71 al-Farabi av., Almaty, Kazakhstan

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

³ Institute of Combustion Problems, Bogenbai
batyr St., 172, Almaty, Kazakhstan

Oil and bituminous rocks are a group of hydrocarbon compounds genetically related to the origin of petroleum, being the product of transformations and found in porous rocks, represented mainly by sands. In this article the composition of bituminous rocks of the Beke deposit (Kazakhstan) has been studied. Organic part of bituminous rock was extracted by thermal method. The organic content of bituminous rock was 9 wt. %. The composition of bituminous rock was determined by elemental and radiography analysis, and the method of infrared spectroscopy.

Keywords: oil and bituminous rocks, natural bitumen, thermal method.



НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 550.47:631.48:416.3 (251.1:477.7)

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ И ГЕОГРАФО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ФТОРА В ПОЧВАХ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИЧЕРНОМОРЬЯ УКРАИНЫ

В.И. Тригуб

*Одесский национальный университет
имени И.И. Мечникова, Украина,
65058, г. Одесса, Шампанский пер., 2
E-mail: v.trigub@mail.ru*

Представлены результаты исследования особенностей распространения фтора в почвах северо-западного Причерноморья Украины. Исследовано влияние различных природных почвенных и ландшафтно-геохимических факторов на проявление фторидного загрязнения почв. Анализируется влияние физико-химических свойств черноземов южных на накопление и миграцию фтора по почвенному профилю. Показано, что накопление фтора в почвах определяется не только интенсивностью сельскохозяйственного использования, но в значительной степени зависит от гранулометрического состава почв, содержания карбонатов, положения почвы в системе элементарных ландшафтов.

Ключевые слова: фтор, черноземы южные, степные почвы, северо-западное Причерноморье Украины.

Введение

В последние десятилетия формируется учение о педосфере как особой земной оболочке – биогеоэкологической мембране суши, зоне наиболее активных биосферно-геосферных взаимодействий. Ухудшение экологических условий среды обитания как следствие химической деятельности человека стало одной из основных экологических проблем современности.

С точки зрения геохимии ландшафтов и охраны окружающей среды важно не только исследовать содержание химического элемента в отдельном компоненте ландшафта и соотнести его с нормативами, но и изучить факторы и закономерности дифференциации ландшафтно-геохимического фона (уровней содержания химических элементов в компонентах ландшафта). Это необходимо, прежде всего, для целей фонового мониторинга в сети биосферных станций, в том числе и отдельных регионов.

Почва – один из самых информативных блоков ландшафтно-геохимической системы, в котором встречаются и взаимодействуют потоки вещества и энергии, связывающие все компоненты ландшафта в единое целое [1].

Фтор является одним из серьезных загрязняющих компонентов. Он обладает высокой химической активностью. Фтористые соединения, поступая в почвы, изменяют их физико-химические и биологические свойства, нарушают нормальное функционирование. Опасность фторидного загрязнения почв определяется не только масштабами его поступления из промышленных и сельскохозяйственных источников, но и от свойств самих почв и ландшафтно-геохимических условий, контролирующими его накопление и перераспределение [2]. Для геохимии фтора большое значение имеет плохая растворимость CaF_2 (около $2.10 \times 10^{-3}\%$), что предопределяет возможность осаждения фтора на кальциевом барьере [3].

Многочисленные исследования фторного режима относятся преимущественно к почвам лесной и лесостепной зон Украины. Что же касается степных ландшафтов юга Украины, которые относятся к кальций-классу (по А.И. Перельману), то фторидный режим их изучен слабо. Это, очевидно, объясняется тем, что с глинистыми минералами кальция фтор образует труднорастворимые соединения. Поэтому в почвах, богатых этим элементом могут накапливаться большие количества фтора при низкой его активности. Между тем орошение и связанное с ним внесение фосфорных удобрений и особенно фосфогипса, как химического мелиоранта орошаемых черноземов, делает проблему фторного загрязнения весьма актуальной. При этом, по нашему мнению, особый интерес представляет не накопление валового содержания



фтора в почвах, а динамика его активных форм, в виде которых фтор транслоцируется в различные части растений.

Цель настоящего исследования состояла в получении данных о содержании фтора в почвах северо-западного Причерноморья, его миграции по профилю черноземов южных, влиянии свойств почв и их положения в геохимических ландшафтах на накопление и перераспределение фтора.

В ходе исследований были поставлены следующие задачи: выявить географо-геохимические закономерности распределения фтора в почвенном покрове северо-западного Причерноморья Украины; охарактеризовать внутрипрофильное распределение валового и водорастворимого фтора в черноземах южных; выявить характер и степень взаимосвязи концентраций водорастворимого фтора в почвах с общим содержанием этого элемента, величиной рН, карбонатностью и другими свойствами почв; изучить влияние орошения и внесения удобрений на накопление и перераспределение фтора по почвенному профилю.

Объекты и методы исследования

Северо-западное Причерноморье Украины это своеобразный регион, где антропогенные воздействия на ресурсы почвенного плодородия отмечаются уже с VI в. до н.э. [4]. Исследованная территория находится в пределах южной Степи в зоне распространения черноземов южных Придунайской и Азово-Причерноморской провинции и представляет собой аккумулятивную равнину, прорезанную долинами и балками [5]. Речные долины, расширяясь в устье, образуют лиманы. Климат территории характеризуется как умеренно континентальный с продолжительным жарким летом, короткой мягкой зимой и недостаточным увлажнением. Среднегодовое количество атмосферных осадков составляет 370-400 мм. В настоящее время естественный растительный покров, под которым сформировались почвы, почти целиком преобразован деятельностью человека. Почвенный покров изучаемой территории представлен черноземами южными, развитыми на причерноморском ярусе лесса. На данной территории по мере движения с запада на восток отчетливо прослеживаются фациально-климатические различия черноземов южных. Для Заднепровья характерны черноземы южные теплой фации или мицелярно-карбонатные. Они характеризуются сравнительно большей мощностью гумусового горизонта, но более низким содержанием гумуса в верхнем горизонте, что объясняется высокой биологической активностью и быстрой минерализацией органического вещества. Карбонаты также отличаются высокой мобильностью и сезонной миграцией в пределах почвенного профиля. Выкристаллизовываются в виде псевдомицелия, в летние месяцы приближаются к поверхности, а в осенне-зимнее время опускаются ниже. Встречается также белоглазка, ее максимум приходится на переходный горизонт и верхнюю часть материнской породы. Мицелярно-карбонатные черноземы отличаются также глубокой выщелоченностью почвогрунтовой толщи от легкорастворимых солей и гипса – обычно до глубины 7–10 м [6].

В Заднепровье широко распространены черноземы южные (модальные), которые преобладают в восточной части от озера Китай до Днестровского лимана. Они отличаются от черноземов южных мицелярно-карбонатных отсутствием мицелярных форм карбонатов.

Восточнее Днестра распространены черноземы южные умеренно континентальной восточноевропейской фации. В отличие от черноземов южных теплой фации в них практически отсутствует карбонатный мицелий. Характеризуются также более высоким содержанием гумуса в верхнем горизонте при меньшей мощности гумусового горизонта; карбонаты представлены белоглазкой, легкорастворимые соли и гипс по мере продвижения на восток приближаются к дневной поверхности.

В южной, более пониженной части подзоны, распространены остаточные солонцеватые черноземы южные. Обычно они приурочены к слабосточным равнинным участкам, слабо выраженным в рельефе склонам подов и выположенным балок, где в комплексе с черноземами встречаются также пятна солонцов. По днищам балок и террасам рек распространены лугово-черноземные почвы.

Из приведенной выше характеристики почвенного покрова южной степной подзоны вытекает, что на фоне его однородности выявляются и существенные особенности отдельных ее частей, связанные как с изменением климатических условий в меридиональном и широтном направлениях, так и характером рельефа и других природных факторов [7].

Основываясь на выше перечисленных особенностях почвенного покрова северо-западного Причерноморья Украины, для сравнительно-географической характеристики почв по содержанию фтора целесообразно сопоставить два почвенно-географических района: Придунайскую и Азово-Причерноморскую провинции подзоны южной степи. Содержание валового и водорастворимого фтора определяли в черноземах южных (модальных и мицелярно-карбонатных), в том числе неорошаемых, орошаемых и орошаемых гипсованных, черноземах



южных остаточно-солонцеватых, лугово-черноземных почвах в комплексе с приморскими солончаками.

На основании полученных аналитических исследований по содержанию фтора в почвах сравнивали:

- содержание валовых форм фтора в верхнем горизонте черноземов южных Придунайской и Азово-Причерноморской провинций;
- содержание водорастворимых форм фтора в верхнем горизонте неорошаемых, орошаемых и орошаемых гипсованных черноземов южных Придунайской и Азово-Причерноморской провинций;
- содержание водорастворимых форм фтора в черноземов южных на водораздельном плато и террасовых равнинах в Придунайской и Азово-Причерноморской провинций;
- содержание водорастворимых форм фтора в почвах автономных и подчиненных ландшафтов Придунайской и Азово-Причерноморской провинций.

Такая группировка объединила почвы с учетом их географической и ландшафтной зависимости и позволила выяснить особенности его распределения в почвенном покрове изучаемой территории.

В образцах почв были определены валовые и водорастворимые формы фтора потенциметрическим методом с использованием ионоселективного электрода. Определение величины рН, солевой состав почв, гранулометрический состав проводили по общепринятым методикам.

Результаты и их обсуждение

Почва – наиболее активная сфера геохимических процессов. При длительном земледельческом использовании почв происходят разнообразные, часто трудно обратимые, изменения свойств, которые с хозяйственной точки зрения не всегда можно признать прогрессивными [8]. Главным критерием оценки фторидного загрязнения почв является превышение уровня содержания валового и растворимого фтора над фоном. Общеизвестно, что валовое содержание фтора в почвах зависит, прежде всего, от состава почвообразующих пород. Пространственная неоднородность их минералогического и гранулометрического состава отображается и на концентрации фтора. Исследования фонового содержания фтора изучаемой территории немногочисленны, а имеющиеся сведения носят обобщающий характер. За нашими исследованиями, валовое содержание фтора в верхних горизонтах черноземов южных, образцы которых отбирались в разных районах северо-западного Причерноморья, находятся в пределах 131,0–670,0 мг/кг (табл.1).

Содержание фтора в почвах Придунайской провинции значительно выше – 320,0–670,0 мг/кг, чем в почвах Азово-Причерноморской провинции – 131,0–251,0 мг/кг, что, по нашему мнению, связано с различиями карбонатности и гранулометрического состава почв провинций.

Таблица 1

Содержание валового фтора в пахотном горизонте черноземов южных северо-западного Причерноморья (мг/кг)

Почвенные провинции	Мелиоративное состояние почв		
	неорошаемые	орошаемые	орошаемые, гипсованные
Придунайская	$\frac{488.5}{380.0-670.0}$	$\frac{319.2}{310.0-328.0}$	$\frac{334.4}{318.0-360.5}$
Азово-Причерноморская	$\frac{211.8}{131.0-250.8}$	-	-

При сравнении валового содержания фтора в почвах разного мелиоративного состояния обращает на себя внимание тот факт, что богарные почвы в верхнем горизонте содержат больше фтора, чем орошаемые. Такую особенность можно объяснить постепенным переходом его валовых форм в растворимые за счет дополнительного поступления влаги с оросительными водами. При совместном влиянии орошения и гипсования на почвы количество фтора также увеличивается, но незначительно. Обращает на себя внимание также и то, что содержание фтора в почвах всей исследуемой территории на неорошаемых участках варьирует значительно сильнее, чем на орошении, что объясняется контрастностью гранулометрического состава пород, а также перераспределением фтора в результате водной миграции. Таким образом, валовое содержание фтора в почвах исследуемой территории зависит, прежде всего, от физико-химических свойств почв и их мелиоративного состояния.



Содержание растворимого фтора в почве, по литературным данным, определяется многими процессами: десорбцией, горизонтальной и вертикальной миграцией, содержанием солей, карбонатов, гранулометрическим составом почвы. Результаты наших исследований позволяют сделать определенные выводы о закономерностях распространения содержания растворимых форм фтора в почвах северо-западного Причерноморья (табл. 2).

Таблица 2

Содержание водорастворимого фтора в пахотном горизонте черноземов южных северо-западного Причерноморья (мг/кг)

Почвенные провинции	Мелиоративное состояние почв		
	неорошаемые	орошаемые	орошаемые, гипсованные
Придунайская	Водораздельное плато		
	<u>1.83</u> 1.22–2.26	<u>2.96</u> 2.10–3.20	-
	Террасовая равнина		
	<u>2.54</u> 1.70–3.47	<u>2.95</u> 2.30–3.44	<u>4.12</u> 2.05–6.75
Азово-Причерноморская	Водораздельное плато		
	<u>1.40</u> 0.49–3.96	<u>1.91</u> 1.62–2.19	-

Наиболее низкие концентрации фтора в верхнем горизонте определены в неорошаемых черноземах южных Азово-Причерноморской провинции. При орошении количество водорастворимого фтора увеличивается повсеместно, но особенно высокие концентрации характерны для орошаемых гипсованных почв Придунайской провинции. Для водорастворимых форм характерны также некоторые колебания в содержании фтора в зависимости от гранулометрического состава, количества гумуса, легкорастворимых солей и карбонатности почв. Повышенное содержание растворимых форм фтора характерно и для засоленных почв. Существует также закономерное увеличение содержания фтора в орошаемых и особенно орошаемых гипсованных почвах. Внесение органических удобрений (навоза) способствует ослаблению активности фтора в почве [9].

Содержание водорастворимых форм фтора в почвах автономных ландшафтов характеризуются значительными расхождениями. Наиболее высокие концентрации характерны для почв подчиненных ландшафтов Придунайской провинции – 6.20–6.48 мг/кг, наиболее низкие (0.87–3.14) мг/кг содержат почвы автономных элювиальных ландшафтов (табл. 3). Минимальные концентрации фтора обнаружены в верхних горизонтах автономных почв легкого гранулометрического состава Азово-Причерноморской провинции, что связано, прежде всего, с низким содержанием его валовых форм. Почвы подчиненных ландшафтов содержат более высокие концентрации водорастворимого фтора. Максимальные значения характерны для солонцовых горизонтов и горизонтов аккумуляции солей содовых солончаков.

Таблица 3

Содержание водорастворимого фтора в почвах автономных и подчиненных ландшафтов северо-западного Причерноморья (мг/кг)

Почвенные провинции	Автономные ландшафты	Подчиненные ландшафты
Азово-Причерноморская	<u>1.76</u> 0.87–3.14	<u>2.74</u> 2.21–3.28
	Придунайская	<u>2.97</u> 2.50–3.44	6.36 6.20–6.48

О высокой миграционной активности фтора говорит закономерное увеличение его количества в верхнем горизонте трансэлювиальных (склоны) и субкавальных (поймы рек и речек, днища балок и блюдца) ландшафтов. Содержание фтора на склонах варьирует в пределах 0.7–2.3 мг/кг, в поймах рек и днищах балок – 3.1–6.9 мг/кг.

Исследования профильного распределения фтора черноземов южных показали, что в верхних горизонтах фоновое содержание валового фтора варьирует в пределах 320–350 мг/кг, при этом на неорошаемых участках его содержание в верхних горизонтах выше, чем на орошаемых. С глубиной по профилю и в различных горизонтах лессовой толщи почвы содержание фтора увеличивается до 600–800 мг/кг. Максимальное количество обнаружено на глубине 14 м в Придунайской почвенной провинции – 1064 мг/кг (рис. 1, 2).

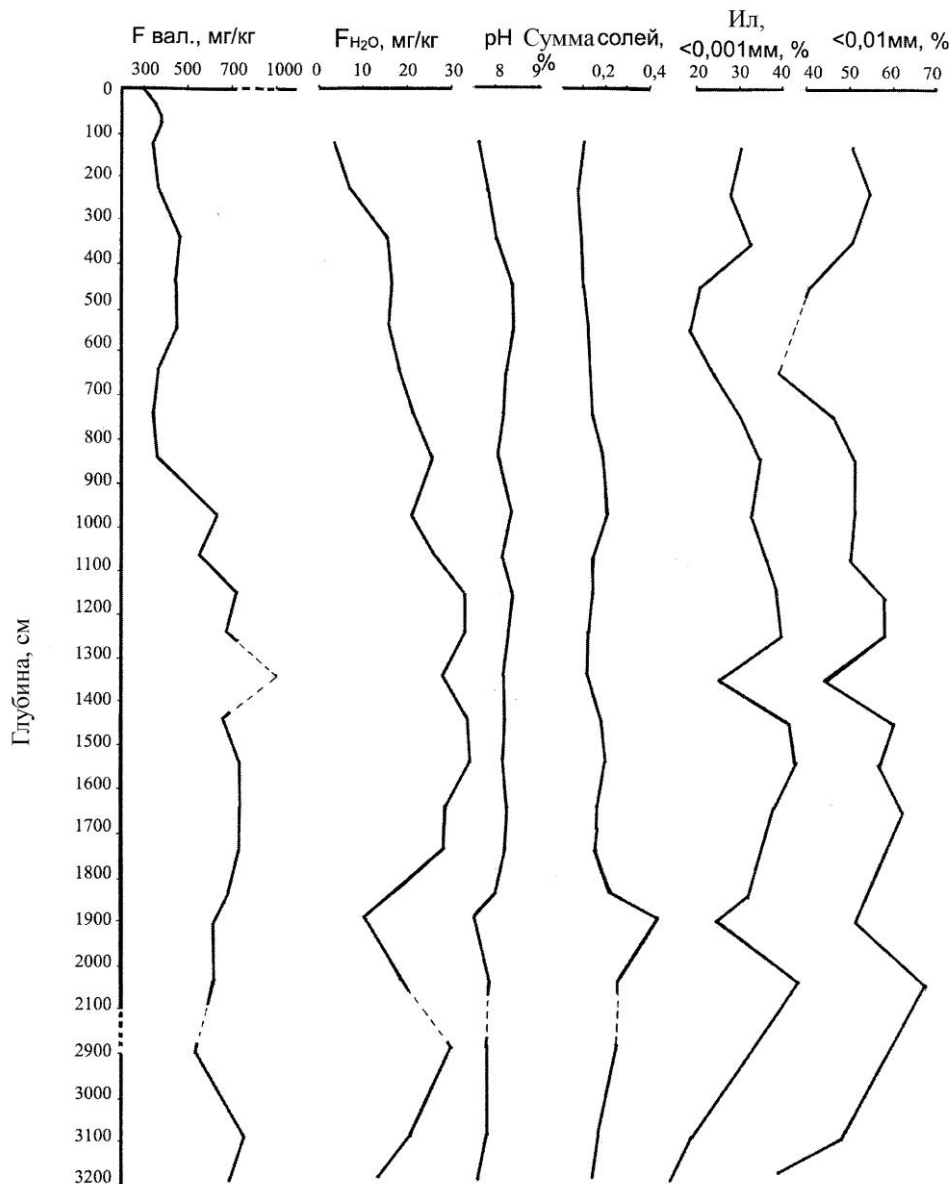


Рис. 1. Профильное распределение валового и водорастворимого фтора и физико-химических показателей почв и лессовой толщи: орошаемый участок

Водорастворимые формы фтора в профиле почв автономных ландшафтов распределены следующим образом: в пахотном горизонте содержание фтора варьирует от 0.95 мг/кг до 2.52 мг/кг. В подпахотном горизонте (30–50 см) его содержание несколько уменьшается. Глубже по профилю происходит увеличение водорастворимого фтора, причем на глубине 140–150 см иногда более 30 мг/кг. Такой характер распределения свидетельствует об интенсивной нисходящей миграции водорастворимого фтора в профиле автономных почв. Минимальные концентрации обнаружены в верхних горизонтах, что связано с более низким содержанием его валовых форм. В карбонатных горизонтах черноземов южных происходит увеличение содержания водорастворимого фтора, что, по-видимому, обусловлено присутствием фтора в форме флюорита (CaF_2).

Таким образом, внутрпрофильное распределение валового и водорастворимого фтора орошаемых и неорошаемых черноземов южных северно-западного Причерноморья Украины имеет следующие общие черты:

- с глубиной количество фтора увеличивается;
- легкие по гранулометрическому составу горизонты содержат меньше фтора, чем тяжелые;
- незасоленные меньше чем засоленные;
- бескарбонатные меньше чем карбонатные;
- максимум концентраций приурочен к почвообразующим породам.

