

№11(66) 2009

Выпуск 9

НАУЧНЫЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ
ЖУРНАЛ

Основан в 1995 г.

НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ БЕЛГОРОДСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Естественные науки

Belgorod State University
Scientific bulletin
Natural sciences

Учредитель:

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Белгородский государственный университет»

Издатель:

Белгородский государственный
университет.

Издательство БелГУ

Журнал зарегистрирован
в Федеральной службе по надзору за соблюдением
законодательства

в сфере массовых коммуникаций
и охране культурного наследия

Свидетельство о регистрации средства массовой
информации ПИ
№ ФС77-21121 от 19 мая 2005 г.

**ГЛАВНАЯ РЕДАКЦИОННАЯ
КОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА**

Главный редактор

Дятченко Л.Я.

ректор Белгородского государственного
университета, доктор социологических наук,
профессор

Зам. главного редактора

Давыденко Т.М.

проректор по научной работе
Белгородского государственного
университета, доктор педагогических наук,
профессор

Ответственный секретарь

Московкин В.М.

доктор географических наук, профессор
кафедры мировой экономики

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ
СЕРИИ ЖУРНАЛА**

Председатель редколлегии

Дятченко Л.Я.

ректор Белгородского государственного
университета, доктор социологических наук,
профессор

Главный редактор

Лебедева О.Е.

доктор химических наук, профессор
(Белгородский государственный
университет)

Заместители главного редактора:

Присный А.В.

доктор биологических наук, доцент
(Белгородский государственный
университет)

Корнилов А.Г.

доктор географических наук, профессор
(Белгородский государственный
университет)

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЯ

Макрофилогенез крапивоцветных. **А.В. Лазарев 5**

Эволюция инвазивности у энотер. **В.К. Тохтарь, Р. Виттиз 17**

Эколого-ценотическая структура степной флоры в пределах
Белгородской области. **Н.Е. Овчаренко, А.Ф. Колчанов 23**

Обзор классификации рода *Morus* L. **А.В. Лазарев,
С.С. Богданов 29**

Некоторые этапы репродуктивного развития *Vicia faba* L.
Ю.Н. Куркина 33

Гетеродиасполия и сезонные колебания в ритмах прорастания.
К.Г. Ткаченко 44

Влияние искусственных магнитных полей на ростовые и обменные
процессы у колумбовой травы. **Р.А. Колчанов 51**

Методы седиментации и оценка качества клейковины мягкой
пшеницы. **В.П. Нецветаев, О.В. Лютенко, Л.С. Пащенко,
И.И. Попкова 56**

Эфирные масла как средства дезинфекции в ветеринарии.
**К.Г. Ткаченко, Н.В. Казаринова, Н.А. Шкиль,
Н.В. Чупахина 65**

Классификация морфологических аномалий жесткокрылых
насекомых (Coloptera). **Ю.А. Присный 72**

Редкие виды ос-блестянок (Hymenoptera, Chrysididae) района
Кавказских Минеральных Вод и особенности и экологии.
Н.Б. Винокуров 82

Использование насекомых в кормлении форели радужной *Salmo
gairdneri irides* Gibbons (Kich.). **А.С. Тертыйшый,
А.А. Тарасенко 86**

Изменение размеров эритроцитов трехлетних карпов в весенний
период под влиянием аэромонад. **Ю.Л. Волюнкин,
И.В. Орлова 91**

Особенности взаимоотношений человека и диких копытных в
европейской части их ареалов. **В.В. Червонный 96**

ХИМИЯ

Биологически активные вещества растений зимнего сада БелГУ:
каротиноиды плодов *Murraya exotica* L. **В.И. Дейнека,
М.Ю. Третьяков, В.В. Фесенко, Н.А. Шаркунова,
Л.А. Дейнека 105**

Определение кислотности соков плодов растений с использованием
двух электрохимических датчиков. **Л.А. Дейнека,
И.П. Анисимович, Т.Г. Новоженова, В.И. Дейнека 111**

Куркина Ю.Н.

кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент (Белгородский государственный
университет)

Члены редколлегий:

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

Батлуцкая И.В., доктор
биологических наук, доцент
(Белгородский государственный
университет)

Везенцев А.И., доктор технических наук,
профессор (Белгородский
государственный университет)

Вольнякин Ю.Л., доктор биологических
наук, доцент (Белгородский
государственный университет)

Колчанов А.Ф., кандидат биологических
наук, профессор (Белгородский
государственный университет)

Лисецкий Ф.М., доктор географических
наук, профессор (Белгородский
государственный университет)

Лукин С.В., доктор географических
наук, профессор (Белгородский
государственный университет)

Петин А.Н., кандидат географических
наук, профессор (Белгородский
государственный университет)

Сергеев С.В., доктор геологических
наук, профессор (Белгородский
государственный университет)

Сорокопудов В.Н., доктор
биологических наук, профессор
(Белгородский государственный
университет)

Тохтарь В.К., доктор биологических наук,
старший научный сотрудник
(Белгородский государственный
университет)

Федорова М.З., доктор
биологических наук, профессор
(Белгородский государственный
университет)

Чендев Ю.Г., доктор
географических наук, профессор
(Белгородский государственный
университет)

Оригинал-макет *А.В. Присный,*

Н.А. Гапоненко

E-mail: prisniy@bsu.edu.ru

Подписано в печать 16.03.2009

Формат 60×84/8

Гарнитура Georgia, Impact

Усл. п. л. 17,9

Тираж 1000 экз.

Заказ 46

Подписные индексы в каталоге агентства :

«Роспечать» – 81466,

в объединенном каталоге

«Пресса России» – 39723

Оригинал-макет тиражирован

в издательстве Белгородского государственного
университета

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

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Переработка берегов Белгородского водохранилища как фактор
воздействия на его окружающую среду. **Н.Н. Крамчанинов 119**

Формирование и развитие оползневых процессов на территории
Белгородской области. **В.И. Петина, Н.И. Гайворонская,
Л.И. Белоусова 126**

Аэрокосмический мониторинг состояния геологической среды
железорудных месторождений КМА: особенности структуры,
строения и функционирования. **А.Н. Петин 133**

О структуре экологического каркаса Красногвардейского района
Белгородской области. **Е.А. Стаценко, Ю.С. Жеребненко,
А.Г. Корнилов 140**

Особенности технологии сооружения наклонно-восстающих скважин
новыми снарядами с фильтровыми колонами (СФК) при осушении
месторождений в сложных гидрологических условиях.

М.Н. Климентов, А.Н. Петин 147

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Социально-экологические ориентации в химии. **Л.В. Колчанова
154**

Сведения об авторах **158**

Информация для авторов **160**

Founder:

State educational establishment of higher professional education "Belgorod State University"

Publisher:

Belgorod State University
BSU Publishing house

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

Certificate of registration of mass media ПИ № ФС 77-21121 May, 19 2008.

EDITORIAL BOARD OF JOURNAL

Chief editor:

L.J. Djatchenko

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

Deputy of chief editor

T.M. Davydenko

Vice-rector for scientific research of Belgorod state university, doctor of pedagogical sciences, professor

Responsible secretary

V.M. Moskovkin

Doctor of geographical sciences, professor world economy department

EDITORIAL BOARD
OF JOURNAL SERIES

Chairman of editorial board:

L. J. Djatchenko

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

Chief editor:

O.E. Lebedeva

Doctor of chemical sciences, professor (Belgorod State University)

Deputies of chief editor:

A.G. Kornilov

Doctor of geographical sciences, professor (Belgorod State University)

A.V. Prisnyi

Doctor of biological sciences, professor (Belgorod State University)

Responsible secretary:

Yu.N. Kurkina

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

CONTENTS

BIOLOGY

- Mficrophylogenesis of Urticales s.l. **A.V. Lazarev 5**
- Evolution of Invasiveness in *Oenothera*. **V.K. Tokhtar', R. Wittig 17**
- Ecological-coenotic Structure of Steppe Flora in Belgorod Region. **N.E. Ovcharenko, A.F. Kolchanov 23**
- The Review of Classification of Genus *Morus* L. **A.V. Lazarev, S.S. Bogdanov 29**
- Some Stages of Reproductiv Development of *Vicia faba* L. **Yu.N. Kurkina 33**
- Heterodiasporia and Seasons Fluctuation in Rhythms of Germination. **K.G. Tkachenko 44**
- Influence of Artificial Magnetic Fields on Growth and Metabolism Processes of Kolumbus Grass. **R.A. Kolchanov 51**
- Grain quality estimations in bread wheat by SDS-sedimentation tests. **V.P. Netsvetaev, O.V. Ljutenko, L.S. Pashchenko, I.I. Popkova 56**
- Essential Oils as Disinfectants in Veterinary. **K.G. Tkachenko, N.V. Kazarinova, N.A. Shkil, N.V. Chupakhina 65**
- Classification of morphological anomalies of the beetles (Coleoptera) **Yu.A. Prisniy 72**
- Rare Species of Chrysidid Wasps (Hymenoptera, Chrysididae) from Caucasian Mineral Waters Area and Features of Their Ecology. **N.B. Vinokurov 82**
- Use of insects in a feeding of a trout iridescent *Salmo gairdneri irides* Gibbons (Kich.). **A.S. Tertyshniy, A.A. Tarasenko 86**
- Change of Size of Erythrocytes of Three-year Carps During Spring Period under the Influence of Aeromonades. **Yu.L. Volynkin, I.V. Orlova 91**
- Features of Interrelations of the Man and Wild Hoofed Mammals in the European Part of Their Areas. **V.V. Chervonnyj 96**

CHEMISTRY

- Bioactive Substances of the BSU Winter Garden: *Murraya exotica* L. Fruit Carotenoids. **V.I. Deineka, M.Y. Tret'yakov, V.V. Fesenko, N.A. Sharkunova, L.A. Deineka 105**
- Determination of Plant Fruit Juice Acidity by Means of Two Electrochemical Methods. **L.A. Deineka, I.P. Anisimovitch, T.G. Novogenova, V.I. Deineka 111**

EARTH SCIENCES

- Processing of Coast of the Belgorod Water Basin As the Factor of Influence on Its Environment. **N.N.Kramchaninov 119**
- Formation and Development of Landslip Processes in Territory of the Belgorod Area. **V.I. Petina, N.I. Gajvoronskaja, L.I. Belousova 126**
- Aero-cosmic Monitoring of Geological Environment Conditions of the Iron-ore Deposits of KMA: Peculiarities of Structure, Composition and Functioning. **A.N. Petin 133**
- About Ecological Structure of the Krasnogvardeysky District of Belgorod Region. **E.A. Statsenko, U.S. Zerebnenko, A.G. Kornilov 140**

Members of editorial board:

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

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

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

Yu.L. Volynkin, Doctor of biological sciences, docent (Belgorod State University)

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

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

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

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

S.V. Sergeev, Doctor of geography-mineralogical sciences, professor (Belgorod State University)

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

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

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

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

Page layout by V.A. Prisniy
N.A. Gaponenko
e-mail: prisniy@bsu.edu.ru
Passed for printing 16.03.2009
Format 60x84/8
Typeface Georgia, Impact
Printer's sheets 17,9
Circulation 1000 copies
Order 46

Subscription reference in
Rospechat' agency catalogue –
81466,
In joint catalogue Pressa Rossii –
39723
Dummy layout is replicated
at Belgorod State University
Publishing House
Address: 85, Pobedy str.,
Belgorod, Russia, 308015

Features of Technology of Construction of Inclined-rising Holes by New Shells With Filter Columns (SFC) at Drainage of Deposits under Difficult Hydrological Conditions. **M.N. Klimentov, A.N. Petin 147**

ECOLOGICAL EDUCATION

Social-ecological Orientations in Chemistry. **L.V. Kolchanova 154**

Information about Authors **158**

Information for Authors **160**

МАКРОФИЛОГЕНЕЗ КРАПИВОЦВЕТНЫХ

А.В. Лазарев

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

e-mail: lazarev@bsu.edu.ru

Кратко рассмотрено содержание некоторых ключевых терминов. Предлагается использовать для обозначения надвидовой эволюции растений термин «фитомакрофилогенез». Динамическая природа филогенеза крапивоцветных может быть отражена путем построения таксоном, кладограмм и филограмм. Таксоном отражает горизонтальные связи таксонов и сетчатый характер фитофилогенеза. На кладограмме четко прослеживаются не только степень дивергенции, но и уровень стабилизации таксонов, который зависит от степени их гетероморфности и гомоморфности.

Ключевые слова: Крапивоцветные, филогенез, кладограмма, филограмма, сетчатый фитофилогенез.

1. Терминология

Прежде чем перейти к изложению содержания вопроса необходимо четко определить значение терминов, используемых в данной работе. Возможный источник недоразумений заключается в двойственности понимания содержания используемых терминов.

Термины «эволюция», «филогенез», «филогения», «систематика», «классификация», «таксономия» к настоящему времени вошли в широкое употребление.

Впервые термин «эволюция» предложил в 1677 году М. Хейл, подразумевая индивидуальное и историческое развитие организмов. Первенство по употреблению этого термина приписывается и Шарлю Бонне, который использовал его в 1762 году (Charles Bonnet, 1720-1793) (по Кейлоу, 1986) [1].

Эволюция (лат. *evolutio* – разворачивание) – процесс непрерывного изменения живых организмов, который сопровождается адаптациями, онтогенетическими дифференцировками. Под этим термином подразумевают события, которые совершались в течение миллиардов лет и продолжают совершаться. В настоящее время твердо установлено, что эволюционные процессы происходят на всех организационных уровнях: молекулярном, клеточном, организменном, популяционном (микроэволюция), видовом, надвидовом (макроэволюция), экосистемном и биосферном. Иногда термин «эволюция» используют и как синоним терминов «филогения», «филогенез». Они очень близки по определению. Так, совершающиеся эволюционные преобразования видов Э. Геккель в 1894 году назвал филогенезом. По Геккелю, филогенез – реально существующий в природе процесс, филогения – наука об этом процессе.

Науку о филогенезе также предлагали называть «филогенетикой» [2, 3], «фитофилогенетикой» [4]. По краткому определению В.А. Красилова филогения – это «представление о происхождении и чередующихся состояниях группы» [5: 8].

Считается, что первичные эволюционные изменения проявляются на уровне популяций. Поэтому термин «микроэволюция» (совокупность эволюционных процессов, протекающих в популяциях и приводящих к образованию новых видов) был предложен в 1938 году Н.В. Тимофеевым-Ресовским [6]. Затем Дж. Симпсон предложил термин «филетическая эволюция» (от греческого *phyle* – род, племя). Здесь подразумевается возникновение единственной, неветвящейся линии в виде непрерывного ряда последовательных во времени популяций, видов. Генофонд биологического вида изменяется как целое, без обособления дочерних видов, то есть не происходит дивергенция, каждая группа является потомком предшествующей и предком последующей [7].



При изоляции отдельных популяций происходит обособление от родительского вида с образованием новых форм. В этом случае происходит возникновение новых видов путем разветвления предковой филогенетической линии на несколько новых. Такой процесс Ч. Дарвин (1859) назвал дивергенцией. Термин «видообразование» употребляют и в широком смысле, включая в него и образование новых видов путем гибридизации (сетчатая эволюция) [9].

Микроэволюционные процессы происходят на наших глазах. Известно, что мутационный процесс протекает спонтанно у всех живых организмов, в том числе и у растений. Мутации могут быть генными, хромосомными, геномными и внеядерными (например, в хромосомах пластид, митохондрий). Началом морфологической эволюции является появление новых признаков и их вариаций. Затем, в результате естественного отбора, промежуточные формы устраняются. Возникают хиатусы (гиатусы) и новые таксоны. Это лишний раз подтверждает тезис И. С. Виноградова о том, что морфологическая эволюция предшествует таксономической дифференциации [10, 11]. По Ч. Дарвину дивергенция имеет несколько форм: дихотомическую (распад материнского вида на два дочерних), радиацию (распад одного вида на несколько), отщепление (предковый вид сохраняется с дочерними, которые отщепляются поочередно).

Макрофилогенез (макроэволюция) – эволюционное развитие таксономических единиц рангом выше вида. Термин «макроэволюция» введен Ю.А. Филипченко в 1927 году [12].

Со временем виды могут разойтись до уровня родов, семейств и более высоких рангов. Макрофилогенез может происходить путем аллогенеза и арогенеза. При аллогенезе происходят адаптации одного и того же масштаба, так называемые идиоадаптации. Это приспособленность к определенной среде обитания. При арогенезе повышается уровень организации организмов в связи с переходом в иную адаптивную зону. Пути макрофилогенеза считаются дивергенция, конвенгерция, параллелизм. Из них основным путем считается дивергенция. Этот исторический процесс расхождения признаков и ведет к образованию новых таксонов. При этом сходство объясняется общностью происхождения, родством. Различия появляются в результате приспособления к условиям среды. На практике проведение границ между параллелизмом и конвергенцией затруднительно, так как все растения связаны близким или далеким родством [13].

Это подтверждается законом гомологических рядов. По мнению Н.И. Вавилова «Дело не только в параллелизме, во внешнем сходстве, а в более глубокой эволюционной сущности сходства наследственной изменчивости у родственных организмов. Всеобщность этого явления, прежде всего, определяется единством эволюционного процесса и происхождения, родством. Наиболее полный параллелизм проходит именно в близких родах или в пределах семейства» [9: 67].

В наших исследованиях мы исходим из концепции И.С. Виноградова о двухэтапности филогенеза. Это этапы морфологической эволюции и таксономической дифференциации. На первом этапе происходит морфологическая эволюция, а на втором – таксономическая дифференциация. Эти этапы сохраняют свою самостоятельность и разделены некоторыми промежутками времени [10]. Как подчеркивает И.С. Виноградов «При исследовании любого процесса возникают два основных вопроса: 1) как он протекает, какие закономерности лежат в его основе и 2) каковы его результаты, к чему приводит этот процесс» [10: 4].

Классификация представляет собой объединение организмов в группы на основании общего происхождения или сходства. Это одна из старейших биологических дисциплин. Однако до сих пор нет единого мнения по основным подходам и методам, применяемым при расположении таксонов в систему. Существует также мнение, что вся систематика сводится только к классификации организмов [14].

Базовой единицей любой классификации являются таксоны. Отсюда возникает и понятие о таксономической системе, так как она строится из таксонов (видов, родов, семейств и т.д.). В этом случае проявляется и другая сторона теории систематики – так называемое таксономическое разнообразие. Здесь оцениваются соотношения между таксонами и через них опосредованно между организмами.

Таксон – это достаточно обособленная группа организмов, связанных родством. Под этим термином подразумевается конкретный биологический объект и, в то же время,

таксономический, систематический ранг, категория. Под таксономическими категориями подразумевают не реальные организмы, а определенный ранг, уровень классификации, ступени иерархии. Они обозначают соподчиненные группы растений, отличающиеся степенью родства. Как уже отмечалось выше, организмы объединяются в эти категории на основании общего происхождения или простого сходства. Сразу же возникает вопрос, какие таксоны следует считать естественными? Объективно ли существование надвидовых таксонов? В настоящее время можно встретить разные мнения по указанному вопросу. Многие ученые полностью отрицают существование в природе надвидовых таксонов или утверждают об объективности их существования [15, 16]. Если считать естественными только особи, в крайнем случае – популяции или вид, тогда теряется всякий смысл необходимости построения филогенетической системы, ибо она будет состоять только из неестественных таксонов. Таксона в смысле целостного организма в природе действительно нет. Однако он как совокупность действительно существующих организмов в природе реален. Поэтому порядок *Urticales* является одной из естественных ветвей филогенетической системы.

Как видно из нашего обзора, используемые в систематике термины имеют двойное содержание, в том числе и термин «таксон».

В исследованиях по систематике растений мы склонны придерживаться подразделения эволюционного процесса у растений на фитомикрофилогенез (микрофилогенез), фитомакрофилогенез (макрофилогенез) и мегафилогенез (экосистемный и биосферный). Гранью между первыми двумя является видообразование. Образование вида – это конечный результат фитомикрофилогенеза и начало этапа фитомакрофилогенеза. Считается, что фитомикрофилогенез – процесс предсказуемый, повторяемый, обратимый. Он охватывает небольшие отрезки времени, ограниченные территории и заканчивается видообразованием.

Фитомакрофилогенез охватывает большие отрезки времени и большие территории. Иногда этот процесс называют кладогенезом. В противоположность микрофилогенезу макрофилогенез по закону Долло непредсказуем, неповторим, необратим [6]. Оба указанных филогенеза являются лишь двумя сторонами единого процесса эволюции [13]

И так, в нашем случае под фитомакрофилогенезом мы понимаем процессы, происходящие у крапивоцветных на этапе аллогенеза.

2. Происхождение крапивоцветных

Порядок *Urticales* представлялся довольно целостной группой, объединяющей в своем составе близкородственные систематические единицы различных рангов. Тем не менее, его положение в системах покрытосеменных, объем и состав входящих в него таксонов до сих пор являются дискуссионными

В филогении по отношению к покрытосеменным и в частности к отдельным классам, отделам, порядкам существует непреодолимое противоречие. Как известно филогенетическая система должна отражать генеалогию, эволюционные отношения между таксонами. Однако до сих пор неизвестны предки не только для покрытосеменных, но и для отдельных порядков, семейств. Поэтому, говоря о связях между таксонами, и их происхождении одного от другого имеют в виду какие-то вымершие предковые формы. По нашему мнению для таксонов одинакового ранга внутри покрытосеменных нет необходимости поиска прямых генетических связей предок – потомок. Мы полагаем, что большинство порядков современных цветковых растений возникло в итоге эволюционной дифференциации общего анцестрального комплекса. Таксоны одинакового ранга не связаны между собой как предки и потомки. Они могут представлять собой сестринские эволюционные, практически одновозрастные, филы. И.С. Виноградов пишет: «Если же филогенез протекает по типу аллогенеза, прямые филогенетические связи должны устанавливаться между таксонами разных рангов (от более крупных к соподчиненным им более мелким)» [22: 15].

А. Jussieu (1789), А. Браун (1864), А. Engler (1898), Е. Warming (1913), Р. Веттштейн (1835), и др. исходным примитивным типом считали беспокровные, а G. Bentham et J. Hooker (1862-1883), Ch. Bessey (1897, 1915), Н. Hallier (1905, 1912) – наоборот, считали исходными, примитивными многоплодниковые. У А. Брауна (1864) приведен следующий ряд: безлепестные – спайнолепестные – раздельнолепестные. Г. Галлир (1905) разместил их в обратном порядке. [17-24].



Из вышеизложенного следует, что последователи европейской школы систематики А. Энглера и Р. Ветшттейна в основу своих систем положили псендантовую теорию происхождения цветка. Они исходят из постулата о примитивности групп растений, имеющих цветки, вовсе лишенных околоцветника, либо с чашечковидным околоцветником. Поэтому в основе систем оказались древесные формы с мелкими невзрачными цветками. Отсюда в составе двудольных А. Энглер выделил 1-й подкласс Archichlamideae – как наиболее примитивный, содержащий 14 рядов, среди которых находится и порядок Urticales [25].

Второе направление в систематике заложено работами В. Гёте (Goethe). Научно оно обосновано Г. Галиром [23] и Ч. Бесси [22] и базируется на эвантовой или стробильной теории происхождения цветка. Согласно этой теории – у основания системы стоят многоплодниковые. Простота цветков Urticales стала считаться вторичной как результат редукции их частей. По характеру упрощения цветков и соцветий, связанных с ветроопылением, он представлял собой как бы дальнейшее развитие Hamamelidales. Таких взглядов придерживались Н. Нобе, А. Engler, О. Tippro, , И. С. Виноградов, А. Л. Тахтаджян, F. A. Novak, Cronquist; H.D. Behnke; R. Hegnauer [25-35].

По наличию дихазальных соцветий, строению цветков и преобладанию древесных форм порядок Urticales считался близким к Fagales и размещался между последним и Proteales, представляя собой самостоятельную параллельную линию эволюции. Его сближают с Hamamelidales, Fagales, Rosales, Betulales, Malvales.

В новом, переработанном варианте эволюционной системы цветковых растений А.Л. Тахтаджян помещает его в составе подкласса Dilleniidae надпорядка Urticanae. Порядок Urticales считается наиболее близким к Malvales [36].

Современная палеоботаника не располагает какими-либо данными о происхождении большинства классов, и тем более, порядков растений, поэтому у нас нет прямых указаний на таксон предковый для крапивоцветных. Однако достоверно известно, что представители крапивоцветных известны с мелового периода [47, 51], а на протяжении мела уже сформировалось основное разнообразие этого порядка.

Хемосистематические исследования позволили предположить, что существовало три возможных пути возникновения Urticales: от магнолиевой ветви, от диллениевой или непосредственно от протоангиосперм [36-39].

Из вышеизложенного следует, что у ботаников в отношении происхождения крапивоцветных, также как и по многим другим вопросам, нет единого мнения.

3. Фитомакрофилогенез Urticales s. l.

«Построение эволюционной, или филогенетической, системы – одна из основных задач современной биологии. Такая система не только является необходимой основой для эволюционно-биологических обобщений, не только обладает наибольшей объяснительной и прогностической ценностью, но и является исключительно ценной справочной системой» [36: 11]. Важным этапом современной систематики является установление естественных звеньев – родов, семейств, порядков.

Порядок Urticales описан J. Lindley в 1853 году. К этому времени уже были известны семейства Urticaceae Jussieu, 1789; Ulmaceae Mirbel, 1815; Artocarpaceae Brown, 1819; Ficaceae Dumortier, 1829; Theligonaceae Dumortier, 1829; Lupulaceae Link, 1831; Celtidaceae, Link, 1831; Cannabaceae Endlicher, 1837. Позже были выделены семейства Eucommiaceae Van Tighem, 1900; Barbeyaceae Rendl, 1916; Rhoipteleaceae Handel-Mazzetti, 1932; Humenocardiaceae Airy Shaw, 1965; Сесропиaceae Berg, 1978.

Все эти семейства считались настолько сходными друг с другом по строению цветков и другим признакам, что некоторыми ботаниками они были понижены в ранге до триб и подсемейств, и объединялись в одно семейство Urticaceae [39-40].

Изучение наиболее крупных семейств Moraceae, Ulmaceae, Urticaceae привело к крупным таксономическим преобразованиям, описанию новых семейств, восстановлению ранее установленных, перемещению родов и видов. За последнее время из состава порядка выведены семейства Rhoipteleaceae, Eucommiaceae, Barbeyaceae, (им дается ранг монотипных порядков), Himenocardiaceae (перенесено в состав Euphorbiaceae), Theligonaceae (перенесено в состав Gentianales). Высказываются предположения о признании порядка Ulmales (Ulmaceae s. str.) и его размещении вблизи Fagales, об изменении названия Urticales на Morales когорты Moralia.

Как показывают наши исследования порядка в широком понимании, в нём более или менее четко обособляются 14 групп таксонов надродового ранга. Отличия заключаются лишь в том, какой таксономический ранг им придается (триб, подсемейств, семейств, порядков) тем или иным ученым. Поэтому в составе порядка выделяется разное количество семейств – до 5 и более.

Состав Moraceae и Ulmaceae разными авторами трактуется либо очень широко, либо в узком понимании. Так, сем. Ulmaceae в Энглеровском (Engler's) Syllabus (1964) представлено подсемействами Ulmoideae, Celtidoideae, Barbeyoideae; а сем. Moraceae – Moroideae (incl. Artocarpoideae), Conocephaloideae, Cannaboideae; в системе А.Л. Тахтаджяна (1987) – сем. Moraceae (incl. Artocarpaceae, Ficaceae), Ulmaceae (incl. Celtidaceae).

Если принять во внимание то, что многие ботаники стали признавать самостоятельность семейств и даже монотипных порядков, то, следовательно, наблюдается тенденция к признанию изначально выделенных семейств.

Всякая классификация предполагает иерархическое ранжирование таксонов и их взаимное соподчинение.

Для выделения таксонов любых рангов используют различные признаки, выступающие в роли критериев, принципов классификации. Под термином «признак» подразумевается любая черта растения, вне зависимости от того, отличается оно по этому признаку от других сравниваемых с ним объектов или нет. К классификации признаков подходят с точки зрения пригодности их для решения конкретных задач. Поэтому различают таксономические и диагностические признаки. «Таксономический признак – это любая особенность члена какого-либо таксона, по которой он отличается или может отличаться от члена другого таксона» [15: 143]. В каждом растении выделяют признаки исходные, примитивные, анцестральные и признаки вторичные, дериватные, производные.

Однако и в данном вопросе среди ученых существуют разные мнения. Так, например, одни примитивными считают деревья, другие – травы. У А. Тахтаджяна насчитывается 67 критериев примитивности-продвинуто-признаков по жизненным формам, цветкам, плодам, семенам и т. п. [27: 45-50]. Степень специализации таксона определяется преобладанием продвинутых признаков. Чем больше таких признаков, тем выше его место в системе.

В систематике в настоящее время известны следующие классификации организмов: фенетическая, кладистическая, эволюционная или филогенетическая. Однако на деле, в практической работе еще продолжают применять типологический подход. Только после выделения таксонов и построения предварительной классификации начинается обсуждение вероятных родственных связей между выделенными группами растений. Опять же при эволюционном подходе не исключено использование фенетического и кладистического подходов с применением методов числовой (нумерической) таксономии.

Как подчеркивает А. Тахтаджян «Несомненно, анализ «горизонтальных» (патристических) взаимоотношений сестринских групп должен быть основан на апоморфных признаках» [36: 19]. Составление кладограммы является первой ступенью к построению филограммы. Нет согласия и в том, представляет ли кладограмма дендрограмму (схему филогении таксона).

В дальнейшем выяснилось, что если использовать достаточно большое число признаков, то фенетические классификации оказываются очень близкими к филогенетическим. Как подчеркивает Татаринев «противопоставление фенетической классификации филогенетической в значительной мере утратило смысл» [41: 679]. Роберт Р. Сокэл считает, что «С точки зрения эволюционного учения как фенетические, так и кладистические классификации представляют большой интерес, так как приводят к пониманию принципов эволюции» [42: 672].

Принято считать, что в системе, отражающей филогенез, таксоны должны располагаться в порядке своего появления. В каждом порядке сначала стоят наиболее древние (примитивные) семейства, потом молодые (прогрессивные), в семействе – сначала наиболее древние роды и т. д. Наименование порядка «крапивоцветные» не соответствует этому положению, ибо оно основано на принципе приоритета.

Так, в порядке Urticales первоначально считалось, что наибольшее родство проявляется между семействами Ulmaceae, Celtidaceae, Moraceae, Cannabaceae, Sarcocaulaceae, Urticaceae. Эта последовательность соответствовала возрастанию степени специализации. Наиболее примитивным из них считается семейство Ulmaceae, которое располагалось на



срезе филограммы в центре, вблизи предполагаемых анцестральных форм. Затем высказывается новая точка зрения о размещении *Ulmaceae s. str.* вблизи *Fagales* [43].

Идеальную систему практически невозможно построить. Дело здесь не в уровне полноты наших знаний, а в отсутствии объективных способов определения соответствующего ранга таксона, его естественности. Поэтому возникают противоречия в наименовании отдельных групп. Одни считают их семейством, другие – подсемейством и т.п.

Для фиитофилогенеза немаловажное значение имеют процессы гибридизации и апомиксиса. Перекрестное опыление происходит между растениями не только на популяционном, но и на видовом и даже родовом уровне. Примеров множество, особенно у культурных растений. Например, у тутовых получен гибрид между *Maclura* и *Cudrania* - *Macludrania Andre, 1905*. Следовательно, эволюция таксонов имеет сетчатый характер.

В наших исследованиях в основу положена теория филогенеза на этапе аллогенеза. При построении системы решаются две задачи: собственно таксономическая (формирование, например внутрисемейственных таксонов) и филогенетическая (выявление взаимоотношений между этими таксонами). Проблема формирования таксонов решается синтетическим путем. Роды объединяются в подтрибы, трибы и т.д. В эволюционном процессе имеют значение не отдельные признаки, а их сочетания, радикалы [44].

Как уже подчеркивалось, филогенетические построения должны опираться на достижения общей теории эволюции. Генотипическая и связанная с нею фенотипическая изменчивость происходит только в популяциях. Естественный отбор совершается по фенотипическим признакам. Разницу между первичными и вторичными таксонами можно было бы определять по возрасту или по уровню филогенетического развития. Однако филогенетическое развитие таксонов протекает с разной скоростью (гетеробатмия) и поэтому одновозрастные таксоны в современный период могут находиться на разных уровнях этого развития. И.С. Виноградов предложил метод определения уровня филогенетического развития таксона по его морфологическому строю. Существуют два типа морфологического строя. Таксоны с преобладанием варьирующих признаков являются гетероморфными, а с преобладанием стабильных признаков – гомоморфными. В связи с этим, таксоны высокого ранга более гетероморфны, чем соподчиненные им таксоны низкого ранга, поэтому гетероморфные таксоны первичны, гомоморфные – вторичны. У таксонов имеющих вариации признаков больший запас изменчивости, их эволюционные возможности шире и многообразнее.

Для определения сходства по совокупности признаков было предложено использовать коэффициент общности Жаккара. Совокупность приемов по вычислению коэффициентов общности и показателей гомоморфии, приемы обработки полученных результатов для построения системы и ее графическому изображению названы анализом морфологического строя (АМС) [45]. Нами предлагается усовершенствованная комплексная методика, включающая АМС, закон гомологических рядов, агломеративно-кластерный анализ, дивергенцию.

Большинство систематиков изображает филогенетические взаимоотношения между таксонами в виде дерева или горизонтального среза. Существует и графическое отражение родственных связей таксонов в виде сети. Появился термин «сетчатая (ретикулярная) эволюция». Он больше связан с проблемой сетчатого (гибридогенного) видообразования. Как подчеркивает В. Грант «Анагенез и кладогенез переплетены. Макроэволюция же носит сетчатый характер» [46: 431]. Сетчатая эволюция предполагает возникновение новых таксонов путем комбинирования уже существующих, с последующей дивергенцией на уровне макрофилогенеза [46].

С точки зрения популяционной структуры вида можно придти к общему заключению, что любой таксон, начиная с вида, представляет собой динамическую, многоплановую структуру, само воспроизводящуюся систему. Она состоит из качественно неоднородных группировок разного ранга. У растений преобладает перекрестное опыление, а это непосредственно связано с гибридизацией.

На наш взгляд представление о родственных связях можно изобразить в виде так называемой таксонемы (рис. 1, 3, 5). Это горизонтальное изображение в виде сетки родственных связей. На основании проведенных исследований мы предполагаем, что макрофилогенез крапивоцветных происходит тремя параллельными ветвями, которые отражены в системе подпорядками:

Система Ordo URTICALES

Subordo ULMINEAE. Древесные растения без млечников; долей околоцветника 4-5 или 3-8; $x = 10, 11, 14$.

1. Ulmaceae Mirbel, 1815. Gen. 7. Spp. с. 63.
2. Celtidaceae Link., 1831. Gen. 11. Spp. с. 150.

Subordo MORINEAE. Растения с млечниками (за исключением травянистых *Fatoua*). Долей околоцветника 2+2 или реже 2+6. Столбик в основном двураздельный; $x = 7, 8, 10, 12, 13$.

3. Moraceae Link., 1831. Gen. с. 34. Spp. с. 250.
4. Artocarpaceae Brown., 1819. Gen. с. 33. Spp. с. 256.
5. Ficaceae Dumort., 1829. Gen. 1. Spp. с. 1000.

Subordo URTICINEAE. Долей околоцветника 2-5. Столбик цельный, редко двураздельный (*Cannabaceae*), семяпочки базальные ортотропные; $x = 6, 7, 11, 12, 13$.

6. Urticaceae A.I.de Jussieu, 1789. Gen. 45. Spp. 850.
7. Cecropiaceae C.C.Berg, 1978. Gen. 6 (8?). Spp. 200.
8. Cannabaceae Endlicher, 1837. Gen. 3. Spp. 4.

Каждая из указанных ветвей, в свою очередь, в результате дивергенции подразделяется на более мелкие ветви – семейства. В каждом семействе происходит дальнейшая дивергенция с образованием триб, подтриб, родов. Рассмотрим филогенез семейств в порядке их уровня специализации. На всех таксонамах в кружках указаны номера родов, а от них идут стрелки в направлении стабилизации (от гетероморфных родов к гомоморфным). Цифры у стрелок показывают общие показатели стабилизации (ОПС).

4. Фитофилогенез *Ulmaceae s. l.*

В наиболее примитивном семействе *Ulmaceae s. l.* филогенез представлен таксонемой и кладограммой (рис. 1, 2).

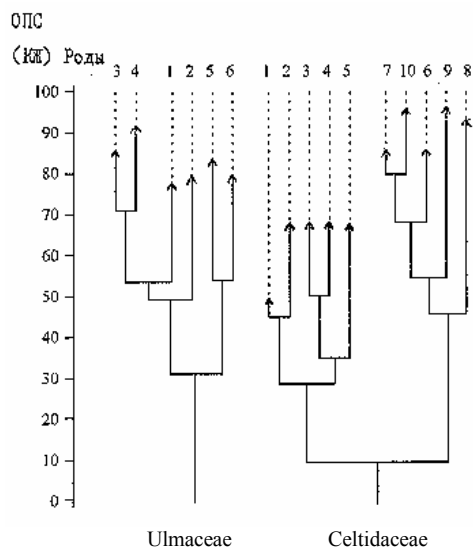


Рис. 1. Таксонемы сем. *Ulmaceae s. l.*

На рисунках нумерация родов идентична. *Ulmaceae s. str.*: 1 – *Ulmus*, 2 – *Phyllostylon*, 3 – *Holoptelea*, 4 – *Planera*, 5 – *Zelkova*, 6 – *Hemiptelea*. *Celtidaceae*: 1 – *Celtis*, 2 – *Ampelocera*, 3 – *Trema*, 4 – *Parasponia*, 5 – *Aphananthe*, 6 – *Gironniera*, 7 – *Mirandaceltis*, 8 – *Chaetacme*, 9 – *Losanella*, 10 – *Pteroceltis*. Цифры возле линий – значения коэффициента Жаккара (%).

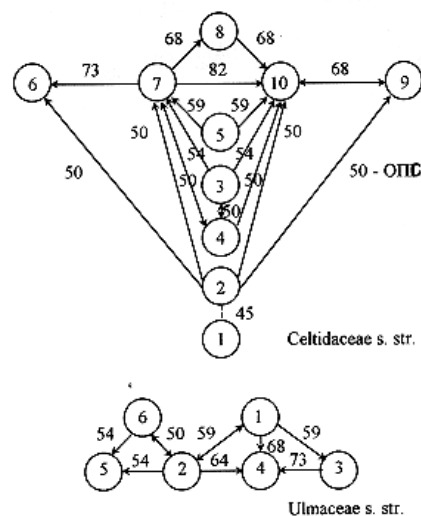


Рис. 2. Кладограмма сем. *Ulmaceae s. l.*

На кладограмме, как и на таксонеме, четко выделяются две группы родов разной степени родства и стабилизации. На их основании можно решать вопрос об определении ранга. Разрыв между двумя группами такой, что их можно считать семействами. Таким образом, наглядно подтверждается точка зрения И.А. Грудзинской о выделении двух семейств – *Ulmaceae s. str.* и *Celtidaceae* [47].

Наши схемы позволяют также рассматривать внутрисемейственные отношения, определять новые ветви эволюции в данных семействах. Им можно придать ранг подтриб и триб. Так, сем. *Ulmaceae* мы делим на две подтрибы: *Ulminae* и *Zelkovinae*. Роды *Zelkova* Spach. и *Hemiptelea* Planch. в большинстве систем отнесены в состав *Celtidaceae*, их

выделяли в отдельную трибу и даже подсем. *Zelkovoidea*, переносили в *Ulmaceae* или объединяли в один род *Zelkova* [20, 28, 48, 49). Однако оба рода действительно оказались близкими не только между собой, но и с *Ulmaceae*. По сходству их радикалов, особенно по типу строения пыльцы, плодов, листьев, составу флаваноидов, хромосомному числу ($x=14$), ареалу и др., эти роды в ранге подтрибы (а возможно и трибы) мы также относим к сем. *Ulmaceae* и не ставим окончательную точку в установлении их ранга.

На кладограмме сем. *Celtidaceae* (рис. 2) выделяются две группы родов, которые имеют низкий показатель схожести их радикалов. Мы считаем возможным придать им ранг триб. В трибу *Celtideae* объединяем гетероморфные роды с полигамными соцветиями и цветками. Она подразделяется на две подтрибы: *Celtinae* и *Treminae*.

В трибу *Gironniereae* объединены наиболее специализированные близкие гомоморфные роды. Она характеризуется только однополыми соцветиями и цветками. Эта триба заслуживает дальнейшего изучения. Ниже представляется система сем. *Celtidaceae*, которая отражает дифференциацию группы на три линии развития: каркасовую, тремовую, джиронниеровую.

5. Фитофилогенез *Moraceae s. l.*

В данном семействе происходят такие же процессы как и в предыдущем. На первом этапе филогенез имеет сетчатый характер, что отражено таксонемами (рис. 3, 5). На втором этапе происходит дивергенция. Этот процесс показан на кладограммах (рис. 4, 6).

На построенных нами схемах наблюдается явно дивергентное развитие анцестральных форм *Moraceae*. Во-первых, четко выделяются две основные ветви в эволюции семейства (рис. 4). В одной ветви преобладают деревья, кустарники с однополыми соцветиями. В другой ветви – деревья, травы, реже кустарники с обоеполыми соцветиями.

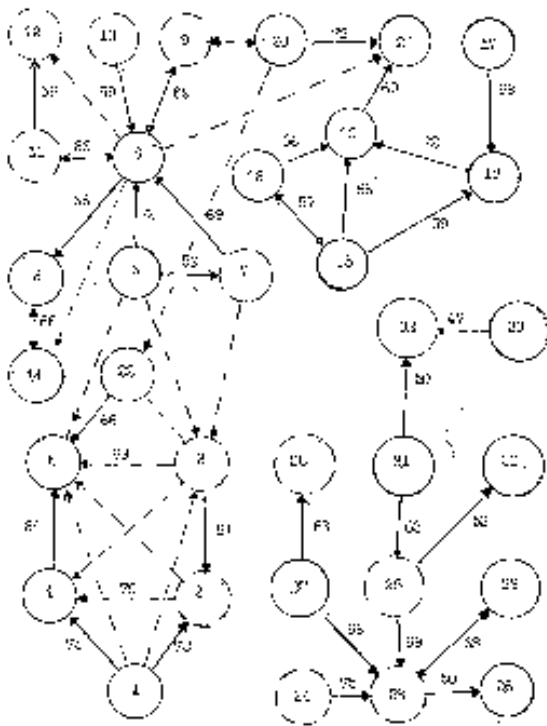


Рис. 3. Таксонема сем. *Moraceae s. str.*

Условные обозначения: 1. *Morus*; 2. *Paratrophis*; 3. *Pseudomorus*; 4. *Ampalis*; 4. *Pachytrophe*; 6. *Trophis*; 7. *Pseudotrophis*; 8. *Streblus*. 9. *Taxotrophis*; 10. *Phyllochlamys*; 11. *Teonongia*; 12. *Maillardia*; 13. *Diplotorax*; 14. *Neosloetiopsis*; 15. *Broussonetia*; 16. *Malaisia*; 17. *Maclura*; 18. *Chlorophora*; 19. *Allaeanthus*; 20. *Plecosperrum*; 21. *Cardiogyne*; 22. *Bagassa*; 23. *Sloetia*; 24. *Pseudostreblus*; 25. *Bleckrodea*; 26. *Smithiodendron*; 27. *Sloetiopsis*; 28. *Dimerocarpus*; 29. *Metatrophis*; 30. *Calpidochlamis*; 31. *Fatoua*; 32. *Ctenocladus*; 33. *Dorstenia*.

Примечание: цифры в кружках – номера родов; цифры возле линий – значения коэффициентов Жаккара (%).

Первая ветвь, в свою очередь, имеет три направления эволюции соцветий: а) рацемозные, преимущественно сережковидные (*Moraceae*); б) мужские сережковидные, женские головчатые (*Broussonetieae*); в) женские цветки одиночные (*Strebleae*).

Вторая ветвь имеет также три направления: а) женские цветки на сережчатых соцветиях в окружении мужских цветков (*Sloetieae*); б) цимозные разветвленные соцветия (*Fatouaeae*); в) дисковидные обоеполые соцветия, женские цветки в окружении мужских и погружены в мясистое цветоложе (*Dorstenieae*).

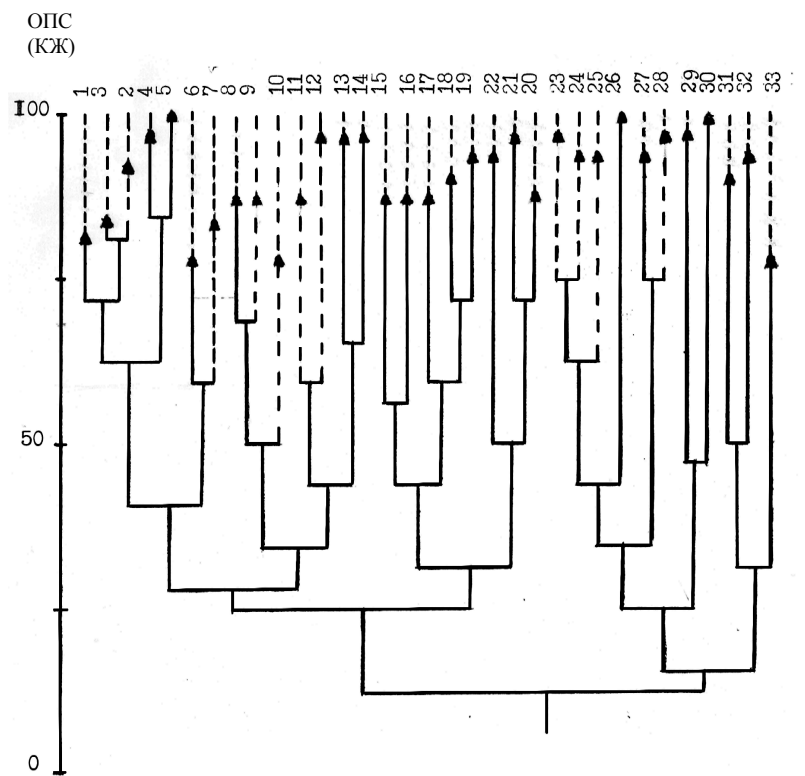
На построенных нами кладограмме и таксонеме наблюдаются три главных центра формирования надродовых таксонов вокруг наиболее гетероморфных родов: *Artocarpus* (1), *Olmedia* (14), *Brosimum* (25). Мы придаем им ранг триб, что соответствует выводам других ботаников [18, 36, 50].

Как видно из рис. 6, роды *Olmediophaena* и *Brosimopsis* проявляют наибольшие родственные связи с родами *Artocarpus*, *Poulsenia* и с родами *Clarisia*, *Aliteria* (= *Clarisia*),

Anomocarpus (= *Batocarpus*), *Sorocea* (ОПС=59-69). Все они вошли в состав трибы Artocarpeae. Для них характерны однополые колосовидные и головчатые соцветия без брактеев или с 3-4 брактеев, тычинок 4-1, пыльники интразные; опыление ветром или насекомыми и ящерицами. Род *Treculia* перенесен нами из трибы Artocarpeae в трибу Olmedieae. Представители этой трибы характеризуются однополыми, дисковидными или головчатыми соцветиями, с многочисленными брактеевми; женские – иногда одноцветковые; тычинок 8-1. Это деревья и кустарники тропических лесов низменностей и гор Азии, Африки, Америки, преимущественно двудомные с млечниками в коре, листьях и соцветиях.

Рис. 4. Кладограмма сем. *Moraceae s.str.*

Примечание: пунктирные линии – роды, которые Э. Корнер (E. Corner) объединил с родом *Streblus*; номера родов те же. ОПС – общий показатель стабилизации (КЖ) – коэффициент Жаккара.



Роды *Antiaris*, *Mesogyne*, *Androstylanthus* (ОПС=53-69) вошли в состав трибы

Brosimeae. Это деревья и кустарники с обоеполыми соцветиями; женские цветки преимущественно одиночные на широком цветоложе в окружении многочисленных мужских цветков, последние без пестилodia, тычинок 4-1. Центральное место в трибе занимает род *Brosimum*, ареал которого простирается от Мексики и Больших Антильских островов до юга Бразилии. Это компонент вечнозеленых, полулистопадных и листопадных лесов на высотах до 1000 м над у. м.

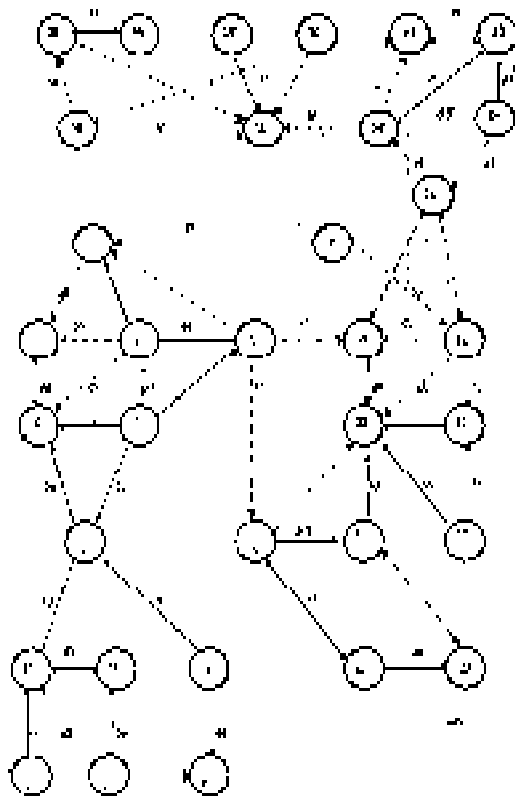


Рис. 5. Таксонема сем. Artocarpaceae.

Условные обозначения: цифры в кружках 1-33 (рис. 5; 6) – номера родов: 1. *Artocarpus*; 2. *Sorocea*; 3. *Cudrania*; 4. *Clarisia*; 5. *Batocarpus*; 6. *Olmediophaena*; 7. *Helianthostylis*; 8. *Parartocarpus*; 9. *Paraclarisia*; 10. *Aliteria*; 11. *Anomocarpus*; 12. *Brosimopsis*; 13. *Poulsenia*; 14. *Olmedia*; 15. *Pseudolmedia*; 16. *Perebea*; 17. *Olmedioperebea*; 18. *Sparattosyce*; 19. *Treculia*; 20. *Castilla*; 21. *Noyeria*; 22. *Antiaropsis*; 23. *Helicostylis*; 24. *Naucleopsis*; 25. *Brosimum*; 26. *Trymatococcus*; 27. *Bosqueia*; 28. *Craterogyne*; 29. *Antiaris*; 30. *Utsetella*; 31. *Androstylanthus*; 32. *Mesogyne*; 33. *Bosqueiopsis*; 34. *Scyphosyce*. цифры возле линий – значения коэффициентов Жаккара (%).

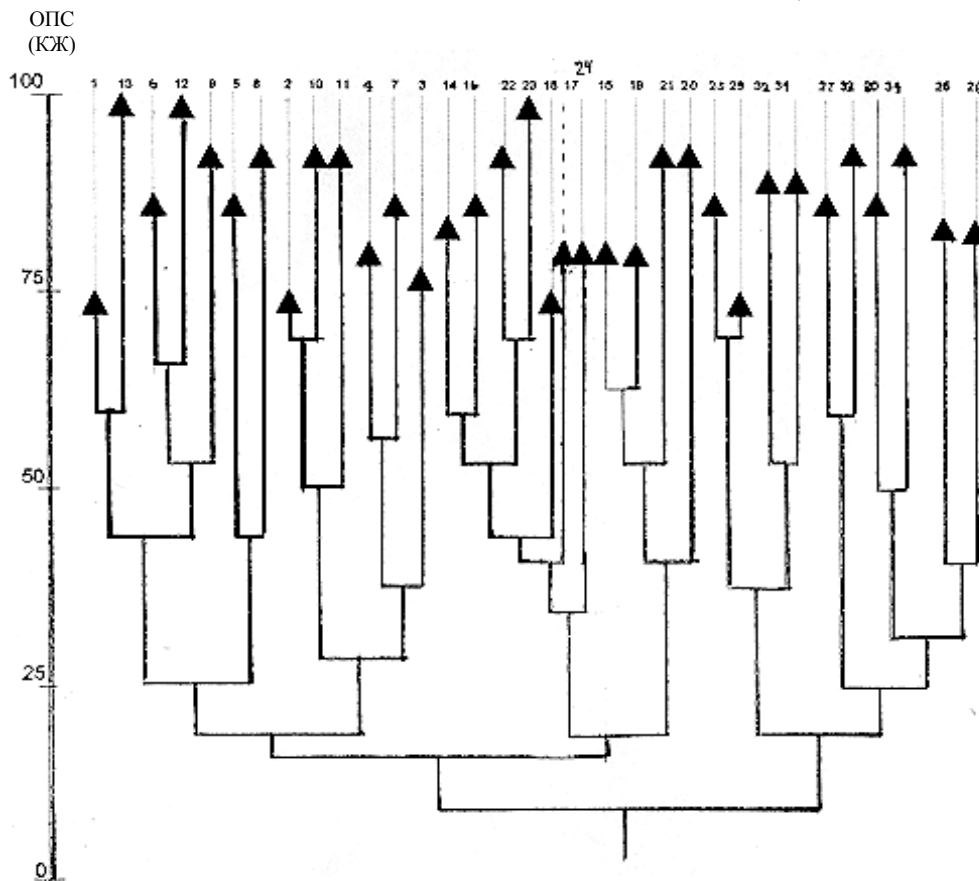


Рис. 6. Кладогамма сем. Artocarpaceae

Предлагаемый метод позволяет размещать таксоны в ряды по уровням филогенетического развития. У 14 родов ПГ>90 (рис. 6). Такие таксоны более или менее специализированные и поэтому являются завершающими звеньями филогенетических рядов семейства. На этих схемах видно, что филогенез семейства идет в направлении от гетероморфных, политипных, эволюентных таксонов (напр.: *Artocarpus* около 47 видов) к гомоморфным, монотипным (напр.: *Poulsenia*, 1 вид) в трех направлениях. У первого (*Artocarpeae*) развитие идет в сторону образования однополых соцветий, почти полностью лишенных брактей. Это в основном азиатско-американские виды. Во втором (*Olmedieae*) – соцветия также однополые, но с многочисленными черепитчатыми брактями. Это преимущественно американские виды. У представителей третьего направления (*Brosimeae*) развитие идет с образованием обоеполых соцветий, одиночные женские цветки окружены многими мужскими. Это в основном африканские виды.

Список литературы

1. Кейлоу П. Принципы эволюции. – М.: Мир, 1986. – 128 с.
2. Парамонов А.А. Пути и закономерности эволюционного процесса // Современные проблемы эвол. теории. – Л., 1967. – С. 25-36.
3. Старостин Б.А. Филогенетика растений и ее развитие. – М.: Наука. – 1970. – 187 с.
4. Пронин В.А. Фитофилогенетика. – М.: Изд-во МГУ, 1978. – 202 с.
5. Красилов В.А. Происхождение и ранняя эволюция цветковых растений – М.: Наука, 1989. – 264 с.
6. Тимофеев-Ресовский Н.В. Воронцов Н.Н., Яблоков А.В. Краткий очерк теории эволюции. – М.: Наука, 1977. – 297 с.
7. Симпсон Дж. Темпы и формы эволюции. – М.: ИЛ, 1948. – 65 с.
8. Дарвин Ч. Происхождение видов путем естественного отбора. – М.: Просвещение, 1987. – 383 с.
9. Вавилов Н.И. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости // Линнеевский вид как система. – Л.: Наука, 1967. – С. 60-84.

10. Виноградов И.С., Виноградова (Жукова) Н.А. Гипотеза двухэтапного течения филогенеза и некоторые обобщения из практики анализа морфологического строя // Журн. общ. биол. – 1978. – Т. 39, № 2. – С. 236-247
11. Виноградов И.С. Сокращенное изложение системы покрытосеменных // Проблемы ботаники. – М.: Наука, 1958, вып. 3. – С. 9-66.
12. Филипченко Ю.А. Изменчивость и методы ее изучения. – М.: Наука, 1978. – 240 с.
13. Шарова И.Х. Проблемы теории эволюции. – М.: Знание, 1981. – 64 с.
14. Кержнер И.М., Хлебович В.В., Камелин Р.В. Систематика как основа исследований биологического разнообразия // Сохранение биологического разнообразия (материалы конф.). – М.: РАН, 1999. – С. 35-40.
15. Майр Э. Принципы зоологической систематики. – М.: Мир, 1971. – 250 с.
16. Simpson G.G. Principles of Animal Taxonomy. – New York: Columbia University Press, 1961. – 35 p.
17. Jussieu A.L. de. Genera plantarum. – Paris, 1789. – 600 p.
18. Engler A. Monographien Africanischer Pflanzenfamilien und Gattungen 1. (Moraceae, excl. Ficus). – Leipzig, 1898. – Bd. 1-18. – 50 s.
19. Wettstein R.von. Handbuch der Systematischen Botanik. – Leipzig, Wien, 1935, 4 Aufg. – 1152 s.
20. Bentham G., Hooker J.D. Genera Plantarum. – London, 1862-1883. – Vol. I-III.
21. Bessey C.E. The phylogenetic taxonomy of flowering plants // Ann. Missouri Bot. Gard. – 1915. – Vol. 2. – P. 109-164.
22. Виноградов И.С. О порядке размещения таксонов в системах и филемах // Бюлл. МОИП. Отд. Биология. – 1972. – № 77, вып. 6. – С. 65-71.
23. Hallier H. Provisional scheme of the natural (phylogenetic) system of Flowering Plants // New. Phytol. – 1905. – Vol. 4. – P. 151-162.
24. Hallier H. L'origine et le systeme phyletique des Angiospermes // Arch. Neerl. Sci. Exact. Nat. – 1912. – Ser. 3, 1. – P. 146-234.
25. Engler A. Syllabus der Pflanzenfamilien. 12 Aufl. Berlin. (Herausgegeben von H. Melchior). Bd. 2. – Berlin, 1964. – 621 s.
26. Tippe O. Comparative anatomy of the Moraceae and their presumed allies // Bot. Gaz. – 1938. – Vol. 100. – P. 1-99.
27. Тахтаджян А.Л. Система и филогения цветковых растений. – М.; Л.: Наука, 1966. – 510 с.
28. Novak F.A. Vyssi rostliny. – Praha, 1961. – 250 p.
29. Cronquist A. The evolution and classification of the flowering plants. – Boston: Houghton Mifflin co., 1968. – 396 p.
30. Cronquist A. Some thought on angiosperm phylogeny and taxonomy // Ann. Missouri Bot. Gard. – 1975. – Vol. 62. – P. 517 – 520.
31. Cronquist A. An integrated system of classification of flowering plants. – New York: Columbia Univ. Press, 1981. – 1262 p.
32. Cronquist A. The evolution and classification of flowering plants. – The New York Bot. Garden, 1988. – 355 p.
33. Behnke H.-D. Transmission electron microscopy and systematics of flowering plants // Plant Syst. and Evol. – 1977. – Suppl. 1. – P. 155-178.
34. Hegnauer R. Chemotaxonomic der Pflanzen. Bd. 5. – Basel, 1969. – S. 107-128.
35. Hegnauer R. Chemotaxonomic der Pflanzen. Bd. 6. – Basel, 1973. – 743 s.
36. Тахтаджян А.Л. Система магнолиофитов. – Л.: Наука, 1987. – 439 с.
36. Bate-Smith E.C., Richens R.H. Flavonoid chemistry and taxonomy in Ulmus // Biochemical Systematics. – 1973. – 51 s.
37. Bate-Smith E.C., Richens R.H. Chemistry and phylogeny of the angiosperms // Nature. – 1972. – Vol. 236. – P. 353-354.
38. Ginnasi D.E. Generic relationships in the Ulmaceae based on flavonoid chemistry // Taxon. – 1978. – Vol. 27. – P. 331-344.
39. Decandolle A.P. Prodromus Systematis Naturalis Regni Vegetabilis // Paris, 1824-1873. – Pars. 17. – P. 211-288.
40. Bentham G., Hooker J. D. Urticaceae // Genera Plantarum. – London, 1880. – Vol. 3 (1). – P. 341-395
41. Татаринцев Л. П. Классификация и филогения // Журн. общ. биол. – 1977. – Т. 38. – С. 676-689.
42. Сокол Р. Современные представления о теории систематики // Журн. общ. биол. – 1967. – Т. 28, № 6. – С. 658-674.
43. Грудзинская И.А. О диагностическом значении цитологических признаков в таксономии некоторых древесных пород (на примере рода Ulmus L) // Ботан. журн. – 1967. – Т. 52, № 5. – С. 641-659.



44. Виноградов И.С. О порядке размещения таксонов в системах и филемах // Зап. ЦКО ВБО. – Орджоникидзе, 1972. – Вып. 3. – С. 5-28.
45. Виноградов И.С. Система семейства Nymphaeaceae на основе анализа морфологического строя // Зап. ЦКО ВБО. – Орджоникидзе, 1967. – Вып. 2. – С. 5-11.
46. Грант В. Эволюционный процесс. – М.: Мир, 1991. – 488 с.
47. Грудзинская И.А. Ulmaceae и обоснование выделения Celtidaceae в самостоятельное семейство Celtidaceae Link // Ботан. журн. – 1967. – Т. 52, № 12. – С. 1723-1749.
48. Nakai T. Moraceae Lindley // Flora sylvatica Koreana. – Keiyo, 1932. – Pt. 19 (2) – P. 79-131.
49. Nakai T. A synoptical sketch of Korean flora // Bull. Nat. Sci. Museum. – 1952. – 31 p.
50. Hutchinson J. The genera of flowering plants (Angiospermae). Vol.2. – Oxford, 1967. – P.144-196.
51. Дорофеев П.И. Urticales // Ископаемые цветковые растения СССР. Т.2. – М.; Л.: Наука, 1982. – С. 7-59.

MACROPHYLOGENESIS OF URTICALES s.l.

A.V. Lazarev

Belgorod State University

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

e-mail: lazarev@bsu.edu.ru

The content of some key terms – regular and biological ones – is briefly considered. It is offered to use the term «phytomacrophyllogenesis» for a designation of macroevolution (supracpecial evolution) of plants. The dynamic nature of phylogenesis of Urticales can be reflected by a construction of taxonems, cladograms and phylograms. Taxonem reflects horizontal relations between taxons and mesh character of phytophylogenesis. Not only a degree of divergence but also a level of stabilization of taxons, which depends on their heteromorphiciy and homomorphitciy, are precisely traced on cladogram.

Key words: Urticales, phylogenesis, cladogram, phylogram, mesh phytophylogenesis.

ЭВОЛЮЦИЯ ИНВАЗИВНОСТИ У ЭНОТЕР

В.К. Тохтарь¹, Р. Виттиг²

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

e-mail: tokhtar@bsu.edu.ru

²Университет
им. И.В. Гете, Институт
ботаники
Германия, Д-60323,
г. Франфуркт на Майне,
п/о 11 19 32,
Сиесмайерштрассе, 70

e-mail:

r.wittig@bio.uni-frankfurt.de

Род *Oenothera* L. (subsect. *Oenothera*, Onagraceae) является очень удобным модельным объектом для изучения эволюции инвазивности заносных видов в природные местообитания. Это связано с генетическим механизмом размножения, который присущ энотерам (механизм перманентной гетерозиготной транслокации), который способствует тому, что в результате гибридизации двух видов может образовываться константный третий. В результате анализа оригинальных и литературных данных о распространении гибридных и парентальных видов и их инвазивности в различных частях Европы были установлены некоторые особенности микроэволюции инвазивности у видов. Группа «очень инвазивных» гибридных видов чаще всего происходила от родителей из группы «очень инвазивных» парентальных видов. Изучение происхождения парентальных видов свидетельствует о том, что наиболее инвазивные гибриды образовались в результате гибридизации между североамериканскими и европейскими видами. Частота встречаемости парентальных видов также как и генетические особенности близких морфологически видов также являются значимыми характеристиками, влияющими на степень инвазивности видов.

Ключевые слова: *Oenothera*, эволюция, инвазивность, гибриды.

Invasive species are of great interest to evolutionary biologists and ecologists because they represent historical examples of dramatic evolutionary and ecological change [1]. The genus *Oenothera* L. (subsect. *Oenothera*, *Onagraceae*) is one of the most widespread genera of American origin in Europe. *Oenothera* species are successful invaders of disturbed riverbanks, ruderal places, parks, roads, sandy dunes, natural reserves and sea coasts in Europe [2, 3]. In result of their intercontinental spread many species and forms have been originated in Europe that has resulted in a number of taxonomic problems in the genus (Table 1). The species possess a special breeding system in Evening Primroses (permanent heterozygous translocation (PTH) mechanism) which promotes the hybridization (also introgressive one) among several species resulting in the formation of a stable (constant) third taxon [4, 5]. 14 chromosomes of oenotheras from the subsection can merge by different way and form rings during meiosis (so called Renner's rings). And many combinations of these rings can be formed in hybrid plants. Therefore, this genus is a good object for research of microevolutionary changes and adaptation of plants and evolution of their invasiveness.

Material and methods

Hybridization among species may serve as a stimulus for the evolution of invasiveness and leads to critical evolutionary changes that create an opportunity for increased invasiveness [1]. The analysis of hybrid species distribution in Europe shows existence of groups with different degree of invasiveness (Table 2). The hybrid Evening primroses were analyzed by the following criteria which can related to evolution of their invasiveness: 1) time of origin of hybrid, 2) degree of invasiveness of the parental species, 3) geographical origin of parental species, 4) frequency of occurrence of parental species, 5) their invasiveness, 6) genetic factors (heterosis; possibility of hybridization between: cultivated and natural species, ring formed and bivalent species), 7) environmental factors (climatic and ecological), 8) biological peculiarities (life history traits and morphology) of newly created species, 9) presence of accompanying organisms on hybrids (EICA hypothesis). Some of the mentioned traits are analyzed in the Table 2.

Results and discussion

The time of origin is not determined factors in plant invasiveness of Evening primroses. It is perhaps connected with the fact that majority of species have been originated practically

simultaneously in time. Therefore, considering this criterion there are no sufficient differences on in the plant group.

The degree of invasiveness of the parental species is influential but not good understood trait impacting to invasiveness of hybrids. Our analysis shows that in the group of “very invasive” hybrid species there are also “very invasive” parental species (table 2). One of the basic species for such hybrids often is *Oe. biennis*. And there is only one exception from the rule with *Oe. punctulata* which are not invasive at the moment and their parental species belong to “very invasive” species group. However it also can be connected with the lack of reliable data on distribution of the species in Europe.

The analysis of the parental species origins testifies that the most invasive hybrids are created from crossing among North American and European species. In result of hybridization the heterosis effect can arise among isolated lines promoting viability of newly created species.

The frequency of the parental species is of important value for the invasiveness of hybrid species because the hybridization probability between parental species is increased with frequency of their presence at the same habitat.

Sometimes the resulting hybrids are morphologically similar to the parental species and, at the same time, are very different by genetic nature. The invasiveness of all these species is also distinguished from one another. In this case evolution of invasiveness depends on genetic nature of the species most of all.

Table 1

Oenothera species in Europe based on literary data

Oenothera species	Origin	Remarks
1	2	3
<i>acutifolia</i>	Europe, <i>Oe. silesiaca</i> × <i>rubricaulis</i>	Crossing between European species
<i>affinis</i>	South America	
<i>albipercurva</i>	Europe, <i>Oe. biennis</i> × <i>ammophila</i>	Crossing between European and North American species
<i>ammophila</i>	N America	
<i>angustissima</i>	N. America	= <i>Oe. rubricaulis</i> , introduced before 1900, species escaped from gardens
<i>biennis s.str.</i>	Europe (Rostanski), N.America (Raven et al.)	
<i>braunii</i>	hybrid origin	crossing between European and N. American species
<i>britannica</i>	<i>Oe. glazioviana</i> × <i>cambrica</i> (R., 2003)	crossing between N. American species
<i>cambrica</i>	N. America	= <i>Oe. nova-scotiae</i>
<i>canovirens</i>	North America	= <i>Oe. renneri</i> , introduced in 20 th century, after II World War
<i>chicaginensis</i>		= <i>Oe. pycnocarpa</i>
<i>coronifera</i>	Perhaps <i>Oe. parviflora</i> × <i>glazioviana</i> (R., 2003)	crossing between N. American species
<i>cruciata</i>	N. America	= <i>Oe. atrovirens</i> , introduced before 1900, species escaped from gardens
<i>deflexa</i>	North America, Europe	= <i>Oe. lipsiensis</i> , introduced in 20 th century, after II World War
<i>depressa</i>	North America	= <i>Oe. salicifolia</i> , introduced before 1900, species escaped from gardens
<i>drawertii</i>	<i>Oe. depressa</i> × <i>suaveolens</i>	crossing between European and N. American species
<i>ersteinensis</i>	N. America	= <i>Oe. perangusta</i>
<i>erythrosepala</i>	N. America	= <i>Oe. glazioviana</i>
<i>fallax</i>	<i>glazioviana</i> × <i>biennis</i>	crossing between European and N. American species
<i>flaemingina</i>	Europe	related with <i>Oe. rubricaulis</i>
<i>flava</i>	?	?
<i>glazioviana</i>	North America	= <i>Oe. erythrosepala</i> , introduced before 1900, species escaped from gardens

1	2	3
<i>hoelscheri</i>	<i>rubricaulis</i> × <i>depressa</i>	crossing between European and N. American species
<i>indecora</i>	South America	
<i>issleri</i>	<i>biennis</i> × <i>oakesiana</i>	crossing between European and N. American species
<i>italica</i>	?	?
<i>jamesii</i>	N. America	introduced before 1900, species escaped from gardens
<i>jueterbogensis</i>	Europe (Germany)	hybrid origin, recently noted in Poland
<i>laciniata</i>	N. America	
<i>longiflora</i>	?	?
<i>missouriensis</i>	N. America	
<i>moravica</i>	Europe, <i>fallax</i> × <i>victorini</i>	
<i>nuda</i>	N. America	= <i>Oe. nutans</i> , introduced in 20 th century, after II World War
<i>oakesiana</i>	North America	= <i>Oe. syrticola</i> , introduced before 1900, species escaped from gardens
<i>oehlkersii</i>	Europe, <i>glazioviana</i> × <i>suaveolens</i>	crossing between European and N. American species
<i>paradoxa</i>	Perhaps <i>Oe. depressa</i> × <i>subterminalis</i> (R., 2003)	crossing between N. American species
<i>parviflora</i>	North America	introduced before 1900, species escaped from gardens
<i>perangusta</i>	N. America (Rost., 2003)	= <i>Oe. ersteinensis</i>
<i>perennis</i>	N. America ?	
<i>Oe. polgari</i>	<i>Oe. suaveolens</i> × <i>depressa</i> (R., 2003)	crossing between N. American species
<i>punctulata</i>	<i>Oe. biennis</i> × <i>pyncocarpa</i>	crossing between European and N. American species
<i>purpurans</i>	<i>Oe. glazioviana</i> × <i>depressa</i> (R., 2003)	= <i>Oe. hungarica</i> , crossing between European and N. American species
		crossing between European species
<i>pyncocarpa</i>	North America	= <i>Oe. chicaginensis</i> , introduced in 20 th century, after II World War
<i>rigirubata</i>		
<i>rosea</i>	South America	pink flowers, different sect.
<i>royfraseri</i>	N. America	= <i>Oe. turoviensis</i> , introduced in 20 th century, after II World War
<i>rubricalix</i>	N. America	
<i>rubricaulis</i>	East European species (Rostanski, 2003)	Recently originated
<i>salicifolia</i>		= <i>Oe. depressa</i>
<i>silesiaca</i>		= <i>Oe. subterminalis</i>
<i>stricta</i>	South America	
<i>stuchii</i>	Perhaps <i>Oe. jamesii</i> × <i>suaveolens</i> (R., 2003)	crossing between N. American species
<i>suaveolens</i>	South Europe (Rostanski, 2003)	
<i>subterminalis</i>	North America	= <i>Oe. silesiaca</i>
<i>syrticola</i>	N. America	= <i>Oe. chicaginensis</i>
<i>tacikii</i>	<i>Oe. suaveolens</i> × <i>rubricaulis</i>	Crossing between European species
<i>tetragona</i>		
<i>tetraptera</i>		
<i>turoviensis</i>		= <i>Oe. royfraseri</i> , introduced in 20 th century, after II World War
<i>victorini</i>	North America	= <i>Oe. nissensis</i> , = <i>Oe. rostanskii</i> Jehlik, introduced in 20 th century, after II World War
<i>wienii</i>	<i>Oe. rubricaulis</i> × <i>depressa</i>	crossing between European and N. American species

Analysis of European *Oenothera* species on different invasiveness groups

Invasiveness	Name of hybrid	Parental species	Frequency of occurrence of hybrids related to parental species	Frequency of occurrence of hybrids	Origin of parental species	Invasiveness of parental species and their distribution	Predominant distribution of hybrid
Very invasive	× <i>Oe. fallax</i>	<i>Oe. biennis</i> s.str. × <i>Oe. glazioviana</i>	= >	Often	Europe ?	Very invasive (E) Sometimes invasive (WE, CE)	WE, CE
	× <i>Oe. issleri</i>	<i>Oe. biennis</i> s.str. × <i>Oe. oakesiana</i>	< >	Often	Europe	Very invasive (E) Non-invasive or rare-invasive (WE, CE)	Mostly WE and less in CE
	× <i>Oe. hoelscheri</i>	<i>Oe. rubricaulis</i> × <i>Oe. depressa</i>	= =	Often	Europe NA	Invasive (CE, EE) Invasive (CE, EE)	CE, EE
Middle-invasive	× <i>Oe. oehlkersii</i>	<i>Oe. suaveolens</i> × <i>Oe. glazioviana</i>	= <	Not often	Europe NA	Middle invasive (WE, CE, EE) Middle invasive (WE, CE)	WE, CE, EE
	× <i>Oe. acutifolia</i>	<i>Oe. rubricaulis</i> × <i>Oe. silesiaca</i>	< <	Not often	Europe Europe	Invasive (CE, EE) Invasive (WE, CE)	CE
	× <i>Oe. paradoxa</i>	?	? ?	Not often	? ?	? ?	CE
Non-invasive, Locally distributed	× <i>Oe. drawertii</i>	<i>Oe. depressa</i> × <i>Oe. suaveolens</i>	< <	Rare	NA Europe	Non-invasive (WE, CE) Middle-invasive (WE, CE, EE)	WE, CE
	× <i>Oe. punctulata</i>	<i>Oe. biennis</i> s.str. × <i>Oe. pycnocarpa</i>	< <	Not often	Europe NA	Very invasive (E) Very invasive (WE, CE)	WE, CE
	× <i>Oe. wienii</i>	<i>Oe. rubricaulis</i> × <i>Oe. depressa</i>	< <	Rare	Europe NA	Invasive (CE, EE) Invasive (CE, EE)	CE, EE
	× <i>Oe. coronifera</i>	<i>Oe. glazioviana</i> × <i>Oe. parviflora</i>	< <	Rare	NA NA	Middle invasive (WE, CE) Non-invasive (WE, CE, EE)	CE
	× <i>Oe. moravica</i>	<i>Oe. fallax</i> × <i>Oe. victorini</i>	< ?	Not often	Europe ?	Very invasive (WE, CE) Non-invasive (CE, FE)	CE
	× <i>Oe. jeterbogensis</i>	?	? ?	Very rare	? ?	? ?	CE

WE – West Europe, CE – Central Europe, EE – East Europe, FE – Far East, E – everywhere, NA – North America.