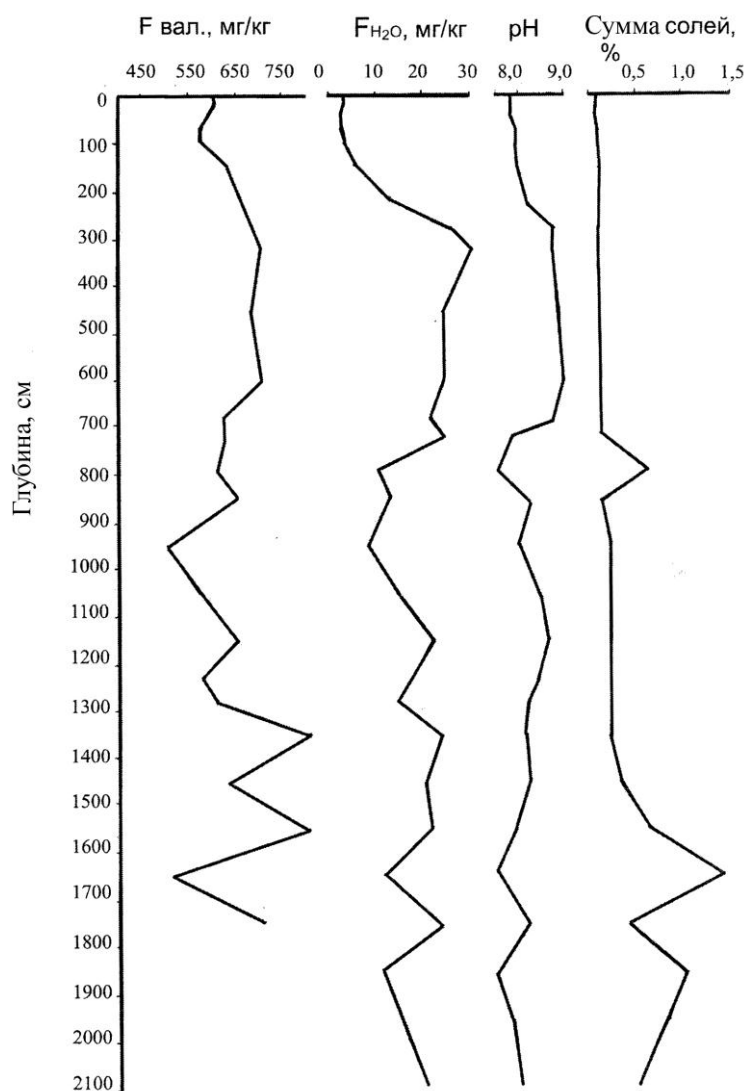


Рис. 2. Профильное распределение валового и водорастворимого фтора и физико-химических показателей почв и лессовой толщи: неорошаемый участок

О миграционной активности фтора можно судить и по результатам лизиметрических исследований. Изучение химического состава почвенных (лизиметрических) растворов позволяет оценить роль почвы как природного фильтра для элементов и их соединений, установить их влияние на состав грунтовых вод, формирующихся за счет почвенного стока [10]. Определения содержания фтора в лизиметрических водах исследуемой территории, а также влияние удобрений (фосфогипса) на накопление фтора в почвенных растворах ранее не проводились. С целью изучения вертикальной миграции фтора на Дунай-Днестровской оросительной системе были установлены лизиметры конструкции Шиловой на глубинах 30 и 60 см. В работе использованы средние данные, полученные за двухлетний период наблюдений. При орошении водами, которые содержали 0.43 мг/л фтора, содержание фтора в лизиметрических водах составило 0.22 мг/л. Таким образом, полевые исследования лизиметрических вод подтвердили высокую поглощательную способность черноземных почв в отношении фторидов, содержащихся в оросительных водах.

На участках, где вносился фосфогипс, содержание фтора увеличилось, в отдельных случаях, более чем в два раза, что может привести к значительному загрязнению почвенных вод и накоплению микроэлемента в растениях.

Выводы

В процессе исследования определены основные географо-геохимические особенности распределения фтора в почвах северо-западного Причерноморья Украины:



- в результате интенсивной миграции фтора происходит его аккумуляция в почвах подчиненных ландшафтов;
- фтор интенсивно мигрирует в пределах почвенного профиля, накапливаясь, чаще всего, в гумусовых и карбонатных горизонтах;
- количество валового и водорастворимого фтора в почвах зависит от содержания в них гумуса, физической глины, карбонатов кальция, величины рН;
- агротехническое преобразование почв способствует существенному изменению в них геохимии фтора;
- орошение, вследствие ирригационного выщелачивания фтора, способствует его перераспределению по генетическим горизонтам и выносу вглубь профиля. При этом происходит увеличение водорастворимого фтора в слое 0–50 см.;
- внесение фосфогипса способствует увеличению запасов фтора в черноземах южных;
- сравнивая значения водорастворимого фтора со значениями ПДК, можно констатировать, что содержание фтора в почвах северо-западного Причерноморья не превышает их, но имеют высокие значения. К тому же значения ПДК могут изменяться по мере накопления экспериментальных и теоретических сведений о влиянии фтора на биотические компоненты почв, включая высшие растения;
- необходимым условием контроля за загрязнением почв является установление региональных уровней содержания фтора в почвах разных территорий.

Список литературы

1. Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР. – М.: Высшая школа, 1988. – 328 с.
2. Кремленкова Н.П. Накопление и перераспределение техногенного фтора в почвах южной части Нечерноземной зоны // Почвоведение. – 1993. – №9. – С. 87–93.
3. Перельман А.И. Геохимия. – М.: Высшая школа, 1979. – 423 с.
4. Лисецкий Ф.Н., Ергина Е.И. Развитие почв Крымского полуострова в позднем голоцене // Почвоведение. – 2010. – №6. – С. 643–657.
5. Природа Украинской ССР. Почвы / Н.Б. Вернандер, И.Н. Гоголев, Д.И. Ковалишин и др. – К.: Наукова думка, 1986. – 216 с.
6. Орошение на Одессине. Почвенно-экологические и агротехнические аспекты / И.Н. Гоголев, Р.А. Баер, А.Г. Кулибабин и др.; Науч. ред. И.Н. Гоголев, В.Г. Друзяк. – Одесса: Ред.-изд. отдел, 1992. – 436 с.
7. Позняк С.П. Орошаемые черноземы юго-запада Украины. – Львов: ВНТЛ, 1977. – 240 с.
8. Лисецкий Ф.Н. Антропогенная трансформация почв сухостепной зоны под влиянием античного и современного этапов землепользования // Почвоведение. – 2008. – №8. – С. 913–927.
9. Тригуб В.И., Позняк С.П. Фтор у черноземах південного заходу України: Монографія. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2008. – 148 с.
10. Аржанова В.С. Миграция микроэлементов в почвах (по данным лизиметрических исследований) // Почвоведение. – 1977. – №4. – С. 71–79.

ECOLOGICAL-GEOCHEMICAL AND GEOGRAPHICAL-GENETICAL FEATURES OF FLUORINE DISTRIBUTION IN THE SOILS OF THE NORTHWEST BLACK SEA REGION OF UKRAINE

V.I. Trigub

Odessa I.I. Mechnikov National University, 2 Shampanskiy St., Odessa, 65058, Ukraine

E-mail: v.trigub@mail.ru

Materials of research of the distribution of fluorine in soils of the northwest Black Sea region of Ukraine have been provided. The effect of various natural soil and landscape-geochemical factors on the manifestation of fluoride contamination of soils has been analyzed. An analysis of the impact of physical and chemical characteristics of the southern chernozems on the migration and accumulation of fluorine in the soil profile has been given. It is shown that the accumulation of fluorine in the soil is determined not only by the intensity of agricultural use, but also depends on granulometric structure of soil, content of carbonates, position of the soil in the system of elementary landscapes.

Keywords: fluorine, southern chernozems, steppe soils, northwest Black Sea coast of Ukraine.

УДК 551.588.1

ВЛИЯНИЕ СЕВЕРНОМОРСКО-КАСПИЙСКОГО КОЛЕБАНИЯ НА АНОМАЛИИ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ НАД ТЕРРИТОРИЕЙ УКРАИНЫ И ЧЁРНОГО МОРЯ В ХОЛОДНЫЙ ПЕРИОД

**А.Б. Полонский¹,
И.А. Кибальчич²**

¹ Морской гидрофизический институт НАН Украины, Украина, 99011, г. Севастополь, ул. Капитанская, 2

² Одесский государственный экологический университет, Украина, 65016, г. Одесса, ул. Львовская, 15

E-mail: ocean@alpha.mhi.iuf.net; geophys@odeku.edu.ua

Проанализировано влияние Северноморско-каспийского колебания (СКК) на аномалии приземной температуры воздуха над территорией Украины и Чёрного моря с использованием данных ре-анализа NCEP/NCAR и применением метода «композигов». Показано, что положительная фаза СКК сопровождается похолоданием, а отрицательная – потеплением, особенно выраженным в юго-восточных районах Украины в декабре и январе. Типичная величина среднемесячных аномалий температуры – несколько градусов.

Ключевые слова: Северноморско-каспийское колебание, аномалии температуры, метод «композигов»

Введение

Удалённые связи в атмосфере, а также их влияние на температуру воздуха и режим увлажнения изучены достаточно подробно как на региональном, так и на глобальном уровнях. На протяжении XIX–XX веков учёными-климатологами было совершено множество открытий различных колебательных режимов в системе океан-атмосфера. Среди наиболее известных можно выделить Эль-Ниньо – Южное колебание (ЭНЮК), Североатлантическое (САК), Арктическое (АК), Атлантическое мультидекадное колебание и другие. Каждое из них в большей или меньшей мере оказывают влияние на погодные условия конкретного региона или же всей Земли в целом (как например, ЭНЮК).

Для нас наиболее интересными являются такие режимы изменчивости, которые оказывают непосредственное влияние на погодные условия Украины и прилегающей территории. Среди таковых можно выделить САК, Восточно-атлантическое, Норвежское, Арктическое и Северноморско-Каспийское колебание (СКК), о котором пойдёт речь в настоящей статье.

В 1989 году группой учёных во главе с Conte было выявлен новый режим аномальной атмосферной циркуляции над территорией Европейско-Средиземноморского региона – Северноморско-Каспийская осциляция (СКК), или North Sea – Caspian pattern [1]. Их предложение было основано на эффекте диполя, который они обнаружили между Алжиром и Каиром в среднемноголетних значениях геопотенциальной высоты изобарической поверхности 500 гПа. Был проведен анализ проявления Северноморско-Каспийского диполя по другим метеорологическим параметрам (температура, осадки и циркуляция) между западным и восточным Средиземноморьем.

Качественной мерой интенсивности СКК выступает специальный климатический индекс, по значениям которого определяют также и фазу осциляции (положительная, либо отрицательная). Характеризуя отрицательную фазу СКК, можно отметить следующие процессы: происходит активизация циклонической активности над западным полюсом СКК, а именно усиление западного переноса над центральной Европой и проявление антициклонической активности над восточным полюсом СКК, что проявляется в формировании восточного перемещения воздушных масс над районами Грузии и Армении. Эти процессы приводят к увеличению юго-западной аномальной циркуляции по направлению к Балканам (рис. 1 а). Во время положительной фазы СКК происходит перестройка барических образований: в районе западного полюса СКК наблюдается усиление антициклональной циркуляции (центральная Европа) и увеличение циклонической активности в районе западного полюса СКК, что влечет за собой формирование северо-восточного переноса воздушных масс на центральную Европу (рис. 1 б).

Влияние различных фаз СКК наиболее ощутимо сказывается на температурном режиме и в меньшей степени на суммарном количестве осадков. Так, для положительной фазы наиболее характерно преобладание меридиональной циркуляции с северной составляющей, что влечёт за собой возникновение отрицательных аномалий в поле приземной температуры воздуха

по всей Восточной Европе и на востоке Средиземноморья, на Ближнем Востоке, в Малой Азии, Кавказском регионе и в южном Поволжье. В это же время в районе Британских о-вов и юга Скандинавии формируется обособленная зона с положительной аномалией температуры. Во время отрицательной фазы колебания, циркуляционные условия меняются на противоположные.

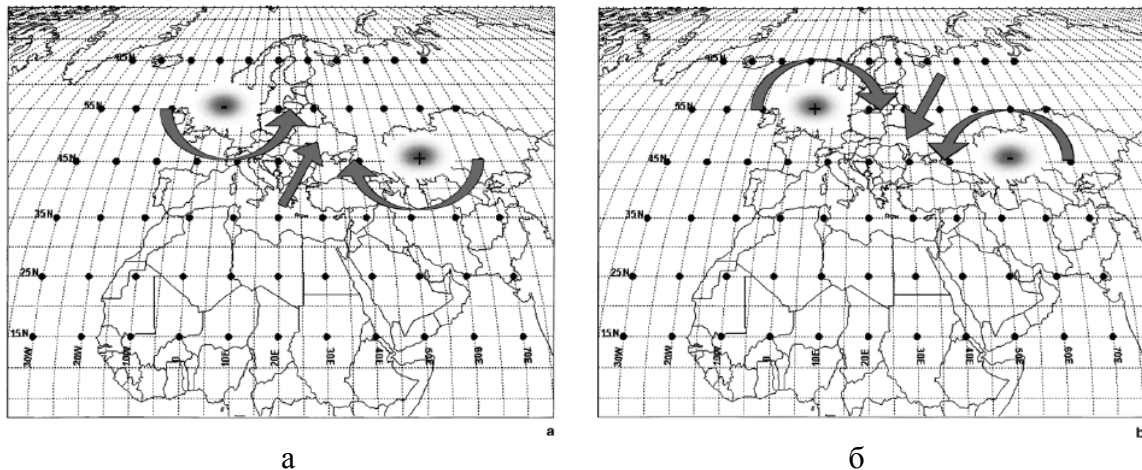


Рис. 1. Схематическое представление аномальных циркуляционных процессов в период отрицательной (а) и положительной фаз СКК (б)

Кроме того, было показано [2], что наибольшее влияние СКК ощутимо над внутренними районами п-ова Малая Азия с постепенным ослаблением по мере продвижения к побережью. Отсюда следует, что существует прямая зависимость между высотой местности, характером подстилающей поверхности и степенью влияния СКК на конкретный регион.

В работе [3] были определены поля коэффициента корреляции между индексом СКК и среднемесячной температурой воздуха в Европейско-Средиземноморском регионе, как для всех значений индекса, так и для значений индекса $|СКК| > 1$. В результате исследования получили значительную область на северо-западе региона с положительной значимой корреляционной связью и значениями индекса 0,5–0,8 в летний период (июнь – август), и область со значимой обратной корреляционной связью над Ближним Востоком и Малой Азией, где индекс корреляции достигает значений -0,7...-0,9 для всех случаев при индексе СКК больше 1 по модулю.

Следует отметить, что СКК не является полностью изолированным и самостоятельным режимом изменчивости, поскольку оно имеет существенную связь с Арктическим колебанием (Arctic Oscillation), поэтому его можно рассматривать как его региональное проявление [4].

Временной ряд значений индекса СКК имеет значительную межгодовую изменчивость, что хорошо заметно на рис. 2. Максимальная дисперсия индекса наблюдалась в середине XX века, в начале 2000-х годов произошла некоторая стабилизация, а разброс значений относительно среднего сократился. В целом, существенной временной тенденции в значениях СКК не наблюдается.

Характеристики используемого материала и методы его обработки. В силу того, что СКК оказывает наиболее существенное влияние на температурный режим в холодное полугодие, то в работе привлекались данные ре-анализа среднемесячной температуры воздуха с декабря по февраль включительно в узлах регулярной сетки, размером 2,5×2,5 градуса. Информация предоставлена Национальным центром по атмосферным исследованиям (NCEP/NCAR), Боулдер, штат Колорадо, США за период 1948–2012 гг.

Также в работе использованы среднемесячные значения индекса Северноморско-Каспийского колебания для трёх месяцев холодного времени года (декабрь-февраль) за период 1948–2005 гг. Индекс рассчитан как нормированная разность высоты изобарической поверхности 500 гПа между двумя центрами действия: в Северном море (0° в. д., 55° с. ш.; 10° в. д., 55° с. ш.) и на севере Каспийского моря (50° в. д., 45° с. ш.; 60° в. д., 45° с. ш.) по методике, предложенной Kutiel и Venaroch в 2002 году [1]. Данные предоставлены Центром климатических исследований университета Восточной Англии – Climatic Research Unit, University of East Anglia.

Для достижения поставленной задачи к исходному материалу был применён метод композитного анализа, с помощью которого был выделен «чистый» сигнал, соответствующий

влиянию СКК на температурный режим Украины и прилегающих территорий в области, ограниченной $20-45^{\circ}$ в. д. и $55-40^{\circ}$ с. ш.

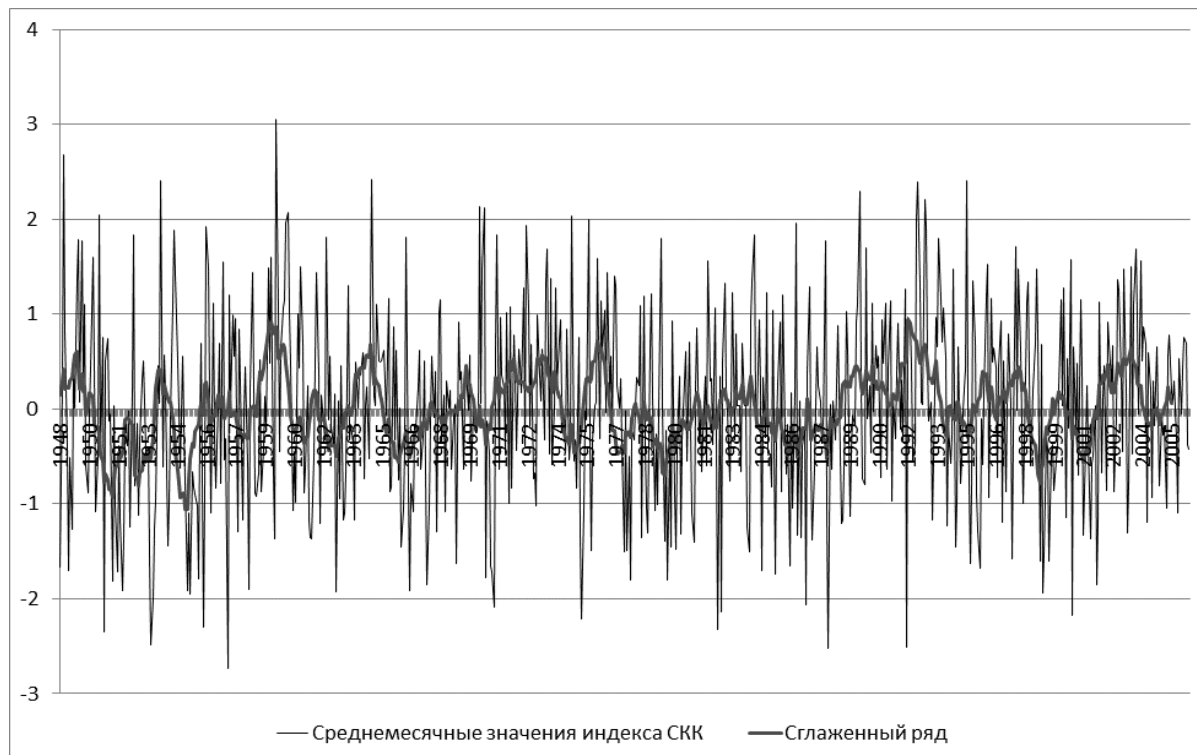


Рис. 2. Межгодовая изменчивость и сглаженный ряд индекса СКК за период 1948–2005 гг.

Данная методика заключается в следующем. В начале для конкретного месяца строится временной ряд индекса колебания (рис. 3). Для этого ряда определяется среднее значение, дисперсия (σ^2) и среднее квадратическое отклонение – СКО (σ). Затем проводится выборка аномальных лет, в которые значение индекса превышает среднее значение как минимум на 1σ (или, наоборот, оказывается меньше среднего на 1σ). Такие годы указаны стрелками на рисунке 3.