Oe. glazioviana also has presumable hybrid nature. And there are a lot of hybrid species with undetermined status and unclear range of distribution and putative parental species. These species are very difficult to recognize them reliably without experience. Many of them are recently originated and locally distributed, mostly from places where they were described.

Beside those hybrid species, which were noted in the table 2 K. Rostanski reported also 33 hybrid species locally distributed in Europe. Sometimes such species are known only from one locality: *Oe. braunii* Doell, *Oe. brevispicata* Hudziok, *Oe. canovortex* Hudziok, *Oe. clavifera* Hudziok, *Oe. coloratissima* Hudziok, *Oe. compacta* Hudziok, *Oe. conferta* Renner, *Oe. editicaulis* Hudziok, *Oe. flaemingina* Hudziok, *Oe. inconspecta* Hudziok, *Oe. indivisa* Hudziok, *Oe. macrosperma* Hudziok, *Oe. mediomarchica* Hudziok, *Oe. obscurifolia* Hudziok, *Oe. octolineata* Hudziok, *Oe. pseudocernua* Hudziok, *Oe. rigidubata* Renner ex Gutte et Rostanski (all are distributed in Germany), *Oe. adriatica* Soldano, *Oe. fallacoides* Soldano et Rostanski, *Oe. marinella* Soldano, *Oe. pedemontana* Soldano, *Oe. pellegrinii* Soldano, *Oe. sesitensis* Soldano, *Oe. stuchii* Soldano (all are distributed in Italy), *Oe. pseudochicaginensis* Rostanski, *Oe. tacikii* Rostanski, *Oe. wratislaveinsis* Rostanski (all are distributed in Poland), *Oe. polgari* Rostanski, *Oe. purpurans* Borbas (Hungary), *Oe. carinthiaca* Rosanski, *Oe. heiniana* Teyber (Austria), *Oe. slovaca* Jehlik et Rostanski (Slovakia), *Oe. britannica* Rostanski (Great Britain). That is why there are many perspectives to provide new insights studying invasiveness in this, very suitable for these goals, plant group in future.

Conclusions

The analysis of hybrid species distribution in Europe shows existence of groups with different degree of invasiveness. The degree of invasiveness of the parental species is influential but not good understood trait impacting to invasiveness of hybrids. Our analysis shows that in the group of “very invasive” hybrid species there are also “very invasive” parental species. The analysis of the parental species origins testifies that the most invasive hybrids are created from crossing among North American and European species. In result of hybridization the heterosis effect can arise among isolated lines promoting viability of newly created species. The frequency of the parental species is of important value for the invasiveness of hybrid species because the hybridization probability between parental species is increased with frequency of their presence at the same habitat. Sometimes the resulting hybrids are morphologically similar to the parental species and, at the same time, are very different by genetic nature. The invasiveness of all these species is also distinguished from one another. In this case evolution of invasiveness depends on genetic nature of the species most of all.

Acknowledgements

First author of this research work was partly supported by the Russian Foundation for Basic Research (RFBR), grant № 08-04-00239, “Evolution of alien plants invasiveness: mechanisms of microevolution and methodical aspects of alien species distribution prognosis”.

Literature

1. Ellstrand N.C. & Schierenbeck K.A. Hybridization as a stimulus for the evolution of invasiveness in plants? // PNAS – 2000. - Vol. 97, № 13 – P. 7043-7050.
2. Rostański K., Tokarska-Guzik B. Distribution of the American epecophytes of *Oenothera* in Poland. // Phytocoenosis. – 1998. – Vol. 10. – P. 117-130.
3. Wittig R., Lenker K.-H., Tokhtar V.K. Zur Sociologie von Arten der Gattung *Oenothera* L. im Rheintal von Arnheim (NL) bis Mülhouse (F) // Tuexenia. – 1999. – Bd. 19. – S. 447 - 467.
4. Renner O. Versuche uber die gametische Konstitution der *Oenothera* // Z. Abst. Vererb. – 1917. – Vol. 18. – P. 121-294.
5. Cleland R.E. The evolutionary history of the North American evening primroses of the “biennis group” // Proc. Amer. Phil. Soc. – 1964. – Vol. 108. – P. 88 - 98.



EVOLUTION OF INVASIVENESS IN *OENOTHERA*

**V.K. Tokhtar¹,
R. Wittig²**

¹Belgorod State University
Pobedy Str., 85, 308015, Bel-
gorod, Russia

e-mail: tokhtar@bsu.edu.ru

²Frankfurt-on-Main
University, Institute of Botany
Siesmayerstrasse 70,
Postfach 11 19 32, D-60323,
Frankfurt-on-Main, Germany

e-mail:

r.wittig@bio.uni-frankfurt.de

The genus *Oenothera* L. (subsect. *Oenothera*, Onagraceae) is very convenient modelling object for evolution studying of inadvertent invasiveness species in natural habitats. It is connected with the genetic mechanism of reproduction, which is inherent oenotheras (the mechanism of a permanent heterozygotic translocation) which promotes that as a result of hybridization of two kinds the third can be formed constant. As a result of the analysis of original and literary data about distribution of hybrid and parental species and their invasiveness in various parts of Europe some features of microevolution invasiveness at species have been established. The group «very invasiveness» hybrid species more often occurred from parents from group «very invasiveness» parental species. Origin studying parental species testifies that most invasiveness hybrids were formed as a result of hybridization between North American and European species. Frequency of occurrence of parental species as well as genetic features of species close by morphology is also the significant characteristics influencing on degree of species invasiveness.

Key words: *Oenothera*, evolution, invasiveness, hybrids.

ЭКОЛОГО-ЦЕНОТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА СТЕПНОЙ ФЛОРЫ В ПРЕДЕЛАХ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

**Н.Е. Овчаренко,
А.Ф. Колчанов**

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

e-mail: zenino@bk.ru; kolchanov@bsu.edu.ru

Дается характеристика современного состояния и эколого-ценотической структуры степной флоры в пределах Белгородской области. Ведущая роль принадлежит степным растениям, большое число видов этой группы связано не только с зональностью степной растительности, но и с кальцефильностью степной флоры. Проведено сравнительное изучение эколого-ценотических групп по эколого-географическим районам.

Ключевые слова: эколого-ценотическая структура, эколого-географический район, эколого-ценотическая группа, степная растительность, кальцефиты.

Введение

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

Степная флора Белгородской области имеет свои флористические особенности и представляет интерес для изучения с целью получения данных для решения теоретических и практических задач сравнительной флористики.

В целом по флоре Белгородской области мы находим сведения у ряда авторов [1, 2, 3, 4, 5, 6, др.]. Однако данных по вопросам степной флоры региона еще недостаточно.

Исследования проводились в период с 2004-2008 гг.

Цель исследования заключалась в выявлении эколого-ценотической структуры степной флоры в пределах Белгородской области.

Объект и методы исследования

Объектом исследования явилась степная флора в пределах Белгородской области.

Согласно В.И. Федотову, С.А. Куролапу, Ю.А. Нестерову [7] Белгородская область входит в состав лесостепной и степной зон. Лесостепную зону составляет Среднерусский черноземно-карбонатный округ, в который входят Верхне-Ворсклинский и Верхне-Оскольский бассейны. Степную зону представляют Осколо-Валуйский и Черно-Калитвенский бассейны, входящие в Осколо-Донской пустошно-меловой округ.

Л.Л. Новых [8] указывает, что лесостепная зона занимает более $\frac{3}{4}$ территории Белгородской области и включает Псельско-Ворсклинский (Западный), Осколо-Донецко-Сеймицкий (Центральный) и Потуданско-Тихососенский (Северо-Восточный) районы.

Зона степей в Белгородской области занимает менее $\frac{1}{4}$ территории. Эту территорию выделяют в Калитвенско-Айдаро-Ураевский ПТК, занимающий юго-восток области.

У названных авторов взгляды на районирование территории совпадают, но у первых авторов Калитвенско-Айдаро-Ураевский ПТК разделен на два района: Осколо-Валуйский бассейн (Южный район) и Черно-Калитвенский бассейн (Юго-восточный район).

Нами территория Белгородской области была разделена на эколого-географические районы (рис.) на основе анализа видового состава эколого-ценотических групп степной растительности (таб.).

Территория Западного эколого-географического района полностью включает территории Грайворонского, Краснояружского, Ракитянского, Борисовского и Ивнянского административных районов и захватывает частично территории Белгородского, Яковлевского (большую часть) административных районов. Его восточная граница (с Центральным районом) проходит по линии с. Бессоновка – г. Строитель – граница между Ивнянским и Прохоровским районами.

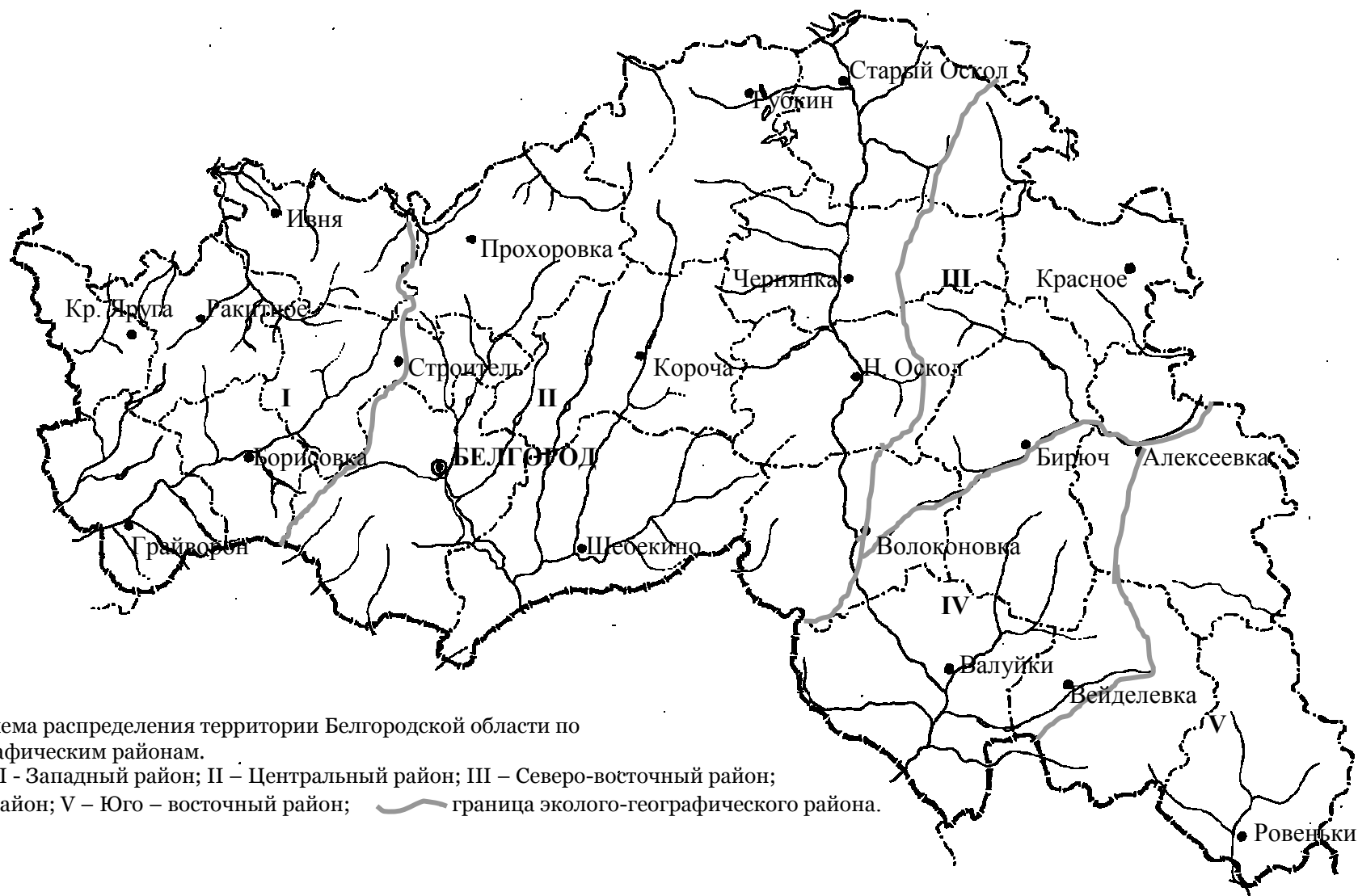


Рис. Схема распределения территории Белгородской области по эколого-географическим районам.
 Обозначения: I - Западный район; II – Центральный район; III – Северо-восточный район;
 IV – Южный район; V – Юго – восточный район; — граница эколого-географического района.



Таблица

Эколого-ценотический анализ степной флоры в пределах Белгородской области

Эколого-ценотическая группа	Область		Эколого-географические районы									
			Западный		Центральный		Северо-восточный		Южный		Юго-восточный	
	Число видов	% к общему числу видов	Число видов	% к общему числу видов	Число видов	% к общему числу видов	Число видов	% к общему числу видов	Число видов	% к общему числу видов	Число видов	% к общему числу видов
Степная в т.ч.	117	29.3	68	29.6	74	25.4	70	29.7	102	32.4	103	33.3
псаммофиты	15	3.8	11	4.8	14	4.8	6	2.5	9	2.9	10	3.2
галофиты	13	3.3	5	1.3	9	3.1	9	3.8	10	3.2	11	3.6
сорные	18	4.5	11	4.8	16	5.5	8	3.4	11	3.5	14	4.5
петрофиты	9	2.3	1	0.4	2	0.7	6	2.6	3	0.9	2	0.6
Факультативные кальцефиты	82	20.5	39	16.9	58	19.9	43	18.2	64	20.3	66	21.4
Облигатные кальцефиты	39	9.8	9	3.9	21	7.2	13	5.5	33	10.5	34	11.0
Лугово-степная, в т.ч.	96	24.0	76	33.0	79	27.1	76	32.2	79	25.1	72	23.3
псаммофиты	6	1.5	5	2.2	3	1.0	2	0.8	1	0.3	2	0.6
сорные	16	4.0	7	3.0	15	5.2	11	4.7	8	2.5	13	4.2
Опушечно-степная	31	7.8	18	7.8	28	9.6	21	8.9	20	6.3	17	5.5
Опушечно-лугово-степная	23	5.8	14	6.1	20	6.9	10	4.2	14	4.4	14	4.5
Луговая в т.ч.	12	3.0	6	2.6	11	3.8	3	1.3	3	1.0	3	1.0
галофиты	5	1.3	2	0.9	2	0.7	3	1.3	2	0.6	2	0.6
Сумма	400	100	230	100	291	100	236	100	315	100	309	100

Территория второго района – Центрального – включает в себя полностью территорию Шебекинского, Прохоровского, Губкинского административных районов, территорию Белгородского района, исключая его юго-западную часть и территории Волоконовского, Новооскольского, Чернянского и Старооскольского районов, исключая их восточные части. Восточная граница Центрального эколого-географического района (с Южным и Северо-восточным районами) проходит по линии п. Пятницкое (Волоконовский район) – Николаевка (Новооскольский район) – с. Верхососна (Красногвардейский район) – исток р. Усердец – с. Волотово (Чернянский район) – с. Городище (Старооскольский район) – с. Роговатое (Старооскольский район).

Граница Северо-восточного района с Южным и Юго-восточным районами проходит через п. Пятницкое (Волоконовский район), по правобережью р. Тихая Сосна до границы с Воронежской областью.

Остальные границы районов проходят по соответствующим участкам административных границ Белгородской области.

Работа выполнена на основании материалов, собранных автором с учетом анализа гербарных фондов Гербариев Белгородского и Воронежского государственных университетов, литературных данных [6, др.]. Сбор материала проводился по общепринятой методике маршрутных флористических исследований. Была разработана серия маршрутов, позволяющая охватить основные ландшафтно-геоморфологические единицы в разные сезоны вегетационного периода. Применялась методика изучения растительных сообществ путем закладывания пробных площадок [9].

Номенклатура видов приводится в соответствии со сводкой С.К. Черепанова [10], за исключением некоторых таксонов.

Результаты и их обсуждение

Эколого-ценотический анализ степной флоры в пределах Белгородской области показал, что в ее состав входят различные эколого-ценотические группы (см табл.).

Ведущая роль принадлежит степным растениям – 117 видов, или 29,3 %. В спектре эколого-фитоценотических групп, в целом по Белгородской области, это наиболее многочисленная группа (включая, частично, псаммофиты, галофиты, петрофиты, сорные виды). В разрезе районов наибольший процент степных растений наблюдается в Юго-восточном и Южном районах (33,3 % и 32,4 %). В Северо-восточном, Западном и Центральном районах соответственно 29,7 %, 29,6 % и 25,4 %.

Большое число видов этой группы представляют не только зональную степную растительную группировку, но отражают и тенденцию степной флоры к кальцефильности. Во всех эколого-географических районах широко распространены качим высочайший – *Gypsophila altissima* L., качим метельчатый – *G. paniculata* L.), адонис весенний – *Adonis vernalis* L., лапчатка семилисточковая – *Potentilla heptaphylla* Jusl., астрагал белостебельный – *Astragalus albicaulis* (L.), астрагал австрийский – *A. austriacus* Jacq.) и др.

Основу флоры меловых обнажений составляют облигатные и факультативные кальцефиты, которые в совокупности составляют 30,0 % от общего числа видов степной флоры в пределах Белгородской области. К группе облигатных кальцефитов мы относим растения, которые встречаются на территории Белгородской области только на мелу: копеечник крупноцветковый – *Hedysarum grandiflorum* Pall., истод меловой – *Polygala cretacea* Kotov), иссоп меловой – *Hyssopus cretaceus* Dubjan., тимьян известняковый – *Thymus calcareus* Klok.et Shost., норичник меловой – *Scrophularia cretacea* Fisch. ex Spreng. и др., всего – 39 видов, или 9,8 %. Область их распространения связана с выходами меловых пород на дневную поверхность. На склонах эти растения занимают определенные экологические ниши, располагаясь на плотных или рыхлых обнажениях мела без гумусонакопления, или с очень незначительным гумусонакоплением. Наибольшее количество облигатных кальцефитов наблюдается в Юго-восточном и Южном районах (соответственно 34 и 33 вида или 10,5 % и 11 %), а наименьшее количество в Западном районе (9 видов, или 3,9 %).

К факультативным кальцефитам мы относим такие виды, которые встречаются в нескольких станциях: на мелу, а также в зональных и экстразональных сообществах. К данной группе относится 82 вида. Это кальцефитно-степные растения, встречающиеся на мелах и в составе степных сообществ на черноземных почвах: мелколепестник подоль-

ский – *Erigeron podolicus* Bess., василек русский – *Centaurea ruthenica* Lam., василек восточный – *C. orientalis* L., осока низкая – *Carex humilis* Leyss., рогачка хреновидная – *Erucastrum armoracioides* (Czern. ex Turcz.) Cruchet, катран татарский – *Crambe tataria* Sebeok, раakitник австрийский – *Chamaecytisus austriacus* (L.) Link, др. В Юго-восточном и Южном районах процент факультативных кальцефитов выше, чем в других районах и, соответственно, составляет 21.4 % и 20.3 %. На третьем месте по данной фитоценотической группе стоит Центральный район (19.9 %), затем Северо-восточный (18.2 %) и Западный районы (16.9 %).

Лугово-степные виды представлены 96 видами, или 24 %. В составе данной эколого-ценотической группы отмечаются луговые псаммофиты и луговые сорные. Лугово-степные виды характерны для луговых степей, плоских вершин холмов, относительно пологих склонов балок от 5° до 15°. К таким видам относятся: спаржа лекарственная (*Asparagus officinalis* L.), ветреница лесная – *Anemone sylvestris* L., прострел раскрытый, или сон-трава – *Pulsatilla patens* (L.) Will., клевер альпийский – *Trifolium alpestre* L., клевер горный – *T. montanum* L.), люцерна серповидная – *Medicago falcata* L. и др.

Нередко растениям из этой эколого-ценотической группы принадлежит эдификаторная роль: дерновинным злакам – овсянице ложно-овечьей, или типчаку – *Festuca pseudoovina* Hack. ex Wiesb., ковылю перистому – *Stipa pennata* L., местами тимофеевке степной – *Phleum phleoides* (L.) Karst., из корневищных – кострецу безостому – *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub., мятлику узколистному – *Poa angustifolia* L. и др.

В распространении данной эколого-ценотической группы наблюдается иная картина, чем с кальцефильной и степной группами. Наибольшее доля лугово-степных видов наблюдается в Западном и Северо-восточном районах, что в процентном соотношении составляет 33.0 % и 32.2 %.

Луговая эколого-ценотическая группа представлена 12 видами, что составляет 3.0 %. Их присутствие связано с особенностями степей, которые в некоторых местах имеют западины, балки, лога и т.д. Наибольшая доля данной группы отмечается в Центральном районе (3.8 %), а в Западном и Северо-восточном районах меньше и соответственно данный показатель 2.6 % и 1.3 %. Самый меньший процент видов луговой эколого-ценотической группы в Юго-восточном и Южном районах (по 1.0 %).

Виды сорной эколого-ценотической группы распространены неравномерно. Их присутствие и обилие зависит от степени хозяйственного использования отдельных участков. Их число составляет 16 видов (4.0 %). Часто встречаются следующие виды: гулявник Лёзеля – *Sisymbrium loeselii* L., желтушник ястребинколистный – *Erysimum hieracifolium* L., желтушник левкойный – *E. cheiranthoides* L.), свербига восточная – *Bunias orientalis* L., резеда желтая – *Reseda lutea* L., донник белый – *Melilotus albus* Medik., донник лекарственный – *M. officinalis* (L.) Pall. и др. Некоторые степные склоны, используемые для выпаса скота, очень обильно покрыты представителями семейства Compositae (Сложноцветные): чертополохом крючковатым – *Carduus hamulosus* Ehrh. subsp. uncinatus (Bieb.) A. Jelen. et Derv.- Sok., чертополохом Термера – *C. nutans* L. subsp. leiophyllus (Petrovic) Stojan. et Stev., дурнишником колючим – *Xanthium spinosum* L. и др.

В степной флоре отмечается 15 видов (3.8 %) псаммофитов. Виды данной эколого-ценотической группы распространены на остепненных песчаных поверхностях прирусловых пойм, на участках выхода песка на поверхность. Характерной особенностью таких участков является сильная разреженность травянистого покрова и присутствие псаммофитов: ирис песчаный – *Iris arenaria* Waldst. et Kit. subsp. *orientalis* (Ugr.) Lavr., гвоздика равнинная – *Dianthus campestris* Bieb., смолевка зеленоцветковая – *Silene chlorantha* (Willd.) Ehrh., качим метельчатый – *Gypsophila paniculata* L., очиток едкий – *Sedum acre* L., лапчатка песчаная – *Potentilla arenaria* Borkh., резак обыкновенный (*Falcaria vulgaris* Bernh.), ластовень лекарственный (*Vincetoxicum hirundinaria* Medic.) и др. Наибольшее число псаммофитов в Западном районе (5 видов, или 2,3 %), наименьшее в Южном и Юго-восточном районах (соответственно 1, или 0,3 % и 2 вида, или 0,6 %).

Луговые галофиты представлены 2 видами в большинстве районов и только в Северо-восточном районе – 3 видами, степные галофиты наиболее представлены в Центральном (9 видов), Северо-восточном (9 видов) и особенно в Южном (10 видов) и Юго-восточном (11 видов) районах.

Петрофиты представлены 9 видами, что составляет 2,3 %, но наибольшее число видов их представлено в Северо-восточном районе (6 видов) и 2-3 видами в Южном и Юго-восточном районах, наименее они представлены в Западном районе (1 вид).

Для оценки остепенненности фитоценоза важное значение приобретает установление удельного веса видового состава степных форм. [11]. Для различения степных участков подзон и зон в пределах Белгородской области должны быть положены доминанты чисто степных видов [12]. Но сами степные формы не существуют изолированно от «нестепных» форм ввиду разнообразия рельефа и почв.

Эколого-ценотический анализ свидетельствует о сложной природе степной флоры, что объясняется продолжительной историей ее формирования. Выделение 5 эколого-географических районов правомерно, так как каждый из них характеризуется вполне определенными чертами: своим набором видового состава в пределах установленных эколого-ценотических групп.

Список литературы

1. Агафонов В.А. Степные, кальцефильные, псаммофильные и галофильные эколого-флористические комплексы бассейна Среднего Дона: их происхождение и охрана. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2006. – 250с.
2. Гусев А.В. Редкие растения Новооскольского района // Флора и растительность Центрального Черноземья – 2005: Материалы науч. конф. – Курск: Изд-во ИПКиПРО, 2005. – С.17-20.
3. Золотухин Н.И., Золотухина И.Б. Сосудистые растения // Тр. Центр.-Чернозем. зап.-ведн. – М.,1995. – Вып.14: Природа Лысых гор – нового заповедного участка в Белгородской области. – С.29-44.
4. Золотухин Н.И. Второе дополнение к флоре участка Лысые горы заповедника «Белогорье» // Флора и растительность Центрального Черноземья – 2005: Материалы научн. конф. – Курск: Изд-во ИПКиПРО, 2005. – С. 32-35.
5. Колчанов А.Ф. Результаты инвентаризации флоры Белгородской области в 2004 году с целью оптимизации сети особо охраняемых территорий // Флора и растительность Центрального черноземья – 2005: Материалы научн. конф. – Курск: Изд-во ИПКиПРО, 2005. – С. 43-46.
6. Еленевский А.Г., Радыгина В.И., Чаадаева Н.Н. Растения Белгородской области (Конспект флоры). – М., 2004. – 120 с.
7. Федотов В.И., Куролап С.А., Нестеров Ю.А. Структурные блоки региональной модели устойчивого эколого-экономического развития центрального черноземья // Вестник ВГУ, серия география и геоэкология. – 2003. – № 2. – С. 112-121
8. Новых Л.Л. Природные зоны и ландшафты // Природные условия и экологические проблемы Белгородской области и земли Северный Рейн-Вестфалия. – Белгород: Изд-во Белгородского гос. ун-та, 1999. – С. 63-68.
9. Алехин В.В. Растительность Курской губернии. Вып.IV. – Курск: Советская деревня, 1926. – 120 с.
10. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб.: Мир и семья-95, 1995. – 990 с.
11. Дохман Г.И. Лесостепь Европейской части СССР. – М.: Наука, 1968. – 269 с.
12. Колчанов А.Ф. Степная растительность Белгородской области // Научные ведомости БелГУ. – 2007. – № 5 (36). Серия Естественные науки. Вып. 5. – С. 3-9.

ECOLOGICAL-CENOTIC STRUCTURE OF STEPPE FLORA IN BELGOROD REGION

**N.E. Ovcharenko,
A.F. Kolchanov**

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

*e-mail: zenino@bk.ru;
kolchanov@bsu.edu.ru*

The characteristic of a modern state and ecology-cenotic structure of steppe flora of the Belgorod Region is given. The leading part belongs to steppe plants, the significant number of species of this bunch is connected not only to zonalness of steppe vegetation, but also with calciphility of steppe flora. The comparative study of ecology-cenotic structure in ecology-geographical areas is carried out.

Key words: ecology-cenotic structure, ecology-geographical area, ecology-cenotic bunch, steppe plant cover, calciphytes.

ОБЗОР КЛАССИФИКАЦИИ РОДА *MORUS* L.

**А.В. Лазарев,
С.С. Богданов**

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

Работа посвящена проблеме изучения объёма и классификации рода *Morus* от описания его Линнеем до настоящего времени. Классификация этого рода ещё не разработана. Нет единого мнения и о числе составляющих его видов: их насчитывают от 12 до 70. Г. Койдзуми (G. Koidzumi) разделил 24 вида шелковицы на две секции: *Dolichostyle*, *Macromorus*. Разногласия сводятся к различным подходам в определении таксономического ранга (вид или разновидность) той или иной формы шелковицы, большинство из которых имеют гибридное происхождение.

Ключевые слова: род *Morus*, классификация, систематика.

Род *Morus* L. относится к семейству шелковичных (Moraceae), классу двудольных (Dicotyledones), или магнолиописиды (Magnoliopsida), отделу покрытосеменных (Angiospermae), или цветковых растений (Magnoliophyta) [1]. В прошлом этот род включали в обширное семейство крапивных (Urticaceae).

Классификация рода *Morus* ещё не разработана. В мнениях о числе видов шелковицы имеются существенные расхождения. Так, например, А. Энглер (A. Engler) [2] выделяет около 12 видов, Г. Койдзуми (G. Koidzumi) – 24 [3], Дж. Хатчинсон (J. Hutchinson) – 60 [4]. По нашим данным род шелковица включает около 70 видов [5]. Разногласия сводятся к различным подходам в определении ранга (вид или разновидность) той или иной формы шелковицы, большинство из которых имеют гибридное происхождение.

Одни ботаники признавали небольшое число крупных видов, другие, наоборот, придерживались принципа дробления рода *Morus* на большее число более мелких и не столь резко разграниченных видов и разновидностей. Так, К. Линней (1753), восстанавливая роды растительного царства, установил для *Morus* следующие виды: *M. alba* L.; *M. nigra* L.; *M. rubra* L.; *M. tatarica* L.; *M. indica* L.; *M. latifolia* L. Г. Моретти (G. Moretti, 1842), принимая пять видов, обозначенных Линнеем, увеличил общее их количество до десяти: *M. alba*; *M. rubra*; *M. indica*; *M. nigra*; *M. latifolia*; *M. macrophylla* Moret.; *M. nervosa* Bel.; *M. italica* Poir.; *M. constantinopolitana* Peir.; *M. scabra* Wildh. Серинг (С.К. Sering, 1885) к четырем линнеевским видам добавляет четыре новых: *M. multicaulis* Per.; *M. canadensis* P.; *M. stilosa* Ser.; *M. kaempferi* Aud. У Шнейдера (С.К. Schneider, 1906) упоминается только три вида – *M. nigra*; *M. rubra*; *M. alba*, в то время, как Байли (N.W. Bailey, 1916) к ним добавляет ещё три: *M. japonica* Aud.; *M. multicaulis*; *M. celtidifolia* Н.В.К. Бурэ (Ed. Bureau, 1873) в монографическом описании рода *Morus* выделил всего пять видов: *M. alba*; *M. nigra*; *M. rubra*; *M. celtidifolia* Kunt.; *M. insignis* Bur.; *M. macroura* Mig.

Одновременно с этим для белой шелковицы установлено 16 разновидностей по признаку строения женских соцветий и цветков [6]:

1. Женские соцветия овальные или шаровидные.

А. Столбика почти нет: *Vulgaris*, *Italica*, *Pyramidalis*, *Constantinopolitana*, *Bungeana*, *Venosa*.

Б. Столбик заметный, более или менее удлинённый: *Mongolica*, *Serrata*, *Nigri-formis*, *Indica*, *Cuspidata*, *Stylosa*, *Arabica*, *Atropurpurea*, *Latifolia*.

2. Женские соцветия цилиндрические, длинные: *Laevigata*.

Белая шелковица разновидности *Vulgaris* имеет несколько форм: *M. alba var. vulgaris f. tenuifolia* – дикорастущая, соплодия белые, розовые, чёрные; *M. alba var. vulgaris f. rosea* – розовая шелковица, листья овальные, черешок розовый, соплодия белые, красные, реже чёрные; *M. alba var. vulgaris f. columbosa* – поздно распускается, пригодна для горных местностей; *M. alba var. vulgaris f. macrophylla* (*M. alba* Moretti) – очень ранняя, но чувствительная к морозам, применяется для живых изгородей; листья цельные с крупными зубцами и острой верхушкой.

Остальные разновидности шелковицы белой мономорфны. *M. alba var. constantinopolitana* – ш. б. константинопольская. Ветви искривлённые, короткие, толстые, ствол коленчатый, узловатый. Растёт медленно, устойчива к вредителям. *M. alba var. italica* – ш. б. итальянская. Заболонь розоватого цвета. *M. alba var. mongolica* – ш. б. монгольская. Листья крупные, зубчики с шиловидным заострением. *M. alba var. latifolia* – ш. б. китайская или филиппинская (= *M. multicaulis* – многостебельчатая). Имеет форму куста. Листья снизу гофрированные и поэтому сильно покрываются пылью. Легко размножается черенками, отводками, быстро растёт, на суховатой почве образует много чёрных соплодий. Для культивирования на влажной почве рекомендуют ш. б. Лу – *M. alba var. Lhou*. Хорошо размножается отводками и черенками. Соплодия овальные, почти чёрные. *M. alba var. venosa* – ш. б. жилковатая. Листья полиморфные, с многочисленными жилками, вытянутые, беловатые. Соплодия мелкие, белые. Иногда её называют ш. б. крапиволистной из-за крупных жилок. Используется для декоративных целей. Декоративными являются и формы *pyramidales* (пирамидальная), *pendula* (плакучая), *flexuosa* (змеевидная). Однако строение их генеративных органов и их ареалы указывают на то, что приведенные разновидности должны быть выделены в самостоятельные виды [6].

Система рода *Morus* наиболее детально представлена японским ботаником Г. Койдзуми (G. Koidzumi, 1923) в работе «Synopsis Generis Mori». Им установлено 24 вида шелковицы. Предложенная система рода *Morus* основана на строении женского цветка. Виды, имеющие более или менее удлинённый столбик, сгруппированы в секцию *Dolychostylae*, а виды с сидячими рыльцами – в секцию *Macromorus* [3].

Секция 1. *Dolichostyle* (пестик с удлинённым столбиком)

1. *Morus arabica* Koidz. – Аравия-гува (*M. alba var. arabica*). Аравия.
2. *M. mongolica* С.К. Schn. – Циосен-гува (*M. alba var. mongolica*). Китай, Корея.
3. *M. nigriiformis* Koidz. – Караони-гува (*M. alba var. nigriiformis*). Южный Китай. (*M. alba var. caudatifolia* Koidz., var. *humilis* Koidz., var. *afanthoides* Koidz., var. *declinata* Koidz., *M. alba var. stilosa* Koidz.). Китай, Япония, Корея.
4. *M. bombycis* Koidz. – Яма-гува (*M. alba var. lancifolia* Koidz., var. *vestita* Koidz., var. *squarrosodentata* Koidz., var. *maritime* Koidz.). Ср. Китай, Сев. Япония.
5. *M. rotundifolia* Koidz. – Сяму-гува, Сиам.
6. *M. acidosa* Griff. – Сима-гува (*M. alba var. glabra* Koidz, синонимы: *M. alba var. cuspidate*, var. *indica*). Япония, Южный Китай, Формоза.
7. *M. kagayamae* Koidz. – Хацци-дзе-гува. Япония.
8. *M. notabilis* С.К. Schn. – Мурава-гува. Западный Китай.

Секция 2. *Macromorus* Koidz. (пестик с сидячим рыльцем)

9. *M. serrata* Roxb. – Генгану-гува (Синоним: *M. alba var. serrata* Koidz.). Гималаи, Кашмир, Кумаон, Пенджаб.
10. *M. nigra* L. – Куроми-гува (Синоним: *M. nigra var. laciniata* Koidz.). Зап. Азия, Средиземье.
11. *M. tiliaefolia* Makino – Ке-гува (*M. cathayana var. japonica* Koidz.). Южная Япония.
12. *M. kathayana* Hemsl. – Корако-гува (Синоним: *M. laevigata var. kathayana* Koidz.). Ср. Китай.
13. *M. mesozygia* Stapf. – Африка-гува. Зап. Африка
14. *M. laevigata* Wall. – Казами-гува (Синонимы: *M. alba var. laevigata*, *M. glabrata* Koidz.). Китай, Гималаи.
15. *M. insignis* Burr. – Америка-гува. Южн. Америка
16. *M. macroura* Miq. – Марей-гува. Малайские острова, Суматра, Ява.
17. *M. rubra* L. – Акама-гува (Синонимы: *M. canadensis*, *M. scabra*). Сев. Америка.
18. *M. mollis* Rusby – Яхана-гува. Мексика
19. *M. celtidifolia* Kunth. – Ёнони-гува. (Синонимы: *M. mexicana*, *M. corylifolia*). Америка.
20. *M. boninensis* Koidz. – Огасавара-гува. Япония.
21. *M. mikrophylla* Buckl. – Хама-гува. Сев. Америка.
22. *M. multicaulis* Perr. – Ро-гува. (Синонимы: *M. alba var. latifolia*, *M. alba var. Lhou*. Разновидности: var. *planifolia* Serring; var. *Gelso dell Filippine*. Формы: *Tsukasagawa*,

Awokiroso, Santoku, Inppinboku, Kaiyorooso, Maruharoso, Fusomaru, Kawamurarosa, Ju-zoohpha, Akameroso. – Сев. Америка.

23. *M. alba* L. – Сира-гува (Синонимы: *M. indica*, *M. tatarica*, *M. italica*, *M. constantinopolitana*. Разновидности: var. *pendula*, var. *arcutidens*). Китай, Манчжурия, Корея.

24. *M. atropurpurea* Rexb. – Кантон-гува (Синоним: *M. alba* var. *atropurpurea*). Южный Китай.

По нашим данным (Index Kwensis) известно около 70 видов: *M. alba* L., *M. albida* Greene; *M. alpina* Rafin.; *M. altissima* Mig.; *M. amamiana* Nakai.; *M. arbuscula* Greene.; *M. argutidens* Koidz.; *M. barcamensis* S.S.Chang.; *M. betulifolia* Dreene.; *M. bombycis* Koidz.; *M. boninensis* Koidz.; *M. calva* Leveille.; *M. canina* Greene; *M. caudatifolia* Koidz.; *M. celtidifolia* H. B. ex K.; *M. chinlingensis* C. L. Min.; *M. cavaleriei* Leveille; *M. cordatifolia* Hotta; *M. confinis* Greene; *M. crataegifolia* Greene; *M. deginensis* S. S. Chang; *M. formosensis* Hotta; *M. grisea* Greene; *M. goldmanii* Greene; *M. guirongensis* Zhang.; *M. humilis* Koidz.; *M. indica* L.; *M. insignis* Bur.; *M. insularis* Spreng.; *M. integrifolia* Leveille; *M. insiata* Leveille; *M. japonica* Spreng.; *M. jinpingensis* S.S.Chang.; *M. kagayamae* Koidz.; *M. koordersiana* Leroy.; *M. laevigata* Wall.; *M. liboensis* S.S.Chang.; *M. leucophylla* Mig.; *M. marmolii* Legname.; *M. macroura* Mig. (= *M. laevigata* Wall. [7: 215]); *M. mairei* Leveille; *M. mallotifolia* Koidz.; *M. mesozygia* Stapf.; *M. microphiera* Greene; *M. miyabeana* Hotta; *M. misucho* Hotta; *M. mollis* Rugb.; *M. multicaules* Rafin.; *M. nigra* L.; *M. notabilis* C.K.Schneider; *M. ovalifolia* Hort. ex Lovallee; *M. pandurata* Greene; *M. parvifolia* Rafin.; *M. peruviana* Planch ex Kodz.; *M. pyramidalis* Hort. ex Rafin.; *M. radulina* Greene; *M. riparia* Rafin.; *M. rotundifolia* Koidz.; *M. ribesoides* Griff. *M. rubra* L.; *M. scabriuscula* Nakai.; *M. serrata* Raxb.; *M. tiliaefolia* Makino; *M. trianae* Leroy.; *M. yunnanensis* Koidz.; *M. urticaefolia* Hort. ex Lavallee; *M. yoshimurai* Hotta; *M. vernonii* Gr.; *M. witifolia* Gr.; *M. wittiarum* H. M. [5].

Morus L. (Тут, шелковица). Sp. Pl. 986 (1753), L. Gen. Pl. Ed. V (1754) 424. Synonyms: – *Moroforum* Neck. (1790), – *Ditrachyteris* Sulzer (1802), – *Ditrachyceros* Endl. (1842), – *Diceras* Rudolph (1810). Ab. 70 spp.

Type: *M. alba* L.

Деревья или кустарники без колючек, с млечным соком. Листья очередные, цельные или более или менее лопастные, зубчатые, в основании 3-5 нервные, прилистники латеральные, узкие, рано опадающие. Цветки однополые, в колосовидных соцветиях. Соцветия аксиллярные, однополые, одиночные; мужские соцветия длинные, цилиндрические, сережчатые; женские длинные или короткие. Мужские цветки: околоцветник 4-членный, сегменты черепитчатые; тычинок 4, их нити согнуты в почке; пыльники интрорзные; рудиментарная завязь трубчатая.

Женские цветки: частей околоцветника 4, черепитчатые, разрастающиеся при плодах; завязь верхняя, яйцевидная или полушаровидная; столбик центральный с 2 линейными, равными рыльцами или рыльца сидячие; семязпочки висючие. Плод заключен в разросшемся мясистом околоцветнике, односеменной орешек; экзокарп тонко-мясистый, нерастрескивающийся, эндокарп корковидный; семена с мясистым эндоспермом; зародыш изогнутый, семяздоли равные, продолговатые; плоды собраны в плотное мясистое соплодие [7].

По окраске соплодия могут быть белыми, розовыми, красными, фиолетовыми, черными, длиной от 10 до 40 мм, массой от 1 до 4.5 г. В каждом соплодии содержится от 20 до 60 полноценных семян. У отдельных видов и сортов соплодия сильно варьируют по величине и окраске, форме, вкусу [10].

Орешки 2-3 мм, слегка граненные, угловато-округлые, светло- или темно-бурые, с тонкой и хрупкой кожурой. Абсолютная масса 1000 штук семян достигает 1.0-2.5 г. Семени шелковицы сохраняют всхожесть в течение двух лет, иногда больше. Сухие семена содержат около 9 % влаги. Для прорастания необходима 4 суточная выдержка в воде. Набухшие семена прорастают при температуре 35-40°C на второй день, а при температуре 25°C – на четвертый день.

Большинство видов диплоидные: $2n=28$ ($n=14$). Японские сорта преимущественно триплоидные ($2n=42$). Род *Morus* характеризуется следующим полиплоидным рядом: $2n=28, 42, 56, 70, 84, 98, 112, 126, 140, 154, 168, 182, 196, 210, 224, 238, 252, 266, 280, 294, 308$. *Morus nigra* имеет $2n=308$, т. е. является 22-плоидной формой [8,9,11,12].



Выводы

Классификация этого рода ещё не разработана. Нет единого мнения по количеству видов. Их насчитывают от 12 до 70. Г. Койдзуми (G. Koidzumi) 24 вида шелковицы разделил на две секции: *Dolichostyle*, *Macromorus*.

Разногласие в определении ранга вида или разновидности той или иной формы шелковицы объясняется гибридным происхождением большинства из них и различным подходом к понятиям вида и разновидности. Имеется в виду, прежде всего, легкая скрещиваемость между собой у большинства даже хорошо отличающихся и обособленных по своему ареалу видов. В связи с этим, шелковица, как перекрестно опыляемое при помощи ветра растение, по своей природе склонна к образованию многочисленных переходных форм. Кроме того, шелковица в областях своего наибольшего распространения уже давно стала настоящим культурным растением. К естественному воздействию условий внешней среды добавилось воздействие на нее агротехнических и селекционных приёмов культуры и эксплуатации. Это во много раз усилило изменчивость шелковицы и тем самым создало новые трудности в разработке ее систематики [6]. Всё это свидетельствует о необходимости продолжения изучения видового состава рода *Morus*.

Список литературы

1. Тахтаджян А.Л. Система магнолиофитов. – Л.: Наука, 1987. – 439 с.
2. Engler A. Syllabus der Pflanzenfamilien. 12 Aufl. Berlin. (Herausgegeben von H. Melchior). – Berlin, 1964. – Bd. 2. – S. 621.
3. Koidzumi G. Synopsis Specierum Generis Mori // The Bull. Of the Imper. Sericultural Exp. St. Japan. Tokyo – 1923. – Vol. 2, № 1. – P. 147.
4. Hutchinson J. The families of flowering plants arranged according to a new system based on their probable phylogeny // Oxford, 1973. – P. 1- 200.
5. Лазарев А.В. Система крапивоцветных. – Белгород: Изд-во БелГУ, 1998. – 224 с.
6. Федоров А. М. Туководство. – М.: Сельхозгиз, 1954. – 408 с.
7. Corner E. J. H. The classification of Moraceae // Gardens Bull. Singapore, 1962. – Vol. 19, pt. 2. – P. 187-252.
8. Абдуллаев И. К. Полиплоидный ряд в роде *Morus* и некоторые вопросы формо- и видообразования // Докл. АН АзССР. – 1965. – Т. 21, № 11. – С. 59-65.
9. Абдуллаев И. К. К вопросу кариосистематики рода *Morus* L. (шелковица) // Докл. АН АзССР. – 1971. – Т. 27, № 11. – С. 80-84.
10. Агабабян Ш.М. Морасеae – Тутовые // Кормовые растения сенокосов и пастбищ СССР. М.; Л. – 1951. – Т. 2. – С. 63-67.
11. Агаев Ю. М. Исследование хромосомных наборов диплоидных и полиплоидных форм шелковицы // Цитология. – 1978. – Т. 20, №7. – С. 759-763.
12. Агаев Ю.М. Цитологические исследования 22-плоидного вида шелковицы *M. nigra* L. и его гибридов // Докл. АН СССР. – 1985. – Т. 281, № 2. – С. 432-435.

THE REVIEW OF CLASSIFICATION OF GENUS MORUS L.

**A.V. Lazarev,
S.S. Bogdanov**

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

e-mail: lazarev@bsu.edu.ru

The article is devoted to a problem of studying of volume and classification of a genus *Morus* from its description by Linnaeus till nowadays. The classification of this genus is not developed yet. There is no common opinion about a number of species amounting it: they are supposed to be from 12 to 70. G. Koidzumi has divided 24 species of mulberry into two sections: *Dolichostyle*, *Macromorus*. Disagreements come to various approaches in definition of taxonomic rank (the species or type) of any form of a mulberry, the majority from which have a hybrid parentage.

Key words: genus *Morus*, classification, systematization.

НЕКОТОРЫЕ ЭТАПЫ РЕПРОДУКТИВНОГО РАЗВИТИЯ *VICIA FABAL*.

Ю.Н. Куркина

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

e-mail: kurkina@bsu.edu.ru

Изложены данные изучения формирования и развития цветка, плода и семени бобов. Впервые описаны стадии развития цветка бобов. Раскрыты причины растрескиваемости плодов некоторых образцов бобов.

Ключевые слова: бобы, репродуктивное развитие, цветок, боб, семя, *Vicia faba* L., *Faba bona* Medic.

У *V. faba* известные отечественные учёные изучали отдельные этапы органогенеза [1-3], по которым существуют некоторые разночтения. Так, по данным Ф.М. Куперман (1962) образование тетрад в пыльниках бобов происходит в конце V этапа, тогда как В.А. Ахундова (1971) относит этот процесс к VI этапу, что подтверждают наши исследования. Кроме того, в условиях лесостепи ЦЧР вопросы бобов вообще не рассматривались.

Материал и методы

Критерием определения границ каждого этапа органогенеза явились, прежде всего, чётко проявляющиеся морфологические изменения в конусах нарастания побегов [4]. Начиная с набухания семян, периодически с опытных делянок отбирали пробы сравнимых форм по 10-20 растений.

Биологию цветения и опыления изучали по методике А.Н. Пономарева [5]. Для изучения развития мужской и женской генеративной сфер фиксировали бутоны 1-4 стадий развития и цветки 5-9 стадий. Изучали и фотографировали стадии формирования цветка при помощи портативного цифрового микроскопа Expert.

Сравнительное изучение плодов 11-ти образцов бобов, разного эколого-географического происхождения, различающиеся по продуктивности семян, проводили в фазе молочно-восковой и полной спелости семян.

Результаты и их обсуждение

Цветки бобов собраны в полителические (*polytelica*), обоеполые соцветия (*hermaphrodita*), простые (*simplex*) с удлинённой осью. Тип соцветия – кисть (*racemus*) – многоцветковая (*multiflorus*), очередная (*geminatus, oppositiflorus*), прямая (*rectus*), по форме – коническая (*conicus*). Зацветание акропетальное (*efflorescentia acropetalis*).

Характерными особенностями обоеполого цветка бобов являются циклическое расположение элементов и билатеральная симметрия (зигоморфия). Околоцветник двойной, то есть, дифференцирован на чашечку и венчик. Длина цветка в зависимости от сорта варьирует от 2 до 3 см. Чашечка трубчатая, длиной 6-8 мм, из 5 сросшихся неравных по длине чашелистиков (два задних длиннее), опушённая одноклеточными волосками и желёзками (рис. 1). Чашечка не опадает до полного созревания плода.

Венчик мотылькового типа, состоит из 5 лепестков разного экологического назначения. Флаг (парус) длиной более 20 мм, белый или с фиолетовыми или лиловыми прожилками, округлый с длинным ноготком и выемкой на вершине. Флаг считается задним лепестком и служит, вероятно, для привлечения насекомых. У всех сортов, кроме белоцветковых, крылья, (вёсла) удлинённые, имеют чёрные пятна и служат «плацдармом» для посадки насекомых. Лодочка состоит из 2 сросшихся лепестков и скрывает в себе генеративный аппарат цветка, она защищает пыльцу от «нежелательных» опылителей.

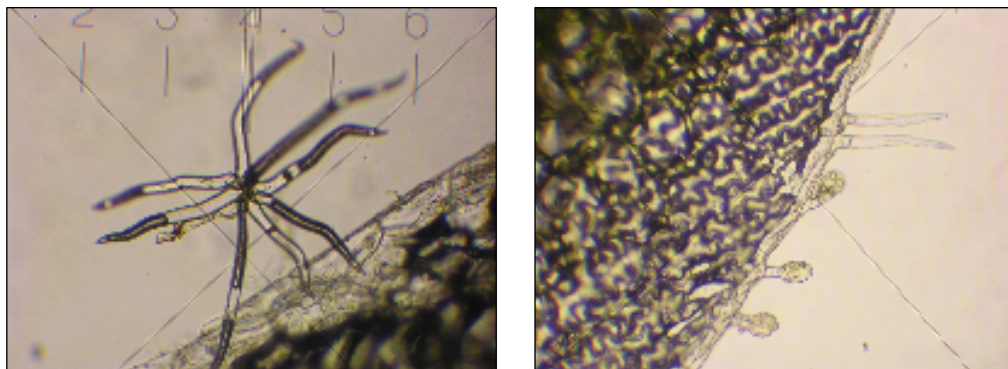


Рис. 1. Трихомы эпидермы чашелистиков *Vicia faba*. Сорт Наба (Чили).
Световая микроскопия. Увел. 10×20

Андроцей представлен 10-ю тычинками, 9 из которых срастаются нитями в трубку вокруг пестика (рис. 2, А), а 10-я (задняя) остаётся свободной. Пыльники бобов располагаются на тычиночной трубке на коротких нитях (рис. 2, В). Четырёхгнёздные пыльники (рис. 2, В), раскрываются продольными трещинами,

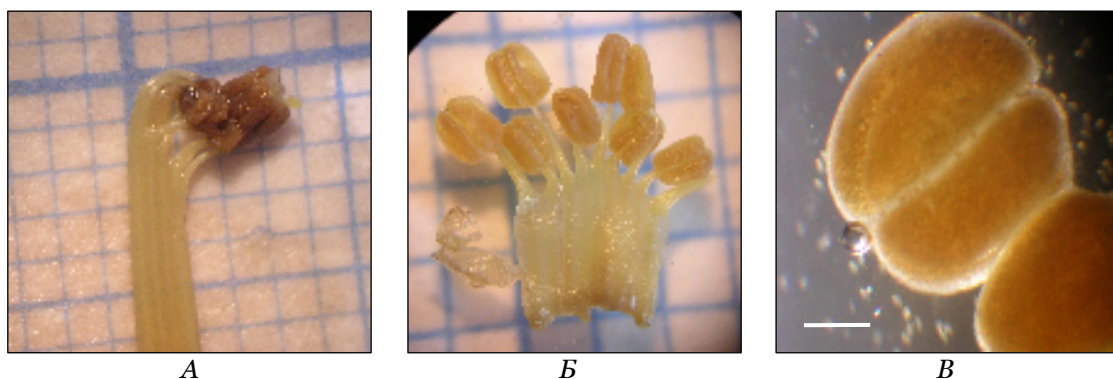


Рис. 2. Андроцей *Vicia faba*: А – тычиночная трубка вокруг пестика (увел. ×10);
Б – девять сросшихся нитями тычинок (увел. ×10); В – зрелый пыльник,
увел. 8×7 (масштабная линейка 250 мкм). Сорт Русские чёрные

Пыльцевые зёрна *V. faba* одиночные, трёхпоровые, моносифоничные, 2-клеточные (рис. 3), размером, в среднем, 50×30 мкм.

В пыльцевых зёрнах всех изучаемых сортообразцов бобов гистохимические реакции подтвердили наличие крахмала и жиров. Фертильность пыльцы всех образцов была высокая (96,3 %).

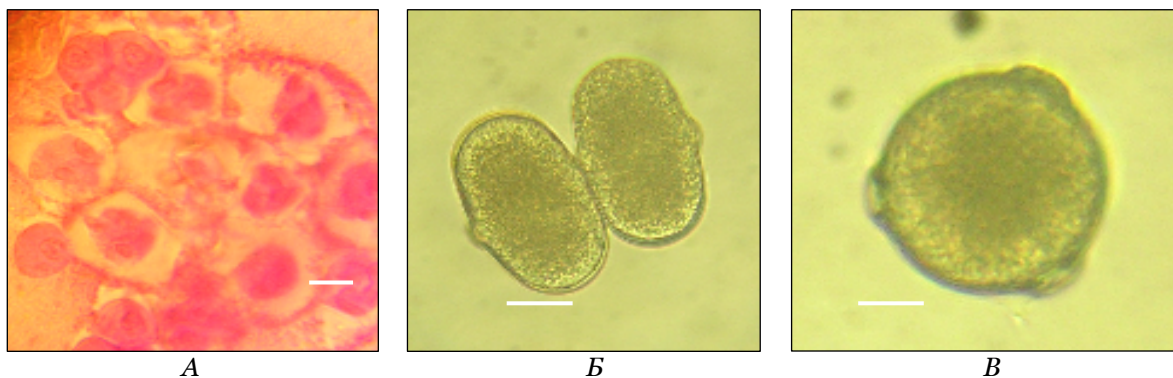


Рис. 3. Мужской гаметофит *Vicia faba*: А – тетрады микроспор (препарат окрашен ацетокармином); Б, В – зрелые пыльцевые зёрна (вид сбоку и сверху). Сорт Тулунские (Россия).
Увел. 20×15 (масштабная линейка 15 мкм)

В центре тычиночной трубки находится пестик с одногнёздной завязью. Столбик пестика согнут почти под прямым углом к завязи, под округлым рыльцем опушён (рис. 4), имеет так называемую «щёточку», которая при отгибании лепестков «выметает» пыльцу и наносит её на тело насекомого.

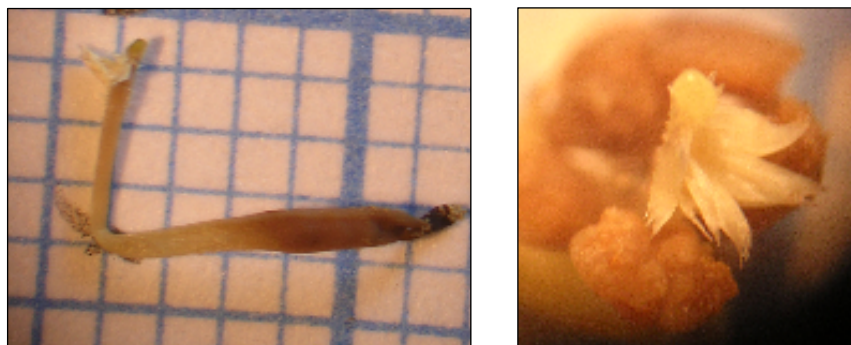


Рис. 4. Гинецей *Vicia faba*: изогнутый пестик (слева) и рыльце с опушением (справа). Сорт Фелисса (Германия). Увел. $\times 10$ и $\times 30$



Одногнёздная завязь бобов состоит из одного плодolistика, по брюшному шву которого закладываются по 3-4 семязачатка. В процессе формирования семязачатки изгибаются по направлению к основанию завязи, принимая кампилотропное положение (рис. 5). С искривлением семязачатка связан и изгиб зародышевого мешка, который сильно развивается и идёт почти под прямым углом к длинной оси семязачатка.

Рис. 5. Кампилотропный семязачаток *Vicia faba* формы Афганские (Афганистан). Увел. 8×10 (масштабная линейка 100 мкм)

Семязачатки всех исследованных образцов бобов как до оплодотворения (в бутоне), так и при многоклеточном зародыше были окрашены в зеленоватый цвет, из-за наличия хлорофилла в клетках интегумента. Крахмал у большинства образцов к моменту оплодотворения оставался лишь в клетках внутреннего интегумента.

Данные по всем изученным коллекционным образцам не противоречат исследованиям М.Д. Иоффе [6].






В развитии цветка от зелёного бутона до увядания следует выделять 8 стадий, описанных в таблице 1. При гибридизации, основываясь на данных таблицы 1, можно быстро и правильно подбирать цветки. Так, готовым к опылению является цветок на шестой стадии развития (конец восьмого этапа органогенеза): лодочка начинает выступать из паруса (цветок щелевидно раскрыт), пыльцевые зёрна зрелые, рыльце покрыто липким секретом.

Для бобов характерно опадение части бутонов, цветков и завязавшихся плодов, т.е. потеря продуктивности происходит на всех этапах развития растений. По нашим данным, больше 60% опавших бутонов имели 100 % стерильных семязачатков, а в опавших цветках их обнаружено до 80 %.

Исследования опавших цветков показало, что среди стерильных семязачатков (с недоразвитыми зародышевыми мешками, с тёмными клетками в халазальной, а иногда и в микропиллярной частях), иногда некоторые оставались нормальными. Известно, что к дегенерации семязачатка приводит ряд аномалий развития зародышевого мешка. Так, возможны: сильная деформация синергид, присутствие антипод в зрелом зародышевом мешке, прекращение развития зародышевого мешка на уровне 4-ядерного зародыша, дегенерация цитоплазмы в зрелом зародышевом мешке, наличие двух дегенерирующих зародышевых мешков в одном семязачатке, двух яйцевых аппаратов в одном зародышевом мешке. Отмечена даже дегенерация 2-х и 4-клеточного проэмбрио при отсутствии эндосперма [7].

Таблица 1

Характеристика стадий развития цветка *Vicia faba*.

№ стадии	Этап органо-генеза	Описание стадии	Морфологические признаки стадии
1	2	3	4
Бутонизация			
1	VI	Зелёный бутон. Чашечка намного длиннее венчика. Пестик прямой. Тычинки расположены в 2 ряда, пыльники зеленоватого оттенка	
2	VII	Зелёный бутон. Длина бутона 7-9 мм. Чашечка полностью прикрывает примерно равный ей по высоте венчик. Рыльце пестика немного выше тычиночной колонки, недоразвитое. Столбик пестика немного наклоняется. Пыльники жёлтые	
3	VIII	Зелёный бутон. Чашечка и венчик на одном уровне. Пыльники жёлтые, плотно прижаты к пестику	
4	VIII	Венчик выше чашелистиков примерно на 1/3 их длины. От предыдущей стадии отличается только увеличенными размерами	
5	VIII	Длина бутона 15-16 мм. Венчик выше чашелистиков на их длину. Пыльники коричневые, рыльце бледное	

1	2	3	4
5	VIII	<p>Длина бутона 15-16 мм. Венчик выше чашелистиков на их длину. Пыльники коричневые, рыльце бледное</p>	
6	VIII	<p>Длина цветка 27-29 мм. Лодочка начинает выступать из паруса. Цветок щелевидно раскрыт. На рыльце обнаруживается слизистый секрет. Пыльцевые зёрна зрелые и легко высыпаются из пыльцевых мешков. Цветок готов к опылению. Возможно самоопыление (в зависимости от сорта)</p>	
Цветение			
7	IX	<p>Длина цветка 28-30 мм. Лодочка и вёсла полностью отделились от паруса. На рыльце пестика хорошо заметны сосочки. Пыльники тёмные (сморщенные у опылённых цветков)</p>	
8	X	<p>Венчик увядает, а завязь, покрытая прижатыми волосками, быстро разрастается</p>	

Кроме перечисленных, возможны другие эмбриологические аномалии, характеризующие стерильность семязачатков: отсутствие зародышевого мешка при отмирании спорогенных клеток, нарушение процессов сингамии, отсутствие лизиса апикальной части эпидермиса нуцеллуса. Местоположение семяпочки в завязи обуславливает частоту их дегенерации. Уровень стерилизации семязачатков снижается от базальной семяпочки к апикальной. Базальная семяпочка отмирает в 1,5-2,0 раза чаще, чем другие, реже отмирает следующая за апикальной семяпочка [7]. Наибольшая дегенерация семяпочек происходит до оплодотворения (30 – 72 %).

В наших исследованиях отмечены изменения не только при формировании женской части цветка (у сорта Нава обнаружены деформированные пестики (рис. 6, А), а у сорта Русские чёрные аномальные семязачатки (рис. 6, Б)), но и в андроеце (не сформирован пыльник у образца № 10386 (рис. 6, В)).

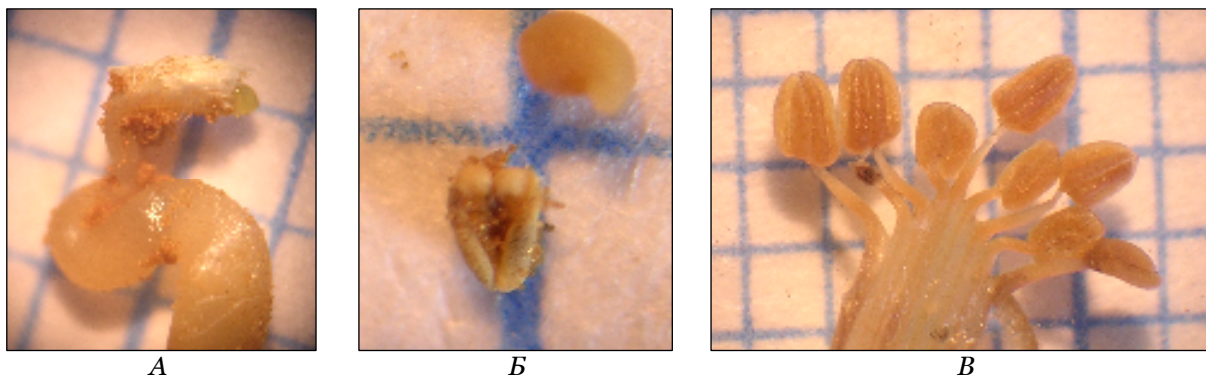


Рис. 6. Аномалии в развитии *Vicia faba*: А – пестика (сорт Наба (Чили), увел. $\times 30$); Б – семязачатка (сорт Русские чёрные (Россия), увел. $\times 30$); В – пыльника (образец № 10386 (Нидерланды), увел. $\times 10$)

Таким образом, установлены морфогенетические изменения, сопровождающие процессы формирования цветка.

Плод *V. faba* – мономерный (*monomerum*) боб (*legumen*) на ножке (*stipitatum*), длинный (*longum*), узкий (*angustum*), многосеменной (*polyspermum*), вскрывающийся (*dehiscens*), прямостоячий (*erectum*) или повислый (*pendulum*).

По форме плоды бывают вальковатые (*teres*), линейные (*lineare*) или изогнутые (*flexuosum*), с носиком на верхушке (*apice rostratum*) от засохшего столбика [8].

По величине плоды разделяют на мелкие – 4-6 см, средние – 7-14 см, крупные – 15-20 см.

Семя *V. faba* классифицируется как «семя боба» (*semina leguminis*) (рис. 7). Семена крупные (*magnum*), по форме, большей частью, округлые (*orbiculatum*) и уплощённые (*applanatum*). Поверхность семян гладкая (*leve*), голая (*glabrum*). Семенной рубчик большой (*magnum*), линейный (*lineare*). Семенной шов – длинный (*longa*), узкий (*angusta*).

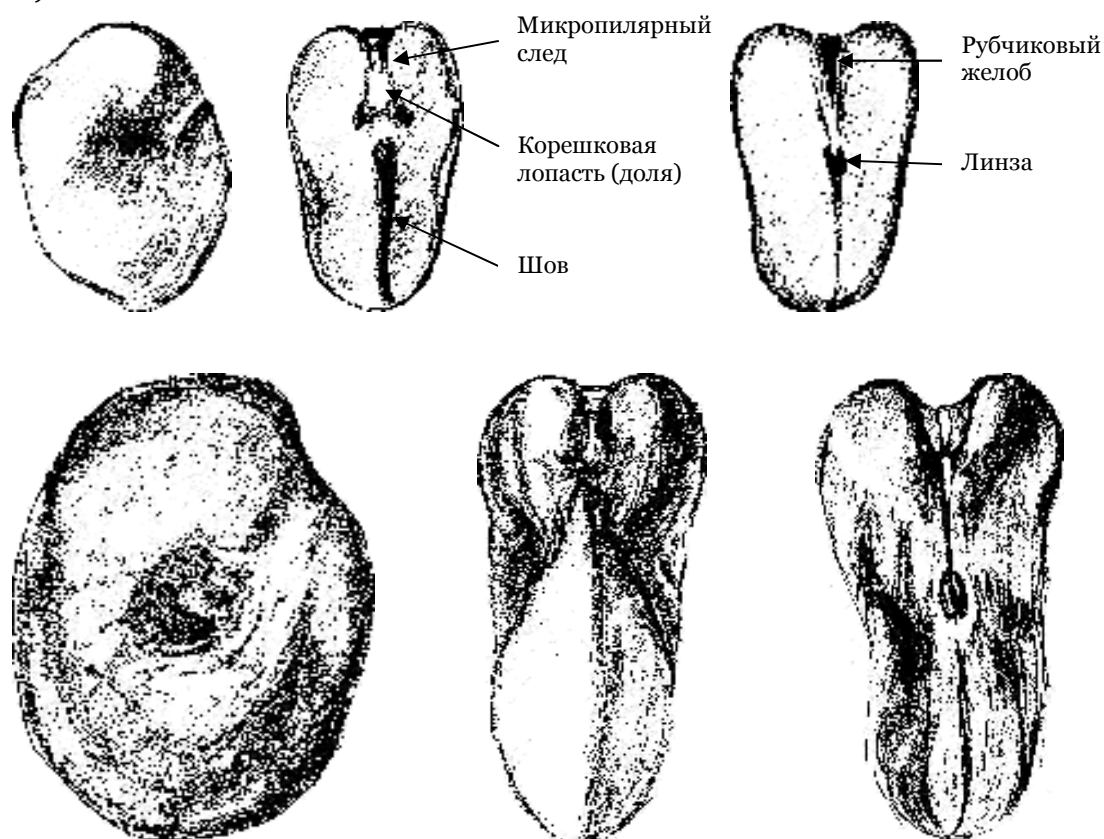


Рис. 7. Внешний вид семян бобов *Vicia faba* var. *minor* и var. *major*

Семена с развитым зародышем (*evolutus*) и содержат две сильно развитые семядоли (*cotyledones*). В период прорастания в зародыше (*embryo*) семени имеются зародышевый корешок (*radicula*), подсемядольное колено – гипокотиль (*hypocotyle*) и почечка (*plumula*), состоящая из 2-х низовых и 1–2-х настоящих, зачаточных листьев.

По данным М.Д. Иоффе [6], между опылением и первым делением зиготы проходит до 3-х суток. Наши данные не противоречат, однако период этот может несколько удлиниться (до 4 суток), видимо в зависимости от внешних факторов.

У всех исследованных образцов бобов (на большинстве микропрепаратов) зародыш с подвеском был покрыт многоядерной плазматической «плёнкой» эндосперма, которую Л.Н. Кострикова [9] назвала «эндоспермальным периплазмодиём». Известно, что питание молодого зародыша на ранних стадиях развития осуществляется через подвесок. Вероятно, после его разрушения питательные вещества поставляются зародышу именно эндоспермальным периплазмодиём.

Примерно через 2 недели после опыления начинали формироваться семядоли, которые закладывались в виде 2-х бугорков, росли и зеленели, но зародыш оставался бесцветным у всех исследуемых сортобразцов.

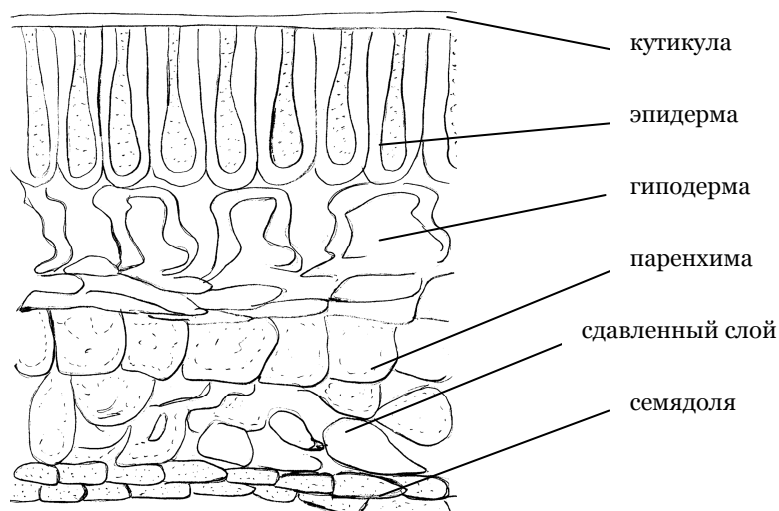
При дальнейшем развитии семени и дифференцировке зародыша эндосперм всё ещё окружал уже обособившиеся корешок, почечку и зачаточные листья. Дольше всего плёнка эндосперма сохранялась в области корешка и почечки у крупносеменных бобов.

Семядоли всех исследованных образцов в процессе формирования семени содержали больше крахмала в межсемядольной области (особенно в области почечки), чем на границе с интегументом, где крахмальных зёрен почти не было. Клетки семенной кожуры всех образцов бобов на ранних этапах также были заполнены крахмалом.

Через месяц после опыления семенная кожура молодых семян была бесцветная или зеленоватая, а на срезе имела палисадную эпидерму (характерную для бобовых). В поперечном сечении её клетки были с узкой полостью и толстыми стенками. Далее располагался слой гиподермы, образованный склереидами с сильно и неравномерно утолщёнными стенками, получившими название остеосклереид, или катушечных клеток. Затем располагались несколько слоёв рыхлой паренхимы. А к семядолям и тонкой плёнке эндосперма прилегали разрушенные клетки сдавленного слоя.

Семядоли постепенно теряли зелёную окраску. Из-за накопления в палисадном слое пигментов, семенная кожура приобретала свойственную сорту окраску.

В зрелых семенах палисадная эпидерма и гиподерма сохраняют свою форму, за ними следуют несколько слоёв паренхимных клеток, но в гиподерме и паренхиме уже нет крахмала (рис. 8). Зрелый зародыш имеет массивные желтоватые семядоли, корешок и почечку с двумя примордиальными и первыми настоящими листьями. Клетки семядолей



заполнены крахмальными зёрнами, в зародыше также отмечается наличие запасного крахмала. Как показал гистохимический анализ, в семядолях крупносеменных коллекционных форм бобов крахмала значительно больше, чем в семядолях мелкосеменных.

На X–XII этапах органогенеза происходит формирование, рост, налив и созревание семян. В начале XII этапа семена приобретают способность к прорастанию, то есть становятся жизнеспособными.

Рис. 8. Участок семенной кожуры полностью зрелого семени *Vicia faba*. Сорт Белорусские (Россия). Световая микроскопия. Увел. 7×20

Основываясь на литературных данных и собственных анатомических исследованиях, можно сделать вывод, что, несмотря на сортовые особенности, плод – боб – имеет единый план строения, который мы и излагаем, дополняя рисунками и фотографиями по конкретным образцам.

Перикарпий боба состоит из трёх слоёв – экзокарпа, мезокарпа и эндокарпа. Средняя толщина перикарпия изученных сортообразцов составила 1559.8 мкм. Экзокарп бобов представлен наружной эпидермой, состоящей из вытянутых вдоль плода клеток, неравномерных по размерам, с сильно утолщёнными наружными стенками. Средняя толщина эпидермы 30.3 мкм. Устьица овальные, крупные, аномоцитного типа. На 1 мм² эпидермы приходится в среднем 33.4 устьица. Эпидерма несёт простые двухклеточные трихомы, около 105.9 мкм длиной, состоящие из столбовидной короткой базальной и длинной остроконечной верхушечной клеток. Значительно меньшее количество на эпидерме железок, состоящих из четырёхклеточной головки и одноклеточного основания. Под эпидермой располагается ряд клеток с утолщёнными стенками – гиподерма (толщина в среднем 47.7 мкм).

Мезокарп плодов образован 8-10 рядами крупных, тонкостенных клеток. Толщина мезокарпа в среднем составляет 929.5 мкм. Клетки, прилегающие к экзокарпу, содержат хлоропласты. В мезокарпе расположены проводящие пучки, окружённые склеренхимными клетками.

Эндокарп слагается из пергаментного слоя (толщиной в среднем 80.5 мкм), состоящего из косопоперечных рядов волокон, и внутренней эпидермы. Отношение толщины пергаментного слоя к толщине створки плода составляет примерно 1:19. От мезокарпа пергаментный слой отделён 2-4 рядами мелких клеток с густым содержимым. Внутренняя эпидерма представлена тонкостенными сосочковидными клетками – губчатой тканью (рис. 9).