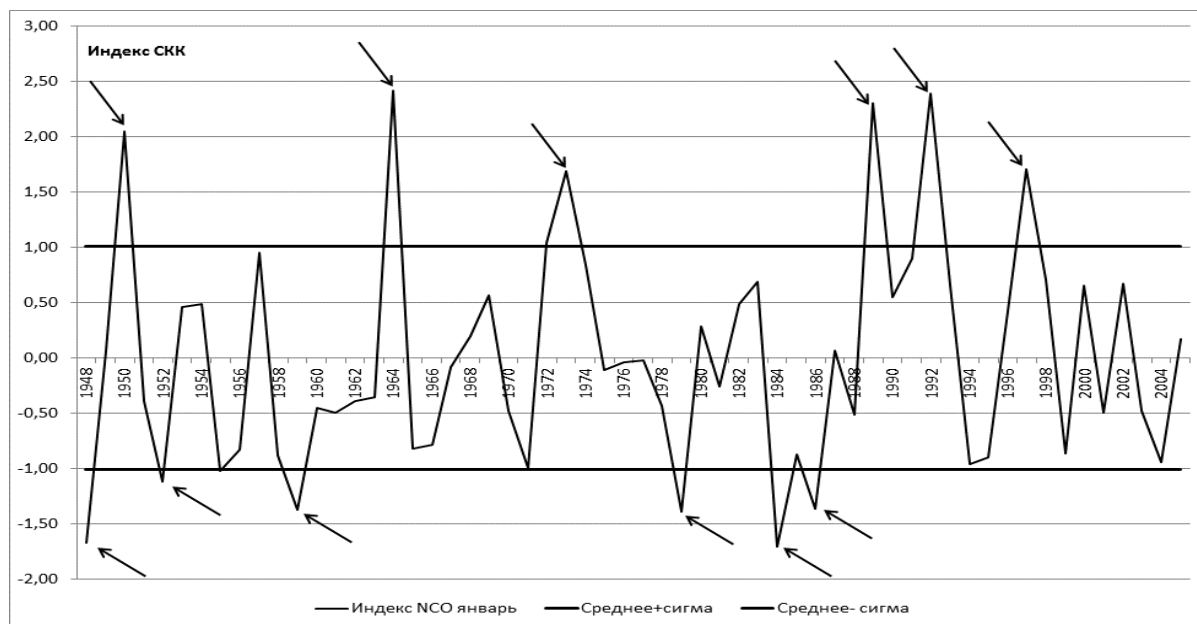


Рис. 3. Динамика индекса СКК и интервал $\pm\sigma$ в январе за период 1948–2005 гг.



Таким образом, получаем две выборки лет со значениями индекса СКК выше и ниже заданных пределов (соответственно экстремально высокие и экстремально низкие значения). Для выбранных годов определяем среднемесячные значения температуры воздуха в каждом узле регулярной сетки. Теперь уже для сформированных выборок температуры находим среднее значение (т. е. среднюю аномалию), дисперсию и СКО. В итоге, «чистый» сигнал СКК находим путём определения алгебраической разности между средними по выборкам для каждого узла сетки (так называемый, разностный композит). И чем больше по модулю будет значение сигнала, тем более существенным окажется влияние СКК на конкретную точку местности.

Далее определяется статистическая значимость полученного сигнала с вероятностью 90 и 95% по следующему алгоритму:

- Определяем отношение σ/\sqrt{n} , где σ – СКО по каждой выборки (с индексами 1 и 2, соответственно); n – объём выборки;
- Находим: $(\sigma_1 + \sigma_2)$ для $p = 90\%$; (1)
 $2(\sigma_1 + \sigma_2)$ для $p = 95\%$. (2)

Если в результате расчётов окажется, что сигнал превышает значение, полученное по формуле (1) или (2), то он является значимым на уровне 90 и 95% соответственно (в предположении о том, что анализируемые ряды обладают определенной статистической структурой).

Отметим, что за пороговое значение была выбрана абсолютная величина аномалий индекса СКК, равная 1σ , только потому, что в этом случае по данным за 1948–2005 гг. удастся получить достаточное (для оценки статистической значимости) количество аномальных лет. Если в качестве порогового значения аномалии взять 1.5σ , то, в результате, оказывается невозможным оценить значимость композитов, поскольку в некоторые месяцы таких аномалий набирается не более одной-двух.

Подобная процедура нахождения сигнала СКК и проверка его на значимость проводится для каждого из трёх месяцев. По результатам расчётов строятся карты композитов с помощью программного пакета «Surfer», на которых наглядно проявляется степень и характер влияния СКК на конкретную область исследуемой территории.

Полученные результаты и их анализ

Применив методику, описанную выше, мы получили годы, характеризующиеся аномально высокими и аномально низкими величинами индекса СКК. Результаты представлены в сводной таблице. На основании информации из таблицы были рассчитаны разностные композиты (т. е. разности композитов в положительную и отрицательную фазы СКК) для 77 узлов регулярной сетки, охватывающей территорию Украины и близлежащие регионы Восточной Европы, за период 1948–2012 гг., с декабря по февраль включительно. Результаты в виде карт полей композитов представлены на рисунках 4–6. Их анализ позволил выявить определённые закономерности.

Таблица

Годы, с аномально высокими и аномально низкими значениями индекса СКК

Месяц	Декабрь	Январь	Февраль
Годы с индексом СКК, превышающим среднее значение на 1σ и более	1948	1950	1949
	1953	1964	1959
	1971	1973	1971
	1975	1989	1975
	1977	1992	1982
	1988	1997	1985
	1991		1993
	2002		1998
Годы с индексом СКК, величина которого меньше среднего как минимум на 1σ			2003
	1950	1948	1951
	1960	1952	1955
	1965	1959	1957
	1976	1979	1963
	1981	1984	1966
	1993	1986	1970
	1999		1977
		1988	
		1995	



Далее проведём анализ полей композитов для каждого из трёх месяцев.

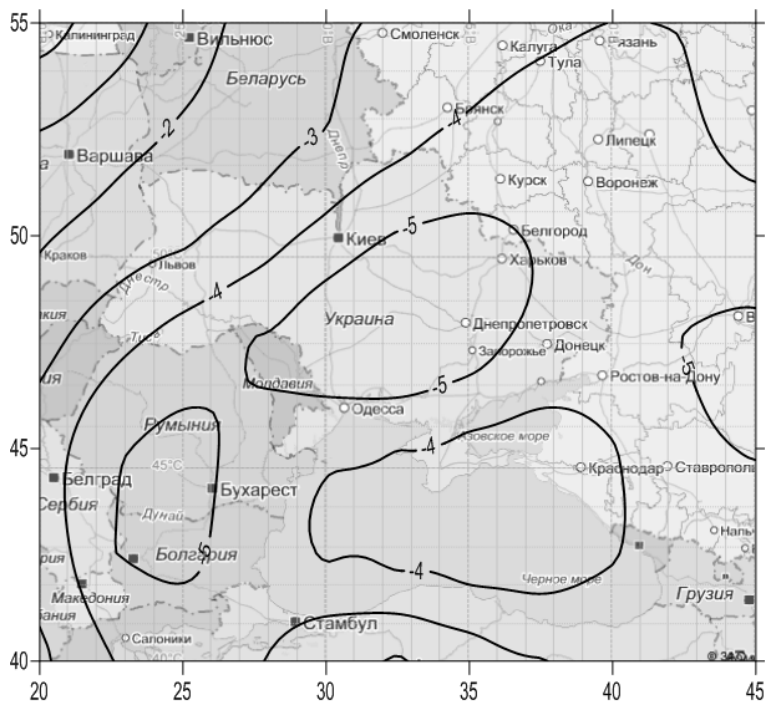


Рис. 4. Разностный композит температуры воздуха в декабре (по данным 1948–2012 гг.), использовался пороговый уровень 1σ

максимальная связь фазы колебания и приземной температуры наблюдается в континентальных районах исследуемой области, а по мере продвижения к Чёрному и Азовскому морям, эффект влияния уменьшается.

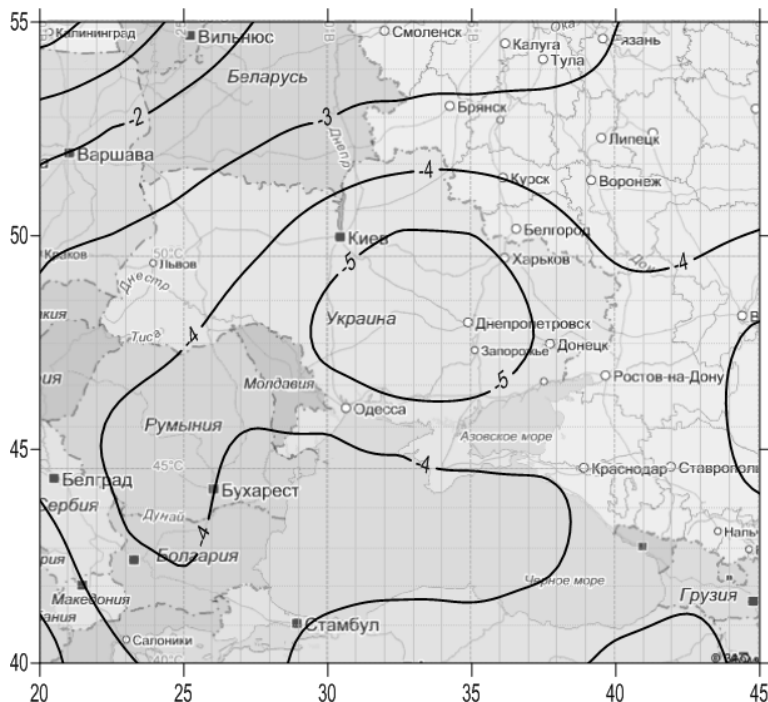


Рис. 5. Разностный композит температуры воздуха в январе (по данным 1948–2012 гг.), использовался пороговый уровень 1σ

В декабре (рис. 4) на всей исследуемой территории наблюдается область с отрицательным значением сигнала СКК. Минимальные значения сигнала, ограниченные изолинией -5 выявлены над центральными регионами Украины, частично над Болгарией и Румынией, а также на востоке ЮФО в России. Величина сигнала по модулю снижается в северо-западном направлении, достигая околонулевых значений на северо-западе Польши и в Прибалтике. Соответственно, уменьшается и степень влияния колебания с юго-востока на северо-запад. Полученные отрицательные значения разностного композита указывают на обратную корреляционную связь между температурой воздуха и фазами колебания. Т. е. во время положительной фазы, происходит понижение среднемесячной температуры воздуха, а во время отрицательной – её рост. Данный вывод хорошо подтверждается рисунком 1. Причём,

В центральном месяце зимнего сезона (см. рис. 5) характер влияния Северноморско-Каспийской осцилляции сохраняется практически без изменений по сравнению с предыдущим месяцем. Область с максимальными по модулю значениями сигнала, ограниченная изолинией -5 , локализована в центральных и южных регионах Украины, за исключением прибрежной зоны. Соответственно, и максимальное влияние колебания на температурный режим наблюдается в указанной области. Ослабление сигнала, как и в случае с декабрем, происходит в северо-западном направлении (над Беларусью и странами Прибалтики).

В феврале (см. рис. 6) структура поля разностных композитов претерпевает некоторые изменения. Как видно из карты, область с минимальными значениями сигнала (ниже -5) смещается на юг и юго-запад по срав-

нению с предыдущим месяцем. Над Крымским п-овом, акваторией Чёрного и Азовского морей сохраняется зона со слабым влиянием СКК. Таким образом, в последнем месяце зимы аномальная циркуляция ослабевает, зона действия данного колебания смещается южнее и сильнее прижимается к одному из полюсов, расположенного над Каспийским морем. Следовательно, вклад данной моды в суммарную дисперсию поля по мере перехода от зимнего сезона к летнему уменьшается.

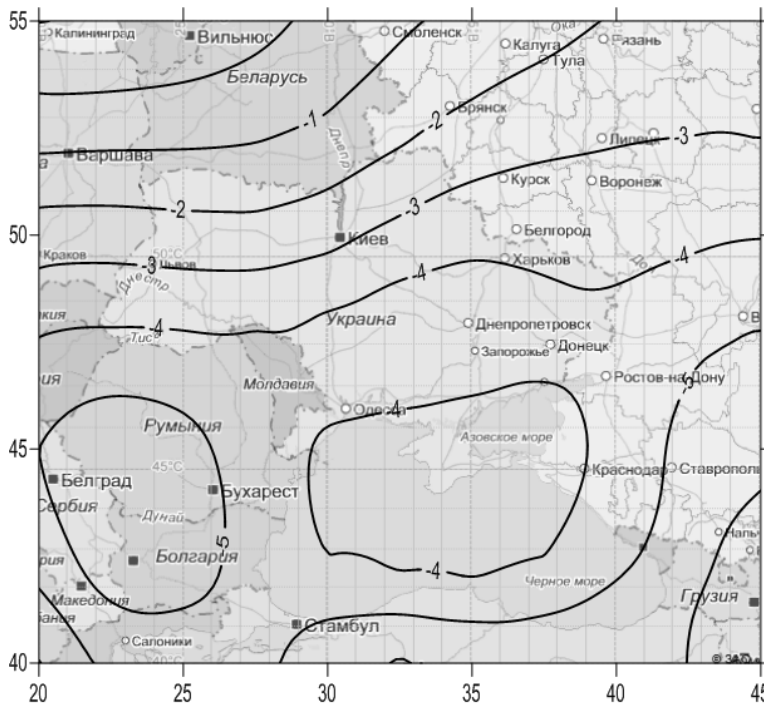


Рис. 6. Разностный композит температуры воздуха в феврале (по данным 1948–2012 гг.), использовался пороговый уровень 1 σ

Последним этапом исследования была проверка полученного сигнала на статистическую значимость. По методике, изложенной выше, разностный композит в каждом узле регулярной сетки за три зимних месяца, был проверен на значимость с достоверностью 90 и 95%. Полученные результаты расчётов представлены на рисунке 7 а–в.

Как видно из рисунка 7, в течение трёх месяцев, разностный композит в южной и юго-восточной части исследуемой территории оказался значимым на уровне 95%. Соответственно, наиболее устойчивое во времени влияние СКК наблюдается именно на данной территории (акватория Чёрного и Азовского морей, Турция, страны Кавказа и Закавказья, а также восток Балканского п-ова).

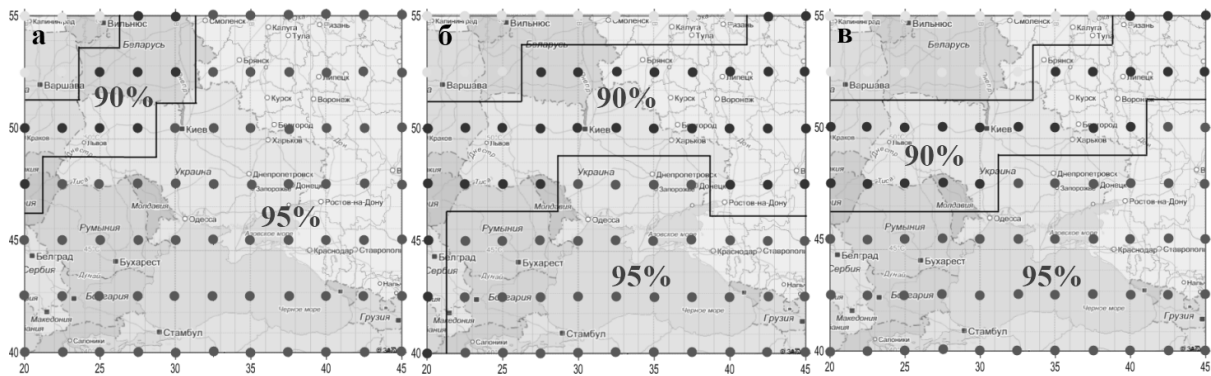


Рис. 7. Поля значимости полученного сигнала с достоверностью на уровне 90 и 95%: а – декабрь; б – январь; в – февраль

Выводы

При выполнении настоящей работы было выявлено, что проявление Северо-Каспийской осцилляции на температурном режиме над Украиной и прилегающих районах наиболее ярко проявляется в декабре и в январе. Степень влияния оказалась максимальной в центральных и южных регионах страны, за исключением прибрежных зон. За пределами Украины степень воздействия максимальна на Кубани, в Турции и особенно на востоке Балканского п-ова, где значения композита превышает $|5|$ в декабре и феврале. Установлено, что во время положительной фазы СКК наблюдаются отрицательные аномалии в среднемесячной температуре зимнего сезона, а во время отрицательной фазы выявлена обратная картина – превышение среднемесячной температуры относительно нормы. Менее всего подтвержены



влиянию аномальной циркуляции северо-западные регионы исследуемой территории (Беларусь, Польша) ввиду их существенной отдалённости от полюсов колебания.

Список литературы

1. Kutiel H., Benaroch Y. North Sea – Caspian Pattern (NCP) – an upper level atmospheric teleconnection affecting the Eastern Mediterranean: Identification and definition // *Theor. Appl. Climatol.* – 2002. – Vol. 71. – Pp. 17 – 28.
2. Kutiel H., Brunetti M. The relevance of the North-Sea Caspian Pattern (NCP) in explaining temperature variability in Europe and the Mediterranean // *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* – 2011. – Vol. 11. – Pp. 2881–2888.
3. Kutiel H., Maheras P., Paz S. North Sea – Caspian Pattern (NCP) – an upper level atmospheric teleconnection affecting the eastern Mediterranean ± implications on the regional climate // *Theor. Appl. Climatol.* – 2002. – Vol. 72. – Pp. 173–192.
4. Gunduz M., Ozsoy E. Effects of the North Sea Caspian pattern on surface fluxes of Euro-Asian-Mediterranean seas // *J. Geophys. Res.* – Vol. 32. – 2005.

INFLUENCE OF NORTH SEA-CASPIAN PATTERN ON SURFACE TEMPERATURE ANOMALIES OVER UKRAINE AND THE BLACK SEA DURING THE COLD PERIOD

A.B. Polonsky¹, I.A. Kibalchich²

¹ *Marine Hydrophysical Institute of NASU, 2 Captain, St, Sevastopol, 99011, Ukraine*

² *Odessa State Environmental University, 15 Lvovskaya, St, Odessa, 65016, Ukraine*

*E-mail: ocean@alpha.mhi.iuf.net;
geophys@odeku.edu.ua*

The influence of North Sea-Caspian Pattern (NCP) on surface temperature anomalies over Ukraine and the Black Sea has been analyzed using reanalysis data of NCEP / NCAR and applying the method of «composites». The positive phase of NCP is shown to be accompanied by cooling and the negative one - by warming strongly pronounced in the south-eastern regions of Ukraine in December and January. The typical value of monthly average temperature anomalies is several degrees.

Key words: North Sea-Caspian Pattern, temperature anomalies, method of «composites».



УДК 631.471

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ АГРОЛАНДШАФТОВ СЕВЕРНОГО ПРИВОЛЖЬЯ¹

**Н.П. Канатьева¹,
Ф.Н. Лисецкий²,
П.А. Украинский²**

¹ Арзамасский филиал
Нижегородского государственного
университета
им. Н.И. Лобачевского, Россия,
607220, г. Арзамас, ул. К. Маркса, 36

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

E-mail: arpz@mail.ru;
ukrainski@bsu.edu.ru

Проведена оценка влияния рельефа на функционирование агроландшафтов региона. Определено значительное влияние показателя эрозионного потенциала рельефа на территориальную дифференциацию процессов трансформации пашни. Применение методов геоинформационного картографирования обеспечивает точность пространственного анализа основных морфометрических показателей и позволяет применить полученные результаты в агроэкологическом районировании.

Ключевые слова: агроландшафт, эрозионный потенциал рельефа, геоинформационное картографирование, районирование.

Введение

Кризисное состояние, установившееся в сфере сельскохозяйственного производства, сопровождалось трансформацией системы землепользования и прогрессирующим почвенно-деградационными процессами. Их регулирование и формирование экологически устойчивых ландшафтов определяет необходимость в экологическом каркасе территории на региональном уровне. Решение этой задачи должно быть основано на методе агроэкологического районирования – одного из компонентов адаптивно-ландшафтного земледелия. Такой подход заключается в выделении территорий, однородных по основным факторам – условиям, влияющим на главный показатель качества почвы – почвенное плодородие.