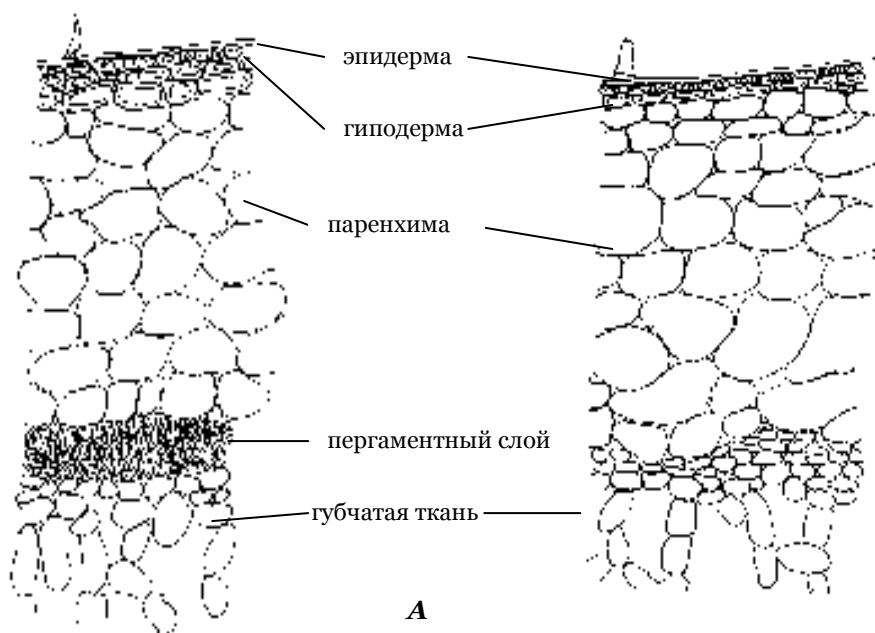
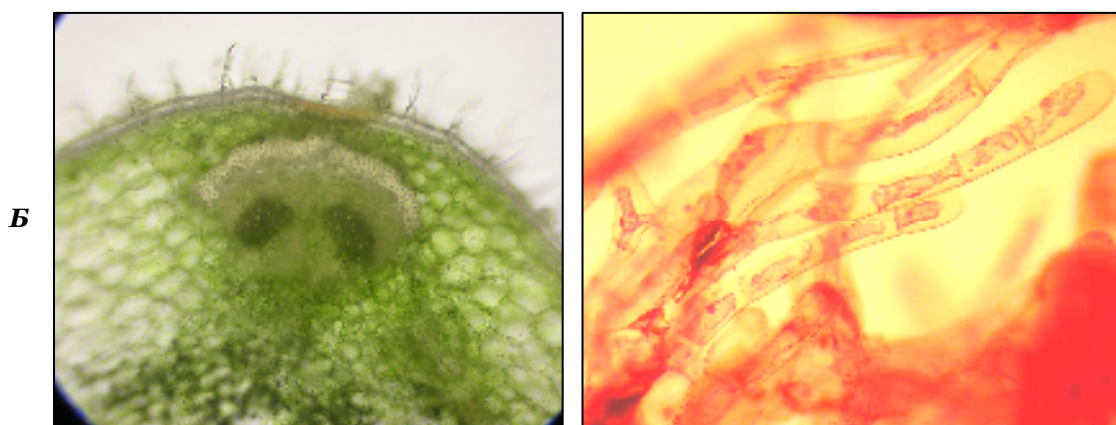


Рис. 9. Поперечный срез через створку плода *Vicia faba*: А – строение перикарпия образца К-1538 из Индии (слева) и К-1611 из Эфиопии (справа); Б – проводящий пучок в области брюшного шва (слева) внутренняя эпидерма плода – сосочковидные клетки (справа) образца К-1538 из Индии.



В спинной жилке и брюшном шве плода проходят проводящие пучки, со стороны флоэмы укрепленные 4-6 рядами склеренхимы. Причём механический тяж как с брюшной, так и со спинной стороны – сплошной, тогда как пергаментный слой прерывается у основания створок.

Данные сравнительного изучения строения перикарпия бобов представлены в таблице 2. Нужно отметить, что среди образцов К-1611 из Эфиопии встречаются растения (эти данные не вошли в таблицу) с плодами, у которых полностью отсутствует пергаментный слой (рис. 8), что согласуется с материалами З.М. Архангельской [10].

Варьирование длины волосков и желёзок составило соответственно 93.6–151.4 мкм и 25.0–60.4 мкм. Видно, что максимальные различия между образцами отмечены по толщине мезофилла – от 198.9 до 1100.0 мкм (в 5.5 раз) и пергаментного слоя – от 69.3 до 363.0 мкм (в 5.3 раза). Границы варьирования толщины губчатого слоя составили от 185.1 до 839.2 (в 4.5 раза), эпидермы – от 11.0 до 47.0 мкм (в 4 раза), а наименьшие различия отмечены по гиподерме – от 52.0 до 138.1 (в 2.7 раза).

Таблица 2
Количественная характеристика перикарпия разных образцов бобов (2004-2006 гг.)

Название образца	Длина волоска, мкм	Число* волосков, шт.	Длина желёзки, мкм	Число желёзок, шт.	Толщина эпидермы, мкм	Толщина гиподермы, мкм	Толщина мезофилла, мкм	Пергаментный слой, мкм	Губчатая ткань, мкм	Пергаментный слой/ перикарпий, %
КИУ-82 (Украина)	145.1	7	48.2	2	42.1	138.1	315.2	110.1	420.9	10
Афганские (Афганистан)	120.1	11	41.9	2	11.0	87.0	689.1	161.2	839.2	9
Нава (Чили)	132.8	4	25.2	12	47.0	118.2	706.3	363.0	817.0	17
Русские чёрные	126.8	5	52.9	6	18.1	52.0	453.9	196.1	360.4	18
Зборовицкий (Чехия)	151.4	6	60.4	2	11.0	77.3	920.0	244.3	228.0	16
К-1538 (Индия)	93.6	4	48.3	2	29.3	74.1	689.1	233.1	613.3	14
К-1559 (Индия)	112.9	3	25.0	3	12.1	72.3	694.4	227.3	335.0	16
К-1611 (Эфиопия)	136.0	13	52.2	6	41.2	112.9	612.9	73.0	479.1	5
Ukko (Финляндия)	133.0	5	25.0	4	12.9	92.0	860.1	218.3	377.2	13
К-2195 (Болгария)	124.0	7	52.4	1	38.4	45.1	1100	183.9	515.9	9
Britz (Канада)	112.9	14	21.8	8	78.2	91.0	474.3	137.1	756.2	8
НСР _{0,5}	14.5	3.4	12.6	3.0	18.7	24.8	198.9	69.3	185.1	-

Факторный анализ совокупности количественных характеристик перикарпия по исследуемым образцам бобов выделил два фактора (по наибольшим факторным нагрузкам): толщину эпидермы и толщину пергаментного слоя (рис. 10). На рисунке видно, что пергаментный слой занимает особое положение в системе координат, поэтому может применяться как систематический признак. Известно, что наличие пергаментного слоя в створках плодов бобовых культур способствует их растрескиванию.

По данным Р.Б. Деминой и М.В. Петровой, чем выше отношение толщины пергаментного слоя к толщине створок плода, тем сильнее растрескиваются плоды [11]. По данному признаку, наилучшими являются К-1611 из Эфиопии, К-2195 из Болгарии, Britz из Канады и Афганские, с наименьшим соотношением «пергаментный слой : перикарпий».

Из Эфиопских образцов, путём многократного отбора, нами были выделены формы, плоды которых полностью лишены пергаментного слоя. При отборе неосыпающихся растений бобов исключить случайности в работе позволят данные анатомического строения перикарпия.

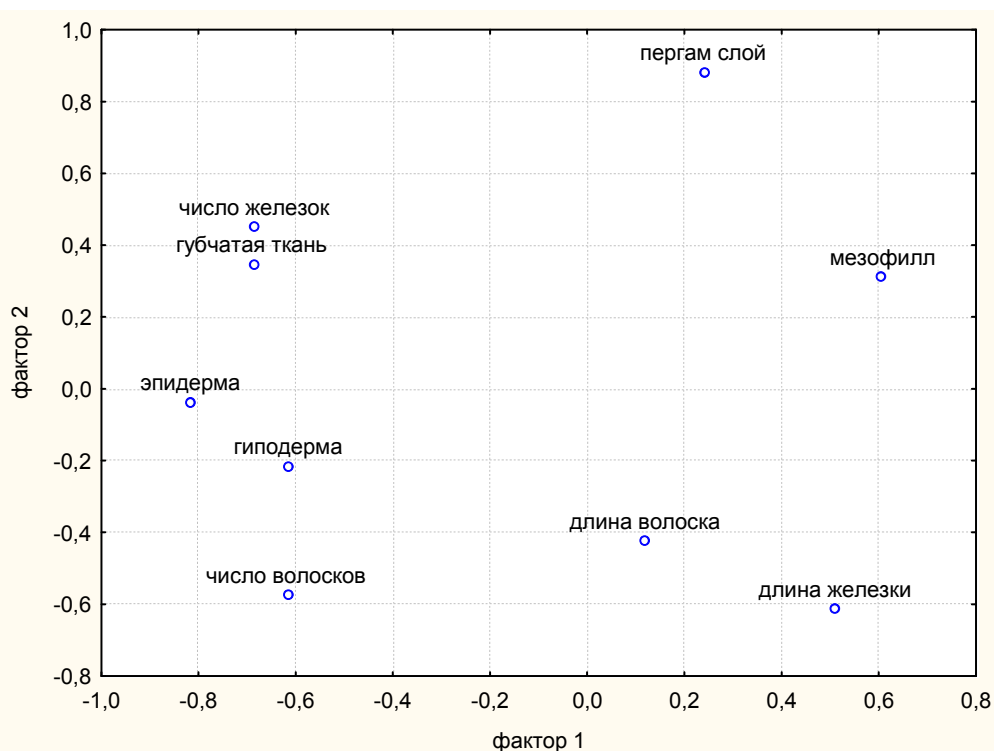


Рис. 10. Результаты факторного анализа количественных характеристик перикарпия

Выводы

Проведённые исследования строения и развития репродуктивных органов разных образцов бобов, которые имеют ряд хорошо видимых различий, относящихся к морфологическим признакам, биологическим свойствам и хозяйственной ценности, выявили, что в протекании эмбриологических процессов, строении цветка, плода и формировании семени наблюдается огромное сходство. При скрещиваниях следует учитывать стадии развития цветка.

Список литературы

1. Ахундова В.А. Морфогенез и особенности потенциальной и реальной продуктивности однолетних бобовых растений. – М.: Изд-во МГУ, 1979. – 64 с.
2. Ахундова В.А. Морфогенетический цикл апикальных меристем. Типы онтогенеза побегов: 3. Однолетние зерновые бобовые культуры // Вестник МГУ. Сер. 16. Биология. – 2005. – № 3. – С. 22-26.
3. Куперман Ф.М. Морфофизиология растений: Морфофизиологический анализ этапов органогенеза различных жизненных форм покрытосеменных растений. – М.: Высшая школа, 1977. – 288 с.
4. Мурашев В.В. Биологический контроль над зерновыми злаками // Вестник МГУ. Сер. 16. Биология. – 2005. – № 3. – С. 3-8.
5. Пономарев А.Н. Изучение цветения и опыления растений // Полевая геоботаника. – М.; Л., 1960. – Т. 2. – С. 9-19.
6. Иоффе М.Д. Развитие зародыша и эндосперма у пшеницы, конских бобов и редиса // Тр. Ботан. ин-та им. В.Л. Комарова АН СССР. Сер. 7. – 1957. Вып. 4. – С. 211-269.
7. Семенова Е.В. Репродуктивная биология бобов (*Faba bona* Medik.) и причины снижения их семенной продуктивности. Автореф. ...к.б.н. – Ленинград, 1988. – 18 с.
8. Левина Р.Е. Репродуктивная биология семенных растений. Обзор проблемы. – М.: Наука, 1981. – 96 с.
9. Кострикова Л.Н. Эмбриологическое исследование *Vicia faba* L. // Бюлл. МОИП. отд. Биол. – 1955. – № 6. – С. 99-106.
10. Архангельская З.М., Архангельский Н.С. О корреляции морфофизиологических признаков у кормовых бобов *Faba vulgaris* Moench. // Доклады ТСХА. – 1971, вып. 168. – С. 35-39.
11. Демина Р.Б., Петрова М.В. Строение перикарпия у бобов (*Faba bona* Medik.) различного географического происхождения // Исходный материал, селекция и систематика зерновых бобовых культур. Тр. по прикладн. ботанике, генетике и селекции. – Л.: ВИР, 1985. – Т. 91. – С. 85-91.

SOME STAGES OF REPRODUCTIV DEVELOPMENT OF *VICIA FAB* L.

Yu.N. Kurkina

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

e-mail: kurkina@bsu.edu.ru

The results of research of forming and development of faba beans flower, pod and seed are described. For the first time the flower development stages are described. The cause of beans pod cracking are found out.

Key words: faba beans, reproductive development, flower, pod, seed, *Vicia faba* L., *Faba bona* Medic.

ГЕТЕРОДИАСПОРИЯ И СЕЗОННЫЕ КОЛЕБАНИЯ В РИТМАХ ПРОРАСТАНИЯ

Использование семян для воспроизводства и сохранения редких и исчезающих видов растений методами *ex situ* становится наиболее актуальным и рациональным. Изучение особенностей латентного периода для введения новых видов в первичную культуру через ботанические сады и коллекции живых растений в настоящее время является важной научной задачей. Создание информационных банков данных по биологии семян редких и исчезающих видов растений приобретает особую актуальность. Основой для этой работы должен послужить накопленный ботаническими садами опыт интродукции растений, разработанные приемы преодоления покоя и создания банков семян. При разработке подходов к размножению редких и исчезающих видов растений семенами *ex situ* – необходимо наличие знаний особенностей их биологии и экологии. Важно учитывать такие характеристики как: их разнокачественность и особенности ритмов сезонного прорастания.

Ключевые слова: семена, *ex situ*, *in vivo*, интродукция, редкие, исчезающие, лекарственные, хозяйственно-ценные, размножение, разнокачественность, сезонные ритмы.

К.Г. Ткаченко

Ботанический институт
им. В.Л. Комарова РАН
Россия, 197376,
г. Санкт-Петербург,
ул. Проф. Попова, 2

e-mail: kigatka@rambler.ru

Биологическое разнообразие растений – основа поддержания экологических условий существования и экономического развития человеческого общества. Актуальными вопросами являются разработки и реализации эффективных мероприятий по его охране [1-6]. Сохранение разнообразия растений возможно через введение их в коллекции в ботанических садах. Для успешности создания технологий введения вида в первичную культуру необходимо изучить особенности их онтогенеза, и в первую очередь – латентный период. Изучение особенностей латентного периода, а так же систем репродукции в растительном мире в целом, не только привлекает внимание исследователей широкого круга, но и является одной из важнейших проблем биологии в целом [7-17 и др.].

Возможно сохранение генофонда растений в живых коллекциях, поддерживаемых в ботанических садах [18]. Но из 440 видов, занесенных в «Красную книгу РСФСР» [19], 157 видов не охраняются в природе и не входят в коллекции ботанических садов [6, 14, 20, 21 и др.]. Для большинства из них еще не в полной мере исследованы биология, эколого-фитоценоотические особенности, не определены ценопопуляционные характеристики [22] и т.д.

При интродукции растений, в том числе редких и исчезающих видов, в качестве исходного посадочного материала используют семена или плоды (генеративные диаспоры) и диаспоры вегетативного размножения (клубни, луковичы, корневища и т. д.) и непосредственно целые особи. Однако начальные этапы интродукции с использованием целого растения или его фрагментов не всегда бывают удачными. Интродукция новых видов семенами дает лучший результат, позволяющий получить значительное число растений с большим генетическим разнообразием.

Растительный материал в руки экспериментатора попадает в результате экспедиционных выездов и непосредственного сбора семян и растений в естественных местах обитания или из обменных фондов Ботанических садов, играющих важную роль в поддержании, сохранении и пополнении коллекций [23, 24]. При получении семян через обменные фонды Ботанические сады интродукторы сталкиваются с рядом проблем: определение достоверности растительного материала в таксономическом отношении; низкое качество полученного материала. Важно составить список таксонов, генофонд которых нуждается в приоритетном сохранении и создать информационный банк данных по длительному хранению семян [15, 23-25 и др.]. Использование семян для воспроизводства методами *ex situ* становится наиболее рациональным путем сохранения растений. При этом нужно учитывать биологию семян (тип покоя, разнокачественность, жизнеспособность, сезонные колебания в ритмах прорастания и т. д.), и другие характеристики – жизненная форма, способ размножения, экология мест произрастания и др.

При введении новых видов в первичную культуру, создании коллекций и планта-

ций растений, важно учитывать ряд особенностей диаспор. Их внутреннюю разнородность, сезонные ритмы в развитии.

В понятие разнокачественности семян обычно вкладывали лишь различия в морфологии семян и/или плодов. В настоящее время термин *разнокачественность* семян и плодов или *гетеродиаспория* (гетероспермия; гетероголокарпия, гетеромерикарпия, гетерокарпия и др.) отражает различия между диаспорами в количественных и качественных признаках (скульптура поверхности, окраска, форма рубчика, мощность слоев семенной кожуры и др.) [26-39 и др.].

Разнокачественность диаспор по количественным признакам выражается в различиях по таким морфометрическим показателям как: их размеры (крупные, средние и мелкие) и массе. Структурно выполненные (полноценные, вызревшие) семена имеют полностью сформированный зародыш, наибольшие численные значения размеров, массы и наилучшие показатели всхожести [37, 40-43]. Такие семена формируются, как правило, в завязях тех цветков, которые зацветают в соцветии первыми и имеют наибольшую продолжительность срока цветения. Это во многом связано с обеспеченностью цветков в период цветения элементами питания, в том числе – микроэлементами [44]. Наиболее ярко это наблюдается у семян (мерикарпиев) из краевых цветков краевых зонтичков у зонтичков разного порядка видов сем. *Apiaceae* [34, 45, 46-49 и др.], или у краевых семян в корзинках видов сем. *Asteraceae* [50]. Сходные закономерности в разной степени проявляются и у представителей некоторых других семейств *Amaranthaceae*, *Crassulaceae*, *Cuscutaceae*, *Fabaceae*, *Lamiaceae*, *Scrophulariaceae*, имеющих простые или сложные цимбидные, ботриоидные, составные или агрегатные соцветия [37, 49-53 и др.]. Известно, что для основной массы видов названных первых двух семейств характерно центростремительное зацветание и центробежное отцветание. При этом цветки, занимающие краевое положение имеют наибольшую длительность цветения, и соответственно, наибольшую вероятность опыления [47, 49, 53-55 и др.]. У видов рода *Rhodiola* размеры листовок и семян крупнее, потенциальная и реальная продуктивность выше у собственно женских, чем у обоеполых цветков. Кроме этого эти показатели выше в центральных листовках, поскольку тип распускания цветков в плейохазии центробежный [56-58].

Разнокачественность диаспор определяется и такими качественными признаками как: способом образования спорофита, типом завязи (положением в семязачатке); положением семени в пределах соцветия; порядком соцветия (главное, первое и далее), половым типом цветка (собственно женский, функционально женский, обоеполый и т.п.); типом распускания цветков в соцветии (центростремительный, центробежный); положением в плоде; погодными условиями в момент созревания семян [12, 29-35, 39, др.].

Дополнительными причинами разнокачественности семян так же являются: разное положение соцветий в пределах одного побега, не одинаковое развитие и положение побегов в пределах одного растения, разная жизненность и разновозрастное нахождение в генеративном состоянии особей в ценопопуляции и т.д. Эти вопросы в значительной степени были разработаны для некоторых сельскохозяйственных и широко возделываемых видов растений семейств *Apiaceae*, *Brassicaceae*, *Cucurbitaceae*, *Solanaceae* и др. [12, 27, 40, 41, 43, 47, 59 и др.].

Наличие у некоторых видов растений гетеродиаспории (гетерокарпии и гетероспермии) рассматривается как элемент стратегии на поддержание возрастной и жизненной полнотности ценопопуляций. Морфологически дифференцированные диаспоры (семена и плоды) имеют отличия в темпах реализации онтогенеза выросших из них особей [48, 60, 61].

Кроме этого, у одного и того же вида в различных условиях могут быть разные репродуктивные стратегии. К примеру, у *Dianthus acicularis* в благоприятных условиях обитания формируется много невыполненных семян. В неблагоприятных условиях формируется мало семян, при этом доля невыполненных семян незначительная. У *Festuca arundinaceae* уровень семенной продуктивности зависит от возраста растений и от метеофакторов в период цветения и формирования семян. У видов рода *Aegopodium*, *Crocus*, *Erythronium*, *Heracleum*, *Leucojum*, *Libanotis*, *Narcissus*, *Pachypleurum*, *Potentilla*, *Schultzia* и др. на качество формируемых диаспор в природных популяциях оказывает влияние и высота места произрастания [45, 47, 62-67, др.].

Физиологические параметры семян (всхожесть и энергия прорастания) зависят от возраста материнских растений. Самые высокие показатели всхожести и энергии прорас-

тания и наиболее короткий период прорастания семян характерны для молодых генеративных растений, которые продуцируют небольшое число семян. Низким качеством отличаются семена стареющих особей, для которых характерно максимальное число генеративных побегов и наиболее высокая семенная продуктивность. Кроме этого на разноразличность семян накладываются отпечаток параметры генеративного побега и сроки наступления фенофаз цветения и плодоношения. Для культивирования растений лучше собирать семена от молодых и средневозрастных генеративных растений [64-67, др.].

При ежемесячном проращивании на протяжении нескольких лет семян одной партии значительного числа видов, было выявлено, что их прорастание подвержено сезонным волновым процессам. Максимальный пик прорастания семян для большинства видов отмечается в середине-конце весны (в период с марта по май), минимальное число поросших семян обычно отмечается в период осенне-зимней природной депрессии (с начала ноября по конец января). Выявлено два основных типа их прорастания: волновой и криволинейный [68]. Первый тип может быть описан в виде одно-, дву- и многовершинной затухающей кривой.

Одновершинная кривая описывает всхожесть семян у таких видов как *Datisca cannabina*, однолетние виды рода *Adonis*, *Rhaponticum carthamoides*. При этом семена активно прорастают лишь в весеннее время, после чего полностью теряют всхожесть (рис. 1).

Двувершинная кривая описывает всхожесть семян, имеющих два пика всхожести: первый, наибольший, наблюдается весной (март – май), второй – ниже на 10-14 %, наблюдается осенью (конец августа – сентябрь) (рис. 2). Таким ритмом прорастания характеризуются виды родов *Trigonella*, *Nigella*, *Levisticum*, *Melissa*, *Valeriana*.

Многовершинная затухающая кривая всхожести характерна для таких видов как *Amaranthus blitoides*, *A. caudatus*, *A. retroflexus*, *Hedysarum alpinum*, *Lespedeza juncea* (*L. hedysaroides*), *Salvia officinalis*, *S. sclarea*, *Origanum vulgare*, *Monarda citriodora*, *M. didyma*. Семена этих видов сохраняют всхожесть на протяжении нескольких лет, причем снижение всхожести может быть прямым или уступчатым (рис. 3). Прямое снижение – всплески повышения всхожести отмечаются лишь в весеннее время, а уступчатое – если у вида отмечается еще и некоторое повышение всхожести в осеннее время [68]. Таким типом изменения всхожести семян обладает и *Rhodiola rosea* [69].

Криволинейный тип активности всхожести семян имеют виды, семена которых не столь чувствительны к сезонным изменениям (рис. 4). Они либо изначально имеют высокую всхожесть, которая начинает снижаться после хранения в течении года – двух (до пяти, редко семи или даже одиннадцати лет). Через несколько лет всхожесть падает до нуля (*Rheum*, *Asparagus*, *Linum*, *Papaver*), либо изначально высокая всхожесть полностью теряется в течение короткого времени (*Lithospermum*, *Myrrhis*, *Aconitum*, *Adonis* (многолетние виды)).

Второй тип активности прорастания семян – без реагирования на сезон (весна, лето, осень, или зима) проращивания, криволинейный. К этому типу относятся виды, семена которых характеризуются послеплодородным дозреванием. Через некоторое время хранения всхожесть повышается, определенное время сохраняется на этом уровне и плавно снижается в течение длительного времени (например, *Pulsatilla*) [68, 70, 71].

При интродукции семена видов с длительным периодом прорастания или несколькими волнами всхожести, высейные в грунт, обеспечивают большую вероятность получения растений в течение ряда последующих лет.

Накапливающиеся данные по особенностям прорастания семян дикорастущих и интродуцированных видов пока не могут дать четкого объяснения – какие факторы определяют или лимитируют скорость и тип активности прорастания семян. Некоторые исследователи полагают [69, 72, 73], что особенности прорастания семян и пики повышения их всхожести, равно как ритм роста особи в течение сезона отражают климатические условия на этапах формирования вида в процессе филогенеза. Кроме этого, отмечается, что различные ритмы прорастания и процент всхожести семян связаны с экологическими характеристиками их происхождения [54, 69, 74-76, др.].

Перечисленные особенности прорастания диаспор: их внутренняя качественная разнородность и особенности сезонного прорастания очень важно учитывать при воспроизводстве растений *ex situ*; при микроразмножении редких и ценных видов.

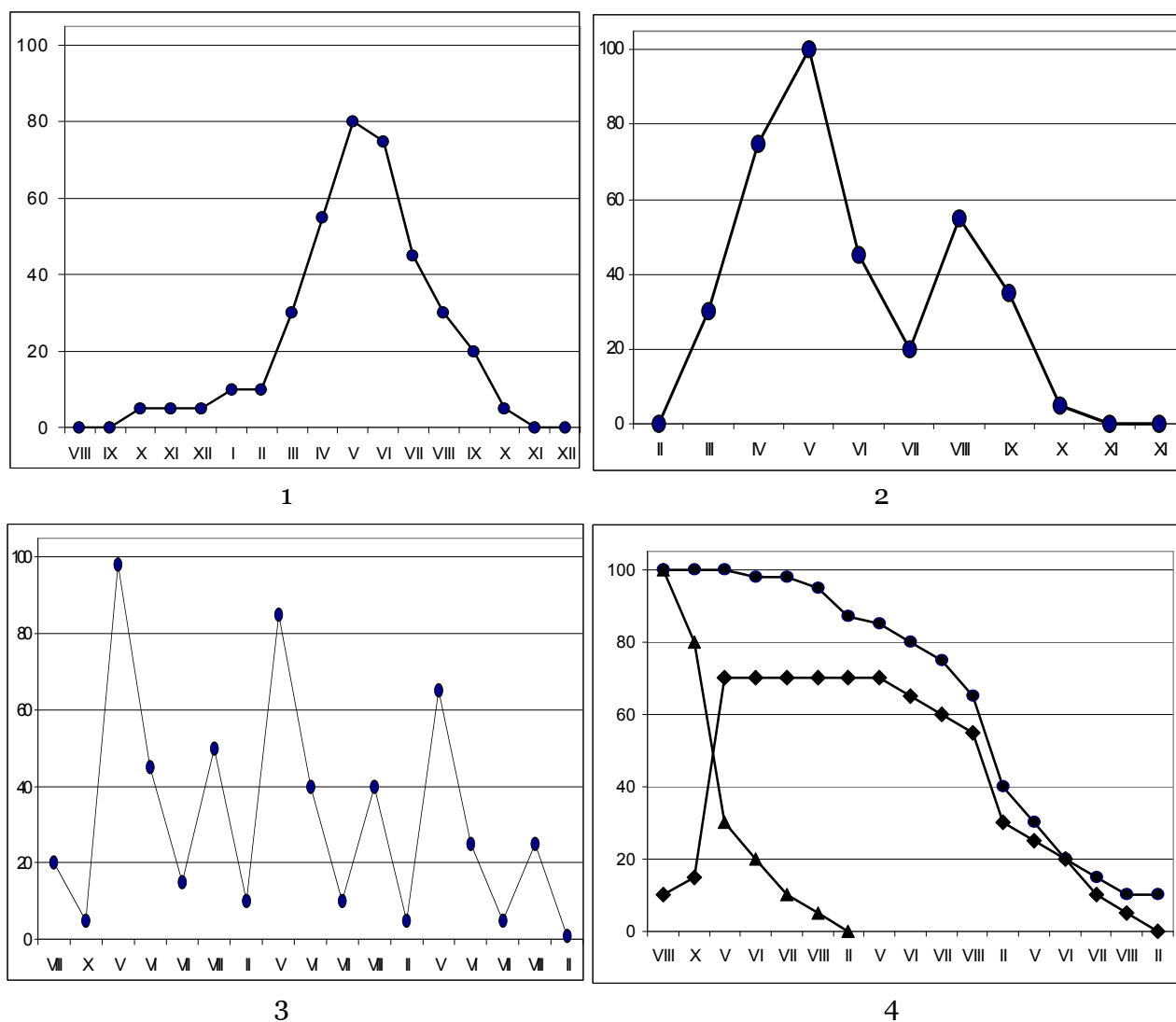


Рис. 1-4. Кривые всхожести семян: одновершинная – 1; двухвершинная – 2; затухающая – 3; криволинейные варианты снижения всхожести семян – 4

Список литературы

1. Биологическое разнообразие: подходы к изучению и сохранению. Материалы конференций БИН РАН и ЗИН РАН / Отв. ред. Б.А. Юрцев. – СПб, 1992. – 222 с.
2. Камелин Р.В. Биологическое разнообразие и интродукция растений // Биологическое разнообразие. Интродукция растений. Матер. научн. конф. – СПб, 1995. – С. 5-6.
3. Буданцев Л.Ю. Биологическое разнообразие растительного мира. Разные аспекты – одна задача // Биологическое разнообразие. Интродукция растений. Матер. Второй междунар. конф. – СПб, 1999. – С. 12-14.
4. Андреев Л.Н., Горбунов Ю.Н. Сохранение редких и исчезающих растений *in situ*: достижения и проблемы // Изучение и охрана разнообразия фауны, флоры и основных экосистем Евразии: Материалы Междунар. конф. 21-23 апр, 1999 г. – М., 2000. – С. 19-23.
5. Андреев Л.Н., Горбунов Ю.Н. Роль ботанических садов России в сохранении биологического разнообразия растений // Биологическое разнообразие. Интродукция растений. Материалы Третьей Междунар. научн. конф. 23-25 сент. 2003 г. Санкт-Петербург. – СПб, 2003. – С.5-7.
6. Горбунов Ю.Н. Глобальная стратегия сохранения растений и ботанические сады России // Биологическое разнообразие. Интродукция растений. Мат. 4-ой Междунар. научн. конф. 5-8 июня 2007 г., г. Санкт-Петербург. – СПб, 2007. – С. 8-9.
7. Завадский К.М. основные формы организации жизни и их подразделение // Философские проблемы современной биологии. – Л., 1966. – С. 29-47.
8. Николаева М.Г. Физиология глубокого покоя семян. – Л., 1967. – 207 с.
9. Злобин Ю.А. Репродукция у цветковых растений: уровень особей и уровень популяций // Биол. науки. – 1989. – № 7. – С. 77-89.
10. Матиенко Б.Т. Функциональность плодов и проблема их жизнеобеспечения // Теоретическая и прикладная карпология. Тез. докл. Всесоюзн. конф. (30 октября – 1 ноября 1989 г.). – Кишинев, 1989. – С. 6-9.



11. Терехин Э.С. Репродуктивная биология и карпология // Теоретическая и прикладная карпология. Тез. докл. Всесоюзн. конф. 30 окт. – 1 нояб. 1989 г. – Кишинев, 1989. – С. 12-14.
12. Терехин Э.С. Семя и семенное размножение. – СПб.: Мир и семья-95, 1996. – 377 с.
13. Николаева М.Г., Лянгузова И.В., Поздова Л.М. Биология семян. НИИ химии СПбГУ. – СПб, 1999. – 233 с.
14. Тихонова В. Л. Стратегия сохранения генофонда редких и исчезающих видов растений // Биологическое разнообразие. Интродукция растений. Тез докл. научн. конф. 12-15 дек. 1995 г., г. Санкт-Петербург. – СПб, 1995. – С. 14-15.
15. Тихонова В.Л. Сохранение генофонда дикорастущих растений в банках семян // Семя. Тез. Междунар. научн.-практ. конф. 14-16 дек. – М., 1999. – С. 111-113.
16. Тихонова В.Л. Работа с семенами в ботанических садах и возможности создания семенных банков // Биологическое разнообразие. Интродукция растений. Материалы Третьей Междунар. научн. конф., 23-25 сент. 2003 г., Санкт-Петербург. – СПб, 2003. – С. 345-346.
17. Ходачек Е.А. Семенная репродукция растений Арктики // Биологическое разнообразие. Интродукция растений. Материалы 4-ой Междунар. научн. конф. 5-8 июня 2007 г., г. Санкт-Петербург). – СПб, 2007. – С. 630-632.
18. Редкие и исчезающие виды природной флоры СССР, культивируемые в ботанических садах и других интродукционных центрах страны. – М., 1983. – 301 с.
19. Красная книга РСФСР. Растения. – М.: Росагропромиздат, 1988.
20. Горбунов Ю.Н., Орленко М.Л. Растения Красной книги России в коллекциях ботанических садов // Бюл. Гл. ботан. сада. – 2005. – Вып. 187. – С. 40-43.
21. Растения Красной книги России в коллекциях ботанических садов и дендрариев. – М., Гл. ботан. сад им. Н.В. Цицина РАН; Тула: ИПП «Гриф и К», 2005. – 143 с.
22. Малышева Л. И. Стратегия и тактика охраны флор // Бот. журн. – 1980. – Т. 65, № 6. – С. 875-886.
23. Тихонова В. Л., Смирнов И. А. Семенные банки в ботанических садах // Биологическое разнообразие. Интродукция растений. Тез докл. научн. конф. 12-15 дек. 1995 г., г. Санкт-Петербург. – СПб, 1999 а. – С. 21-23.
24. Тихонова В. Л., Смирнов И. А. Долговременное хранение семян дикорастущих растений в Главном Ботаническом саду РАН // Репродуктивная биология редких и исчезающих видов растений. Тез. докл. – Сыктывкар, 1999 б. – С. 56-57.
25. Прохоров А.А. Экологические проблемы сохранения биологического разнообразия на примере генетических ресурсов ботанических садов России. Автореф. дисс. ... д.биол.н. – Петрозаводск, 2004. – 42 с.
26. Грушвицкий И.В. Роль недоразвития зародыша в эволюции цветковых растений // Комаровские чтения. XIV. – М.; Л., 1961. – 46 С.
27. Грушвицкий И.В., Агнаева Е.Я., Кузина Е.Ф. О разнокачественности зрелых семян моркови по величине зародыша // Бот. журн. – 1963. – Т. 48, № 10. – С. 1484-1489.
28. Левина Р.Е. Репродуктивная биология семенных растений. – М., 1981. – 96 с.
29. Войтенко В.Ф. Особенности прорастания семян некоторых гетерокарпных крестоцветных // Науч. докл. высш. школы. Биол. науки. – 1969. – № 3. – С. 72-77.
30. Войтенко В.Ф. Роль гетерокарпии в репродуктивной стратегии синантропных растений // Проблемы изучения синантропной флоры СССР: Материалы совещ. 1-3 февр., 1989. – М., 1989 а. – С. 12-14.
31. Войтенко В.Ф. Гетерокарпия (гетеродиаспория) у покрытосемянных растений: анализ понятия, классификация, терминология // Ботан. журн. – 1989 б. – Т. 74, № 3. – С. 281-297.
32. Войтенко В.Ф. Гетерокарпия как комплексная научная проблема и перспективные направления ее исследования // Проблемы репродуктивной биологии семенных растений. – СПб, 1993. – С. 36-45.
33. Войтенко В.Ф., Опарина С.Н. Гетерокарпия в семействе *Violaginaceae* // Ботан. журн. – 1985. – Т. 70, № 7. – С. 865-875.
34. Войтенко В.Ф., Опарина С.Н., Чопова О.Е. Материалы к познанию гетерокарпии в семействе *Umbelliferae* // Теоретическая и прикладная карпология / Тез. докл. Всесоюзн. конф. 30 окт. – 1 нояб. 1989 г. – Киев, 1989. – С. 44.
35. Макрушин Н.М. Основы гетеросперматологии. – М., 1989. – 288 с.
36. Меликян А.П. Некоторые современные аспекты исследования семян цветковых растений // Теоретическая и прикладная карпология. Тез. докл. Всесоюзн. конф. - Кишинев, 1989. – С. 24-26.
37. Опарина С.Н. Гетероспермия у *Cuscuta europaea* L. (*Cuscutaceae*) // Ботанические исследования в Азиатской России. Материалы XI съезда РБО. 18-22 августа 2003 г. Новосибирск-Барнаул. Т. 2. – Барнаул, 2003. – С. 159.
38. Тихомиров В.Н. Карпология как научная дисциплина // Теоретическая и прикладная карпология. Тез. докл. Всесоюзн. конф. 30 окт. – 1 нояб. 1989 г. – Кишинев, 1989. – С. 10-12.