Среди всех факторов почвообразования, рельефу принадлежит ведущее значение в направленности многих естественных процессов [1] и мозаичности их сочетания. Это определяет закономерную территориальную организацию пространства, а морфометрические характеристики рельефа могут выступать в качестве индикатора экологически значимых компонентов ландшафта [2, 3]. Это объясняет широкое применение качественной и количественной информации о рельефе в науках о Земле [4]. Применение методов геоинформационного картографирования позволяет определять количественные показатели рельефа достаточно быстро и легко при обеспечении необходимой точности и объективности пространственного анализа [5]. На сегодняшний день в ГИС-технологиях представлены многочисленные алгоритмы для определения основных или базовых морфометрических показателей, применяемых в геоморфологических исследованиях [6]. При этом в зарубежных [7 и др.] и отечественных [8 и др.] работах применяются различные комбинации морфометрических факторов-предикторов: уклон, экспозиция, система тальвегов, теплообеспеченность, индекс влажности и др. Если оценка эрозионной опасности территории выполняется с целью оптимизации использования ее земельных ресурсов, то объектом оценки выступает потенциальная интенсивность эрозионных процессов в данных климатических и почвенно-геоморфологических условиях, а субъектом – природная или природно-хозяйственная территориальная система соответствующего ранга, а точнее, ее резистентные способности по отношению к деструктивному проявлению эрозионных процессов [9].

Цель работы состояла в оценке влияния морфометрических характеристик рельефа на функционирование агроландшафтов с использованием современных методов геоинформационного картографирования.

¹ Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 13-05-90734.

Объект и методы исследований

Исследования проведены в пределах Починковского района Нижегородской области, занимающего левобережье среднего течения Алатыря и бассейны его правых притоков – Рудни и Ирести. Геоморфологически территория относится к Сурско-Пьянскому микрорайону Горьковско-Казанского Северного Приволжья с эрозионно-денудационным крупно холмисто-увалистым рельефом [10]. Территория отличается сложной ландшафтной структурой (рис. 1).

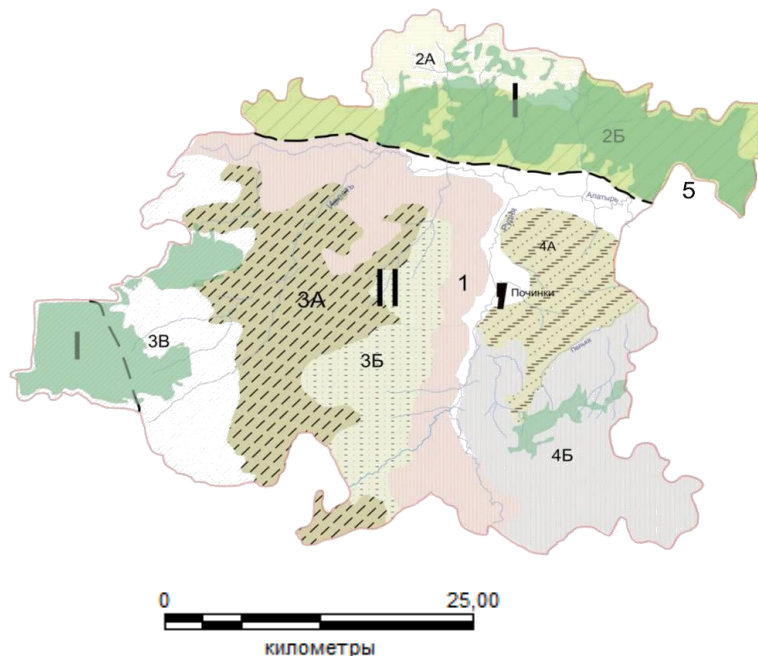


Рис. 1. Эрозионно-морфологическое районирование.

- I – Приокское денудационно-зандровое полевье; II – Починковская лесостепь.
 1. – Придолинный район; 2. – Заалатырское левобережье: 2А – Заалатырский ареал, 2Б – ареал водораздельного склона; 3. – Иресть-Руднинский район: 3А – Приирестьский ареал, 3Б – Прируднинский ареал пологого приводораздельного склона, 3В – Учуево-Ирестьский водораздельный; 4. – Рудня-Алатырское междуречье: 4А – Пелько-Алатырское междуречье; 4Б – Атьма-Руднинское междуречье;
 5. – Поймы крупных рек

Согласно агроландшафтному районированию [11], алатырское левобережье – это часть агроландшафтного района «Окское полевье», принадлежащего зоне смешанных и широколиственных лесов, со светло-серыми лесными и дерново-подзолистыми почвами. Правобережье р. Алатырь – часть района «Починковская степь» лесостепной зоны с серыми лесными почвами, выщелоченными и оподзоленными черноземами. На правобережье западнее долины р. Рудня распространены серые лесные почвы, а восточнее – глинистые и тяжелосуглинистые черноземы [12].

Пространственная неоднородность региона определяет необходимость зонирования территорий для разработки стратегий рационального природопользования. Большинство существующих схем природного районирования на данную территорию относятся к 60–80 гг. XX в., когда использование компьютерных технологий картографирования было весьма ограничено и корректировка таких данных требует больших временных затрат. В этой связи, моделирование процессов, протекающих в ландшафтах на региональном уровне, предполагает использование в качестве основной компоненты данных дистанционного зондирования. Одним из подходов выделения гомогенных территориальных единиц по ряду критериев является автоматизированная классификация, проводимая с использованием ГИС, в которых представление топографических данных осуществляется с помощью цифровой модели рельефа (ЦМР). Для генерации ЦМР были использованы данные гидрографического архива HIDROSEDS разработанного на базе ЦМП SRTM. Предобработка ЦМР заключалась в гидрологической коррекции (заполнение впадин), фильтрации и приведении разрешения растра к 50 м/пиксель, что обеспечило получение топологически корректной гидрологической ситуации территории. В границах агроландшафтных районов проведено эрозионно-морфологическое районирование на основе различий морфологических признаков [13] с оценкой его адекватности параметрам эрозионной сети [14].



Сведения о землеустройстве (1985–1990 гг.), расположении угодий, их площадях, почвенном покрове, эродированности почв, получены анализом карт внутрихозяйственного землеустройства сельхозпредприятий составленных Росгипроземом. Современное состояние пахотных земель (2008–2009 гг.) оценивалось по материалам натурального обследования сельскохозяйственных угодий районной администрацией с последующей корретировкой по сценам Landsat (TM, ETM+) за весеннее-летний период 1988 г. Такая последовательность операций по идентификации земель позволяет исключить ошибку в определении видов угодий.

С целью оценки возможности использования автоматизированного определения природной предрасположенности территории к развитию процессов деградации земель в Северном Приволжье, на основе структурного анализа ЦМР с помощью модулей динамических библиотек открытых геоинформационных систем SAGA и QGIS, обладающих значительным аналитическим потенциалом в ландшафтных исследованиях [15], была разработана факторная карта эрозионного потенциала рельефа. Его количественной характеристикой служит функция морфометрических параметров склона – рельефная функция, для которой за 30 последних лет предложено около 10 различных математических выражений [16].

Результаты и их обсуждение

Влияние морфолитологических факторов района на территориальное распределение и интенсивность современных эрозионных процессов, проявляется через «выборочность» трансформации пахотных угодий, т.е. явления, когда высокие затраты на обработку крутосклонов и мелкоконтурных межовражных участков способствовали сокращению площадей пашни. На территории района это проявилось достаточно наглядно. В Приокском полесье (ареалы 2А, 2Б, 3В) процесс трансформации пашни в залежь к 2009 г. достиг максимума – 100, 94 и 50% соответственно. В Рудня-Алатырском междуречье с черноземными почвами залежи составили 13%. В целом, по району доля неиспользуемой пашни в 2009 г. составила 24%.

Определение степени воздействия эрозионного потенциала рельефа проводили путем извлечения зональной статистики из растровой карты по ячейкам регулярной сети.

Для оценки степени влияния LS-фактора на масштабы и динамику трансформации пахотных земель был использован дисперсионный анализ [17]. Показателем результирующего фактора служила доля неиспользуемой пашни (% от площади пашни 1985 г.), а организующим фактором морфологическое районирование. Оценочными территориальными единицами являлись ареалы, обособленные наложением границ морфологических ареалов и границ сельхозпредприятий. При таком подходе возможна оценка влияния морфологии и морфометрии рельефа на «выборочность» земледельческого освоения.

Анализировали два дисперсионных однофакторных комплекса (табл.). Первый включал все морфологические ареалы (варианты А₁, Б₁, В₁), а второй – только ареалы в пределах Починковской лесостепи (варианты А₂, Б₂, В₂). Использовались три показателя трансформации: А – общая доля неиспользуемой пашни, т. е. суммы площадей залежи и закустаренной пашни; Б – доля залежи; В – доля закустаренной пашни. Такое разбиение позволяет осветить временной аспект процесса, поскольку закустаренные пашни выведены из оборота не менее 5-8-ми лет назад, а к залежи относилась пашня не используемая более 2-х лет.

Таблица

Влияние морфолитологических условий на трансформацию основного массива пахотных угодий Починковского района

Вариант	Морфолитологические ареалы									η ² (%)	F**
	Пойма	1	2А	2Б	3А	3Б	3В	4А	4Б		
А ₁	Пойма	1	2А	2Б	3А	3Б	3В	4А	4Б	53	+
А ₂		1	–	–	3А	3Б	3В	4А	4Б	36	+
Б ₁	Пойма	1	2А	2Б	3А	3Б	3В	4А	4Б	39	+
Б ₂		1	–	–	3А	3Б	3В	4А	4Б	17	
В ₁	Пойма	1	2А	2Б	3А	3Б	3В	4А	4Б	61	+
В ₂		1	–	–	3А	3Б	3В	4А	4Б	26	+
Площадь пашни, % (1985 г.)	2.8	13.3	4.1	5.0	12.0	13.8	4.3	8.94	16.9		
Залежь, % (2009 г.)	65.6	9.9	100	93.4	26.4	13.6	49.9	1.9	18.6		
LS (1985г.)	0.0	1.38	3.25	1.34	2.16	1.61	1.89	3.37	3.96		
LS (2009г.)	0.0	1.38	–	1.05	1.88	1.48	1.05	3.32	3.93		

*η² (%) – доля влияния организованного фактора (%); **+ – различие (F) достоверно при вероятности 0,95. LS (1985 и 2009 гг.) – эрозионный потенциал рельефа

Дисперсионный анализ показал значительное влияние морфологии ландшафтов на территориальное распределение неиспользуемой пашни – 53% от совокупного влияния всех факторов (при уровне значимости F_{0.95}) (см. табл.). Основной причиной является перевод паш-



ни в залежь на поймах и в хозяйствах левобережья р. Алатырь (районы 2А и 2Б). Однако, это обусловлено, в первую очередь экономическими причинами, и прежде всего, низким естественным плодородием преобладающих здесь светло-серых лесных и дерново-подзолистых почв [12], что отразилось на рентабельности производства в сложившихся экономических условиях.

Трансформация пойменных пашен (65,6% от пашни 1985 г.) не сказалась на эрозионных процессах (см. табл.) из-за малых уклонов поверхности.

При исключении поймы и левобережья, т.е. анализе более однородных в ландшафтном отношении территорий (варианты А₂ Б₂ В₂) влияние морфологического фактора на деградацию пашни снижается – до 17–39%, и в большей степени отражает влияние самой морфометрии пахотных склонов.

При анализе вариантов Б и В выявляется временная динамика влияния морфолитологического фактора на трансформацию пашни (см. табл.). Для процесса закустаривания, т.е. трансформации пашни в первом реформенном десятилетии, оно оказалось большим, чем во втором, для которого заброшенные земли сейчас еще числятся как «залежь». Вначале забрасывались преимущественно неудобные крутосклонные пашни, поэтому ко второму периоду доля таких обрабатываемых земель была невелика. Поэтому снизилась и доля влияния морфолитологического фактора [14].

Порайонная оценка статистических распределений LS для равнинных условий показала, они преимущественно характеризуются левосторонней асимметрией [13]. При таком типе распределений исключение даже небольшой доли крутосклонных пашен с максимальными LS приводит к заметному снижению его средних величин, которое свидетельствует об уменьшении площади пашни с повышенным потенциалом рельефа, а сопоставление распределений демонстрирует, что такое снижение произошло в основном за счет склонов с максимальными величинами LS. Для используемой пашни Починковского района доля снижения LS, а, следовательно, и интенсивности смыва, составила 6–7% от LS пашни советского периода (рис. 2).

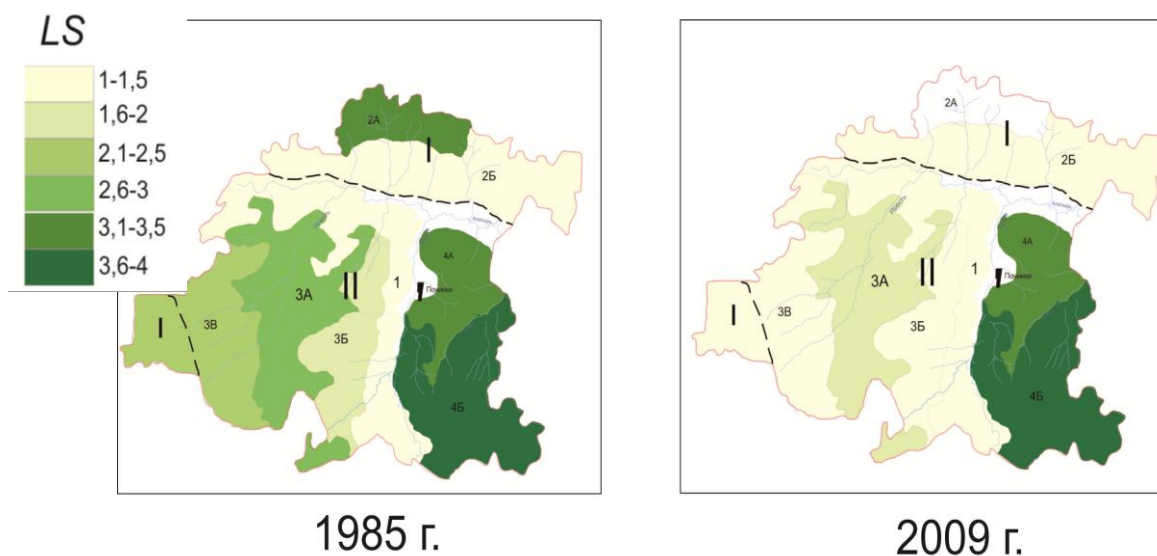


Рис. 2 Динамика эрозионного потенциала рельефа Починковского района

Наибольшее снижение LS (на 22 и 44%) произошло в морфологических ареалах Приокского полесья, где наиболее значительны доли заброшенных пашен (ареалы 2Б и 3В). На западе в Иреть-Руднинском морфологическом районе (ареалы 3А и 3Б) снижение составило 11%, а доля залежи – 19%. Для ареалов, где сокращение обрабатываемых земель было незначительным (ареалы 1, 4А), крайне слабыми оказались и изменения средних значений LS. Исключение представляет только юг Атьма-Руднинского междуречья (ареал 4Б). Доля заброшенной пашни здесь составляет 18,5%, но максимальный для региона эрозионный потенциал рельефа не изменился. Это связано с тем, что деградация системы землепользования затронула не только крутосклонные участки.

Выводы

Важная роль в территориальной дифференциации сокращения пахотных земель а также их трансформации в залежь на почвах черноземного типа принадлежит морфометрии рельефа обрабатываемых земель. Обусловленная морфолитогенными факторами «выборочность» трансформации пахотных угодий, т. е. приоритетность в этом отношении крутосклон-



ных, неудобных для обработки и малопродуктивных земель, в свою очередь, привела к изменению эрозионного потенциала пахотных склонов, т. е. к изменению региональных оценок степени влияния рельефа на интенсивность земледельческой эрозии почв. Результаты исследований показали возможность применения показателей эрозионного потенциала рельефа в агроэкологическом районировании для выявления территорий, особо остро нуждающихся в противоэрозионных мероприятиях.

Список литературы

1. An overview of pedometric techniques for use in soil survey / A.B. McBratney, I.O.A. Odeh, T.F.A. Bishop et al. // *Geoderma*. – 2000. – Vol. 97. – №3–4. – Pp. 293–327.
2. Васильев С.В., Чикишев А.Г. *Ландшафтная индикация*. – М.: Наука, 1985. – 96 с.
3. Мерзляков О.Э., Свинцова Н.С. Использование ландшафтно–индикационных связей при изучении структуры почвенного покрова на примере юго–западной части Академгородка г. Томска // *Вестник Томского государственного университета. Сер. Биология*. – 2011. – №3 (15). – С. 50–56.
4. Ryan C., Boyd M. CatchmentSIM: a new GIS tool for topographic geo–computation and hydrologic modelling // *Proc. 28th Int. Hydrol. Water Resour. Symp., Wollongong, 10–14 Nov. 2003*. – Barton: Institution of Engineers Australia, 2003. – Vol. 1. – Pp. 35–42.
5. Прогнозное почвенное картографирование на основе цифрового моделирования рельефа / И.В. Флоринский, Р.Дж. Айлерс, Д.Л. Бертон и др. // *Геоинформатика*. – 2009. – №1. – С. 22–32.
6. Böhner J., McCloy K.R., Strobl J. [Eds.]. *SAGA – Analysis and Modelling Applications*. – Göttinger Geographische Abhandlungen. – 2006. – Vol. 115. – 130 pp.
7. Soil mapping using GIS, expert knowledge, and fuzzy logic / A.X. Zhu, B. Hudson, J. Burt et al. // *Soil Sci. Soc. Am. J.* – 2001. – Vol. 65(5). – Pp. 1463–1472.
8. Ерофеев А.А. Определение структуры бассейновых геосистем на основе геоинформационного моделирования (на примере бассейнов малых рек Томска и его окрестностей) // *Вестн. Томского. гос. ун–та*. – 2012. – №363. – С. 192–195
9. Лисецкий Ф.Н., Светличный А.А., Черный С.Г. *Современные проблемы эрозиоведения* / Под ред. А. А. Светличного. – Белгород: Константа, 2012. – 456 с.
10. Спиридонов А.И. *Геоморфологическое районирование Восточно–Европейской равнины* // *Землеведение. Новая серия*. – М.; Изд–во Моск. ун–та, 1969. – Т. VIII (XLYIII). – С. 76–110.
11. Юртаев А.А. *Агроландшафты: история вопроса, агроландшафтное районирование* // *Современные ландшафты Нижегородской области*. – Н. Новгород: Изд–во Волго–Вятской академии гос. службы, 2006. – С. 178–187.
12. *Современные ландшафты Нижегородской области*. – Н. Новгород: Изд–во Волго–Вятской академии гос. службы, 2006. – 288 с.
13. Литвин Л.Ф. *География эрозии почв сельскохозяйственных земель России*. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2002. – 255 с.
14. Геоморфологическая составляющая динамики современных делювиальных процессов северной части Приволжской возвышенности / Н.П. Канатьева., Н.Г. Добровольская, С.Ф. Краснов, Л.Ф. Литвин // *Геоморфология*. – 2012. – №3. – С.44–52.
15. Bock M., Böhner J., Conrad O., Köthe R., Ringeler A. Methods for creating Functional Soil Databases and applying Digital Soil Mapping with SAGA GIS // *Status and prospect of soil information in south-eastern Europe: soil databases, projects and applications*. – Luxemburg, 2007. – Pp. 149–162.
16. Лисецкий Ф.Н., Половинко В.В. Эрозионные катены на земляных фортификационных сооружениях // *Геоморфология*. – 2012. – №2. – С. 65–77.
17. Ларионов Г.А. *Эрозия и дефляция почв*. – М.: Изд–во Моск. ун–та, 1993. – 200 с.

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В ОЦЕНКЕ УСЛОВИЙ АГРОЛАНДШАФТОВ СЕВЕРНОЙ ВОЛЖСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

**N.P. Kanatyeva¹, F.N. Lisetskii²,
P. Ukrainskiy²**

¹ *Arzamas Branch of the Nizhny Novgorod State University of N.I. Lobachevsky, 36, K. Marx St., Arzamas, 607220, Russia*

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

E-mail: arpz@mail.ru; ukrainski@bsu.edu.ru

The assessment of the influence of the relief on the functioning of agrolandscapes of the region was carried out. A significant impact of the level of erosion potential of the relief on territorial differentiation of processes of transformation of arable land was established. Application of methods of geoinformation mapping provides the accuracy of the spatial analysis of the main morphometric parameters and allows to apply the received results in agroecological division of the territory into districts.

Keywords: agrolandscape, erosive potential of the relief, GIS-mapping, zoning.

ПРИМЕНЕНИЕ ЛУЧЕВЫХ ДРЕНАЖЕЙ ДЛЯ ОСУШЕНИЯ НЕОДНОРОДНЫХ В РАЗРЕЗЕ ТОЛЩ ГОРНЫХ ПОРОД

**А.А. Воронин¹,
Ю.В. Пономаренко²**

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

E-mail: alevrnin@rambler.ru

² Всероссийский научно-
исследовательский институт по
осушению месторождений
полезных ископаемых,
защите инженерных сооружений
от обводнения, специальным
горным работам, геомеханике,
геофизике, гидротехнике, геологии и
маркшейдерскому делу,
Россия, 308007, г. Белгород,
ул. Б. Хмельницкого, 86

E-mail: viogem@mail.belgorod.ru

Рассмотрены основные расчетные схемы обводненных толщ горных пород. Приведено описание применения комбинированной многоярусной системы защиты от подтопления на примере дренажной системы дворца спорта «Космос» в г. Белгород. Выполнен анализ проблем осушения трещиноватого массива горных пород и обоснована система многоярусного лучевого дренажа с учетом функциональной зависимости водопроницаемости пород от вертикальной координаты.

Ключевые слова: слоистое строение обводненной толщи, трещиноватый массив, лучевые дренажные скважины, расчётные схемы обводненных толщ, многоярусный дренаж.

Введение

С освоением глубокозалегающих месторождений полезных ископаемых и защитой подтопленных территорий все чаще возникают задачи по осушению породных массивов неоднородных в разрезе. Слоистое строение обводненной толщи или развитие трещиноватых пород характерны для большинства месторождений и подтопленных территорий.

При этом важно подчеркнуть, что для трещиноватого массива характерно интенсивное затухание его проницаемости с глубиной, которое описывается экспоненциальной функцией вертикальной координаты, имеющей вид [1]

$$k(z) = k_0 e^{-\beta z / m}, \quad (1)$$

где k_0 – значение коэффициента фильтрации у кровли трещиноватого пласта ($z=0$), м/сут; e – основание натурального логарифма; m (или h) – мощность трещиноватых пород (или глубина грунтового потока), м; z – вертикальная координата, м; β – безразмерная постоянная, характеризующая интенсивность снижения коэффициента фильтрации пород по глубине.

При решении практических задач трещиноватую толщу часто представляют в виде трех или более слоев со средними значениями водопроницаемости. Разбивка трещиноватого массива на слои выполняется в соответствии известными в гидрогеологии правилами усреднения фильтрационных характеристик.

В соответствии с геолого-структурными особенностями дренируемых территорий для дальнейшего рассмотрения выделены следующие наиболее часто встречающиеся расчетные схемы:

- 1) двухслойный пласт, состоящий из основного хорошо проницаемого пласта, перекрытого слабопроницаемым слоем, например обводненными суглинками, имеющими весьма широкое распространение на территории России (рис. 1);
- 2) схема двух или нескольких гидравлически независимых водоносных горизонтов, разделенных водоупорными слоями (рис. 2);
- 3) схема трещиноватого пласта с убывающей по глубине водопроницаемостью (рис. 3).

Значительные технические трудности всегда сопутствуют осушению водоносных толщ, содержащих два или более водоносных горизонта. В тех случаях, когда нижний горизонт характеризуется хорошей водопроницаемостью в сравнении с обводненными вышележащими пластами, целесообразно использовать комбинированную схему осушения, которая включает

лучевой дренаж в нижнем горизонте и систему водопоглощающих скважин на верхние горизонты.

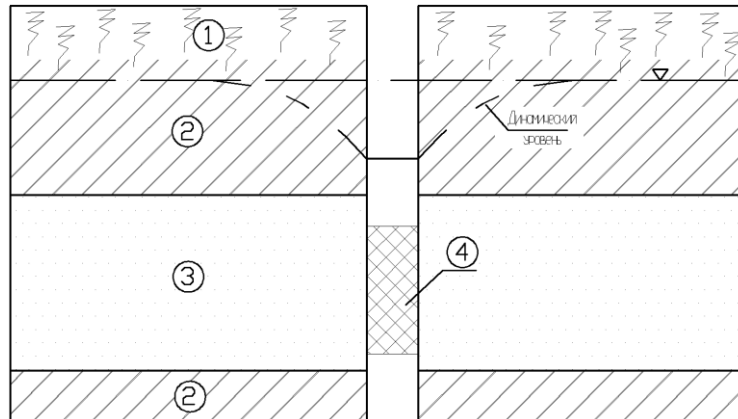


Рис. 1. Расчетная схема для двухслойной толщи обводненных пород:
1 – почвенно-растительный слой; 2 – породы с низкими фильтрационными свойствами;
3 – обводненные породы; 4 – водопоглощающая скважина

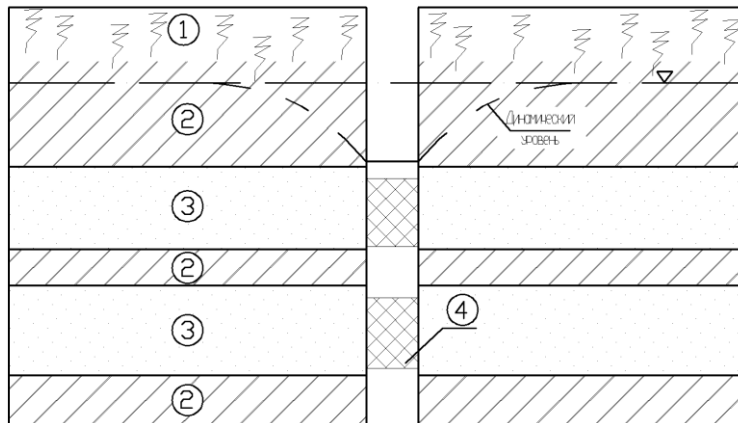


Рис. 2. Расчетная схема для многослойной толщи обводненных пород:
1 – почвенно-растительный слой; 2 – породы с низкими фильтрационными свойствами;
3 – обводненные породы; 4 – водопоглощающая скважина

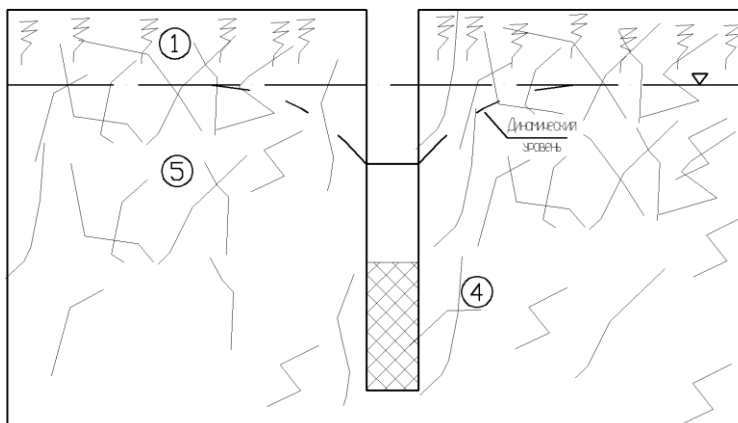


Рис. 3. Расчетная схема для трещиноватой толщи обводненных пород:
1 – почвенно-растительный слой; 4 – водопоглощающая скважина; 5 – трещиноватые породы

Здесь следует подчеркнуть, что применение поглощающих скважин особенно перспективно при осушении водоносных слоев, ограниченных по мощности, в которых использование водопоглощающих скважин практически не целесообразно. Следует также



иметь в виду, что при сооружении водопоглощающих скважин необходимо предъявлять высокие требования к конструкциям скважин и фильтров как в водопоглощающих пластах так и дренируемых водоносных горизонтах, что должно исключать обводнение отложений, расположенных между дренируемым и поглощающим горизонтами.

Помимо требований к фильтрам, успешное применение поглощающих скважин определяется рядом гидродинамических условий:

- 1) напор воды в поглощающем горизонте всегда должен быть ниже, чем в дренируемых, что необходимо для возникновения потока вод из дренируемых в поглощающие водоносные горизонты;
- 2) проводимость поглощающего горизонта должна быть больше суммы проводимостей дренируемых слоев, то есть

$$K_{II}m_{II} > K_1m_1 + K_2m_2 + \dots + K_nm_n, \tag{2}$$

где K_{II} и m_{II} – коэффициенты фильтрации и мощность поглощающего горизонта; K_1, K_2, K_n и m_1, m_2, m_n – соответственно коэффициенты фильтрации и мощности дренируемых слоев.

Первое ограничение, то есть существование необходимой разности напоров, на практике сравнительно легко может быть преодолено путем предварительного ввода в эксплуатацию лучевого дренажа в поглощающем горизонте, или посредством его усилия дополнительными водопонижающими скважинами.

При проведении фильтрационных расчетов принимается, что расходы дренируемого Q_1 и поглощающего Q_2 горизонтов приблизительно равны между собой. Также полагается, что коэффициенты пьезопроводности (уровнепроводности) дренируемого и поглощающего пласта примерно равновелико $a_1 \approx a_2 = a$; $S_1 + S_2 = H_{1e} - H_{2e} = y_0$.

При этих условиях понижение напора (уровня вод) в дренируемом горизонте 1 определяется по формуле:

$$S_1 = \frac{v_2 y_0}{(1+v_2)} \times \frac{E_i(-u)}{\ln 2.25 f_0}, \tag{3}$$

а повышение уровня воды в поглощающем горизонте по формуле:

$$S_2 = \frac{y_0}{(1+v_2)} \times \frac{E_i(-u)}{\ln 2.25 f_0}, \tag{4}$$

в которых $v_2 = T_2 / T_1$; $u = r^2 / 4at$; $f_0 = at / r_o^2$; $T_1 = k_1 m_1$; $T_2 = k_2 m_2$; r_o – приведенный радиус скважины, м.

Количество воды, вытекающей из горизонта 1 и поглощаемой горизонтом 2, вычисляется по формуле:

$$Q_1 = Q_2 = \frac{2\pi T_0 y_0}{(1+v_2)} \times G(f_0) \approx \frac{2\pi T_0 y_0}{(1+v_2)} \times \frac{1}{2.25 f_0} \tag{5}$$

Таблицы значений функций $E_i(-u)$ и $G(f_0)$ приведены в Справочнике [2].

В качестве примера успешного применения комбинированной многоярусной системы защиты от подтопления ниже приводится описание дренажной системы дворца спорта (ДС) «Космос» в г. Белгороде (рис. 4).

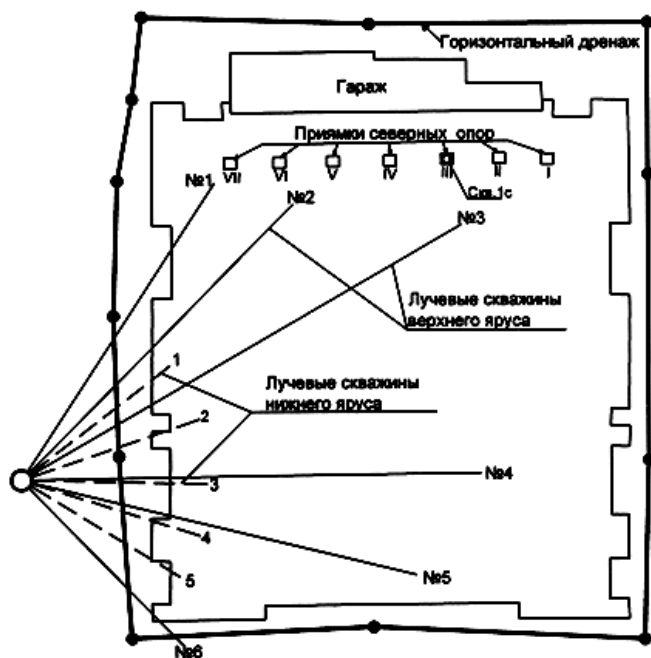


Рис. 4. Схема дренажа ДС «Космос»

ДС «Космос» расположен в южном микрорайоне г. Белгорода на водораздельном пространстве. В геологическом строении верхней части разреза принимают участие палеоген-неогеновые и четвертичные



отложения, представленные глинами с прослоями мелкозернистых и пылеватых песков. Кровля глин залегает на глубине 4.5–10.4 м. Прослой песков мощностью до 4 м встречены на глубине 5.7–10.0 м. Неогеновые и четвертичные отложения представлены суглинками, перекрытыми растительным слоем. Мощность четвертичных отложений составляет 1.2–3.7 м. Палеоген-неогеновые и четвертичные образования обводнены.

Водонасыщенные грунты характеризуются низкими значениями водопроницаемости. Коэффициенты фильтрации суглинков лежат в пределах от 0.017 до 0.25 м/сут, для песков он изменяется от 0.1 до 1.5 м/сут.

До начала строительства ДС уровни воды находились на глубинах 5.2–8.0 м. В период эксплуатации дворца уровни вод повысились на 3–4 м, образовав под зданием купол растекания.

Масштабы сооружения, сложность гидрогеологических условий и особенности питания грунтовых вод в период эксплуатации дворца предопределили трудности решения задачи по защите здания от подтопления.

При проектировании дворца спорта проектировщики для защиты от подтопления заложили контурный траншейный дренаж закрытого типа. После завершения строительства и ввода в эксплуатацию объекта, стало очевидным, что выполненная система дренажа не обеспечивает сколько-нибудь заметного снижения уровня вод. К причинам сложившегося положения специалисты отнесли наличие внутренних источников инфильтрационного питания грунтовых вод за счет перелива оборотной воды из емкостей для ее сбора, дождевых и талых вод с огромной площади кровли дворца, конденсации влаги на холодильном оборудовании, тепловлагопереноса под ледовым полем, таяния льда при зачистке катка и других утечек из водонесущих коммуникаций. В результате здание дворца оказалось полностью подтопленным, при этом наибольшую угрозу представляло подтопление главных опор шатровой конструкции дворца. Тогда было принято решение о сооружении двухъярусного лучевого дренажа, расположенного с западной стороны здания.

Гидродинамическое обоснование двухъярусной системы выполнялось по известной методике с использованием компьютерной технологии численного моделирования.

Фактически был пройден ствол диаметром 4 м в свету, 6 лучевых скважин первого яруса в суглинках и 5 скважин второго нижнего яруса в палеогеновых песках. Скважины первого яруса были заложены на глубине от 6.73 м до 6.88 м, длиной от 70 до 100 м.

Скважины второго яруса были сооружены на глубине от 9.62 м до 9.67 м длиной около 50 м, сброс дренажных вод осуществлялся в городскую ливневую канализацию.

По данным режимных наблюдений за изменением уровня грунтовых вод под влиянием работы лучевого дренажа было установлено, что его дренирующее действие положительно сказалось в западной части здания. Восточная и северная части дворца и в первую очередь прямки арочных опор оказались не осушенными. Причинами отмеченного являлись весьма низкая водопроницаемость несущих суглинков (в среднем 0.062 м/сут) и активная восполняемость грунтовых вод за счет техногенных факторов. Очевидно, условия инфильтрационного питания грунтовых вод на площади дворца не были учтены в полной мере. В этой ситуации ФГУП ВИОГЕМ предложил усилить дренажную систему посредством сооружения у арочных опор водопоглощающих скважин для сброса вод, содержащихся в суглинках и песчаных подушках под прямыми опорами в палеоген-неогеновые пески.

Опытные работы были проведены в прямой наиболее обводненной опоры №3.

Бурение водопоглощающей скважины диаметром 127 мм осуществлялось из подвального помещения непосредственно через бетонное дно прямой, песчаную подушку и обводненные суглинки. Скважина заглублялась в водоносные пески на 1 м, после чего оборудовалась фильтрами на верхний и нижний водоносные горизонты. Общая глубина водопоглощающей скважины составила 4 м. Установке фильтров предшествовали довольно объемные гидравлические испытания семи образцов фильтров, которые оценивались по их устойчивости при работе в агрессивных водах и способности предотвращения суффозионного выноса. По результатам выполненных исследований для установки в водопоглощающие скважины были рекомендованы пластмассовые конструкции с волокнисто-пористой оболочкой.

Сооружение скважины позволило осушить прямку опоры №3 и снизить уровень воды в суглинках до безопасного положения. В целом за 1.5 года эксплуатации дренажной системы уровень грунтовых вод был понижен на 0.7–1.3 м.

Пожалуй, наиболее сложно решается задача осушения трещиноватого массива горных пород. Проблема состоит в том, что применение дренажных устройств вертикального типа, вскрывающих полную мощность трещиноватого пласта, не позволяет осушить нижнюю, менее проницаемую часть пласта, в одинаковых временных темпах. В этих условиях всегда



наблюдается существенное отставание снижения уровней в нижней зоне пласта. Очевидно, чтобы получить одинаковые размеры осушенных зон на всех глубинах одновременно, необходимо применять многоярусные лучевые дренажи. С этой целью трещиноватый массив представляют в виде слоистой толщи, включающей, обычно, три однородных слоя со средней проницаемостью. Выделение слоев производят в соответствии с требованиями осреднения проницаемости пород в разрезе, то есть соотношение проницаемости на верхней и нижней границах каждого слоя не должны превышать 10 [3].

Средневзвешенное значение коэффициента фильтрации по пласту определяется интегралом:

$$K_{cp} = \frac{1}{m_0} \int_0^m k(z) dz \quad (6)$$

Поскольку изменение проницаемости трещиноватых пород с глубиной описывается экспоненциальной функцией вида (1)

$$K_{cp} = \frac{K_0}{\beta} (1 - e^{-\beta}) \quad (7)$$

Среднее значение коэффициента фильтрации для каждой из выделенных зон рассчитывается по формуле:

$$K_{cp} = \frac{1}{c - b_i} \int_{b_i}^c k(z) dz \quad (8)$$

В (8) обозначены:

b – координата кровли выделенного слоя;

c – координата почвы слоя, соответственно мощность выделенного слоя будет равна

$$m_i = c_i - b_i, \quad (9)$$

где i – номер слоя $i = 1, 2, 3, \dots, n$.

Положение кровли (b_i) и почвы (c_i) выделенных слоев назначаются в соответствии с кривой $K(z)$. При этом параметры лучевых дренажей, длина лучевых скважин и их количество, размещаемых в каждом слое, определяются по предлагаемой ниже методике, учитывающей фильтрационные особенности трещиноватого массива.

В общем случае размеры в плане осушенной зоны трещиноватого пласта определяются длиной лучевых скважин l и радиусом их влияния $R(t)$, то есть радиус осушенного участка пласта на момент времени t будет равен $l + R(t)$ [4],

$$\text{где } R(t) = 1.5 \sqrt{at} \quad (10)$$

Для напорного пласта

$$a = \frac{k(z)}{\beta^*} \quad (11)$$

$$\beta^* = n \beta_{ж} + \beta_c, \quad (12)$$

для безнапорного потока

$$a_y = \frac{k(z) h_{cp}}{\mu}, \quad (13)$$

n – трещинная пористость горных пород;

$\beta_{ж}$ – коэффициент сжимаемости жидкости;

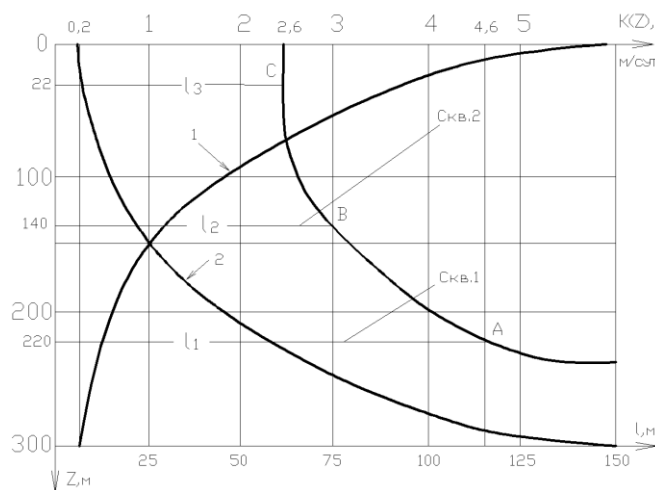
β_c – коэффициент объемной упругости среды (горной породы);

h_{cp} – среднее значение глубины грунтового потока;

μ – коэффициент водоотдачи.