39. Соболев А.М. Разнокачественность плодов и семян в связи с их положением на растении // Изв. АН ТаджССР. Отделение биол. наук. – 1989. – № 2. – С. 34-42.
40. Бурков А.В. Влияние крупности семян на урожай // Селекция и семеноводство. – 1946. – № 9-10. – С. 15-17.
41. Еременко Л.Л. О разнокачественности цветков и семян в зонтике моркови // Агробиология. – 1950. – № 6. – С. 123-127.
42. Гикало Г.С. Разнокачественность семян на растении сладкого перца // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 1966. – Т. 38, вып. 1. – С. 110-123.
43. Овчаров К.Е., Кизилова Е.Г. Разнокачественность семян и продуктивность растений. – М.: Колос, 1966. – 160 с.
44. Некрасов В.И., Князева О.М. О стимуляции плодоношения древесных интродуцентов микроэлементами // Бюлл. ГБС РАН. – 1971. – Вып. 78. – С. 73-76.
45. Тюрина Е.В. Семенная продуктивность зонтичных (Umbelliferae) в условиях высокогорий Юго-Восточного Алтая // Экология и биология высокогорных растений. Проблемы ботаники. Т. 14, вып. 2. – Новосибирск, 1979. – С. 74-79.
46. Сацыперова И.Ф. Борщевики флоры СССР – новые кормовые растения. – Л., 1984. – 224 с.
47. Ткаченко К.Г. Влияние высоты произрастания на морфологические особенности и всхожесть плодов *Heracleum dissectum* Ledeb. // Тр. конф. мол. ученых Гл. ботан. сада АН КазССР. Изв. АН КазССР. Сер. биол. – Алма-Ата, 1984. – С. 125-129 (Рук. деп. в ВИНТИ 28 февр. 1984 г., № 1116-84 Деп.).
48. Ткаченко К.Г. Влияние гетерокарпии у видов р. Борщевик на темпы развития особей // Основные направления научных исследований по интенсификации эфиромасличного производства. Тез. докл. V Симпозиум по эфиромасличным растениям и маслам. г. Кишинев, 17-19 сент. 1990 г. – Симферополь, 1990 а. – С. 52-53.
49. Ткаченко К.Г. Качество семян (мерикарпиев) у видов *Heracleum* L. при интродукции в Ленинградскую область // Охрана, обогащение, воспроизводство и использование растительных ресурсов. Тез. докл. Всесоюзн. совещ. к 30-летию Ставропольского ботан. сада. – Ставрополь, 1990 б. – С. 200-201.
50. Ткаченко К.Г. Начальные возрастные состояния видов большеголовника в условиях Ленинграда. // Третья Украинская конференция по медицинской ботанике. Тез. докл. Ч. 2. – Киев, 1992. – С. 154-155.
51. Ткаченко К.Г. Возможности использования рентгенографического метода для изучения латентного периода растений // Рекомендации. Онтогенез интродуцированных растений в ботанических садах Советского Союза. Тез. докл. III Всесоюзн. совещ. г. Алма-Ата, июнь, 1991 г. – Киев, 1991 а. – С. 170.
52. Ткаченко К.Г. О латентном периоде некоторых видов семейства Fabaceae. // Новые идеи в растениеводстве и пути их реализации. Материалы конф. молод. ученых и аспирантов. г. Воронеж, 9-13 июля 1991 г. – М., 1991 б. – С. 69 - 70.
53. Ткаченко К.Г. Семенная продуктивность и качество семян у некоторых видов рода *Heracleum* L., интродуцированных в Ленинградскую область // Раст. ресурсы. – 1985. – Т. 21, вып. 3. – С. 309-315.
54. Ткаченко К.Г. Особенности цветения и семенная продуктивность некоторых видов *Heracleum* L., выращенных в Ленинградской области // Раст. ресурсы. – 1989. – Т.25, вып. 1. – С. 52-61.
55. Ткаченко К.Г., Смирнов Ю.С. Особенности латентного периода некоторых видов флоры островов Сахалин и Кунашир // Проблемы сохранения биоразнообразия в наземных и морских экосистемах Севера. Тез. докл. г. Апатиты, 26-31 августа 2001 г. – Апатиты, 2001. – С. 36-39.
56. Фролов Ю.М., Полетаева И.И. Родиола розовая на Европейском Северо-востоке. – Екатеринбург, 1998. – 192 с.
57. Ишмуратова М.М. *Rhodiola iremelica* Boriss. на Южном Урале: экологические, биологические, биохимические, ценопопуляционные особенности, тактики и стратегии выживания, воспроизводство и вопросы охраны: Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. – Пермь, 2004. – 35 с.
58. Ишмуратова М.М. Родиола ирмельская на Южном Урале / Отв. ред. А.Р. Ишбирдин. – М.: Наука, 2006 а. – 252 с.
59. Колотова Г.К., Николаева М.Г. Влияние условий стратификации и фитогормонов на прорастание семян лимонника китайского и актинидии коломикта // Раст. ресурсы. – 1981. – Т. 17, вып. 3. – С. 544-550.
60. Ходачек Е.А. Особенности репродукции цветковых растений в условиях Арктики // Ботанические исследования в Азиатской России. Матер. XI съезда РБО. Новосибирск-Барнаул, 18-22 августа 2003 г. Т. 2. – Барнаул, 2003. – С. 171-172.
61. Жилиев Г. Г. Жизнеспособность популяций растений. – Львов: НАНУ, 2005. – 304 с.
62. Ишмуратова М.М., Зайнагабдинова Г.И. Демографические характеристики, семенная продуктивность *Dianthus aiscularis* в естественных местах обитания и на техногенных субстратах // Материалы международной научно-практической конференции «Экология фундаментальная и



прикладная. Проблемы урбанизации». г. Екатеринбург, 3-4 февр. 2005 г.). – Екатеринбург, 2005. – С. 142-144.

63. Комендар В.И., Кричфалуший В.В. К изучению биологии размножения некоторых редких и исчезающих видов растений Украинских Карпат // Растительный покров высокогорий. – Л., 1986. – С. 186-198.

64. Носова Л.И. Семенная продуктивность *Artemisia rhodantha* Rupr. на верхнем пределе ее распространения в условиях Памира // Бот. журн. – 1969. – Т. 54, вып. 3. – С. 421-430.

65. Носова Л.И. Всхожесть семян разновозрастных особей *Gypsophila capituliflora* Rupr. (Caryophyllaceae) // Бот. журн. – 1979. – Т. 64, вып. 7. – С. 1025-1030.

66. Носова Л.И. Характер прорастания и всхожесть семян *Artemisia rhodantha* Rupr.) // Экология. – 1981. – № 1. – С. 33-39.

67. Носова Л.И. Семенное возобновление высокогорных растений Памира // Растительный покров высокогорий. – Л., 1986. – С. 198-204.

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

69. Фролов Ю.М., Полетаева И.И. Биологический ритм прорастания семян *Rhodiola rosea* L. // Биологическое разнообразие. Интродукция растений (Материалы Второй Междунар. научн. конф., г. Санкт-Петербург, 20-23 апреля 1999 г. – СПб., 1999. – С. 390-391.

70. Ткаченко К.Г. О некоторых особенностях латентного периода видов р. Лук // Изучение онтогенеза видов природных флор в ботанических учреждениях Евразии. – Киев, 1993 а. – С. 195-196.

71. Ткаченко К.Г. Особенности латентного периода у видов *Baptisia*. Особенности развития и прорастания семян интродуцентов. // Тез. докл. X Совец. по семеноведению интродуцентов. г. Чебоксары, 1994). – М., 1994. – С. 40.

72. Куперман Ф.М. Морфофизиология растений. – М.: Высшая школа, 1973. – 256 с.

73. Соболевская К.А. Исчезающие растения Сибири в интродукции. – Новосибирск: Наука, 1984. – 222 с.

74. Коробова М.М., Ткаченко К.Г. Особенности латентного периода некоторых видов сем. Fabaceae // 8-ая Междунар. конф. «Изучение онтогенеза растений природных и культурных флор в ботанических учреждениях Евразии». – Киев, 1995. – С. 74.

75. Ткаченко К.Г., Лавриненко И.А. Особенности прорастания семян *Rhodiola arctica* Boriss. и *R. rosea* L. из природных популяций // 4-ая Междунар. конф. по медицинской ботанике. Тез. докл. – Киев, 1997. – С. 249-250.

76. Ишмуратова М.М. Оценка состояния ценопопуляций *Rhodiola iredemica* (Crassulaceae) на Южном Урале. Сообщение 2. Семенная продуктивность // Раст. ресурсы. – 2006 б. – Т. 42, вып. 2. – С. 49-55.

HETERODIASPORIA AND SEASONS FLUCTUATION IN RHYTHMS OF GERMINATION

K.G. Tkachenko

V.L. Komarov Botanical
Institute of RAS
Prof. Popova Str.,
St.-Petersburg,
197376, Russia.

e-mail: kigatka@rambler.ru

Seeds are playing very important role for saving rare and indangered plants in situ and ex situ. Latent time must be investigated as a main way for an introduction of new species into primary culture via Botanical Gardens and collections of plants. Now all information about seeds (mass, germination, ecology, etc.) should be collected in data banks. It's necessary to pay more attention to heterodiasporia and season rhythms on germination. Different species have separate characterization of its rhythm in best time for germination. A lot of species have only one maximum of germination – in spring (from April to May), some species (*Trigonella*, *Nigella*, *Levisticum*, *Melissa*, *Valeriana*) have two peaks (one – big one, in spring, second – smaller – from August till September). Some species have long time of keeping good germination during 2–3 or 5–9 years, and it's reduced each year (*Amaranthus blitoides*, *A. caudatus*, *A. retroflexus*, *Hedysarum alpinum*, *Lespedeza juncea* (L. *hedysaroides*), *Salvia officinalis*, *S. sclarea*, *Origanum vulgare*, *Monarda citriodora*, *M. didyma*). Seeds of some species (*Pulsatilla*) haven't germination in autumn, but begin to grow it in next spring. Some species lose their germination very quickly (*Lithospermum*, *Myrrhis*, *Aconitum*), or saving it for a long time (*Rheum*, *Asparagus*, *Linum*, *Papaver*).

Key words: seeds, fruit, diaspores, heterodiaspores, germination, season rhythm of germination, collections, rare, indangered plants, introduction.

ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА РОСТОВЫЕ И ОБМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ У КОЛУМБОВОЙ ТРАВЫ

Р.А. Колчанов

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

e-mail: kolchanov@bsu.edu.ru

Представлены данные по изучению влияния МП на прорастание семян травы Колумба, их ориентации в магнитном поле, цитоморфологические изменения, происходящие под влиянием МП, обменные процессы и фотосинтез.

Магнитное поле, тропизмы, колумбова трава, клиностаг, митоз, интерфаза, абберрация, хемилюминесценция.

Введение

Исследования влияния магнитного поля на растительные объекты были начаты еще в XIX веке в связи с попыткой установить электрическую природу ротационного движения цитоплазмы [1, 2]. Однако лишь Эварту [3] удалось получить положительный результат, заключающийся в том, что в клетках некоторых растений (хара, нителла, валлиснерия, элодея), помещенных в магнитное поле искусственного магнита (перпендикулярно направлению силовых линий поля) наблюдалось изменение ротационного движения цитоплазмы.

В 1928 году профессор Томского университета П.В. Савостин [4] опубликовал работу, в которой это явление стало предметом дальнейшего изучения. Анализируя негативные результаты опытов своих предшественников, автор пришел к выводу, что они являются следствием недостатков самой методики исследований.

Используя в качестве объекта исследования валлиснерию и элодею, а источника магнитного поля – электромагнит, дающий напряженность 10000 и 5000 гаусс, автор получил большой статистический материал, дающий возможность сделать соответствующие выводы.

Прежде всего, П.В. Савостин обнаружил изменение ротационного движения цитоплазмы при включении магнитного поля. В большей части опытов (до 79% случаев) происходило замедление движения. По мнению П.В. Савостиной, изменение движения цитоплазмы зависит от того, как расположена клетка (ее длинная ось) по отношению к направлению силовых линий магнитного поля – параллельно или перпендикулярно. Кроме того, магнитное поле может вызывать стимулирующее влияние на обменные процессы в клетке, а, следовательно, и усиление ротации цитоплазмы. В каждом конкретном случае может преобладать какой-либо из факторов, однако, усиление движения может быть лишь в том случае, если клетка расположена перпендикулярно полю, т.е. когда МП не вызывает смещения цитоплазмы, а, следовательно, и торможения.

По П.В. Савостину, МП оказывает физиологическое действие на растение, и это действие может быть объяснено физическим его влиянием на скорость химических процессов, а также на органоиды клеток, обладающих парамагнетизмом.

В дальнейшем П.В. Савостин [5] обнаружил ростовую реакцию растений на магнитное поле. Анализируя некоторые проявляющиеся при этом закономерности, он пришел к выводу, что чувствительность растений к магнитному полю, видимо, связана с внутренними периодическими процессами, поскольку обнаруживается, что растения лучше реагируют на МП в определенное время суток, а именно с 12.00 до 14.00 часов. Пытаясь выяснить внутреннюю причину этого явления, П.В. Савостин высказал мысль о том, что это связано с митотическим циклом: клетки лучше воспринимают магнитное воздействие в состоянии митоза.

К настоящему времени накопился довольно большой экспериментальный материал, который свидетельствует о периодической чувствительности растений к магнитному полю; трудно отрицать, что это связано с митотическим циклом, периодичность которого

экспериментально установлена Sweeney [6]. Возможно, и сама периодичность митоза зависит от суточных изменений ГМП.

По мнению П.В. Савостина [7], МП играет большую роль в онтогенезе растений, как векторный фактор, определяющий в конечном итоге полярность растений.

Цели и задачи: 1) изучение влияния магнитного поля на прорастание семян травы Колумба и рост растений; 2) ориентированный рост растений в магнитном поле с резким градиентом напряженности; 3) цитоморфологические изменения у растений травы Колумба под влиянием магнитного поля; 4) влияние магнитного поля на обменные процессы у растений; 5) влияние магнитного поля на процесс фотосинтеза.

Методики и результаты исследований

1) Изучение влияния магнитного поля на прорастание семян травы Колумба и рост растений.

Используемая нами методика для изучения влияния слабого постоянного магнитного поля на прорастание семян колумбовой травы состоит в следующем. Было отобрано 500 здоровых жизнеспособных семян исследуемой культуры. Семена проращивались при естественной ориентации в гравитационном поле Земли в чашках Петри на фильтровальной бумаге, подпитываемой водопроводной водой. Использовали пять образцов (по 100 семян в каждой чаше Петри), из которых четыре подвергались воздействию магнитного поля, а один являлся контрольным. В качестве источников слабого магнитного поля применялись кольца постоянных магнитов, равные между собой по силе воздействия. Ежедневно проводился контроль за прорастанием семян. Через 5-7 дней определялся процент проросших семян, длина корешков и побегов проростков. Определение роста проводилось измерительной миллиметровой линейкой через каждые сутки от начала всходов до окончания наблюдений. Результаты измерений заносились в таблицу.

Ход и результаты опыта по энергии прорастания и всхожести семян колумбовой травы показаны в табл. 1.

Таблица 1

Итоговый средний показатель энергии прорастания и всхожести семян (%) в условиях слабого искусственного магнитного поля

Варианты	Доля проросших семян (%) по дням						
	1	2	3	4	5	6	7
Контрольные семена	Посев семян	Набухание семян	2.25	5.75	11.25	12.00	12.25
Опытные семена			5.10	13.25	18.40	24.25	24.80

Из данных табл. 1 следует, что у семян, находящихся под влиянием слабого магнитного поля, увеличивается процент всхожести семян почти вдвое, а энергия прорастания особенно заметна на 3-7 сутки, по сравнению с контрольными семенами.

Действие магнитного поля сказывается также на стебле - и корнеобразующей способности проростков (табл. 2).

Таблица 2

Средняя длина главного корня и стебля проростков на 7-й день опыта (мм) в условиях слабого искусственного магнитного поля

Варианты	Длина корня, мм	Длина стебля, мм
Контрольные семена	42.25	48.50
Опытные семена	47.44	58.75

Из этих данных следует, что на седьмой день средняя длина побегов между контрольными и опытными семенами различалась на 10,25 мм, а корней – на 5,19 мм с увеличением в сторону опытных. Из этого мы делаем вывод о стимулирующем влиянии слабого магнитного поля на рост корней и побегов. В дальнейшем наблюдалось явление отставания в росте главных корней у опытных растений в связи с образованием боковых корешков.

2) Ориентированный рост растений в магнитном поле с резким градиентом напряженности.

Для выявления ориентированного роста колумбовой травы в магнитном поле большого напряжения был использован небольшой постоянный магнит с полюсными наконечниками треугольного сечения, создающими тем самым большой градиент напряженности. Напряженность в самой узкой части межполюсного пространства составляла 4800 Э. Чтобы исключить влияние гравитации на направление роста корня магнит вращался вокруг своей оси с небольшой угловой скоростью. В стерильных условиях на питательной среде в стеклянных камерах выращивались проростки колумбовой травы. Через 36-60 часов камера устанавливалась между полюсами магнита таким образом, чтобы направление длинной оси проростка совпало с направлением щели межполюсного пространства в самой узкой части, после чего включался магнитный клиностат. Было проведено 20 опытов и во всех случаях проростки обнаруживали искривление роста в сторону меньшей напряженности. Далее были проведены цитологические исследования с целью обнаружения перемещения крахмальных зерен, которые, как выяснилось, оказывались в области вогнутой части проростка. Таким образом, крахмальные зерна, как и сами проростки, перемещались в сторону наименьшей напряженности МП. Это дает основание говорить о том, что в клетках содержится подвижный материал, который распределяется под действием магнитного поля. Это и вызывает ростовую реакцию растений на действие магнитного поля с большим градиентом напряженности.

3) Цитоморфологические изменения у растений травы Колумба под влиянием магнитного поля.

Наряду с изучением влияния магнитного поля на ростовые процессы у колумбовой травы было обращено внимание на влияние этого фактора на клеточное деление и цитоморфологические структуры, связанные с процессом роста растений.

Даже поля значительно меньших напряженностей оказывают влияние на клеточное деление. Магнитное поле в 20-60 Э оказывает некоторое тормозящее влияние на процесс клеточного деления, причем продолжительность одного цикла деления задерживается в ПМП в среднем на 3-4 часа. Полученные экспериментальные данные, на наш взгляд, свидетельствуют о том, что магнитное поле изученных напряженностей оказывает влияние главным образом на подготовительный период митоза (интерфазу).

В специально поставленном эксперименте использовались поля следующего порядка: 100, 500, 1000, 2500, 7000 и 10000 Э. Семена колумбовой травы замачивались в дистиллированной воде, где через сутки набухали. В последующие 3-4 дня семена проращивали; затем корешки фиксировали и проводили цитогенетический анализ, в котором учитывалось количество просчитанных анафаз с фрагментами, с мостиками, количество фрагментов и мостиков. На основе статистического анализа числа клеток с хромосомными aberrациями при различных напряженностях магнитного поля, был сделан вывод о существовании четких изменений цитогенетического эффекта облучения под влиянием магнитного поля. Эффект зависит от напряженности МП и эта зависимость носит сложный, нелинейный характер.

4) Влияние магнитного поля на обменные процессы у растений.

Ростовые реакции растений на магнитное поле свидетельствуют, естественно, о том, что это поле вызывает соответствующие изменения обменных процессов.

Влияние на поглощение кислорода.

При изучении влияния однородного МП небольшой направленности (58-62 Э) было обнаружено, что эти поля подавляют поглощение кислорода прорастающими семенами колумбовой травы, одновременно стимулируя рост проростков. При одинаковом количестве израсходованного сухого вещества зерновки содержание сухого вещества проростка на единицу длины снижалось по сравнению с контролем. Отмечалось также увеличение содержания РНК в опытных проростках по сравнению с контрольными. Установлено снижение поглощения кислорода на 15-20% по сравнению с контрольными, что свидетельствует о том, что целые растения обладают более высокой чувствительностью к МП.

Изменение энергетического обмена.

Усиление темпов роста в слабом МП сопровождается усилением хемилюминесценции, а ослабление роста в полях высокой напряженности – снижением ее уровня. Магнитное поле, таким образом, приводит к нарушению течения биологического окисления и изменениям активности клеточных антиоксидантов в фосфолипидной матрице липопротеиновых мембран, что и проявляется в изменении характера сверхслабой хемилюминесценции.

Физиологические различия.

Были выявлены физиологические и биохимические отличия в реакциях растений на действие ПМП различных напряженностей. Было обнаружено усиление поглощения воды проростками колумбовой травы при 30-минутной экспозиции в магнитном поле ($H=230$ эрстед). Более продолжительное (60 мин) воздействие не оказывало описываемого эффекта. Аналогичным образом проявлялась и другая реакция – экзосмос электролитов, – который повышался при 30-минутной экспозиции и не изменялся при 60-минутной. Липазная активность также изменялась при 30-минутной экспозиции. При воздействии МП ($H=1000-2000$ эрстед) на набухающие семена в течение 60 минут и последующем проращивании в течение 3-х суток в темноте происходит снижение ди- и трикарбоновых кислот и, наиболее сильно, лимонной кислоты. Аналогичные результаты получены при замачивании семян в течение 24 часов (перед проращиванием) в воде, обработанной МП ($H=1575$ эрстед) в течение 5, 10, 15 и 20 минут. Предпосевная обработка семян МП напряженностью 450, 1000 и 2000 эрстед изменяет общее содержание воды в проростках, хотя соотношение свободной и связанной воды в проростках колебалось. Наибольший эффект оказало ПМП напряженностью 450 Э, которое при 24 и 96-ти часовой обработке снижало на 19% содержание свободной воды в корнях и увеличивало содержание связанной воды в 2 раза. В колеоптилях также наблюдалась тенденция к увеличению количества свободной воды и увеличению связанной. МП тех же напряженностей (450, 1000 и 2000 эрстед) вызывает достоверное снижение интенсивности дыхания корней через 24 и 96 часов, причем МП напряженностью 1000 эрстед вызывает максимальный эффект. Следует отметить различную реакцию гипокотыля и корней; та же реакция у гипокотыля наблюдалась и при более длительном воздействии.

В опытах с семенами ПМП напряженностью 12000 Э вызывало подавление поперечного деления клеток верхушечной меристемы и усиление активности деления клеток перидермы и прокамбия, что приводит к увеличению толщины корня и торможению роста в длину.

Биохимические различия.

Стимулирование роста проростков после двухсуточного прорастания в ПМП ($H=2800$ Э) сопровождается повышением содержания нуклеотидного фосфора и нуклеиновых кислот. Одновременно отмечается повышение содержания белкового азота. Вместе с тем замечено, что на третьи сутки проявляется угнетающее действие магнитного поля, в частности торможение роста корневой системы.

5) Влияние магнитного поля на процесс фотосинтеза.

Под влиянием магнитного поля происходит изменение процесса фотосинтеза.

Опыты, проведенные на проростках колумбовой травы при использовании высоких напряженностей МП ($H=2400, 8000$ Э) показали, что при 10-минутной экспозиции происходит снижение интенсивности фотосинтеза, причем торможение этого процесса увеличивается с возрастанием напряженности МП. После воздействия МП проростки помещали в меченую углекислоту ($C^{14}O_2$), затем фиксировали этанолом. С помощью бумажной хроматографии и автордиографии определялись низкомолекулярная и высокомолекулярная фракции.

Опыт показал, что кратковременное (1-5 минут) воздействие в темноте ПМП не вызывает достоверных изменений в распределении углерода по фракциям. В то же время ПМП на свету обнаруживает достоверную разницу при экспозиции 1-5 минут (табл. 3).

Таблица 3

Зависимость распределения C^{14} в продуктах фотосинтеза от времени воздействия ПМП (1000 Э)

Соединения	Контроль	Опыт. Время воздействия		
		1 мин.	2 мин.	3 мин.
Аминокислоты	16.7±1.0	16.2±3.6	16.0±3.0	14.0±1.1
Сахара	74.9±3.3	78.0±4.5	74.0±1.9	72.5±3.4
Органические кислоты	8.6±0.7	5.8±0.9	10.0±1.0	13.4±1.3

Полученные данные свидетельствуют о том, что с увеличением времени воздействия ПМП уменьшается количество меченого C^{14} в сахарозе, аланине, аргенине и высоко-

комолекулярных соединениях; увеличивается – в органических кислотах, в основном, в яблочной кислоте.

Причиной указанных изменений, на наш взгляд, является разобщение фосфорилирования под влиянием конформационных изменений макромолекул протоплазмы, вызываемых внешним МП, в результате чего происходит уменьшение количества АТФ в хлоропластах и изменение распределения С14 в продуктах фотосинтеза.

Выводы

1. Слабое МП оказывает стимулирующее действие на всхожесть семян (процент всхожести семян увеличивается почти вдвое); и на стебле- и корнеобразующую способность проростков (в среднем стебель длиннее на 10 мм, корень – на 5,25 мм по сравнению с контролем).

2. Сильное МП вызывает ориентированный рост растений в сторону более слабого напряжения (тропизмы), что объясняется перемещением крахмальных зерен из нижележащих клеток в сторону изгиба.

3. Сильное МП вызывает цитоморфологические изменения у растений, выражающиеся в задержке клеточного деления (в среднем на 3-4 часа) и в хромосомных aberrациях в отдельных клетках.

4. Сильное МП оказывает влияние на обменные процессы у растений: снижает поглощение кислорода на 15-20% по сравнению с контрольными; приводит к нарушению течения биологического окисления и изменениям активности клеточных антиоксидантов в фосфолипидной матрице липопротеиновых мембран, что и проявляется в изменении характера сверхслабой хемилюминесценции; производит снижение ди- и трикарбоновых кислот и, наиболее сильно, лимонной кислоты; снижает на 19% содержание свободной воды в корнях и увеличивает содержание связанной воды в 2 раза; подавляет поперечное деление клеток верхушечной меристемы и усиливает активность деления клеток перицикла и прокамбия, что приводит к увеличению толщины корня и торможению роста в длину.

5. Сильное МП снижает интенсивность фотосинтеза, причем торможение этого процесса увеличивается с возрастанием напряженности.

Список литературы

1. Becquerell. Comptes rendus hebdom des sceances de l'acad. des sceances. – 1837. – Vol. 5. – P. 784.
2. Dutrochet. Le magnetisme peutce exorcer de l influence sur la circulation du chara. Jrn. Acad.. Sci. – 1846. – Vol. 22, № 15. – p. 619-622.
3. Ewart J. On the physics and physiology of protoplasmic streaming in plants. Oxford, 1903 (Цит.: по Савостин П.В., 1928).
4. Савостин П.В. Исследование поведения ротирующей растительной плазмы в постоянном магнитном поле // Изв. Томского госун-та. – Томск, 1928. – Т. 79, вып. 4. – С. 207.
5. Савостин П.В. Магнито-физиологические эффекты у растений // Тр. Московского Дома ученых. – М., 1937, вып. 1. – С. 111-119.
6. Sweeney В.М. Rhythmic phenomena in plants // Acad. Press. – London-New York, 1969. – № 5. – P. 112-116.
7. Савостин П.В. Нугационные изгибы, рост, дыхание корней в постоянном магнитном поле // Изв. Томского госун-та. – Томск, 1978. – Т. 79, вып. 4. – С. 261-270.

INFLUENCE OF ARTIFICIAL MAGNETIC FIELDS ON GROWTH AND METABOLISM PROCESSES OF KOLUMBUS GRASS

R.A. Kolchanov

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

e-mail: kolchanov@bsu.edu.ru

Data on studying of influence of magnetic field on germination of seeds of Columbus grass, their orientation in a MF, the cytomorphological changes occurring under the influence of MF, metabolism processes and photosynthesis are presented.

Key words: Magnetic field, tropisms, Columbus grass, clinostate, mitosis, interphase, aberration, chemoluminescence.

МЕТОДЫ СЕДИМЕНТАЦИИ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА КЛЕЙКОВИНЫ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

**В.П. Нецветаев^{1,2},
О.В. Лютенко¹,
Л.С. Пашенко¹,
И.И. Попкова¹**

¹ Белгородский научно-исследовательский институт сельского хозяйства РСХА
Россия, 308001, г.Белгород,
ул. Октябрьская, 58
e-mail: netsve-
taev@bsu.edu.ru

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

Представлены данные по оценкам качества клейковины озимой мягкой пшеницы различными методами седиментации. Показано, что разработанные методы SDS1 и SDS2 седиментации можно использовать для характеристики образцов муки по относительному числу межмолекулярных дисульфидных связей, участвующих в формировании клейковинного комплекса. Данный подход позволяет выделять формы с экстра высокими качествами зерна, обусловленными клейковиной в коллекционном материале, и вести отбор перспективных образцов среди гибридного материала при селекции мягкой пшеницы на качество.

Ключевые слова: ИДК-анализ, клейковина, мягкая пшеница, седиментация.

Оценка качества зерна с помощью SDS-седиментации интенсивно используется в работах с твердой пшеницей [1, 2, 3]. На мягкой пшенице большее распространение нашла седиментация в слабых растворах органических кислот – тест Зелени и его модификация по Пумпянскому-Созинову [4, 5, 6]. В последние годы SDS-седиментация все шире вводится в исследования с мягкой пшеницей [7, 8, 9, 10]. Целью исследования было найти новые подходы для использования методов SDS-седиментации и оценить сопряженность методов SDS-седиментации, адаптированных к мягкой пшенице, с другими показателями качества селекционных образцов этой культуры.

Материал и методы

Для анализа качества зерна использовали образцы озимой мягкой пшеницы конурсного и предварительного испытания урожая 2007-2008 гг. Зерно размалывали для ИДК анализа до шрота на мельнице МЛ-1 (типа Циклон), для седиментации получали муку на вальцовой мельнице «Квадрумат-Юниор» фирмы Брабендер в соответствии с рекомендациями А.А. Созинова и др. [6].

SDS-седиментация. 1 вариант (SDS1): Для седиментации отбиралась навеска муки 3,2 г в 100 мл мерный цилиндр. После этого в цилиндр добавлялось 50 мл 2% уксусной кислоты. Содержимое перемешивали покачиванием 30 секунд и отстаивали 5 мин. Затем добавляли в цилиндр еще 50 мл следующего раствора (содержимое второго раствора: 100 г SDS в 5 л 2% уксусной кислоты). После добавления второго раствора, полученную смесь перемешивали покачиванием 10 сек., после чего отстаивали 5 мин. и проводили первый замер показателя седиментации (набухаемости) в мл. Данную процедуру повторяли еще раз, т.е. взбалтывали второй раз 10 сек., отстаивали 5 мин и снимали второе показание объема набухшей суспензии в мл. Средние показания по двум параллелям являлись характеристикой образца по данному виду анализа.

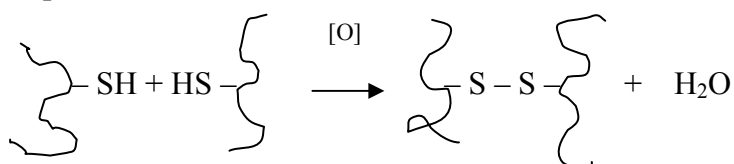
2 вариант (SDS2). Навеска муки 6 г в 100 мл мерном цилиндре. Затем к навеске добавляли 1% раствор сульфита натрия (Na_2SO_3) и содержимое перемешивали в течение 30 сек. и отстаивали 30 мин. при комнатной температуре. После этого в цилиндр добавляли 50 мл следующего раствора (100 г SDS в 5 л 4% уксусной кислоты). Полученную смесь перемешивали покачиванием 10 сек., после чего отстаивали 5 мин. и проводили первый замер показателя седиментации (набухаемости) в мл. Данную процедуру повторяли еще раз, т.е. взбалтывали второй раз 10 сек., отстаивали 5 мин и снимали второе показание объема набухшей суспензии муки в мл. Средние показания по двум параллелям являлись характеристикой образца по данному виду анализа.

Седиментация по Пумпянскому-Созинову. В данном случае показатель седиментации (набухаемости) муки оценивали макрометодом в 2% растворе уксусной кислоты, навеска также 3.2 г на 100 мл мерный цилиндр, согласно А.А. Созинову и др. [6].

Определение качества клейковины. Стандартный метод отмывки клейковины из шрота проводили по прописи А.А. Созинова и др. [6], модифицированный I – согласно В.П. Нецветаеву и др. [11] с замочкой шрота в 0,05М растворе уксусной кислоты и, кроме этого, с замочкой в 0.20М растворе уксусной кислоты (модификация II) [12]. Количество сырой клейковины выражали в процентах к навеске измельченного зерна. Массу сухой клейковины также выражали в процентах к навеске исходного продукта.

Результаты и обсуждение

По технологическим свойствам различают 3 группы мягкой пшеницы: сильную, среднего качества и слабую. Так, зерно сильной пшеницы должно отличаться повышенным содержанием белка хорошего качества, обладающее отличной смесительной ценностью. Содержание белка (клейковины) зависит от обеспеченности растений азотным питанием. На бедном агрофоне способностью накапливать больше белковых веществ отличаются только низкоурожайные, экстенсивные сорта, что происходит за счет недобора урожая зерна. В то же время технологические свойства муки (зерна) определяются качеством белка, которое, прежде всего, обусловлено сортовыми особенностями запасных белков зерновки, т.е. наследственными вариантами белковых молекул эндосперма. Физико-химические свойства теста зависят от структуры белковых молекул и способности их образовывать межмолекулярные агрегаты, в значительной мере, за счет межмолекулярных дисульфидных связей:



Кислые условия среды способствуют образованию дисульфидных связей. Следует заметить, что по количеству и характеру (внутрицепочечные, межцепочечные) этих связей белковые комплексы эндосперма зерновки разных сортов не идентичны.

Следует отметить, что представленная реакция обратима. В частности, в присутствии восстанавливающих агентов, таких например как β-меркаптоэтанол, дитиотриэтол или сульфит натрия (Na_2SO_3), процесс идет в обратном направлении с образованием полипептидов на основе разрушения межмолекулярных белковых агрегатов по дисульфидным связям. Щелочные условия способствуют интенсификации этого процесса.

Методы седиментации по Зелени и первый вариант SDS-седиментации характеризуются тем, что весь процесс набухания муки проходит в кислых условиях среды. Соответственно, данные условия способствуют сдвигу реакции вправо, т.е. агрегации полипептидов. Подтверждением этому может быть сравнение результатов по отмывке клейковины стандартным и модифицированным методом I (с замочкой шрота в слабом растворе уксусной кислоты) (табл. 1). Более того, поражение зерна вредным клопом черепашкой (рис.) приводит к разжижению клейковины и соответственно увеличению показателя ИДК. Поэтому для оценки потенциальных физических свойств клейковины целесообразно использовать модифицированный метод отмывки клейковины [11, 12]. Это позволяет снизить влияние ненаследственных факторов среды на физические свойства клейковины, включая влияние ферментов клопа черепашки.

Таблица 1

Влияние методов отмывки клейковины на показатели качества клейковины озимой мягкой пшеницы $n = 28$ (ур. 2008 г., Гонки)

Показатели	Стандартный	Модифицированный I	Различия	t
ИДК, усл. ед.	96.1±0.8	80.8±1.2	+15.3***	10.4
Количество сырой клейковины, %	28.1±0.4	26.7±0.5	+1.4*	2.1
Количество сухой клейковины, %	9.7±0.2	9.9±0.0.2	-0.2	0.5

Примечание: * Различия значимы при $P > 0.95$; *** То же при $P > 0.999$.



Рис. Поражение зерен пшеницы вредным клопом-черепашкой (места сосния показаны стрелками)

Как видно из табл. 1, кислые условия способствовали существенному укреплению клейковины (ИДК-показатель) и, соответственно, уменьшению влагоемкости клейковины. Следует отметить, что исследуемые образцы были в разной степени поражены вредным клопом черепашкой: от 0.1 до 3%. В среднем по опыту было повреждено 1.2% зерен. Соответственно, результаты оценки физических свойств клейковины при использовании стандартного метода отмывки показали более высокие значения (средн. = 96.1 ± 0.8 ед. ИДК) по сравнению с модифицированной оценкой (средн. = 80.8 ± 1.2 ед. ИДК), что свидетельствует о разжижении клейковины под действием, в частности, ферментов клопа. Более детальный анализ такого влияния на клейковину мягкой пшеницы по действием данного вредителя

представлен ранее [12]. Корреляционный анализ показал значительную связь между оценками седиментации по Пумпянскому-Созинову и SDS1-седиментацией. Более того, показатели деформации клейковины (ИДК), полученные стандартным методом, не коррелировали с данными седиментации, как по Пумпянскому-Созинову, так и SDS1-седиментации. В то же время, обнаружена статистическая связь между этими показателями седиментации и величинами деформации клейковины, полученными модифицированным методом (табл.2). Следовательно, кислые условия, в которых проходит седиментация, убирают влияние на набухаемость муки вариации по степени поражения образцов клопом черепашкой. Это подтверждается также данными табл. 3.

Таблица 2

Коэффициенты корреляции между количественными признаками, определяющими качество зерна ($n = 28$) (ур. 2008 г., Гонки)

Показатель (метод)	Седиментация (Пумпянский-Созинов)	Стандартный метод			Модифицированный метод I		
		ИДК	Кол-во сырой клейковины	Кол-во сухой клейковины	ИДК	Кол-во сырой клейковины	Кол-во сухой клейковины
SDS1-седиментация	0.77**	0.22	0.00	0.04	-0.38*	-0.10	0.13
Седиментация (Пумпянский-Созинов)	1	0.36	0.18	0.15	-0.46*	0.00	0.17
ИДК (стандартный)		1	0.52*	0.53*	0.20	0.38*	0.28
Кол-во сырой клейковины (стандартный)			1	0.81**	0.19	0.68**	0.70**
Кол-во сухой клейковины (стандартный)				1	0.21	0.55**	0.48**
ИДК (модифицированный I)					1	0.39*	0.25
Кол-во сырой клейковины (модифицированный I)						1	0.84**

Примечание: * Величины значимы при $P > 0.95$; ** То же при $P > 0.99$.

Характерно, что не обнаружена статистическая связь между степенью поражения зерна вредным клопом-черепашкой и показателями качества зерна, полученными моди-

фицированным методом, а также седиментацией по Пумпянскому-Созинову и SDS1-седиментацией. Следовательно, эти методы целесообразно использовать для характеристики наследственных свойств качества зерна исследуемых образцов пшеницы, т.к. в данном случае уменьшается влияние средовой изменчивости.

Добавление при замочке шрота (муки) восстанавливающих агентов должно приводить к деструкции клейковинного комплекса. Действительно, использование для замочки шрота раствора сульфита натрия в концентрации 0.5% и выше приводило даже в кислых условиях (0.2 М уксусной кислоты) к тому, что клейковину невозможно было отмыть, образовывалась липкая масса не способная к формированию клейковины. Учитывая такое воздействие на белковый комплекс восстанавливающих агентов, не безынтересно было изучить, как будет формироваться набухаемость муки, если ее предварительно подвергнуть деструкции посредством восстановителей.

На основе такого подхода предложен метод седиментации SDS2. Различия в показателях седиментации между SDS1 и SDS2, по-видимому, может служить величиной свидетельствующей о количественных различиях в межмолекулярных дисульфидных связях клейковинного комплекса между исследуемыми образцами. В связи с этим, представляло интерес оценить как различается мука разных образцов пшеницы по набухаемости, если исключить эффект агрегации белков по дисульфидным связям. Кроме этого, выяснить существует ли статистическая связь такой оценки по седиментации с другими показателями качества зерна.