Из (11)–(13) следует, что $R(t)$ является функцией вертикальной координаты, то есть коэффициента фильтрации выделенных слоев. Последнее означает, что радиус влияния $R(t)$ в верхней части трещиноватого пласта будет иметь максимальные значения и минимальные у почвы пласта – в нижнем выделенном нами слое.

В работе [4] показано, что с уменьшением по глубине водопроницаемости пород длину лучевых дренажных скважин следует увеличивать, в то время как в верхней наиболее проницаемой зоне для достижения такого же дренажного эффекта потребуется сооружение лучевых скважин меньшей длины. Поэтому для достижения равновеликих осушенных зон по глубине необходимо длину лучевых скважин назначать с учетом функциональной зависимости водопроницаемости пород от вертикальной координаты. Для этого, учитывая обратно



пропорциональную связь длины лучевых скважин с коэффициентом фильтрации $k(z)$, кривую 1, описывающую изменение водопроницаемости в разрезе пласта надлежит обернуть на 180° вокруг горизонтальной оси, проведенной через середину пласта, точку $z = m / 2$ и получить кривую 2 (рис. 5).

Рис. 5. Кривая для определения длины лучевых скважин

В первую очередь устанавливают длину лучевой скважины в самом нижнем слое пласта, где дренажные скважины должны иметь максимальную протяженность, которая в большинстве случаев определяется технической возможностью имеющегося бурового оборудования.

Для назначения длины лучевых скважин на верхних ярусах, кривую 2 перемещают вдоль горизонтальной оси ($z = m / 2$) параллельно самой себе, до пересечения с первой скважиной в точке А (забой). В этом случае длина лучевых скважин выше расположенных ярусов ограничивается перемещенной кривой 2 (точки В и С на рис. 5)

Радиусы влияния скважин в каждом слое вычисляются по формуле (10). Дренажные скважины для получения максимального снижения уровней вод закладываются у подошвы дренируемых слоев.

Дальнейший расчет лучевого дренажа для каждого слоя выполняется в следующем порядке.

По соотношению (9) находят мощности выделенных слоев:

$$m_1 = c_1 - b_1 = c_1 - 0;$$

$$m_2 = c_2 - b_2 \quad (b_2 = c_1);$$

$$m_3 = c_3 - b_3 \quad (b_3 = c_2).$$

Средневзвешенные значения коэффициентов фильтрации пород каждого слоя вычисляют по формуле (8).

Дебит лучевого дренажа по каждому слою рассчитывают по формуле «большого колодца»:

$$Q = \frac{2\pi TS}{\ln \frac{R+r}{r}}, \tag{14}$$

где T – проводимость выделенного водоносного слоя ($k_i m_i$);

S – понижение уровня вод над дренажной;

r – приведенный радиус «большого колодца», равный $r = \sqrt{\frac{F}{\pi}}$,

F – площадь, ограниченная крайними лучевыми скважинами и линиями, соединяющими их забои;

$$r = \sqrt{\frac{T}{a}}$$

r – радиус питания, равный

При проведении фильтрационных расчетов каждую лучевую скважину разбивают на 5 равных отрезков длиной Δl_i с заменой каждого из них эквивалентной вертикальной скважиной, располагаемой в середине отрезка.

Затем вычисляют дебит каждой эквивалентной скважины с учетом, что приток воды на один метр длины лучевой скважины с удалением от ее устья увеличивается по линейному закону, то есть:

$$Q_1 = 0.1 \times 2q \Delta l_i;$$

$$Q_2 = 0.3 \times 2q \Delta l_i;$$

$$Q_3 = 0.5 \times 2q \Delta l_i;$$



$$Q'_4 = 0.7 \times 2q\Delta l_i;$$

$$Q'_5 = 0.9 \times 2q\Delta l_i;$$

где q – дебит, приходящийся на 1 м длины скважины.

После выполнения этих операций вычисление понижения уровня грунтовых вод в любой произвольной точке слоя вычисляется по зависимости:

$$S = \frac{1}{4\pi T} \sum_{i=1}^n \sum_{i=1}^5 Q_i W_i(u_i, \frac{\rho_{i.}}{B_i}) \quad (15)$$

где $u_i = r_i^2 / 4at$;

ρ_i – расстояние от вертикальной скважины до произвольной точки пласта;

B_i – радиус влияния дренажа;

$W(u, \rho_i, B)$ – табулированная функция [1].

В силу принятых общеизвестных допущений о гидродинамической независимости выделенных слоев, о приведенном радиусе «большого колодца» и др., изложенная методика расчета лучевого дренажа является приближенной, но приемлемой для проведения практических расчетов.

В рассматриваемом случае эффективно также применение полого-восстающих лучевых скважин пересекающих мощность выделенного интервала.

В рассматриваемом случае с некоторым приближением получим

$$l_1 + R(t)_1 = l_2 + R(t)_2 = l_3 + R(t)_3 = l_i + R(t)_i, \quad (16)$$

то есть размеры осушенных зон в плане в каждом выделенном слое трещиноватого пласта окажутся практически близкими.

Положительные результаты исследования эффективности лучевых дренажей в различных пластовых условиях позволяют определить параметры комплексных дренажных систем, включающих лучевые дренажи, обеспечить необходимый уровень и равномерность осушения слоистых и трещиноватых массивов горных пород.

Гидродинамическое обоснование систем многоярусных лучевых дренажей в связи с известными математическими трудностями рекомендуется выполнять методами математического моделирования.

Список литературы

1. Гоголева Н.П., Пономаренко Ю.В. Закономерности изменения фильтрационных свойств трещиноватых пород по глубине // Советская геология. – 1971. – №12. – С. 104–107.
2. Болотских Н.С., Кузькин В.С., Пономаренко Ю.В. Справочник по осушению горных пород. – М.: Недра, 1984. – 576 с.
3. Основы гидрогеологических расчетов / Ф.М. Бочеввер, И.В. Гармонов, А.В. Лебедев, В.М. Шестаков. – М.: Недра, 1965. – 307 с.
4. Шелкачев В.Н. Разработка нефтеводоносных пластов при упругом режиме. – М.: Гостоптехиздат, 1959. – 215 с.

APPLICATION OF RADIAL DRAINAGES TO DRAIN HETEROGENEOUS ROCK MASS

A.A. Voronin¹, U.V Ponomarenko²

¹ Belgorod State National Research University, 85 Pobedy St., Belgorod, 308015, Russia

E-mail: alevmin@rambler.ru

² OAO VIOGEM, B. 86 Khmel'nitsky St, Belgorod, 308007, Russia

E-mail: viogem@mail.belgorod.ru

The basic calculation schemes of watered strata of rocks were considered. The description of using combined multi-tier system of protection against flooding on the example of the drainage system of the Palace of Sports "Kosmos" in Belgorod was given. The analysis of the problems of drainage of crumbling rock mass was made and the many-tier system of radial drainholes, taking into account the functional dependence of the water permeability of rocks on the vertical coordinate, was justified.

Key words: layered structure of watered strata, crumbling rock mass, radial drainholes, calculation schemes of watered strata, many-tier drainage.



УДК 004.42: 624.131

АЛГОРИТМ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАСЧЕТА УСТОЙЧИВОСТИ ОТКОСОВ ЗЕМЛЯНЫХ СООРУЖЕНИЙ ПО КРУГЛОЦИЛИНДРИЧЕСКИМ ПОВЕРХНОСТЯМ СКОЛЬЖЕНИЯ¹

**В.В. Ломакин, С.В. Сергеев,
Е.В. Лычагин, О.С. Резниченко**

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

*E-mail: lomakin@bsu.edu.ru;
sergeev@bsu.edu.ru; ly-
chagin@bsu.edu.ru; oreznichen-
ko@bsu.edu.ru*

В статье предложена методика применения информационных технологий для расчёта устойчивости откосов земляных сооружений и естественных склонов по методам Р.Р. Чугаева, Г. Крея и А.А. Ничипоровича. По выработанным рекомендациям в рамках принятых методов расчёта можно получить минимальные коэффициенты запаса устойчивости с учётом основных действующих сил, геологического строения и конфигурации для всех случаев, рекомендованных СНиПом 2.06.05-84. Разработанное программное обеспечение предназначено для расчёта устойчивости земляных сооружений и естественных склонов.

Ключевые слова: алгоритм расчета устойчивости земляных откосов, коэффициент запаса устойчивости, программное обеспечение расчета устойчивости земляных и гидротехнических сооружений.

Введение

В настоящее время не разработан единый нормативно-технического документ, предлагающий рекомендации, которые в полной мере отражают основные этапы оценки устойчивости откосов земляных сооружений, в том числе определение расчетных характеристик грунтов, оценку инженерно-геологической обстановки, выбор расчетной схемы, что в свою очередь приводит к усложнению процесса проектирования хвостохранилищ карьеров. Задача автоматизации расчетов устойчивости земляных откосов решалась многими авторами, однако существующие программы, как правило, имеют ограниченное применение, ориентированное на специфические области, не связанные с организацией хвостохранилищ карьеров, а использование их для расчетов устойчивости откосов хвостохранилищ требует значительной доработки и относительно большого времени на подготовку исходных данных.

Известно [1], что потеря устойчивости откосов земляных сооружений и естественных склонов происходит по целому ряду причин, в частности в результате воздействия гравитационных, фильтрационных сил и динамических нагрузок, и носит характер либо общего обрушения откоса, либо местного (локального) разрушения.

В настоящее время наиболее распространены три группы методов расчёта устойчивости откосов, основанные на различных предположениях (гипотезах), а именно:

- методы, основанные на предположении о том, что рассматриваемый массив грунта находится в предельном состоянии (работы О. Ренкина, В.В. Соколовского, С.С. Голушкевича, Ю.А. Соболевского и др.);
- методы, основанные на отыскании положения поверхности скольжения любой заданной формы, соответствующей наименьшему запасу устойчивости с учетом того, что во всех точках поверхности скольжения одновременно наступает предельное равновесие;
- методы расчёта устойчивости откосов с учётом напряженно-деформированного состояния массива грунта.

Вторая группа методов в достаточной мере опробована в практических расчётах сооружений, позволяет учитывать неоднородность земляной среды, фильтрационные силы, поровое давление и т. д. Поэтому в большинстве случаев в практических инженерных расчётах устойчивости земляных откосов применяют методы, основанные на отыскании поверхностей скольжения заданной формы по наименьшему коэффициенту запаса устойчивости. Кроме того, наблюдения за имевшими место обрушениями естественных склонов (например, на водохранилище Вайонт в Италии), а также откосов искусственных земляных сооружений показывают, что обрушения происходят в большинстве случаев по криволинейным плоскостям скольжения, близким к цилиндрическим.

¹ Исследование выполнено в рамках Государственного задания Министерства образования и науки РФ на выполнение НИР подведомственным вузам в 2013 году. Проект № 8.8600.2013.

В связи с этим в практических расчётах устойчивости откосов земляных сооружений и естественных склонов, сложенных рыхлыми осадочными породами, как правило, поверхность обрушения принимается круглоцилиндрической формы.

В настоящей работе использованы методы расчета устойчивости, основанные на предположении, что разрушение откосов происходит по круглоцилиндрической поверхности скольжения.

Поскольку расчет устойчивости сводится, в конечном счёте, к отысканию наименьшего коэффициента запаса устойчивости, выбор способа определения последнего имеет принципиальный характер.

Существуют три основные группы способов определения коэффициента запаса устойчивости:

- по разрушающей нагрузке;
- по соотношению сил сдвигающих и сопротивляющихся сдвигу;
- по соотношению физико-механических фактических и фиктивных характеристик грунта, при которых может произойти нарушение устойчивости откоса.

Первая группа методов вычисления коэффициентов запаса устойчивости обычно не используется.

Нормативными документами [2] коэффициент запаса устойчивости рекомендуется определять по формуле

$$K = \frac{tg \varphi_{\partial} + \frac{C_{\partial}}{tg \varphi_k}}{tg \varphi_k} \quad (1)$$

где φ_{∂} и C_{∂} – фактические характеристики сопротивления грунта сдвигу;

где φ_k и C_k – фиктивные характеристики сопротивления грунта сдвигу.

В то же время принимаемый обычно при расчётах устойчивости по круглоцилиндрическим поверхностям коэффициент запаса устойчивости определяется по формуле

$$K = \frac{M_{реакт}}{M_{акт}}, \quad (2)$$

где $M_{реакт}$ и $M_{акт}$ – соответственно моменты реактивных и активных сил, действующих на рассматриваемый массив грунта.

Величины K , вычисленные по формулам (1 и 2) совпадают при условии, когда реактивные силы пропорциональны значениям φ и C . Поэтому для вычисления коэффициента запаса устойчивости откосов будем использовать выражение (2), а в расчетах руководствоваться величинами допустимых коэффициентов запаса устойчивости, установленными СНиПом.

Методы расчета устойчивости

Для построения алгоритма вычислений рассмотрим методы расчёта устойчивости земляных сооружений и естественных склонов, предложенные Г. Креем, Р.Р. Чугаевым и А.А. Ничипоровичем. В основу этих методов положено допущение о том, что в момент начала обрушения отвердевший, недеформируемый отсек обрушения грунта ограничивается снизу круглоцилиндрической поверхностью скольжения, причём в каждой точке этой поверхности имеет место предельное равновесие, т.е. рассматривается «гипотетический грунт», для которого справедлива зависимость Кулона [3]

$$\tau_i = \sigma_i tg \varphi_i + C_i \quad (3)$$

Значение определяется для каждой элементарной площадки скольжения, исходя из разбивки отсека обрушения на ряд элементов (рис. 1а).

Момент реактивных сил

$$M_{реакт} = \sum R \tau_{пр} \Delta S \quad (4)$$

Из выражений (2), (3) и (4) для i -го элемента

$$K = R \frac{\sum \sigma_i tg \varphi_i \Delta S + \sum C_i \Delta S}{M_{акт}} \quad (5)$$

Проектируя все силы на вертикальную ось, получаем (см. рис. 1а)

$$P_i B + Q_i - \tau_i \Delta S \sin \alpha_i - \sigma_i \Delta S \cos \alpha_i = 0, \quad (6)$$

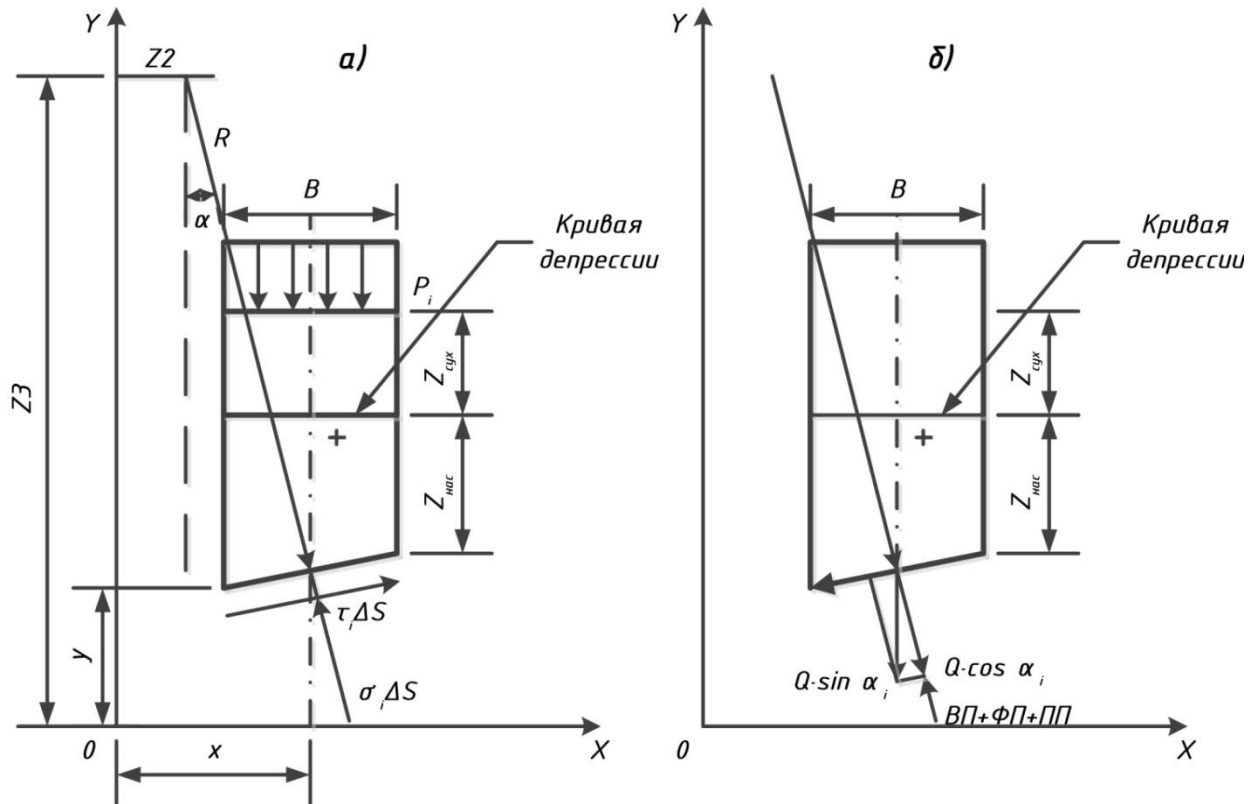


Рис. 1. Силы действующие на элемент
(а – по Г. Крею и Р.Р. Чугаеву; б – по А.А. Ничипоровичу)

где $Q_i = (z_{сух} i \gamma_{сух} + z_{нас} i \gamma_{нас}) B$,

откуда $\sigma_i \Delta S = \frac{B(P_i + Q_i)}{\cos(\alpha_i - \varphi_i)} \cos \varphi_i - \frac{c_i \Delta S}{\cos(\alpha_i - \varphi_i)} \sin \alpha_i \cos \varphi_i$

Учитывая формулу (6), выражение (5) запишем в следующем виде:

$$K = \frac{R \cdot b}{M_{акт}} \left[\sum \frac{B(P_i + q_i) \sin \alpha_i}{\cos(\alpha_i - \varphi_i)} + \sum \frac{C_i \cos \varphi_i}{\cos(\alpha_i - \varphi_i)} \right], \quad (7)$$

где $q = \frac{Q_i}{B}$.

Окончательно, с учетом W_i , получим

$$K = \frac{R^2 \left[\frac{(P_i + q_i - w_i) \sin \alpha_i + C_i \cos \varphi_i}{(z_3 - y_i) \cos \varphi_i + (x_i - z_2) \sin \varphi_i} \right]}{(P_i - q_i)(x_i - z_2)}, \quad (8)$$

где Z_2, Z_3, X, Y – приведены на рисунке 1. Коэффициент запаса устойчивости по формуле Г. Крея (8) был использован для программирования.

Выражение (8) в идентификаторах имеет вид:

$$K1 = \frac{Z1^2 \frac{(rQq - rPv) \times \sin Fi + CN \cdot rCi}{\cos Fi \times (Z3 - Y) + \sin Fi \times (X - Z2)}}{rQq \times (X - Z2)} \quad (9)$$

Согласно методу весового давления Р.Р. Чугаева угол α_i принимается равным нулю. Это равносильно допущению, что элементарная нормальная сила, соответствующая любому элементу дуги обрушения, равна внешней силе N , приходящейся на данный элемент [4]. Коэффициент запаса устойчивости по Р.Р. Чугаеву (см. рис. 1а) отличается от него незначительно.

$$K = \frac{RB(\sum Q1_i \operatorname{tg} \varphi_i + \sum C_i \Delta S)}{\sum Q2_i \cdot X \cdot B} \quad (10)$$

$$Q1_i = z_{\text{сух}i} \gamma_{\text{сух}} + z b_{3i} \cdot \gamma b_{3i},$$

где $Z2, X$ – приведены на рисунке 1а.

Выражение (10) в идентификаторах имеет следующий вид:

$$K1 = \frac{Z1(rQq2 \times \text{Tan_Fi}) + rCi}{rQq \times (X - Z2)} \quad (11)$$

Метод А.А. Ничипоровича отличается от двух выше названных тем, что объёмные силы, такие как взвешивающее фильтрационное давление и поровое давление, заменяются поверхностными силами.

Коэффициент запаса устойчивости выражается отношением удерживающих сил к сдвигающим [1] (см. рис. 1б):

$$K = \frac{\sum tg \varphi_i [Q_i \cos \alpha_i - (B_n + \Phi_n + \Pi_n)] + \sum (C_i \Delta S)}{\sum Q_i \sin \alpha_i}, \quad (12)$$

$$B_n + \Phi_n = \frac{hn \cdot B}{\cos \alpha_i}, \quad Q_i = B(z_{\text{сух}i} \gamma_{\text{сух}} + z_{\text{нас}i} \gamma_{\text{нас}}), \quad hn = z_{\text{нас}}.$$

где

Выражение (12) в идентификаторах имеет вид

$$K = \frac{\text{Tan_Fi} \times (rQq \times \text{Cos_B} - (W_n + rPv)) + (rCi \times dS)}{rQq \times \text{Sin_B}} \quad (13)$$

Выбор в качестве расчётных нескольких формул обусловлен отсутствием единой точки зрения на характер процессов, происходящих при разрушении откосов, и вероятностным характером методик расчёта. При этом следует отметить, что метод весового давления Р.Р. Чугаева рекомендуется в качестве нормативного [5].

Надежность коэффициентов запаса по методу Г. Крея гарантируется большим количеством проделанных практических расчётов и безаварийной работой сооружений, рассчитанных по этому методу.

Кроме того, результаты расчётов по методу Г. Крея весьма близки к полученным по методу Тейлора, учитывающему все уравнения равновесия.

Метод поверхностных сил А.А. Ничипоровича также довольно распространён и даёт возможность получить коэффициент запаса, исходя из силовой схемы, принципиально отличающейся от двух вышеприведённых.

Таким образом, одновременное применение рассмотренных методов позволяет оценить устойчивость сооружения наиболее надёжно.

Программы и алгоритмы, приведённые в работах [6, 7], не обладают достаточной полнотой учёта различных факторов, влияющих на устойчивость сооружения (неоднородность физико-механических свойств, геологическое строение, фильтрационные силы, поровое давление, сейсмические силы и т.д.), поэтому авторами предложено осуществить разработку программного обеспечения, которое позволило бы в рамках принятых методов Г. Крея, Р.Р. Чугаева и А.А. Ничипоровича учитывать:

- практически любую неоднородность физико-механических свойств грунта откоса;
- фильтрационные силы;
- любую конфигурацию откоса;
- поровое давление в грунтах (по методам Г. Крея и А.А. Ничипоровича);
- действие сейсмических сил (по методу Р.Р. Чугаева).

При этом находятся минимальные коэффициенты запаса устойчивости с заданной степенью точности, зависящей от числа итераций в разрабатываемом алгоритме расчёта. Кроме того, принятая нами схема расчёта не подразумевает направленного поиска кривой обрушения с наименьшим коэффициентом запаса устойчивости, как рекомендовано в работах [2, 4]. При этом решается задача вычисления значений функции с заданными пределами изменения трех переменных, радиуса и координат его начала.

Шаг изменения радиуса и область, в которой будут меняться его координаты, могут быть выбраны в достаточно широком диапазоне величин. Это позволяет оценивать устойчивость сооружения более надёжно, так как выбор начальных значений трех переменных и шагов изменения по каждой переменной при расчёте неоднородных откосов сложного геологического строения представляет известную трудность.

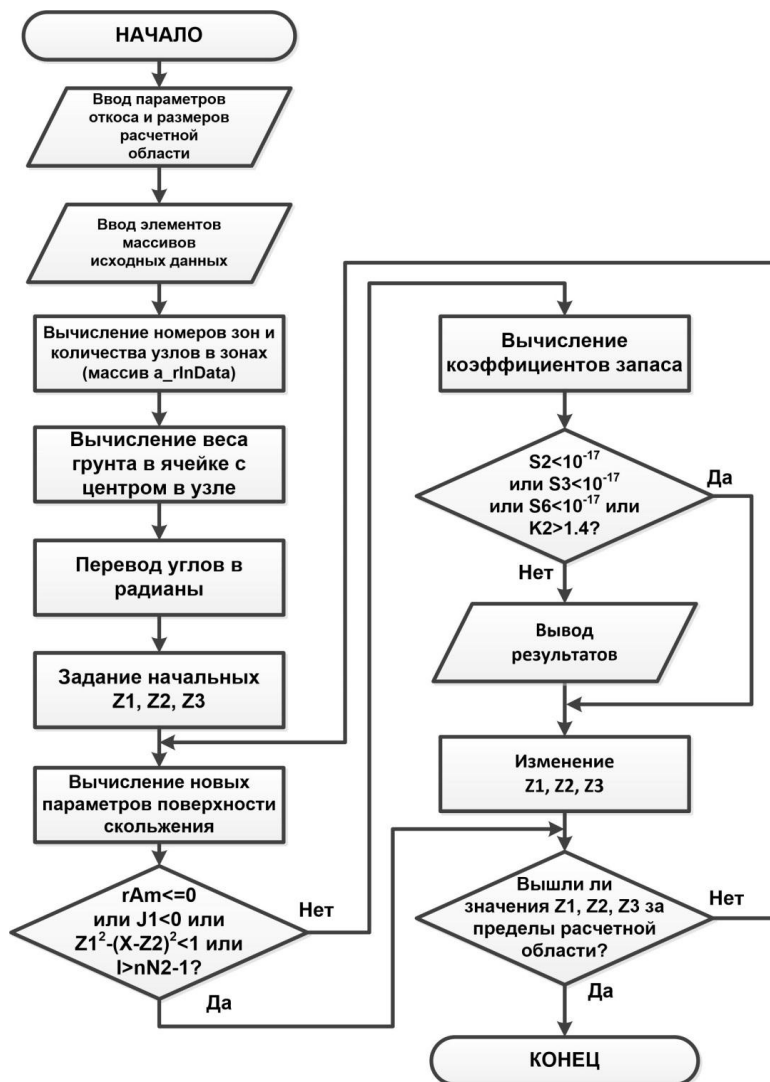
Кроме того, следует отметить, что способ весового давления рекомендуется применять при $ctg \alpha > 1.7$ [5].

Разработка алгоритма программы и подготовка исходных данных

В соответствии с изложенной методикой построим алгоритм расчёта, определим функции и разработаем модульную структуру программного обеспечения. В соответствии с последовательностью и логикой методики расчета включим в состав программного обеспечения следующие функциональные модули:

- 1) ввода параметров откоса и размеров расчётной области;
- 2) ввода значений элементов массивов исходных данных;
- 3) вычисления номеров зон и количества узлов, принадлежащих каждой зоне;
- 4) вычисление параметров грунта в ячейке, центром которого служит узел;
- 5) определения расчётных параметров возможных кривых обрушений;
- 6) вычисления новых параметров поверхности скольжения;
- 7) вычисления коэффициентов запаса;
- 8) модификации расчетных параметров возможных кривых обрушений.

Блок-схема алгоритма расчета приведена на рисунке 2.



Для подготовки исходных данных на поперечном разрезе откоса и его основания, выполненном в одном вертикальном и горизонтальном масштабах, показывается их геологическое строение и положение кривой депрессии.

Ось X проводится горизонтально ниже поверхности основания на расстоянии, равном половине высоты ячейки сетки (рис. 3). Ось Y проводится через точку излома. Точка излома – точка пересечения поверхности основания и прямой, проведенной под углом α к этой поверхности так, чтобы весь откос был расположен по одну сторону от неё.

Рис. 2. Блок-схема алгоритма расчета

На откос накладывается прямоугольная сетка узлов. Считается, что грунт в прямоугольнике, центром тяжести которого служит узел сетки, однороден.

Профиль разбивается на зоны, которым присваиваются номера, начиная с 1 до 3. При этом основание должно иметь №3.

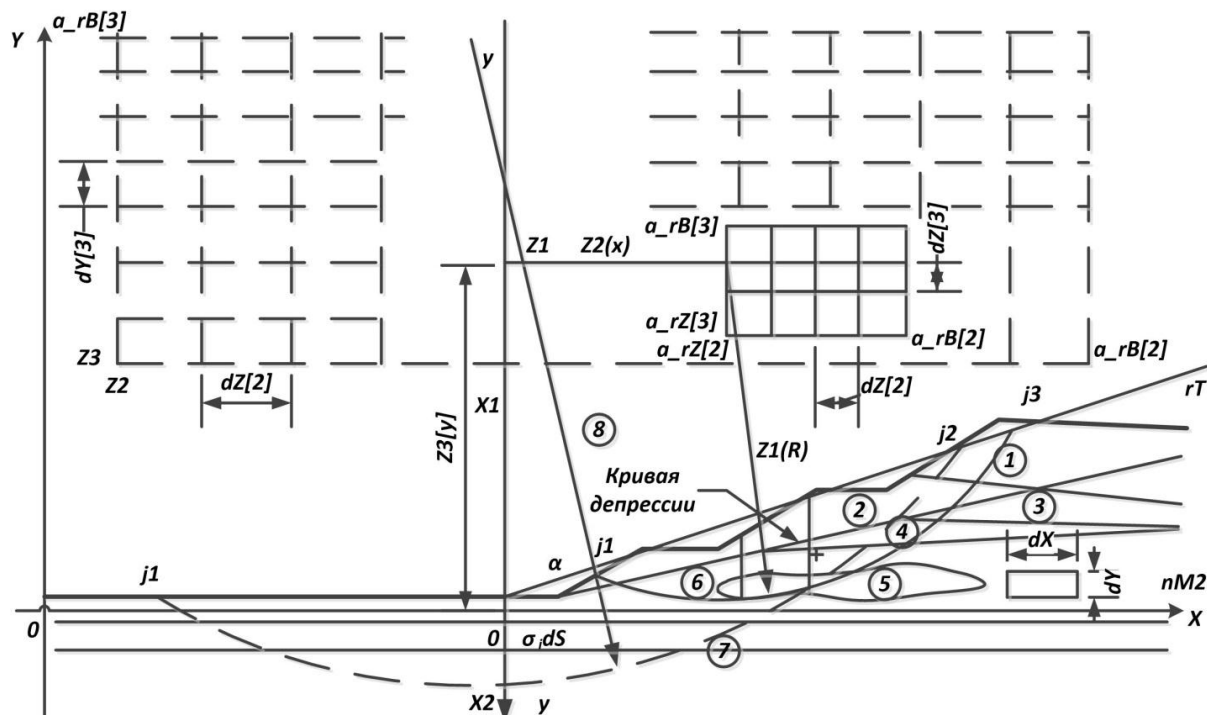


Рис. 3. Варианты составления расчетной схемы, где 1–8 – номера зон

Выбор области нахождения центра кривой обрушения обусловлен конкретными геологическими условиями. Пусть расчёт нужно произвести без учёта влияния основания, тогда ось Y должна быть в положении 1 (область показана сплошной линией). Если необходимо произвести расчёт с учётом возможности разрушения основания и откоса, то ось Y должна быть в положении 2 (с учётом нахождения K_{min}). Область для этого случая показана пунктиром (см. рис. 3). Пределы изменения радиуса окружности должны задаваться с таким расчётом, чтобы иметь возможность определить коэффициенты запаса, характеризующие как местную, так и общую устойчивость сооружения.

Кратко опишем обозначения, применяющиеся в рисунке 3:

R – радиус окружности обрушения;

j_1 и j_2 – индекс точек входа и выхода кривой обрушения на поверхность;

K_1, K_2, K_3 – коэффициенты запаса соответственно по Г. Крею, Р.Р. Чугаеву и А.А. Ничипоровичу.

Опишем семантику вводимой информации. В соответствии с алгоритмом расчета структурируем входные данные в форме восьми одномерных массивов. Первый массив исходных данных ($a_rInData$) содержит вектор, состоящий из чисел, расположенных в следующем порядке:

$nN1$ – ордината верхнего ряда узлов сетки;

$nN2$ – ордината нижнего ряда узлов сетки;

$nM1$ – абсцисса крайнего положительного ряда узлов сетки;

$nM2$ – абсцисса крайнего отрицательного ряда узлов сетки;

$nN3$ – наибольший номер зоны;

nN – ордината верхней границы сооружения;

rT – заложение откоса; $T = ctg \alpha$;

dX – ширина ячейки сетки, в м;

dY – высота ячейки сетки, в м., dY – ноль;

$a_rZ[1]$ – минимальное значение радиуса;

$a_rZ[2]$ – минимальное значение абсциссы центра окружности обрушения;

$a_rZ[3]$ – минимальное значение ординаты центра окружности обрушения;

$dZ[1]$ – шаг изменения по Z_1 ;

$dZ[2]$ – шаг изменения по Z_2 ;

$dZ[3]$ – шаг изменения по Z_3 ;

$a_rB[1]$ – конечное значение Z_1 ;

$a_rB[2]$ – конечное значение Z_2 ;

$a_rB[3]$ – конечное значение Z_3 ;

$nN8$ – количество элементов во втором массиве.



Второй массив ($a_nZoneCent$) содержит целые числа, в которых первые две цифры представляют номер зоны, а последние две – число узлов. При формировании массива узлы обходятся сверху вниз, начиная с первого столбца (см. табл. 1).

Таблица 1

Состав и содержание массивов входных начальных данных

Массив $a_rInData$	Массив $a_nZoneCent$	Массив a_rQ
$nN1=-18$	40018	1.7; 1.8; 1.6; 0.0
$nN2=0$	10001	
$nM1=0$	40015	
$nM2=9$	10004	Массив a_rC
$nN3=4$	40013	1.5; 1.0; 2.0; 0.0
$nN=-18$	10006	
$tT=1,7$	40011	Массив $d a_rQu$
$dX=4$	20002	1.7; 1.8; 1.6
$dY=1$	10006	
$dK=0$	40009	
$a_rZ [1]=42$	20004	Массив a_rVolW
$a_rZ [2]=0$	10006	0; 0; 0
$a_rZ [3]=42$	40007	
$dZ [1]=1.0$	20006	Массив a_rFi
$dZ [2]=1.0$	10006	25; 20; 15
$dZ [3]=1.0$	40004	
$a_rB [1]=44.0$	30001	
$a_rB [2]=3.0$	20008	Массив a_rLimP
$a_rB [3]=44$	10006	0; 0; 0
$nN8=29$	40002	
	30003	
	20008	
	10008	
	30005	
	20008	
	10006	
	30005	
	20008	
	10006	

Третий массив (a_rQ) содержит в порядке нумерации зон значения объёмных весов грунтов в состоянии естественной влажности для зон, лежащих выше кривой депрессии, а для остальных – с учётом насыщения (тс/м³).

Четвёртый массив (a_rC) содержит в порядке нумерации зон значения сцепления грунтов (тс/м²).

Пятый массив (a_rQu) содержит значения объёмных весов в состоянии естественной влажности для зон, лежащих выше кривой депрессии, и с учётом взвешивания для остальных зон (тс/м³).

Шестой массив (a_rVolM) содержит значения объёмных весов воды для зон, лежащих ниже кривой депрессии (тс/м³).

Седьмой массив (a_rFi) содержит значения углов внутреннего трения для всех зон в градусах.

Восьмой массив (a_rLimP) содержит значения поровых давлений для консолидирующихся зон (тс/м²).

Для учёта сейсмических сил по Р.Р. Чугаеву необходимо повернуть откос на угол $tg(1.5 KC)$ относительно откосной линии rT (см. рис. 3) и вновь описать массивы $a_rInData$ и $a_nZoneCent$ (KC – коэффициент сейсмичности).

Разработанное программное обеспечение сохраняет результаты расчета в специализированной базе данных, а также выдает их в табличной форме.

Выводятся $R, j1, j2$, а также коэффициенты запаса, меньшие 1.4. Коэффициенты, превышающие значение 1.4 интереса не представляют.

Решение контрольной тестовой задачи

Расчётная схема рассмотренного в работе [4] слоистого откоса приведена на рис. 4.

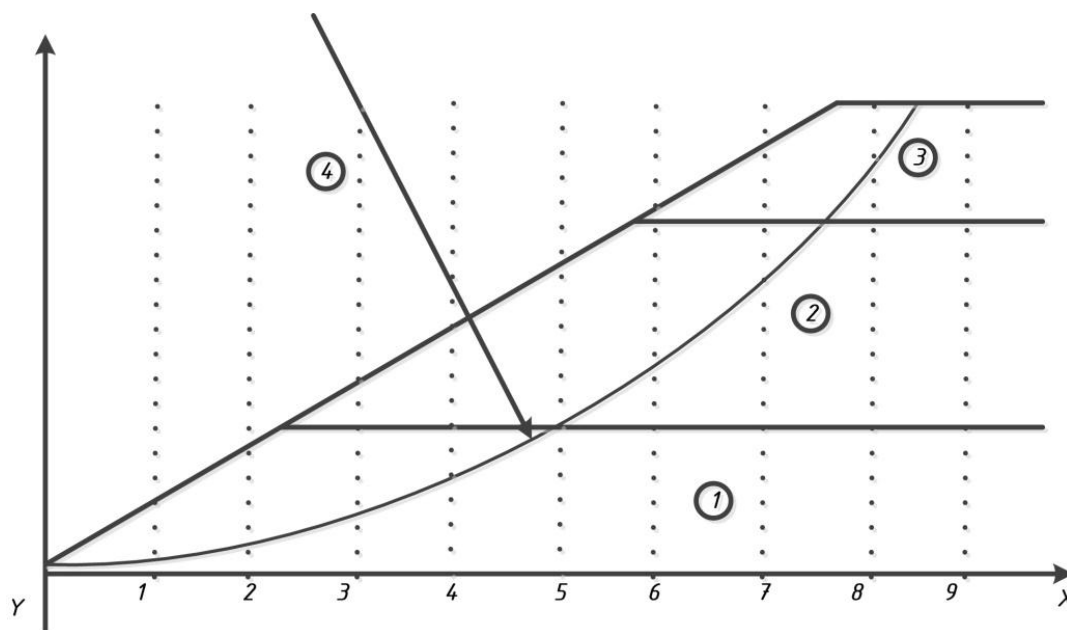


Рис. 4. Расчетная схема решения контрольной задачи

Анализ полученных результатов

В представленной работе существующие методы расчета устойчивости откосов круглоцилиндрических поверхностей скольжения адаптированы для применения на компьютере. Результаты выполненных расчётов при $K_2 < 1.4$ приведены в табл. 2.

Таблица 2

Расчётные коэффициенты запаса, полученные на ЭВМ

R	X	Y	j_1	j_2	K_1	K_2	K_3
43.00	0.00	44.00	0.00	9.00	1.27	1.31	1.28
43.00	3.00	44.00	0.00	9.00	1.29	1.34	1.30

На практике расчеты осуществляются для достаточно большого объема кривых обрушения (в зависимости от шага дискретизации расчетной области). Поэтому не представляется возможным их осуществление в ручном режиме, т.к. точка с минимальным коэффициентом запаса устойчивости может находиться на любой кривой обрушения. Кроме того, расчет одной кривой обрушения – также сложная процедура. В связи с этим произведем оценку правильности расчетов по заранее известным значениям [2]. Результаты сравнения коэффициентов запаса устойчивости для одной из поверхностей скольжения, полученных на ЭВМ и известных, показаны на рисунке 5.

По схеме расчета рассматриваемого трехслойного откоса расхождение полученных коэффициентов запаса устойчивости составил соответственно 0.9%, 1.6% и 4% относительно рассчитанных в работе [2] при аналогичных начальных условиях, что приемлемо для использования в практике расчетов.

Таким образом, осуществление расчетов на ЭВМ позволяет существенным образом повысить точность за счет увеличения числа дискретных зон в расчетной схеме, организовать практический расчет устойчивости, исходя из всех возможных значений радиуса поверхности обрушения и его координат, что существенно повышает достоверность выполняемых расчетов.