При получасовой инкубации 6 г навески муки в 50 мл 1% раствора сульфита натрия наблюдалась небольшая дифференциация образцов по набухаемости. Корреляционный анализ показал, что дифференциация образцов муки по набухаемости в водном растворе сульфита натрия показала небольшую статистическую связь со степенью поражения зерна вредным клопом черепашкой ($r = -0.31 \pm 0.17$; $n = 34$; 2008 г.). Следовательно, в водном растворе сульфита натрия протеолитические ферменты клопа активны, способны разрушать пептидные связи и могут вносить около 10% изменчивости в оценку набухаемости. Полный анализ SDS2-седиментации не показал статистической связи с поражением зерна вредным клопом-черепашкой (табл. 3). В тоже время обнаружена существенная положительная корреляционная зависимость между количеством сырой и сухой клейковины с показателем SDS2-седиментации. Характерно, что эта седиментация не обнаружила сопряженности с другими методами седиментации (табл. 3). Следовательно, судя по табл. 3, SDS2-седиментация зависит от уровня содержания клейковины в зерне пшеницы. Это логично, так как увеличение количества белковых молекул должно увеличивать набухаемость, обусловленную агрегацией не связанной с дисульфидными связями. Более того, дифференциация по величине осадка оказалась не существенно связанной с физическими свойствами клейковины (табл. 3), что подтверждает значимость межмолекулярных бисульфидных связей в формировании клейковинного комплекса. В целом, полученные данные свидетельствуют о том, что величина осадка, определяемая другими методами седиментации (Зелени, Пумпянского-Созинова, SDS1), прежде всего, обусловлена белками, содержащими цистеиновые остатки. Поэтому они показывают сопряженность между собой и физическими свойствами клейковины.

Судя по табл. 3, 4 наиболее информативным для характеристики физических свойств клейковины, является оценка с использованием SDS1-седиментации. Седиментация в уксусной кислоте (по Пумпянскому-Созинову) обнаружила сопряженность с натурой зерна (табл. 3). Характерно, что в 2008 г. найдена небольшая, но существенная связь между крупностью зерна и степенью его поражения вредным клопом черепашкой. Подтверждена также сопряженность между индексом деформации клейковины и количеством сырой и сухой клейковины (табл. 3, 4).

Учитывая, что сульфит натрия воздействует на дисульфидные связи белкового комплекса, можно численно оценить различия по ним между исследуемыми образцами на основе оценок SDS1 и SDS2 седиментаций. Эти величины можно выразить следующим отношением:

$$(SDS1 - SDS2) \text{ мл} / \text{количество сухой клейковины или белка (\%)} = \text{ООСЦ}$$

В табл. 5 дана характеристика некоторых сортов и селекционных образцов озимой мягкой пшеницы по ряду показателей качества зерна. Среди них относительная оценка

Коэффициенты корреляции между количественными признаками, определяющими качество зерна (КСИ-08, n =74)

Показатель	Седиментация (Пумпянский-Созинов)	Модифицированный метод I			Поражение клопом черепашкой	Масса 1000 зерен	Натура зерна	Na ₂ SO ₃ инкуб.+ SDS	ООСЦ [Δ SDS – (Na ₂ SO ₃ + SDS)/% сухой клейковины]
		ИДК	Кол-во сырой клейковины	Кол-во сухой клейковины					
SDS1-седиментация	0.56***	-0.32**	-0.06	0.07	-0.07	-0.16	0.01	0.07	0.48***
Седиментация (Пумпянский-Созинов)	1	-0.11	0.08	0.18	-0.15	-0.07	0.34**	0.01	0.22
ИДК (модифицированный I)		1	0.68***	0.52***	-0.07	0.01	0.09	0.18	-0.46***
Кол-во сырой клейковины (модиф. I)			1	0.89***	-0.08	-0.04	0.16	0.30*	-0.41***
Кол-во сухой клейковины (модиф. I)				1	-0.20	-0.07	0.15	0.28*	-0.32**
Поражение клопом черепашкой					1	0.25*	-0.08	-0.02	-0.08
Масса 1000 зерен						1	0.06	0.03	-0.12
Натура зерна							1	-0.04	0.01
Na ₂ SO ₃ инкуб.+ SDS								1	-0.82***

Примечание: *Величины значимы при P>0.95; **То же при P>0.99, *** То же при P>0.999.

Таблица 4

Коэффициенты корреляции между количественными признаками, определяющими качество зерна (модификация I) (КСИ-07, КСИ-08, n = 68)

Показатель	Седиментация по Пумпянскому-Созинову			Показатель ИДК			Количество сырой клейковины		Количество сухой клейковины		Поражение вредным клопом черепашкой	
	2007	2008	среднее за 2 г.	2007	2008	среднее за 2 г.	2007	2008	2007	2008	2007	2008
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
SDS-седиментация, 2008	0.40***	0.54***	0.50***	-0.19	-0.39**	-0.33**	0.01	-0.01	0.13	0.13	0.19	-0.18
Седиментация (Пумпянский-Созинов), 2007	1	0.52***	0.92***	-0.0	-0.09	-0.05	0.37**	0.18	0.39**	0.29*	-0.01	0.02
Седиментация (Пумпянский - Созинов), 2008		1	0.80***	0.06	-0.09	0.0	0.30*	0.28*	0.33**	0.44***	-0.03	-0.20
Седиментация (Пумпянский - Созинов), сред.			1	0.03	-0.10	-0.02	0.40***	0.25*	0.41***	0.40***	-0.03	-0.07
Показатель ИДК, 2007				1	0.31*	0.89***	0.59***	0.08	0.15	0.06	0.03	0.14
Показатель ИДК, 2008					1	0.71***	0.26*	0.51***	0.15	0.35**	0.02	-0.02
Показатель ИДК, среднее						1	0.56***	0.30*	0.19	0.21	0.03	0.09

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Кол-во сырой клейковины, 2007							1	0.41***	0.59***	0.39**	-0.13	0.08
Кол-во сырой клейковины, 2008								1	0.38**	0.90***	-0.06	-0.03
Кол-во сухой клейковины, 2007									1	0.33**	-0.25*	-0.15
Кол-во сухой клейковины, 2008										1	-0.08	-0.10
Поражение вредным клопом-черепашкой											1	0.07

Примечание: *Величины значимы при $P > 0.95$; **То же при $P > 0.99$, *** То же при $P > 0.999$.

Таблица 5

Характеристика некоторых сортообразцов озимой мягкой пшеницы по некоторым показателям качества (КСИ-08)

Сорт, образец	Показатели качества зерна в 2008 г. (0,2М уксусной кислоты)			Показатели седиментации по годам, мл				Поражение клопом по годам, %		$\Delta SDS_1 - (Na_2SO_3 + SDS) / \% \text{ сухой клейковины (=OOCЦ)}$
	ИДК, ед.	% сырой клейковины	% сухой клейковины	по Пумпянскому-Солинову		SDS1	SDS2 ($Na_2SO_3 + SDS$)			
				2007	2008			2008	2008	
БелНИИСХ 1	48	23.5	9.6	60.5	28.5	88,5	62.5	4	0.5	2.71
БелНИИСХ 2	63	24.8	10	56.5	31.5	74	58.2	2	1	1.58
Селянка одесская	53	23.1	8.4	39.5	34	77	22.2	2	0	6.52
Белгородская 16	78	26.7	10.4	50	28	72	37.5	3	0	3.32
Синтетик	80	28.9	9.6	46	29	56	58.7	3	0	-0.28
Уни-1 (1Do)	51	24.4	10.4	57	43	88	24.5	5	1	6.11
Ариадна	70	22.2	8.8	54	26.5	78	29.5	1	1.5	5.51
Волжская 100	57	19.2	8.4	46.5	23.5	51	28.2	1	1	2.71
Богданка	55	21.4	8.8	38.5	24.5	65	56.7	6	1.5	0.94
Корочанка	55	23.1	8	48.5	31	73	41.5	4	0.5	3.94
Донецкая 48	86	28.8	10.4	49	27	56	41	2	3	1.44
Льговская 4	70	24	9.6	43.5	24	63	24.5	1	1	4.01
Безенчукская 380	60	28.2	11.2	54	38	78,5	42	1	0.5	3.26
650/00	43	21.6	9.2	54.5	32	74	45.5	2	2	3.09
Коротышка	40	21	8	39.5	23.5	74	34.3	1	0.5	4.95
252/08 Б12 X Селянка одесская	70	21.1	8.4	48.5	28	80	20.7	3.5	1	7.06
<i>HCP_{0,95}</i>										
						6.0	9.2	X	X	0.9



содержания цистеиновых остатков (ООСЦ), участвующих в агрегации полипептидов. Корреляционный анализ показал существенную отрицательную сопряженность ООСЦ с индексом деформации клейковины, количеством сухой и сырой клейковины (табл. 3), но не обнаружил статистической связи с поражением зерна вредным клопом черепашкой, массой зерна и его натурой.

Анализируя данные табл. 5 нельзя не отметить, что образцы *Селянка одесская* и *Уни 1* характеризуются самыми высокими показателями ООСЦ (6.52 и 6.11). *Селянка одесская* по данным одесских исследователей относится к супер-сильным пшеницам [13]. Такого типа сорта известны и описаны причины их высокого качества. Так, *Red River* несет дандемную дупликацию аллеля ***Glu-B1a1***, контролирующего синтез высокомолекулярных глютелинов, которые участвуют в агрегации белковых молекул по дисульфидным связям [14, 15]. Это приводит к количественному увеличению межмолекулярных связей между пептидами и улучшению физических свойств клейковины. Сорт *Bànkúti 1201* несет аллель ***Glu-1Ax2*b*** [16] у которого в позиции 1181 нуклеотидной пары замещен нуклеотид, что привело к замене в белковой молекуле глютелина аминокислоты серина на цистеин. Появление дополнительного остатка цистеина в молекуле глютелина приводит к повышению степени агрегации фракции глютелинов клейковинного комплекса. Это в свою очередь улучшает физические качества клейковины и хлебопекарные показатели муки. Характерно, что молекулярная масса мутантного белка, контролируемого аллелем ***Glu-1Ax2*b***, и заряд его молекулы электрофоретически не отличим от исходного белка, контролируемого аллелем дикого типа ***Glu-1Ax2****.

Образец *Уни 1* создан М.М. Копусем и интересен тем, что у него в эндосперме отсутствуют ω -глиадины, контролируемые хромосомой 1D [17]. Следует отметить, что эти белки в своем составе вообще не несут цистеина. Соответственно, доля других полипептидов в эндосперме зерновки увеличивается, что приводит к повышению качества муки по сравнению с исходными формами. Отсутствие этой группы глиадинов легко тестируется с помощью электрофореза.

Следует отметить, что наименьший показатель ООСЦ (-0.28) из данного набора образцов имел сорт *Синтетик*. Особенностью этого сорта является то, что он несет 1B/1R транслокацию (или замещение). Хромосома 1R ржи контролирует синтез запасных белков эндосперма – секалинов. Широко известно, что белки ржи, которые синтезируются пшеницей, обуславливают негативный эффект на хлебопекарные качества муки пшеницы [18]. В основе этого эффекта лежит неспособность секалинов ржи образовывать с пшеничными белками нерастворимые высокополимерные белковые комплексы, которые формируют клейковину с высокими физическими показателями качества [19]. Таким образом, наличие белков ржи в эндосперме пшеницы уменьшает число межмолекулярных дисульфидных связей. Другим сортом с наличием ржаной транслокации, но в 1A хромосоме (1AL.1RS), является *Богданка*. Характерно, что этот сорт также отличается более низким значением ООСЦ (0.94) (табл. 5). Интересно, что полученное значение ООСЦ в этом случае больше по сравнению с образцом *Синтетик*. Следовательно, степень снижения качества муки пшеницы может зависеть от того, в какую из гомологичных хромосом, 1A, 1B или 1D, транслоцировано плечо 1RS.

Известно, что ген мягкозерности (Soft) по сравнению с геном твердозерности (hard) приводит к значительному снижению набухаемости муки, что связано не с клейковинными белками, а крахмальным комплексом. Среди изученных образцов, исследован сорт озимой мягкой пшеницы *Волжская 100*, которая является мягкозерной в отличие от остальных, представленных в табл. 5. Действительно, например, в 2008 г. SDS1-седиментация и седиментация по Пумпянскому-Созинову в среднем по опыту составляла 68.2 и 29.8 мл, что выше результатов полученных по этому сорту и выраженных, соответственно, величинами в 51 и 23.5 мл. Судя по представленным данным (табл.5), мягкозерность снижает показатели седиментации на 22 (по Пумпянскому-Созинову) – 25%% (SDS1 и SDS2-седиментация). Таким образом, ООСЦ *Волжской 100* (2.78), по-видимому, правильно отражает количественное соотношение межмолекулярных дисульфидных связей запасных белков эндосперма.

Следует заметить, что для установления ООСЦ требуется определение количества белка или сухой клейковины в зерне. Учитывая, что эти виды анализа достаточно трудоемки и требуют дополнительного времени, провели корреляционный анализ между пока-

зателями ООЦ и $\Delta[\text{SDS}_1 - \text{SDS}_2]$. Исследование 68 образцов показало величину $r = 0.9847 \pm 0.0214$ ($t = 45,96$). Коэффициент детерминации между данными показателями соответственно составляет 96.97%. Следовательно, для массового анализа достаточно исследовать у образцов величины SDS_1 и SDS_2 , чтобы сделать заключение об их качестве. Так, для форм с ржаной транслокацией *1BL.1RS* и *1A.L.1RS* разница между SDS_1 и SDS_2 седиментацией составляла (-2.7) – (+8.3) мл, а для экстра-сильных образцов: 54.8 – 63.5 мл. В целом по опыту, в данном случае, $\text{HCP}_{0.95}$ составила величину равную 8.5 мл.

Учитывая различные причины, приводящие к увеличению числа межмолекулярных дисульфидных мостиков между молекулами белков, а также то, что с помощью электрофоретического исследования не всегда возможно идентифицировать необходимый вариант полипептида, очевидна необходимость разработки комплексных подходов к их количественной оценке. Относительная оценка содержания межмолекулярных дисульфидных связей (ООЦ), полученная по результатам SDS_1 и SDS_2 седиментации на наш взгляд является результирующим показателем качества клейковины, связанной с цистеинсодержащими полипептидами. Данная оценка может служить для выявления среди коллекционного материала и гибридного потомства форм с наличием большего количества межмолекулярных дисульфидных связей. Подтверждением этому может служить номер 252/08 полученный от скрещивания *Белгородской 12* с *Селянкой одесской* (табл. 5). Как видно, он имел ООЦ равное 7.06, то есть уровень родительской формы *Селянки одесской*. По ИДК анализу в течение двух лет (2007-2008) номер 252/08 формировал клейковину первой группы качества.

Список литературы

1. Dick, J.W. and Quick, J.S. A modified screening test for rapid estimation of gluten strength in early – generation durum wheat breeding lines // *Cereal Chemistry*. – 1983. – V. 60, №. 4. – P. 315-318.
2. Казаков Е.Д. Методы оценки качества зерна. – М. – 1987. – 217 с.
3. Васильчук Н.С. Селекция яровой твердой пшеницы. Саратов. – 2001. – С. 63-66.
4. Zeleny L. Wheat sedimentation test // *Cereal Science Today*. – 1962. – V. 7, № 7. – P. 226-230.
5. Пумпянский А.Я. Технологические свойства мягких пшениц. – Л: Колос, 1971. – 320 с.
6. Созинов А.А., Блохин Н.И., Василенко И.И. и др. Методические рекомендации по оценке качества зерна. – М., 1977. – 172 с.
7. Carter V.P., Morris C.F. and Anderson J.A. Optimizing the SDS sedimentation test for end-use quality selection in a soft white and club wheat breeding program // *Cereal Chemistry*. – 1999. – V. 76, № 6. – P. 907-911.
8. Рибалка О.І., Червоніс М.В., Топораш І.Г. и др. Наукове обґрунтування розробки нових методів оцінки хлібопекарської якості борошна пшениці // *Хранение и переработка зерна*. – 2006. – № 1 (79). – С. 43-48.
9. Рибалка О.І. Поневіряння експрес-методу седиментації SDS_{30} при визначенні якості зерна й борошна пшениці // *Зерно і хліб*. – 2008. – № 1.
10. Бебякин В.М., Бунтина М.В. Эффективность оценки качества зерна яровой мягкой пшеницы по SDS -тесту // *Вестник сельскохозяйственной науки*. – 1991. – №1. – С. 68-70.
11. Нецветаев В.П., Моторина И.П., Петренко А.В. Сравнение методов определения качества клейковины зерна мягкой пшеницы на приборе ИДК-1 // *Доклады РАСХН*. – 2005. – №4. – С. 14-16.
12. Нецветаев В.П., Чубарева М.В., Петренко А.В. Оценка качества клейковины пшеницы при поражении зерна вредным клопом черепашкой / *Актуальные вопросы аграрной науки и образования (Матер. Международ. научно-практ. конфер.)*. Т. 1. Агронимия и агроэкология. – Ульяновск, 2008. – С. 114-118.
13. Литвиненко М.А., Лифенко С.П., Линчевський А.А. и др. Каталог нових сортів зернових колосових культур Селекційно-генетичного інституту. – Одесса, 2000. – 88 с.
14. D'Ovidio R., Masci S., Porceddu E., Kasarda D. Duplication of the *Bx7* high-molecular-weight glutenin subunit gene in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivar Red River 68 // *Plant Breeding*. – 1997. – Vol. 116. – P. 525-531.
15. Butow V., Gale K., Ikea J., Juhasz A., Bedo Z., Tanas L., Gianibelli M. Dissemination of the highly expressed *Bx7* glutenin subunit (*Glu-B1a1 allele*) in wheat as revealed by novel PCR markers and RP-HPLC // *Theor. Appl. Genet.* – 2004. – Vol. 109. – P. 1525-1535.
16. Juhasz A., Tamas L., Karsai I., Vida G., Lang L., Bedo Z. Identification, cloning and characterization of a HMW-glutenin gene from an old Hungarian wheat variety, *Bánkúti 1201* // *Euphytica*. – 2001. – Vol. 119. – P. 75-79.
17. Копись М.М. Полиморфизм белков зерна и селекция озимой пшеницы // *Автореф. дисс... докт. биол. наук*. – Краснодар. – 1998. – 48 с.



18. Zeller F., Gunzel G., Fischbeck G., Gersternkorn P., Weipert D. Veränderung der Backeigenschaften der Weizen-Roggen Chromosomen-Translocation 1B/1R // Getreide Mchl. Brot. – 1982. – Vol. 36. – P. 141-143.

19. Рыбалка А.И., Казарда Д.Д., Созинов А.А. R-глиадины – проламины ржи, синтезирующиеся в эндосперме пшеницы // Сельскохозяйственная биология. – 1985. – №2. – С. 34-42.

20. Копусь М.М. Влияние особенностей компонентного состава глиадина, консистенции эндосперма на качество муки у гибридов от скрещивания сортов пшеницы Безостая 1 и Восход // Научно-техн. бюллетень ВСГИ. – 1982. – №1 (43). – С. 35-39.

GRAIN QUALITY ESTIMATIONS IN BREAD WHEAT BY SDS-SEDIMENTATION TESTS

V.P. Netsvetaev^{1,2},

O.V. Ljutenko¹,

L.S. Pashchenko¹,

I.I. Popkova¹

¹ Belgorod Research Institute
of an Agriculture RAA,
Oktjabr'skaja Str., 58, Bel-
gorod, 308001, Russia

e-mail:

netsvetaev@bsu.edu.ru

² Belgorod State University
Pobedy Str. 85, Belgorod,
308015, Russia

The data are submitted for grain quality of the different varieties in winter bread wheat. Deformation gluten indexes (IDK) were investigated by the IDK-1 apparatus. The sedimentation tests SDS1, SDS2 and Zeleny (Pumpyansky-Sozinov) were carried out on flour. SDS1 and SDS2 methods can be used for the characteristics of the flour samples on relative number of intermolecular disulfide bonds of a gluten complex. The given approach allows to identify forms with the extra-high grain qualities in a collection and a breeding stocks.

Key words: IDK-analysis, gluten, Triticum aestivum, sedimentation tests.

ЭФИРНЫЕ МАСЛА КАК СРЕДСТВА ДЕЗИНФЕКЦИИ В ВЕТЕРИНАРИИ

К.Г. Ткаченко¹,
Н.В. Казаринова²,
Н.А. Шкиль³,
Н.В. Чупахина³

¹ Ботанический институт
им. В.Л. Комарова РАН
Россия, 197376,
г. Санкт-Петербург,
ул. Проф. Попова, 2.
e-mail: kigatka@rambler.ru

² Институт клинической и
экспериментальной медици-
ны СО РАМН
Россия, 630117, Новосибирск,
ул. академика Тимакова, 2.
e-mail:
natalia.kazarinova@gmail.com

³ Институт эксперимен-
тальной ветеринарии
Сибири и Дальнего Востока
СО РАСХН
Россия, 6330501, Новосибир-
ская обл., г. Краснообск

Важной задачей птицеводства является производство высококачественных безопасных в экологическом и санитарном отношении продуктов. В ветеринарной практике эфирные масла пока еще не нашли широкого применения. Не установлено аллергических и других отрицательных явлений при применении эфирных масел у человека. Применение эфирных масел как антимикробных средств, распыляемых через воздушную среду, в ветеринарии может явиться перспективной альтернативой используемым средствам. В качестве дезинфекционных средств испытаны эфирные масла таких видов как: *Citrus aurantium* L. (цветки), *Citrus bergamia* Risso, *Eucalyptus globulus* Labill., *Lavandula angustifolia* Mill., *Mentha piperita* L., *Origanum vulgare* L., *Rosmarinus officinalis* L., *Salvia officinalis*, *Syzygium aromaticum* (L.) Merrill et Perry. Показано, что эфирные масла *Mentha piperita*, *Origanum vulgare*, *Citrus bergamia*, *Salvia officinalis* и *Syzygium aromaticum* являются эффективным альтернативным средством, имеющимся дезинфекторам и, в частности, формалину, для инкубационных яиц. Эффективная доза для распыленных в воздушной среде эфирных масел для дезинфекции инкубационных яиц является 0.045 мл/м³. Использование эфирных масел безопасно для здоровья обслуживающего персонала.

Ключевые слова: эфирные масла, дезинфекция, ветеринария, птицеводство, *Citrus aurantium*, *Citrus bergamia*, *Eucalyptus globulus*, *Lavandula angustifolia*, *Mentha piperita*, *Origanum vulgare*, *Rosmarinus officinalis*, *Salvia officinalis*, *Syzygium aromaticum*

Введение

Эфирные масла, как антибиотические средства, известны с древнейших времен. Они обладают широким спектром антимикробного, антифунгального и противовирусного действия, являются иммуномодуляторами и стимулируют обменные процессы в организме животных и человека. В медицинской практике эфирные масла очень широко применяют: они входят в состав различных мазей и гелей – масла с обезболивающим, раздражающим и антимикробным действием; являются составной частью многих бальзамов, настоек, микстур. В ветеринарной практике эфирные масла не нашли широкого применения. Не установлено аллергических и других отрицательных явлений при применении эфирных масел у человека [1- 12 и др.].

Одной из главных задач животноводства и птицеводства является производство высококачественных безопасных в экологическом и санитарном отношении продуктов – молока, мяса и яиц. Так же важна проблема безопасности работы персонала с дезинфекторами. [13-19 и др.].

Накопленный опыт применения эфирных масел для лечения и профилактики некоторых инфекционных заболеваний, а так же санации помещений, позволяет внедрить их и в области ветеринарии [20-35].

В настоящее время насчитывают около 64 трансвариальных инфекций, при которых обсеменение яиц происходит экзогенно или эндогенно. Бактериальная контаминация яиц происходит через скорлупу. Такая возможность инфицирования через скорлупу была установлена при сальмонеллезе, псевдомонозе, колибактериозе и др. Секундарное инфицирование предотвращается гигиеническими мероприятиями, трансвариальный же перенос – с помощью лекарственных средств. В зависимости от загрязненности яиц число микроорганизмов на скорлупе варьирует в больших пределах. На чистой поверхности скорлупы содержится от 200 до 3400 микробных клеток, на загрязненной – от 11 до 57 тыс. и на грязной – от 10 до 1400 тысяч. Первичное инфицирование яйца влияет на качество выпускаемой продукции [36-40].

В момент кладки яиц скорлупа в нижней части яйцевода (во влагалище) обильно покрывается слизью, которая оказывает бактерицидное действие на многие виды кишеч-

ной микрофлоры, обсеменяющей скорлупу в момент прохождения яиц через клоаку. Поэтому скорлупа яиц, снесенных здоровыми несушками, до момента высыхания слизи на ней в большинстве случаев не содержит живых бактерий. Поры в скорлупе яйца бывают заполнены органическими веществами, преимущественно высохшей слизью яйцевода (муцином), испражнениями птиц и т. п. Если скорлупа сухая, бактерии и грибы не находят на ней условий для развития. При увлажнении же ее водой или при конденсации влаги вследствие различных температур в период хранения яиц начинают развиваться некоторые сапрофитные бактерии, плесневые грибы и актиномицеты. Причем, чем больше на скорлупе органических веществ (помета, грязи и др.) и сильнее увлажнение, тем интенсивнее проходит развитие в порах скорлупы и на подскорлупных оболочках микроорганизмов и яйца скорее подвергаются порче. При определенных условиях в процессе инкубирования яиц микроорганизмы могут размножаться, проникать под скорлупу и вызывать гибель эмбрионов на разных стадиях развития.

Для создания стерильных условий во время инкубации яйца дезинфицируют. Разработано несколько способов дезинфекции яиц. Для дезинфекции применяют: едкий натр, формалин, параформальдегид, хлорную известь, нейтральный гипохлорид кальция, дезонол, феносмолин, однохлористый йод, кальцинированную соду, фрезот, препараты на основе надуксусной кислоты, полисепт и другие препараты [41-51 и др.]. Пары формальдегида и хлора экологически небезопасны, т.к. оказывают отрицательное влияние на организм животных, человека и окружающую среду [16-19, 39, и др.]. В связи с этим поиск экологически безопасных средств и методов являются актуальной проблемой ветеринарной науки и практики.

Применение эфирных масел как антимикробных средств, распыляемых через воздушную среду, в ветеринарии может явиться перспективной альтернативой используемым средствам [52, 53].

Материал и методы

Изучение дезинфицирующих свойств эфирных масел было изучено для таких видов как: *Citrus aurantium* L. (цветки), *Citrus bergamia* Risso, *Eucalyptus globulus* Labill., *Lavandula angustifolia* Mill., *Mentha piperita* L., *Origanum vulgare* L., *Rosmarinus officinalis* L., *Salvia officinalis*, *Syzygium aromaticum* (L.) Merrill et Perry. Экспериментальные работы проводили в дезинфекционной камере, объемом 27,5 м³. Аэрозоль получали путем подогрева эфирного масла и создания вихревых потоков с помощью вентилятора. Доза эфирного масла в опытах составляла: 0.015; 0.025 и 0.045 мл/м³ дезинфекционной камеры.

В каждом опыте были использованы производственные партии яиц (20 партий яиц по 5-7 тыс. шт. каждая). Экспозиция обработки составляла 10 мин, затем через 30 мин, 1 и 3 час брали смывы со скорлупы яиц верхнего, среднего, нижнего ряда решеток, и с боковых поверхностей (не менее чем с 70 шт.), проводили посевы на индикационную среду SDS – бульон. Наличие *Escherichia coli* в пробах характеризовалось изменением цвета среды (с зеленого на желтый) и интенсивным помутнением. Делали посевы на МПА в чашках Петри для определения общей микробной обсемененности скорлупы яиц. В качестве контроля использовали аналогичное количество яиц, обработанных парами формалина, согласно инструкции по дезинфекции яиц.

В процессе обработки поверхности яиц осуществляли бактериальный контроль над качеством ее дезинфекции. Яйцо для исследования берут стерильным (фламбированным) с кольцеобразными концами пинцетом и протирают во взаимно перпендикулярных направлениях стерильным марлевым тампоном, смоченным в колбе с «бусами». Марлевый тампон с помощью пинцета промывают в колбе, отжимают и снова им протирают поверхность скорлупы яйца. После повторного протирания тампон опускают в колбу, отмывают с «бусами» и через 10 мин приступают к исследованию этой жидкости; вносят по 0,5 мл ее в две пробирки с SDS-бульоном и в 5 чашек Петри, из которых 3 заливают разбавленным и остуженным до 40-45 С мясопептонным агаром.

При исследовании смывов со скорлупы недезинфицированных яиц делали разведения смыва 1:10, 1:100, 1:1000 и засевали из каждого по 0.5 мл в три чашки Петри (с МПА). Результаты высевок учитывают после их термостатирования на SDS-бульоне МПБ и МПА три температуре 37 С через 24 часа. При наличии роста на МПА после дезинфекции подсчитывают количество колоний и вычисляют процент обеззараживания по отно-

шению к количеству микроорганизмов, выделенных с дезинфицированных яиц. После подсчета колоний рассчитывают плотность бактериальной обсемененности в среднем на одно яйцо [13, 14, 41, 45 и др.].

Результаты и их обсуждение

Проводили исследования по подбору оптимальной дозы эфирного масла на примере *Mentha piperita*, обладающего бактерицидной активностью в условиях производства сельскохозяйственной продукции (яиц).

После санационной обработки яиц эфирным маслом *Mentha piperita* L. в дозе 0.015 мл/м³ через 1 час после окончания экспозиции рост *Escherichia coli* отмечали в смывах, взятых с загрязненной поверхности яиц. Получен незначительный рост в смывах нижнего ряда с верхней поверхности яиц и с боковых поверхностей яиц, что уступает результатам санации парами формалина. Через 3 ч в таких же пробах отмечали сильный рост *Escherichia coli*, что уступает контролю (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительная эффективность санации скорлупы яиц после обработки формалином и эфирным маслом *Mentha piperita* L. в дозе 0.015 мл/м³

Место взятия проб	Контроль		Опыт (<i>Mentha piperita</i>)	
	до санации	формалин	через 1 час	через 3 часа
Верхний ряд яиц с верхней поверхности	+	–	–	–
Верхний ряд яиц с нижней поверхности	+++	–	–	–
Нижний ряд яиц с верхней поверхности	+	–	+	+++
С боковых поверхностей яиц	–	–	+	+++
С загрязненной поверхности яиц	+++	+++	+++	+++

«+++» - рост *Escherichia coli* (среда интенсивно желтая, мутная), «+» - сомнительный результат (среда желтоватая, прозрачная), «–» - нет роста (среда зеленая, прозрачная).

После санации яиц эфирным маслом *Mentha piperita* перечной в дозе 0.025 мл/м³ через 1 ч после окончания экспозиции рост *Escherichia coli* отмечали в смывах, взятых с загрязненной поверхности яиц, что идентично результатам санации парами формалина. Однако через 3 ч незначительный рост *Escherichia coli* обнаружили в смывах, взятых с верхней поверхности яиц, что уступает контролю (табл. 2).

Таблица 2

Сравнительная эффективность санации скорлупы яиц после обработки формалином и эфирным маслом мяты перечной *Mentha piperita* L. в дозе 0.025 мл /м³

Место взятия проб	Контроль		Опыт (<i>Mentha piperita</i>)	
	до санации	формалин	через 1 час	через 3 часа
Верхний ряд яиц с верхней поверхности	+++	–	–	+
Верхний ряд яиц с нижней поверхности	+	–	–	–
С боковых поверхностей яиц	+++	–	–	–
С загрязненной поверхности яиц	+++	+++	+++	+++

«+++» - рост *Escherichia coli* (среда интенсивно желтая, мутная), «+» - сомнительный результат (среда желтоватая, прозрачная), «–» - нет роста (среда зеленая, прозрачная).

После санации яиц эфирным маслом *Mentha piperita* в дозе 0.045 мл/м³ через 1 ч после окончания экспозиции незначительный рост *Escherichia coli* отмечали в смывах, взятых с загрязненной поверхности яиц, что идентично результатам санации парами формалина. Через 3 ч обильный рост *Escherichia coli* обнаружили в смывах, взятых с загрязненной поверхности яиц, что не уступает по качеству дезинфекции пробам с яиц после обработки парами формалина (табл. 3).

Эффективность эфирных масел *Mentha piperita*, *Origanum vulgare*, *Citrus bergamia*, *Lavandula angustifolia*, *Rosmarinus officinalis*, *Eucalyptus globulus*, *Salvia officinalis*, *Syzygium aromaticum*, *Citrus aurantium* при дезинфекции яиц в дозе 0.045 мл/м³ дезинфекционной камеры представлены в табл. 4.

Таблица 3

Сравнительная эффективность санации скорлупы яиц после обработки формалином и эфирным маслом *Mentha piperita* L. в дозе 0.045 мл/м³

Место взятия проб	Контроль		Опыт (<i>Mentha piperita</i>)	
	до санации	формалин	через 1 час	через 3 часа
Верхний ряд яиц с верхней поверхности	+++	–	–	–
Верхний ряд яиц с нижней поверхности	+	–	–	–
С боковых поверхностей яиц	+++	–	–	–
С загрязненной поверхности яиц	+++	+++	+	+++

«+++» - рост *Escherichia coli* (среда интенсивно желтая, мутная), «+» - сомнительный результат (среда желтоватая, прозрачная), «–» - нет роста (среда зеленая, прозрачная).

Таблица 4

Динамика общей микробной обсемененности яиц обработанных эфирными маслами в дозе 0.045 мл/м³ (в %) по сравнению со смывами с яиц до обработки

Эфирные масла	Пробы со скорлупы яиц в решетках				Средние данные
	верхняя	средняя	нижняя	с боковых поверхностей	
<i>Mentha piperita</i> L.	– 65.2	– 70.3	– 67.8	– 63.9	– 66.8
<i>Origanum vulgare</i> L.	– 83.7	– 56.5	– 35.9	– 33.1	– 52.3
<i>Citrus bergamia</i> Risso	– 41.1	– 37.2	– 36.9	– 54.6	– 42.5
<i>Lavandula angustifolia</i> Mill.	– 69.8	– 53.5	– 42.1	– 29.6	– 32.7
<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	– 75.6	– 50.8	– 24.6	– 14.9	– 41.5
<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	– 4.5	– 48.3	– 27.3	– 53.8	– 33.5
<i>Salvia officinalis</i> L.	– 95.8	– 60.4	– 50.8	– 58.3	– 66.3
<i>Syzygium aromaticum</i> (L.) Merrill et Perry	– 97.4	– 49.9	– 49.2	– 44.7	– 60.3
<i>Citrus aurantium</i> L.	– 98.5	– 59.8	– 55.9	– 65.7	– 67.0
Контроль (с формалином)	– 86.7	– 58.9	– 47.2	– 33.7	– 56.6

Расчет проводили по сравнению с необработанной скорлупой яиц, загрязненность которой принималась за 100%.

В таблице 5 представлены результаты по обработки скорлупы яиц эфирными маслами в дозе 0.045 мл/м³. Общая микробная обсемененность снизилась в среднем после обработки эфирным маслом *Mentha piperita* на 66.8%, после обработки маслом *Origanum vulgare* – на 52.3 %, *Citrus bergamia* – на 42.5 %, *Lavandula angustifolia* – на 32.6 %, *Eucalyptus globulus* – на 41,5 %, *Rosmarinus officinalis* – на 33.5 %, *Salvia officinalis* – на 66.3 %, *Syzygium aromaticum* – на 60.3 %, *Citrus aurantium* – на 67 %. В контрольных смывах общая микробная обсемененность снизилась в среднем на 56.6 %.

Таблица 5

Эффективность санации яиц различными эфирными маслами в дозе 0.045 мл на 1 м³ (в %)

Интенсивность роста <i>Escherichia coli</i>	+++	+	–
Эфирные масла	до / после	до / после	до / после
<i>Mentha piperita</i>	42.8 / –	28.6 / –	28.6 / 100
<i>Origanum vulgare</i>	42.8 / –	28.6 / –	28.6 / 100
<i>Citrus bergamia</i>	57.0 / –	43.0 / –	– / 100
<i>Lavandula angustifolia</i>	57.0 / –	43.0 / 14.3	– / 85.7
<i>Eucalyptus globulus</i>	71.4 / 57.0	14.3 / –	14.3 / 43.0
<i>Rosmarinus officinalis</i>	100 / 14.3	– / 14.3	– / 71.4
<i>Salvia officinalis</i>	28.6 / –	28.6 / –	42.8 / 100
<i>Syzygium aromaticum</i>	57.0 / –	28.6 / –	14.4 / 100
<i>Citrus aurantium</i>	57.0 / 28.6	28.6 / –	14.4 / 71.4

«+++» - есть рост *Escherichia coli* (среда интенсивно желтая, мутная), «+» - сомнительный рост (среда желтоватая, прозрачная), «–» - нет роста.

После обработки яиц аэрозолями эфирных масел *Mentha piperita*, *Origanum vulgare*, *Citrus bergamia*, *Salvia officinalis* и *Syzygium aromaticum* в дозе 0.045 мл / м³ *Escherichia coli* не была обнаружена в 100% проб, дезинфекция оказалась качественной, результаты аналогичны контролю (после обработки формалином). После обработки яиц аэрозолями эфирных масел *Lavandula angustifolia*, *Eucalyptus globulus*, *Rosmarinus officinalis*, *Citrus aurantium* и *Syzygium aromaticum* в дозе 0.045 мл / м³ рост *Escherichia coli* отмечался в 14.3-57.2 % проб. Результаты дезинфекции не соответствуют требованиям ГОСТа.

Выводы

1. Эфирные масла *Mentha piperita*, *Origanum vulgare*, *Citrus bergamia*, *Salvia officinalis* и *Syzygium aromaticum* являются эффективным альтернативным средством, имеющимся дезинфекторам и, в частности, формалину, для инкубационных яиц.
2. Эффективной для дезинфекции инкубационных яиц является доза эфирных масел в 0.045 мл/м³.
3. Использование эфирных масел безопасно для здоровья обслуживающего персонала.