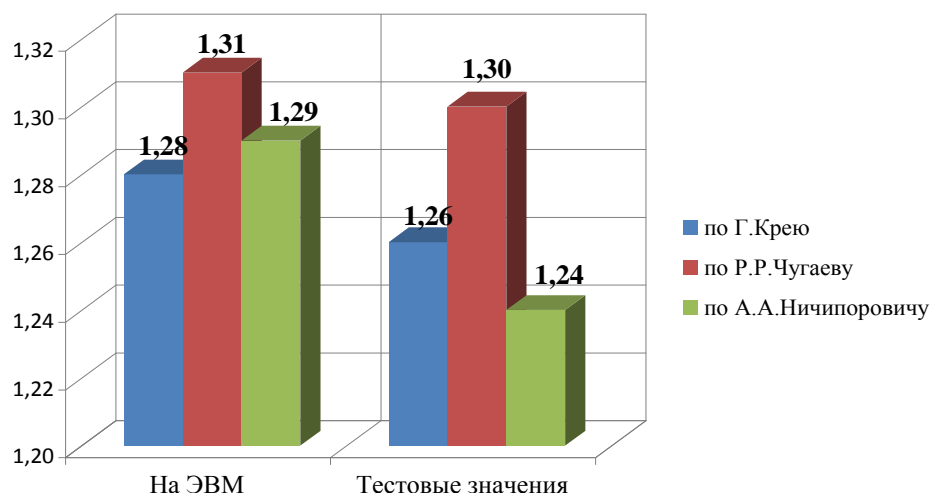


Рис. 5. Сравнения коэффициентов запаса устойчивости

Список литературы

1. Строительные нормы и правила: СНиП 33-01-2003. Гидротехнические сооружения. Основные положения [Текст]: нормативно-технический материал. – Москва: [б.и.], 2004. – 27 с.
2. Отраслевой дорожный методический документ. ОДМ 218.2.006-2010. Отраслевой дорожный методический документ. Рекомендации по расчету устойчивости оползнеопасных склонов (откосов) и определению оползневых давлений на инженерные сооружения автомобильных дорог [Текст]: нормативно-технический материал. – Москва: [б.и.], 2011. – 114 с.
3. Цытович, Н.А. Механика грунтов: Краткий курс. Изд.7 [Текст] / Н.А. Цытович. – М: НИИОСП, 2013. - 272 с.
4. Munoz-Hernandez, G.A. Modelling and Controlling Hydropower Plants [Текст] / G.A. Munoz-Hernandez, S.P. Mansoor, D.I. Jones. - London: Springer-Verlag, 2013. – 305 с.
5. Строительные нормы и правила: СНиП 2.06.05-84. Плотины из грунтовых материалов [Текст]: нормативно-технический материал. – Москва: [б.и.], 1991. – 36 с.
6. Негусторов, В.Г. Алгоритмы расчёта устойчивости бортов и отвалов карьеров на ЭВМ [Текст] / В.Г. Негусторов // Осушение месторождений, специальные горные работы, рудничная геология, маркшейдерское дело / ВИОГЕМ - Белгород, 1973. - Вып. 18. – С 8-12.
7. Красильников, Н.А. Программа расчёта устойчивости земляных плотин [Текст] / Н.А. Красильников // Применение ЭВМ для решения задач, связанных с исследованием, проектированием и строительством ГЭС / С.-Пб – Энергия, 1993. – Ч. 1. – С. 23-27.

ALGORITHM AND SOFTWARE OF EARTH CONSTRUCTIONS SLOPES STABILITY CALCULATION ON ROUND CYLINDRICAL TO SLIDING SURFACES

**V.V. Lomakin, S.V. Sergeev,
E.V. Lychagin, O.S. Reznichenko**

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

*E-mail: lomakin@bsu.edu.ru;
sergeev@bsu.edu.ru;
lychagin@bsu.edu.ru;
oreznichenko@bsu.edu.ru*

The article deals with technique of information technologies application for stability calculation of earth constructions slopes and natural slopes by R.R. Chugayev's, G. Krey's and A.A. Nichiporovich's methods. According to the offered recommendations it is possible to receive the minimum coefficients of stability factor taking into account all operating forces, a geological structure and a configuration for all cases recommended by Construction Norms and Regulations 2.06.05-84. The technique is intended for calculations of stability of earth constructions and natural slopes on the computer.

Key words: stability of earth slopes, coefficient of stability factor, stability of earth constructions, hydraulic engineering constructions.

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ**

- Абрамова Л.М. – доктор биологических наук, профессор; заведующая лабораторией дикорастущей флоры и интродукции травянистых растений; Ботанический сад-институт Уфимского научного центра РАН, Уфа, Башкортостан, Россия
- Акиншина О.В. – аспирант; Белгородский национальный исследовательский университет; младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства пшеницы ГНУ Белгородский научно-исследовательский институт сельского хозяйства Россельхозакадемии, г. Белгород, Россия
- Андреева А.С. – аспирант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Ахтариева М.К. – аспирант; Тюменская государственная сельскохозяйственная академия, г. Тюмень, Россия
- Бондаренко Л.С. – аспирант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет; м.н.с. ГНУ Белгородский научно-исследовательский институт сельского хозяйства Россельхозакадемии, г. Белгород, Россия
- Бузов А.А. – Кандидат технических наук Опытно-экспериментальный завод «ВладМиВа» Белгород Россия
- Виноградова Ю.К. – доктор биологических наук, главный научный сотрудник; Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, г. Москва, Россия
- Воробьева А.С. – научный сотрудник; Ботанический сад Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия
- Воронин А.А. – младший научный сотрудник; Всероссийский научно-исследовательский институт по осушению месторождений полезных ископаемых, защите инженерных сооружений от обводнения, специальным горным работам, геомеханике, геофизике, гидротехнике, геологии и маркшейдерскому делу (ВИОГЕМ), г. Белгород, Россия
- Габрук Н.Г. – кандидат биологических наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия
- Голованов Я.М. – кандидат биологических наук, младший научный сотрудник; Ботанический сад-институт Уфимского научного центра РАН, Уфа, Башкортостан, Россия
- Горшков Г.И. – доктор биологических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ; Белгородская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Я.Горина; пос. Майский Белгородского района Белгородской области, Россия
- Гребцова Е.А. – аспирант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет; г. Белгород, Россия
- Гусев А.В. – кандидат географических наук; станция юных натуралистов, г. Новый Оскол, Белгородская область, Россия
- Доан Ван Дат – аспирант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет; г. Белгород, Россия
- Дудина С.Н. – кандидат технических наук, старший преподаватель; Белгородский государственный национальный исследовательский университет; г. Белгород, Россия
- Жолобова О.О. – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник; Волгоградский региональный ботанический сад (ВРБС); поселок Metallургов, г. Волгоград, Волгоградская обл., Россия,
- Иманбаев Е.И. – магистрант; Казахский Национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан
- Канатьева Н.П. – преподаватель; Арзамасский филиал Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского, г. Арзамас, Россия
- Карабутов А.П. – кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник; ГНУ Белгородский НИИСХ Россельхозакадемии; г. Белгород, Россия
- Касабова Е.Р. – аспирант; Харьковский государственный университет питания и торговли; г. Харьков, Украина
- Кибальчич И.А. – аспирант; Одесский государственный экологический университет; г. Одесса, Украина
- Князева И.В. – аспирант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет; г. Белгород, Россия



- Корнилов А.Г. – доктор географических наук, профессор; Белгородский государственный национальный исследовательский университет; г. Белгород, Россия
- Коротков О.И. – кандидат биологических наук; Волгоградский региональный ботанический сад, поселок Металлургов, г. Волгоград, Волгоградская обл, Россия
- Куклина А.Г. – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник; Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина Российской академии наук; г. Москва, Россия
- Ле Ван Тхуан – аспирант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет; г. Белгород, Россия
- Лисецкий Ф.Н. – доктор географических наук, профессор; Белгородский государственный национальный исследовательский университет; г. Белгород, Россия
- Локтева А.В. – кандидат биологических наук, младший научный сотрудник; Центральный Сибирский Ботанический Сад СО РАН; г. Новосибирск, Россия
- Ломакин В.В. – кандидат технических наук; Белгородский государственный национальный исследовательский университет; г. Белгород, Россия
- Лопина Е.М. – кандидат географических наук; Белгородский государственный национальный исследовательский университет; г. Белгород, Россия
- Лычагин Е.В. – кандидат технических наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет; г. Белгород, Россия
- Мансуров З.А. – доктор химических наук, профессор; Институт Проблем Горения, г. Алматы, Казахстан
- Мишнёв А.В. – кандидат сельскохозяйственных наук; Институт сельского хозяйства Крыма НААН, г. Симферополь, АР Крым, Украина
- Мороз О.В. – ассистент; Харьковский государственный университет питания и торговли; г. Харьков, Украина
- Мягих Е.Ф. – младший научный сотрудник; Институт сельского хозяйства Крыма НААН, г. Симферополь, АР Крым, Украина
- Нгуен Тхи Ле На – магистрант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет; г. Белгород, Россия
- Некlesa О.П. – кандидат технических наук; Харьковский государственный университет питания и торговли; г. Харьков, Украина
- Нецветаев В.П. – доктор биологических наук, профессор; Белгородский научно-исследовательский институт сельского хозяйства Россельхозакадемии; Белгородский государственный национальный исследовательский университет; г. Белгород, Россия
- Нирода А.В. – аспирант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет; г. Белгород, Россия
- Огуля А.П. – аспирант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет; г. Белгород, Россия
- Олейникова И.И. – кандидат педагогических наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет; г. Белгород, Россия
- Олива Т.В. – кандидат биологических наук, доцент; Белгородская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Я.Горина; поселок Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия
- Онгарбаев Е.К. – доктор химических наук, профессор; Казахский Национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан
- Перистая Л.Ф. – доцент, Белгородский государственный национальный исследовательский университет; г. Белгород, Россия
- Перистый В.А. – кандидат технических наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет; г. Белгород, Россия
- Пивоваров Е.П. – кандидат технических наук, доцент; Харьковский государственный университет питания и торговли; г. Харьков, Украина
- Половнева Л.В. – инженер-химик ОТК; Опытнo-экспериментальный завод «ВладМиВа»; Белгород, Россия
- Полонский А.Б. – доктор географических наук, профессор, член-корр. НАНУ; Морской гидрофизический институт НАН Украины; г. Севастополь, Украина
- Пономаренко Ю.В. – кандидат технических наук, академик МАМР, научный консультант; Всероссийский научно-исследовательский институт по осушению месторождений полезных ископаемых, защите инженерных сооружений от обводнения, специальным горным работам, геомеханике, геофизике, гидротехнике, геологии и маркшейдерскому делу (ВИОГЕМ), г. Белгород, Россия,
- Присный А.А. – кандидат биологических наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет; г. Белгород, Россия
- Присный А.В. – доктор биологических наук, доцент; Белгородский государственный националь-



- Резниченко О.С. – ный исследовательский университет; г. Белгород, Россия
– старший преподаватель; Белгородский государственный национальный исследовательский университет; г. Белгород, Россия
- Рыльцова И.Г. – кандидат химических наук; Белгородский государственный национальный исследовательский университет; г. Белгород, Россия
- Самохвалова О.В. – кандидат технических наук, доцент; Харьковский государственный университет питания и торговли; г. Харьков, Украина
- Сергеев С.В. – доктор технических наук, профессор; Белгородский государственный национальный исследовательский университет; г. Белгород, Россия
- Симагин В.С. – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник; Центральный Сибирский Ботанический Сад СО РАН; г. Новосибирск, Россия
- Симаков С.В. – кандидат химических наук, доцент; Белгородский государственный национальный исследовательский университет; г. Белгород, Россия
- Сорокопудова О.А. – доктор биологических наук, профессор; Белгородский государственный национальный исследовательский университет; г. Белгород, Россия
- Тверитина Е.С. – аспирант; Белгородский государственный национальный исследовательский университет; г. Белгород, Россия
- Тилеуберди Е. – PhD доктарант; Казахский Национальный университет имени аль-Фараби; г. Алматы, Казахстан
- Ткачева Е.В. – кандидат биологических наук, научный сотрудник; Библиотека по естественным наукам Российской академии наук (БЕН РАН); г. Москва, Россия
- Тохтарь В.К. – доктор биологических наук, старший научный сотрудник; Ботанический сад Белгородского государственного национального исследовательского университета; г. Белгород, Россия
- Тригуб В.И. – кандидат географических наук доцент Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова, г. Одесса, Украина
- Трубицын М.А. – кандидат химических наук, профессор; Белгородский государственный национальный исследовательский университет; г. Белгород, Россия
- Тулетаев Б.К. – Кандидат химических наук Научный сотрудник в лаборатории окислительных процессов углеводородного сырья Институт Проблем Горения, г. Алматы, Казахстан
- Уваров Г.И. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор; Белгородский государственный национальный исследовательский университет; г. Белгород, Россия
- Украинский П.А. – кандидат географических наук, младший научный сотрудник; Федерально-региональный центр аэрокосмического и наземного мониторинга объектов и природных ресурсов, Белгородский государственный национальный исследовательский университет; г. Белгород, Россия
- Усманова Л.С. – соискатель; Кушнаренковский педагогический колледж Республики Башкортостан; с. Кушнаренково, Кушнаренковский р-н, Башкортостан, Россия
- Хаустова Т.Н. – кандидат технических наук; Харьковский государственный университет питания и торговли; г. Харьков, Украина
- Чудновская Г.В. – кандидат биологических наук, доцент; Иркутская государственная сельскохозяйственная академия; г. Иркутск, Россия
- Чуев В.П. – доктор химических наук, профессор; Опытнo-экспериментальный завод «ВладМиВа»; г. Белгород, Россия



**Правила оформления статей в журнал
«Научные ведомости Белгородского государственного университета»:
серия «Естественные науки»**

В журнале «Научные ведомости Белгородского государственного университета» публикуются статьи теоретического, методического и прикладного характера, содержащие завершённые результаты оригинальных исследований автора (соавторов) по разделам «Науки о Земле», «Химия» и «Биология» ранее нигде не опубликованные. Обзорные статьи публикуются по заявкам редколлегии или в особых случаях.

Статьи представляются в редколлегию в печатном (1 экз.) и электронном виде с использованием Microsoft Word для Windows. Поля страницы (формата А-4): левое – 3 см, другие по 2 см. Текст (весь) – шрифтом Times New Roman, 12 pt, межстрочный интервал – одинарный, красная строка (абзац) – 1,25 см., выравнивание по ширине. Страницы не нумеруются. Объём статей не должен превышать 12 страниц, включая иллюстративный и графический материал, таблицы, список литературы.

Перед названием статьи необходимо указать УДК (слева сверху). Название статьи оформляется строчными буквами, (12 pt) с выравниванием по центру. Ниже через два интервала указываются инициалы и фамилии авторов (12 pt) с выравниванием по центру. Ниже через два интервала указываются название и адрес места работы (с указанием почтового индекса, e-mail автора (соавторов)) обычным шрифтом (12 pt) с выравниванием по центру.

Аннотация статьи (резюме) должна располагаться ниже на два пробела от последнего адреса места работы авторов – обычным шрифтом (12 pt) с выравниванием по ширине. В конце аннотации необходимо указать ключевые слова (5–7).

В конце статьи на английском языке приводятся название, инициалы и фамилии авторов, места работы авторов с почтовыми и электронными адресами, аннотация и ключевые слова с теми же правилами оформления, что и на русском языке.

В статье должны четко и сжато излагаться современное состояние вопроса, описание методики исследований и обсуждение полученных результатов. Заглавие статьи должно полностью отражать ее содержание. Рекомендуется стандартизировать структуру статьи, используя подзаголовки: Введение (теоретический анализ); Экспериментальная часть: объекты и методы исследования, результаты и их обсуждение, заключение (выводы); Список литературы.

Если статья выполнена при поддержке гранта или на основе доклада, прочитанного на конференции, то необходимо сделать соответствующую сноску в заголовке статьи (см. пример).

К статьям, направляемым в редколлегию, должна быть приложена авторская справка: Фамилия, Имя, Отчество, ученая степень, ученое звание, место работы, должность, точный почтовый адрес (с почтовым индексом), контактный телефон, факс, e-mail.

К статьям, выполненным аспирантами или соискателями научной степени кандидата наук, необходимо приложить рекомендацию, подписанную научным руководителем (если руководитель не является соавтором).

Редколлегия направляет полученные статьи на рецензирование.

Редколлегия оставляет за собой право вернуть статью на доработку.

Условия публикации. В течение календарного года автором (авторским коллективом) в журнале может быть опубликовано не более 4-х статей. К публикации принимаются материалы подписчиков журнала (не менее чем полугодовая подписка). Копия квитанции прилагается к материалам, направляемым для публикации.

Более подробную информацию о правилах оформления статей для серии «Естественные науки» и условиях публикации можно получить по адресу http://www.bsu.edu.ru:8806/dok_fakt.htm

Пример оформления статьи

УДК 51-72:530.145

Полуклассическое приближение к исследованию двумерных гамильтоновых систем на основе метода нормальных форм¹Н.А. Иванов¹, В.Н. Петров², Н.Н. Сидоров³¹ Белгородский государственный университет, Россия, 308015, г. Белгород,
ул. Победы, 85

E-mail: Ivanov@bsu.edu.ru

² Академия гражданской защиты Украины, Украина, 61023, г. Харьков,
ул. Чернышевского, 94³ ННЦ Харьковский физико-технический институт, Украина, 61108, г. Харьков,
ул. Академическая, 1

Изложена процедура приведения .. Установлено, что ...

Ключевые слова: классический гамильтониан, нормальная форма Биркгофа-Густавсона, ..

Введение

К настоящему времени установлено существование детерминированного хаоса в различных классических динамических системах [1, 2]. Известно, что детерминированный или классический хаос возможен в консервативных гамильтоновых системах даже с двумя степенями свободы [3], а также и в одномерных гамильтоновых системах, но зависящих от времени [4].

Материал и методы**Результаты исследований****Заключение****Список литературы (ГОСТ-1986)**

1. Лихтенберг А., Либерман М. Регулярная и стохастическая динамика. – М.: Мир, 1984. – 528 с.
2. Степановский Ю.П. Атом водорода во внешнем поле как ангармонический осциллятор // УФЖ. – 1987. – Т. 32. – С. 1316–1321.
3. Соловьев Е.А. Адиабатические инварианты и проблема квазиклассического квантования многомерных систем // ЖЭТФ. – 1978. – Т. 75, вып. 4. – С. 1261–1268.
4. Gutzwiller M.C. Chaos in Classical and Quantum Mechanics. – New York: Springer, 1990. – 432 p.
5. Henon M. Integrals of the Toda lattice // Phys. Rev. – 1974. – Vol. 9, № 4. – P. 1921–1923.

¹ Работа выполнена при частичной грантовой поддержке РФФИ: №03-02-17695, №03-02-16263.



A Semiclassical Approach to the Investigation of the Two-Dimensional Hamiltonian Systems by the Normal Form Method

N.A. Ivanov¹, V.N. Petrov², N.N. Sidorov³

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

² Civil defence Academy of Ukraine, Chernyshevsky St. 94, Kharkov, 61023, Ukraine

³ National Scientific Center, Kharkov Institute for Physics and Technology,
Akademicheskaja St. 1, Kharkov, 61108, Ukraine

The receiving procedure of classical Hamiltonian to the Birkhoff-Gustavson normal

Подписка на журнал осуществляется через отделения связи

Ф. СП 1 Министерство связи Российской Федерации													
АБОНЕМЕНТ на						газету журнал		81466					
НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ БЕЛГОРОДСКОГО										(индекс издания)			
ГОС. УН-ТА. ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ										Кол-во			
(наименование издания)										компл.			
На 2014 год по месяцам													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
		+			+			+			+		
Куда <input type="text"/>													
(почтовый индекс) (адрес)													
Кому													
линия <input type="text"/> отреза <input type="text"/>													
пв			место			литер			ДОСТАВОЧНАЯ			81466	
									КАРТОЧКА			(индекс издания)	
На газету НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ БЕЛГОРОДСКОГО													
журнал (наименование издания)													
ГОС. УНИВЕРСИТЕТА. ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ													
Стои- мость		подписки				руб.				Кол-во			
		переадресовки				руб.				компл.			
На 2014 год по месяцам													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
		+			+			+			+		
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		
Город <input type="text"/>													
Село <input type="text"/>													
Область <input type="text"/>													
Район <input type="text"/>													
код улицы <input type="text"/>													
Улица <input type="text"/>													
<input type="text"/>													
дом		корпус		квартира		(фамилия, и. о.)							