Список литературы

1. Дроботько В.Г., Айзенман Б.Е., Швайгер М.О., Зеленуха С.И., Мандрик Т.П. Антимикробные вещества высших растений. – Киев, 1958. – 336 с.
2. Бондаренко А.С. Антимикробная активность деяких рослин // Мікробіологія сільському господарству та медицині. Вид. АН УРСР. – Київ, 1962. – С. 95-102.
3. Галачьян Р.М., Хримлян А.И. Фитонцидное действие эфирных масел из флоры Армении на фитопатогенные бактерии // Вопросы микробиологии. – 1964. Вып. 2 (12). – С. 249-260.
4. Чиркина Н.Н., Хорт Т.П. Антибиотическая активность эфирных масел некоторых дикорастущих растений Крыма // Раст. ресурсы – 1968. – Т. 4, вып. 2. – С. 186-189.
5. Вичканова С.А. Перспективы изучения антимикробной и противовирусной активности эфирных масел // IV Международный конгресс по эфирным маслам. г. Тбилиси, сентябрь, 1968 г. Ч. 1. – Тбилиси, 1968. – С. 52-57.
6. Вичканова С.А. Перспективы поиска микробных ингибиторов среди природных веществ из высших растений // Состояние и перспективы исследований биологически активных веществ из растений и создание на их основе новых лекарственных препаратов. Сб. Тр. ВИЛР. – М., 1983. – С. 107-118.
7. Вичканова С.А., Макарова Л.В., Рубинчик М.А., Адгина В.В. К вопросу об изучении антимикробных свойств эфирных масел // Лекарственные растения (фармакология и химиотерапия). Тр. ВИЛР. Т. 14. – М., 1971. – С. 221-230.
8. Манолова Н., Максимова-Тодорова В. Высшие растения как источник антивирусных веществ // Известия Болгарской Академии наук. – 1984. – Т. 30, № 5. – С. 43-51.
9. Фитонциды в эргономике / Гродзинский А.М., Макачук Н.М., Лещинская Я.С. и др. – Киев, 1986. – 186 с.
10. Рабинович М.И. Ветеринарная фитотерапия. – М., 1988. – 174 с.
11. Ткаченко К.Г., Казаринова Н.В., Музыченко Л.М., Шургая А.М., Павлова О.В. Сафонова Н.Г. Санационные свойства эфирных масел некоторых видов растений // Раст. ресурсы. – 1999. – Т. 35, вып. 3. – С. 11-24.
12. Казаринова Н.В., Ткаченко К.Г., Музыченко Л.М., Сафонова Н.Г., Ткачев А.В., Королюк Е.А. Компонентный состав и антибиотическая активность эфирного масла *Origanum vulgare* L., произрастающей в некоторых регионах Западной Сибири // Раст. ресурсы. – 2002. – Т. 38, вып. 2. – С. 99-103.
13. Бессарабов Б.Ф., Урюпина Г.М., Сушкова Н.К., Дзюбак А.П. Микробиологический контроль качества утиного яйца // Ветеринария. – 1978. – № 6. – С. 38-39.
14. Дудницкий И.А. Контроль качества дезинфекции // Ветеринария. – 1991. – № 9 – С. 21-25.
15. Логунов В.И. Птицеводческим хозяйствам – эпизоотическое благополучие // Ветеринария. – 1998. – № 2. – С. 3-6.
16. Байдевятов А., Бессарабов Б., Бородай В. Дезинфектанты для инкубационных яиц // Птицеводство. – 2002. – № 2. – С. 34-36.
17. Кожемяка Н. Дезинфекция инкубационных яиц // Птицеводство. – 1996. – № 1. – С. 26-27.
18. Кожемяка Н. Приоритетное дезсредство // Птицеводство. – 2002. – № 5. – С. 8-10.
19. Кожемяка Н. Профилактика болезней кур // Птицеводство. – 2002. – № 5. – С. 30-32.
20. Вичканова С.А., Рубинчик М.А. Антимикробная активность эфирных масел in vitro // Изучение и использование лекарственных растительных ресурсов СССР. – Баку, 1964. – С. 218-222.



21. Дегтярева А.П. Антимикробные вещества мирта и эвкалиптов (выделение и изучение их свойств) // Фитонциды в медицине, сельском хозяйстве и пищевой промышленности. – Киев, 1960. – С.104-107.
22. Казаринова Н.В., Ткаченко К.Г. Использование эфирных масел для борьбы с госпитальными инфекциями // Проблемы ботаники на рубеже XX-XXI веков. Тез. докл., представленных II (X) съезду Русск. ботан. об-ва. г. Санкт-Петербург, 26-29 мая 1998 г. – СПб, 1998. – Т. 1. – С. 339–340.
23. Казаринова Н.В., Музыченко Л.М., Ткаченко К.Г., Шургая А.М., Колосов Н.Г., Жижин В.П., Бондаренко О.Д. Эфирные масла – как средство борьбы с госпитальными гнойно-септическими инфекциями // Актуальные проблемы создания новых лекарственных средств. Тез. докл. Всерос. научн. конф. – СПб, 1996. – С. 138.
24. Казаринова Н.В., Музыченко Л.М., Ткаченко К.Г. Программа борьбы с внутрибольничными инфекциями с использованием летучих веществ интерьерных растений (Информационное письмо). – Новосибирск, 2001. – 20 с.
25. Казаринова Н.В., Ткаченко К.Г. Профилактика и лечение разных инфекционных заболеваний эфирными маслами душицы обыкновенной и мяты перечной // Генетические ресурсы лекарственных и ароматических растений. Сб. тр. Междунар. конф., посвящ. 50-летию Ботанического сада ВИЛАР. – М., 2001. – С. 380-381.
26. Казаринова Н.В., Ткаченко К.Г., Музыченко Л.М., Павлова О.В., Шургая А.М., Сафонова Н.Г., Якимова Ю.Л. Эфирные масла фирмы Misitano & Stracuzzi – перспективные средства для профилактики нозокомиальных инфекций и хронических неспецифических заболеваний лёгких // 4-ая Междунар. конф. по медицинской ботанике. Тез. докл. – Киев, 1997. – С. 535.
27. Ткаченко К.Г., Казаринова Н.В. Эфирномасличные растения и эфирные масла. Некоторые аспекты использования для санации помещений и носителей инфекций // Медицинские технологии. – 1995. – № 1-2. – С. 50.
28. Ткаченко К.Г., Казаринова Н.В. Эфирномасличные растения и эфирные масла – новые перспективы применения в народном хозяйстве // Ботанические сады: состояние и перспективы сохранения, изучения, использования биологического разнообразия растительного мира. Тез. докл. Междунар. научн. конф., посвящ. 70-летию со дня основания ЦБС. г. Минск, 30-31 мая 2002 г. – Минск, 2002. – С. 280-282.
29. Ткаченко К.Г., Казаринова Н.В. Абиотическая активность эфирных масел высших растений. Современные достижения и аспекты использования // VII Международный съезд «Актуальные проблемы создания новых лекарственных препаратов природного происхождения» (Фитофарм 2003). Материалы съезда. г. Санкт-Петербург – Пушкин, 3-5 июля 2003 г. – СПб, 2003. – С. 284-287.
30. Ткаченко К.Г., Преображенская Н.Е., Сацыперова И.Ф. Антимикробное действие эфирных масел некоторых видов *Heracleum* L. // Раст. ресурсы. – 1988. – Т.24, вып. 1. – С. 99–104.
31. Ткаченко К.Г., Казаринова Н.В., Джумаев Х.К. Состав и антимикробная активность эфирного масла *Origanum tythanthum* Gontsch. // Химия и технология лекарственных веществ. Материалы Всерос. научн. конф. г. Санкт-Петербург, 28-30 июня 1994 г. – СПб., 1994. – С. 30.
32. Ткаченко К.Г., Платонов В.Г., Сацыперова И.Ф. Антивирусная и антибактериальная активность эфирных масел из плодов видов рода *Heracleum* L. (*Apiaceae*) // Растит. ресурсы. – 1995. – Т. 31, вып. 1. – С. 9-19.
33. Николаевский В.В., Еременко А.Е., Иванов И.К. Биологическая активность эфирных масел. – М., 1987. – 286 с.
34. Новиков Г.И., Чиркина Н.Н., Сокол В.А., Смолянская Г.И., Рулаева Т.И. Антимикробные свойства некоторых масел // Фитонциды. Их биологическая роль и значение для медицины и народного хозяйства. – Киев, 1967. – С. 161-174.
35. Протопопов Ф.Ф. Изучение антимикробного действия эфирных масел // Фитонциды, их биологическая роль и значение для медицины и народного хозяйства. – Киев, 1967. – С. 175-176.
36. Сборник важнейших официальных материалов по вопросам дезинфекции, стерилизации, дезинсекции, дератизации. – М., 1994. – Т. 1. – 450 с.
37. Лагуткин Н. Профилактика инфекционных болезней птицы // Птицеводство. – 1995. – № 2. – С. 16-20.
38. Шчука Л. Резистентность бактерий к противобактериальным активным субстанциям и применение в ветеринарии // Ветинформ. – 2002. – № 3. – С. 16-17.
39. Николаенко В., Цапко И., Шестаков И. Препараты для аэрозольной дезинфекции яиц // Птицеводство. – 1995. – № 1. – С. 24-25.
40. Николаенко В.П. Бактерицид – антисептическое средство нового поколения для птицеводства // Ветеринария. – 2003. – № 3. – С. 48-51.
41. Загаевский И.С. О ветеринарно-санитарной экспертизе и дезинфекции яиц // Ветеринария. – 1961. – № 2. – С. 78-82.

42. Исаев Ю.В. О дезинфекции яиц ультрафиолетовым облучением // Тр. Всесоюзн. научн.-техн. ин-та птицеводства. – 1969. – Т. 34. – С. 94-101.
43. Тивелев П.Г. Дезинфекция куриных яиц и эмбрионов водным раствором фурацилина // Сб. Тр. ВНИИ по болезням птиц. – 1972. – Вып. 10. – С. 265-271.
44. Хорольский Л.Н., Храцкий К.Ф. Дезинфекция инкубационных яиц фазанов парами формальдегида // Ветеринария. – 1975. – № 4. – С. 28-29.
45. Билетова Н.В., Корнелаева Р.П., Кострикина Л.Г. Санитарная микробиология. – М., 1980. – С. 221-230.
46. Бессарабов Б.Ф. Ветеринарно-санитарные мероприятия по профилактике болезней птиц. – М., 1983. – С. 81-95.
47. Миняева Т.Ю., Тарасова И.И. Санитарная обработка яичной скорлупы // Бюл. ВНИИ экспериментальной ветеринарии. – 1983. – Вып. 50. – С. 63-65.
48. Отрыганьев Г., Умняшкин В., Воробьев С. Глубинное обеззараживание инкубационных яиц // Птицеводство. – 1983. – № 12. – С. 24-25.
49. Федорова З.П., Ещенко И.Д., Погребняк Л.Л., Лучин А.И. Микрофлора воздуха в птичнике // «Ветеринария». – 1984. – № 1. – С. 24-25.
50. Медведев Н. Аэрозольная дезинфекция комплексов по выращиванию и откорму молодняка // Молочное и мясное скотоводство. – 2001. – № 4. – С. 15-17.
51. Бессарабов Б.Ф., Мельникова И.И. Справочник. – М., 2001. – С. 61-67.
52. Прокопенко А.А. Обеззараживание воздуха, поверхностей инкубационных яиц УФ-облучением // Ветеринария. – 1990. – № 4. – С. 21-23.
53. Семченко В., Кривопишин И., Семенихин И., Прокопенко А., Литвинов В. Опыт применения озона для дезинфицирования яиц и тары // Птицеводство. – 1994. – № 6. – С. 6-7.

ESSENTIAL OILS AS DISINFECTANTS IN VETERINARY

K.G. Tkachenko¹,
N.V. Kazarinova²,
N.A. Shkil³,
N.V. Chupakhina³

¹ Komarov Botanical Institute of RAS
 Prof. Komarov Str., 2, St. Petersburg, 197376, Russia
 e-mail: kigatka@rambler.ru

² Scientific Center of Clinic and Experimental Medicine Siberian Branch RMAAS
 Acad. Timakova Str. 2, Novosibirsk, 630117, Russia.
 e-mail: natalia.kazarinova@gmail.com

³ Institute of experimental veterinary of Siberian and Far East Branch RAAS
 Settl. Krasnoobsk, Novosibirsk, 6330501, Russia

Production of high-quality and safe in ecological and sanitary aspects products is the main poultry-keeping aim. Essential oils are not widely used yet in veterinary medicine. In application of essential oils for humans allergic or any other negative reactions were not detected. Application of essential oils as antimicrobial substances dispersed in air surroundings can be a perspective alternative to substances used in veterinary medicine. As insecticides essential oils of such species as *Citrus aurantium* L. (flowers), *Citrus bergamia* Risso, *Eucalyptus globulus* Labill., *Lavandula angustifolia* Mill., *Mentha piperita* L., *Origanum vulgare* L., *Rosmarinus officinalis* L., *Salvia officinalis* L., *Syzygium aromaticum* (L.) Merrill et Perry were tested. It was shown that essential oils of *Mentha piperita*, *Origanum vulgare*, *Citrus bergamia*, *Salvia officinalis* and *Syzygium aromaticum* were effective alternatives to present disinfectors and, in particular, to formalin for incubatory eggs. Effective dose of essential oils for spraying in air surrounding is 0.045 ml/m³. Application of native essential oils is safe for health of serving personnel.

Key words: essential oils, disinfection, veterinary, poultry keeping, *Citrus aurantium*, *Citrus bergamia*, *Eucalyptus globulus*, *Lavandula angustifolia*, *Mentha piperita*, *Origanum vulgare*, *Rosmarinus officinalis*, *Salvia officinalis*, *Syzygium aromaticum*

КЛАССИФИКАЦИЯ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ ЖЕСТКОКРЫЛЫХ НАСЕКОМЫХ (COLEOPTERA)

Ю.А. Присный

Белгородский
государственный
университет

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

e-mail: prisniy@bsu.edu.ru

В статье приводится развернутая классификация морфологических аномалий, отмеченных у 69 видов жесткокрылых насекомых, собранных в Белгородской и Донецкой областях в местах с высокой антропогенной нагрузкой. Дано краткое описание новых форм аномалий, включенных в «классификацию уродств» Ж. Балажука. Указаны типы аномалий, пригодные для использования в оценке экологической напряженности среды.

Ключевые слова: морфология, аномалия, уродство, жесткокрылые, насекомые, жужелицы, мертвоеды, биоиндикация, мониторинг среды.

Введение

Различные отклонения в морфологии насекомых явление не редкое. Многие авторы описывают в своих работах различного рода встречаемые ими в собранном материале или полученные в экспериментальных условиях аномалии [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, др.]. Причины большинства отклонений в развитии тех или иных частей тела до сих пор остаются невыясненными, а некоторые внешне сходные аномалии могут являться следствием действия различных факторов среды.

Известно, что оценка состояния природных популяций может вестись с помощью анализа морфологической изменчивости особей [9], но практически единственным критерием, обычно используемым при этом, является флуктуирующая асимметрия [10]. Как было показано в наших предшествующих работах, стабильность развития популяций можно оценивать также по частоте встречаемости особей с различными морфологическими аномалиями немеханического происхождения [11, 12, 13].

Использование аномалий насекомых в мониторинге среды требует выделения и систематизации используемых при этом типов аномалий, а, соответственно, и общей классификации морфологических аномалий, встречающихся у насекомых. Но эта проблема на сегодняшний день все ещё остается открытой и малоизученной. Последняя крупная работа в этом направлении была проделана Балажуком [1] ещё полвека назад. Он проанализировал классификации, предлагаемые разными авторами (Asmuss, 1835; Seringe, 1836; Geoffroy Saint-Hilaire, 1837; Lacordaire, 1838; Perty, 1867; Gappi Sebaillon, 1927; Chatanay, 1910; Chinaglia, 1911-1912; Dallas, 1923 и др.) [по: 1], и составил свою «классификацию уродств», дополнив их и убрав из них, на его взгляд, некорректно выделенные группы аномалий, а также сделал достаточно полное описание случаев аномалий, известных на тот момент. Помимо Балажука, известна также работа А.В. Присного [14], который, опираясь на «классификацию уродств» Ж. Балажука и этиологию аномалий, описал обнаруженные им нарушения морфологии у колорадского жука и сгруппировал их в достаточно удобную систему, отражающую вид и форму самой аномалии, общий характер причины ее возникновения и период воздействия причинного фактора в онтогенезе.

В нашей статье мы расширим общий список аномалий, приводимый Балажуком, встреченными нами морфологическими аномалиями среди жесткокрылых насекомых, собранных в местах, подверженных высокой антропогенной нагрузке. А также отметим те группы аномалий, которые, на наш взгляд, пригодны для использования в оценке напряженности окружающей среды. Но для начала уточним, что именно мы будем понимать под термином «аномалия».

В общем значении под нормой (от лат. norma – руководящее начало – правило, образец) принято понимать регулирующее правило, указывающее границы своего применения [15] или узаконенное установление, признанный обязательным порядок, установленную меру, *среднюю величину чего-нибудь* [16, 17]. В биологии же и медицине норма понимается как оптимум функционирования и развития организма [18] или же рассматривается, как некая точка отсчёта, эталон, стандарт – для сравнения с другими вари-

антами состояния живого объекта (объектов) [15]. Наряду с этим в медицине также используется определение *нормы как наиболее часто встречающегося значения или диапазона значений параметра в данной популяции, проживающей на определённой территории, в данный конкретный момент времени, с учётом возраста, пола и расовой принадлежности* [15].

Следовательно, мы будем понимать под «нормой» условно выделенное состояние объекта, обладающее характеристиками, присущими большинству таких же объектов в сходных условиях в данный момент времени.

Понятию норма противопоставляется такое понятие как аномалия. В общем значении аномалией (от греч. *anomalía* – отклонение) называется отступление или отклонение от правила, поэтому аномальным называют всё отступающее или уклоняющееся от правильного или нормального [15, 16, 17, 19].

В биологии и медицине термин аномалия применяют для обозначения результатов отклонения от нормального развития, т. е. возникновения нетипичного строения и деятельности органов или всего организма. К возникновению аномалии могут привести как недоразвитие или чрезмерное развитие зачатка органа, так и изменение времени его закладки. Аномалии могут быть обусловлены генетическими факторами, механическими, термическими, химическими, радиационными и иными повреждениями развивающегося организма [20]. В этом значении мы и будем применять термин «аномалия». При обозначении наиболее резко выраженных аномалий мы будем пользоваться термином уродства [20].

Материал и методы

Сбор материала осуществлялся в период с 2006 по 2008 год в 12 пунктах, удаленных от промплощадки Лебединского горно-обогачительного комбината, почвенными ловушками Барбера (по 10 ловушек в каждом пункте, с расстоянием 10 м между ними). Кроме того, нами были проанализированы ловушечные сборы жесткокрылых насекомых на территории г. Донецка и заповедника «Каменные Могилы», любезно предоставленные нам для анализа доцентом кафедры зоологии Донецкого национального университета А.В. Мартыновым.

Общее количество проанализированных нами насекомых, преимущественно жесткокрылых (Coleoptera) семейств Жужелицы (Carabidae) и Мертвоеды (Silphidae), составило свыше 25000 экз. из Белгородской области и около 9000 экз. из Донецкой области. Среди них выявлено, соответственно, около 1000 и 300 особей с различными морфологическими аномалиями.

Дополнительно в перечень видов с выявленными аномалиями включены жужелицы, собранные в сельскохозяйственных угодьях и большой мучной хрущак (*Tenebrio molitor* L.) из лабораторной культуры, использовавшейся в экспериментах.

Результаты

Используя в качестве основы «классификацию уродств» Ж. Балажука [1], мы составили развернутую, дополненную нами (отмечено знаком «*») и несколько изменённую (некоторые типы аномалий объединены нами в «новые» группы) классификацию морфологических аномалий жесткокрылых насекомых. Часть терминов, не имеющие прямого перевода на русский язык, приводятся в авторском написании. Для каждой из выявленных аномалий приведены названия видов жуков, у которых они были обнаружены: без пояснений – отмеченные в только Белгородской области; «Б, Д» – в Белгородской и Донецкой областях; «Д» – только в Донецкой области.

В первую небольшую группу мы отнесли аномалии строения, которые не связаны с загрязнением среды обитания и являются результатом воздействия причинного фактора после окончания процесса склеротизации у имаго, точнее после начала активной жизнедеятельности. Такие аномалии морфологии могут быть использованы для оценки уровня рекреационной нагрузки:

- 1) деформации (вдавления)*;
- 2) обрывы*;
- 3) проколы, проломы, трещины*.

Вторая группа включает намного большее количество и разнообразие форм морфологических аномалий, являющихся результатом воздействия причинного фактора в

преимагинальный период. Причиной этих аномалий могут быть как механические воздействия на куколку, так и генетические и физиологические нарушения. Сюда же мы отнесли и некоторые аномалии, причины появления которых не известны, но явно не относятся к внешним механическим воздействиям:

Общие аномалии:

1. Деформации (déformations)*:

- деформация тела* (аномальные изменения формы тела, вызванные механическим воздействием на куколку или нарушением схождения куколочного экзuvia): *Brachynus crepitans* L., *Poecilus versicolor* Sturm., *Silpha carinata* Hbst. (Б., Д.).

2. Ампутации (amputations)*: *Carabus cancellatus* Ill., *Silpha carinata* Hbst.

3. Гипосклеротизация* (нарушение синтеза хитина и процесса склеротизации покровов; проявляется в виде истончения и «мягкости» покровов, стертости скульптурных элементов, «износе» придатков): *Carabus arvensis* Hbst., *Carabus cancellatus* Ill., *Carabus granulatus* L., *Carabus haeres* F.-W., *Carabus nemoralis* Mull., *Carabus violaceus* L., *Lemnostenus terricola* Hbst., *Pterostichus melanarius* Ill., *Pterostichus oblongopunctatus* F.

4. нарушение пигментации* (нарушение или блокировка синтеза кутикулярного или гиподермального пигмента вследствие мутаций, гормональных нарушений или недостатка кислорода; может проявляться в виде общей гипомеланизации, локального аномального отсутствия пигмента, аномальной прозрачности покровов):

- общее*: *Carabus violaceus* L., *Necrophorus vespillo* L., *Silpha carinata* Hbst. (Б, Д), *Silpha obscura* L., *Coccinella septempunctata* L., *Propylaea quatuordecimpunctata* L.;
- придатков*: *Carabus cancellatus* Ill., *Oodescelis polita* Sturm., *Pterostichus melanarius* Ill., *Pterostichus niger* Schall., *Silpha carinata* Hbst. (Д), *Silpha obscura* L.;
- надкрылий*: *Agriotes sputator* L., *Prosternon tessellatum* L., *Pterostichus melanarius* Ill. (Б, Д), *Coccinella septempunctata* L., *Propylaea quatuordecimpunctata* L.;

Уродства (monstruosités):

I. Общие уродства

(Здесь и далее мелким шрифтом приведены аномалии, указанные в классификации Ж. Балажука, но неотмеченные в нашем материале.)

1. «двойное уродство»:

- полное раздвоение (monstres doubles catadidymes);
- неполное раздвоение (monstre double anadidymes);

2. гигантизм и карликовость;

3. «короткотелость»* (уменьшение размеров тела с нарушением пропорций): *Brachynus crepitans* L., *Silpha carinata* Hbst.

4. асимметрия, разнородность, мозаичность окраски;

5. гинандроморфизм;

6. интерсексуальность;

7. гетерохрония:

- разная скорость развития отдельных участков тела (prothétélie);
- остатки предшествующих стадий развития (hystérotélie);

8. дисплазия.

II. Локальные уродства:

1. Аномалии тела:

1.1. Аномалии сегментации:

- polyomérie (увеличение числа сегментов);
- symphysoméries (слияние сегментов);
- hélicoméries (спиральное, или винтовое, слияние сегментов);
- hémiméries (неполное слияние сегментов);
- hémiatrophies (полу-, или частичная, атрофия сегмента) (рис. 29): *Carabus cancellatus* Ill., *Poecilus versicolor* Sturm. (частичная атрофия пресп);
- асимметрия пресп* (вероятно, проявление односторонней дистрофии) (рис. 27, 28): *Carabus cancellatus* Ill., *Carabus granulatus* L., *Carabus violaceus* L., *Poecilus versicolor* Sturm., *Pterostichus melanarius* Ill., *Silpha carinata* Hbst. (Б, Д), *Silpha obscura* L.;
- скручивание (груди и брюшка);
- аномалии последнего сегмента;

1.2. Раздвоение и разделение на три (части) (bipartitions et tripartitions):

- schistocéphalies (расщепление головы);

- schistothoracies (расщепление груди) (рис. 30, 31): - полное расщепление*: *Dorcus parallelepipedus* L. (Д), *Aphodius erraticus* L. (Д), *Oryctes nasicornis* L., *Carabus cancellatus* Ill., *Harpalus rufipes* Deg. (Д), *Pterosticus melanarius* Ill. (Д), *Amara aulica* Pz.; - неполное расщепление*: *Silpha carinata* Hbst., *Silpha obscura* L., *Pteristichus melanarius* Ill., *Stomis pumicatus* Pz.;
- schistogastries (расщепление брюшка);
- tripartitions (растроение);
- 1.3. Аномальное число глаз
 - yeux surnuméraires (дополнительный глаз);
 - monophthalmie, anophthalmie (одноглазость, безглазость);
- 1.4. Аномалии размеров частей тела
 - macrocéphalia (макроцефалия, или увеличение головы);
 - microcéphalie (микроцефалия, или уменьшение головы);
 - поперечная гипертрофия проторакса (переднегруди);
 - сжатость проторакса (переднегруди);
- 1.5. Атрофия структур тела
 - hémiatrophie du scutellum (частичная атрофия щитика);
 - отсутствие скутеллума (щитика): *Pterosticus melanarius* Ill.;
 - отсутствие протернума (переднегрудки);
- 1.6. Аномалии покровов
 - опухоли: - грыжи* (приведенные у Балажука); - вздутия* (пузыревидные выпячивания покровов, образующиеся при линьке на имаго в случаях замедленной склеротизации покровов; могут распространяться как на весь сегмент, так и на его часть, но не имеют вида грыжи) (рис. 24): *Carabus cancellatus* Ill., *Phosphuga atrata* L. (Д), *Silpha carinata* Hbst.;
 - «морщинистость» головы* (неполное расправление покровов при сбрасывании кукольного экзuvia из-за недостаточного давления гемолимфы или раннего затвердевания кутикулы): *Pterostichus melanarius* Ill., *Zabrus tenebrioides* Gz.;
 - plicature du pronotum (складчатость переднегруди);
 - ямки на протораксе (переднегруди);
 - боковые деформации пронотума (переднеспинки);
 - отверстия проторакса (переднегруди);
 - inclusion kystique (кистозное включение, или внутреннее разрастание);
 - краевые выемки прсп* (локальное недоразвитие зачатков и некрозы гиподермы вследствие механических, химических и др. воздействий на куколку): *Silpha carinata* Hbst. (Б, Д), *Silpha obscura* L., *Xylodrepa quadripunctata* L. (Д);
 - перфорация прсп* (причины сходны с указанными в предыдущем пункте): *Silpha carinata* Hbst. (Б, Д), *Silpha obscura* L. (Б, Д);
 - деформация прсп* (результат механического воздействия до затвердевания кутикулы) (рис. 25, 26): *Carabus cancellatus* Ill., *Necrophorus vespillo* L., *Platinus assimilis* Pk., *Silpha carinata* Hbst. (Б, Д), *Silpha tristis* Ill., *Silpha obscura* L. (Д), *Xylodrepa quadripunctata* L. (Д);
 - «морщинистость» прсп* (то же, что и «морщинистость головы») (рис. 32): *Platinus assimilis* Pk., *Pterosticus melanarius* Ill., *Pterostichus oblongopunctatus* F. (Д), *Zabrus tenebrioides* Gz.;
- 1.7. аномалии скульптуры
 - anomalies du clypeus (аномалии наличника);
 - anomalies du cornes (аномалии рогов);
 - дополнительные рога на протораксе у Dynastitidae;

2. Аномалии придатков

- 2.1. деформация придатков (мандибулы, щупики, усики, ноги)* (нарушение схождения экзuvia, механическое воздействие до затвердевания покровов): *Calosoma auropunctatum* Hbst., *Carabus cancellatus* Ill., *Carabus estreicheri* F.-W.;
- асимметричная инверсия полового аппарата
- аномалии полового аппарата: - аномалии эдеагуса
- 2.2. полимелии (умножение) (большинство – результат генных мутаций, в том числе индуцированных внешними факторами):
 - 2.2.1. somatomélies (дополнительный придаток);
 - 2.2.2. mélomélies: схистомелии (расщепления):

- бинарные схистомелии (раздвоение) (рис. 34, 35): *Carabus cancellatus* Ill., *Silpha carinata* Hbst. (Д), *Silpha obscura* L. (Д), *Tenebrio molitor* L.;
- duplications et bipartitions de l'appareil génital (раздвоение и удвоение полового аппарата);
 - циклическое раздвоение;
 - schistomélie ternaire occulte;
- schistomélie ternaire (тройное расщепление, или двойное раздвоение): *Carabus cancellatus* Ill.;
- комплексные схистомелии (расщепления одного придатка);
- многократные схистомелии: *Silpha carinata* Hbst. (Д);
- комбинированные схистомелии (расщепления разных придатков);
- ассоциированные схистомелии;
- расщепление членика придатка* (рис. 33, 40): *Carabus granulatus* L., *Poecilus punctatulus* Schall., *Silpha carinata* Hbst. (Д);
- 2.3. hypermélie (избыточное развитие):
 - 2.3.1. mésomélie (вставки);
 - 2.3.2. épimélie (концевые добавки):
 - дополнительный членик усика (12-й)*: *Carabus cancellatus* Ill.;
 - 2.3.3. schisto-épimélie (раздвоенная вставка);
- 2.4. méiomélie (недоразвитие):
 - 2.4.1. symmélie (слияние): *Silpha carinata* Hbst.;
 - 2.4.2. symphysomélie (сращение) (рис. 36, 39): *Carabus cancellatus* Ill., *Carabus marginalis* F., *Panagaeus bipustulatus* F., *Silpha carinata* Hbst.;
 - ancistrocérie;
 - 2.4.3. дистрофия члеников* (рис. 37): *Calosoma auropunctatum* Hbst., *Carabus cancellatus* Ill., *Carabus marginalis* F., *Carabus violaceus* L., *Platynus assimilis* Pk., *Necrophorus vespillo* L., *Silpha carinata* Hbst. (Д), *Tenebrio molitor* L.;
 - 2.4.4. атрофии (рис. 38), ectromélie: *Calosoma auropunctatum* Hbst., *Carabus cancellatus* Ill., *Carabus granulatus* L., *Harpalus affinis* Schrnk., *Harpalus rufipes* Deg., *Leistus ferrugeneus* L., *Platynus assimilis* Pk., *Pterostichus melanarius* Ill., *Pterostichus niger* Schall., *Pterostichus oblongopunctatus* F., *Silpha carinata* Hbst. (Б, Д), *Silpha obscura* L. (Б, Д), *Necrophorus vespillo* L., *Tenebrio molitor* L.;
 - 2.4.5. уменьшение числа члеников придатка, включая полную редукцию*: *Carabus cancellatus* Ill., *Pterostichus oblongopunctatus* F., *Silpha carinata* Hbst. (Б, Д), *Silpha obscura* L. (Д), *Tenebrio molitor* L.;
- 2.5. ectopies (аномальное расположение органа);
- 2.6. hétéromorphose (гетероморфоз);
- 2.7. различные аномалии антенн, мандибул, челюстных и губных щупиков и ног, не укладываемые в общую классификацию.

3. Аномалии надкрылий и крыльев:

- деформация надкрылий* (результат механического воздействия, общего или локального нарушения обмена веществ и водного обмена):
 - «измятость» ндкл (физиол.)*: *Carabus cancellatus* Ill., *Pterostichus melanarius* Ill. (Д), *Silpha carinata* Hbst. (Б, Д), *Silpha obscura* L. (Д);
 - «куколковидные» ндкл: *Carabus campestris* Dej. (Д), *Carabus cancellatus* Ill., *Pterostichus melanarius* Ill., *Silpha carinata* Hbst. (Б, Д), *Xylodrepa quadripunctata* L. (Д);
 - «перехват» ндкл*: *Carabus granulatus* L.;
 - «зияющий шов»*: *Pterostichus melanarius* Ill., *Silpha carinata* Hbst. (Б, Д), *Tenebrio molitor* L.;
 - «вздутые» ндкл*: *Silpha carinata* Hbst., *Tenebrio molitor* L.;
 - жухлость ндкл*: *Pterostichus melanarius* Ill.;
 - сужение ндкл*: *Silpha obscura* L. (Б, Д);
 - закругление вершин ндкл*: *Silpha carinata* Hbst.;
- 3.1. полиэлитрия;
- 3.2. брахэлитрия (в отличие от брахиптерии – укорочения или редукции дистальной части, - уменьшение размеров надкрылий; часть – результат неполного расправления надкрылий при выходе имаго; причины других – не известны):
 - анэлитрия (как частный случай, полная редукция надкрылья);

- укорочение надкрылий без изменения их структуры*:
 - укорочение одного надкрылья*: *Selatosomus aeneus* L., *Carabus cancellatus* Ill., *Carabus granulatus* L., *Pterostichus melanarius* Ill. (Б, Д), *Silpha carinata* Hbst. (Б, Д), *Silpha obscura* L.;
 - укорочение обоих надкрылий*: *Silpha carinata* Hbst. (Д) (рис. 22);
 - укорочение надкрылий с изменением их структуры*:
 - укорочение одного надкрылья*: *Carabus cancellatus* Ill., *Carabus granulatus* L., *Pterostichus melanarius* Ill. (Б, Д), *Silpha carinata* Hbst. (Б, Д);
 - укорочение обоих надкрылий*: *Pterostichus melanarius* Ill. (Д) (рис. 21).
- 3.3. цистэлитрия (полное или локальное пузыревидное вздутие надкрылий или крыльев при отсутствии или недоразвитии кутикулярных столбиков, соединяющих мембраны крыловых зачатков) (рис. 23): *Carabus cancellatus* Ill., *Necrophorus vespillo* L., *Poecilus cupreus* L., *Pterostichus melanarius* Ill., *Pterostichus oblongopunctatus* F., *Silpha carinata* Hbst. (Б, Д), *Silpha obscura* L., *Zabrus spinipes* F.;
- 3.4. трематэлитрия (перфорация надкрылий в результате локального отмирания гиподермы до формирования имагинальной кутикулы): *Carabus cancellatus* Ill., *Silpha carinata* Hbst., *Silpha obscura* L., *Tenebrio molitor* L.;
- 3.5. аномалии жилкования* (у видов рода *Silpha* – это раздвоения первого и второго килей, слияния, удлинения и укорочения килей; у жувелиц – это слияния «жилковых» промежутков и разрывы точечных бороздок [21]) (рис. 1-20): *Prosternon tessellatum* L., *Amara aenea* Deg., *Amara communis* Pz. (Д), *Amara consularis* Duft., *Amara eurynota* Pz., *Amara ovata* F., *Amara similata* Gyll., *Amara taurica* Motsch., *Anchomenus dorsalis* Pont., *Anisodactylus signatus* Pz., *Calathus erratus* C.Sahlb., *Calathus fuscipes* Gz., *Calathus halensis* Schall., *Carabus arvensis* Hbst., *Carabus cancellatus* Ill., *Carabus estreicheri* F.-W., *Carabus granulatus* L. (Б, Д), *Carabus haeres* F.-W., *Curtonotus aulicus* Panz., *Cymindis angularis* Gyll., *Cymindis humeralis* Fourcr., *Harpalus fuliginosus* Duft., *Harpalus quadripunctatus* Dej., *Harpalus rubripes* Duft., *Harpalus rufipes* Deg., *Harpalus tardus* Pz., *Harpalus xanthopus winkleri* Germ., *Harpalus* sp. (Д), *Laemostenus terricola* Hbst., *Leistus ferrugeneus* L. (Б, Д), *Ophonus cordatus* Duft., *Platynus assimilis* Pk., *Poecilus versicolor* Sturm. (Б, Д), *Pterostichus melanarius* Ill. (Б, Д), *Pterostichus nigrita* F., *Pterostichus oblongopunctatus* F. (Б, Д), *Pterostichus ovoideus* Sturm, *Phosphuga atrata* L., *Silpha carinata* Hbst. (Б, Д), *Silpha obscura* L. (Б, Д), *Silpha tristis* Ill.;
- 3.6. Прочие аномалии (с неясной этиологией):
- нарушение скульптуры*: *Carabus cancellatus* Ill., *Carabus granulatus* L., *Silpha carinata* Hbst.;
 - вырезка ндкр*: *Meloe violaceus* Marsh.;

Заключение

В материале, собранном в Белгородской и Донецкой областях в районах с повышенной антропогенной нагрузкой, различные морфологические аномалии были выявлены у 69 видов жесткокрылых насекомых. Отмечено наличие гомологичных аномалий у разных видов, а также у представителей разных родов жесткокрылых, что свидетельствует об общих механизмах их проявления. Аномалии, отнесенные нами в первую группу, могут быть использованы для оценки рекреационной нагрузки на территорию. Большая же часть аномалий второй группы, имеющих в основе физиологические и генетические нарушения, могут служить индикатором при оценке генотоксичности среды. К тому же они могут быть достаточно легко обнаружены на массовом разновидовом материале, что важно для получения статистически достоверных данных.

Список литературы

1. Balazuc J. La teratologie des coleopteres et experiences de transplantation chez *Tenebrio molitor* L. – Mem. Mus. nat.hist. nat. de Paris. – 1948 (1947). – Vol. 25. – P. 1-293.
2. Balazuc J. La teratologie des Hymenopteroides // Ann. Soc. ent. France. – 1958. – Vol. 127. – P. 167-203.

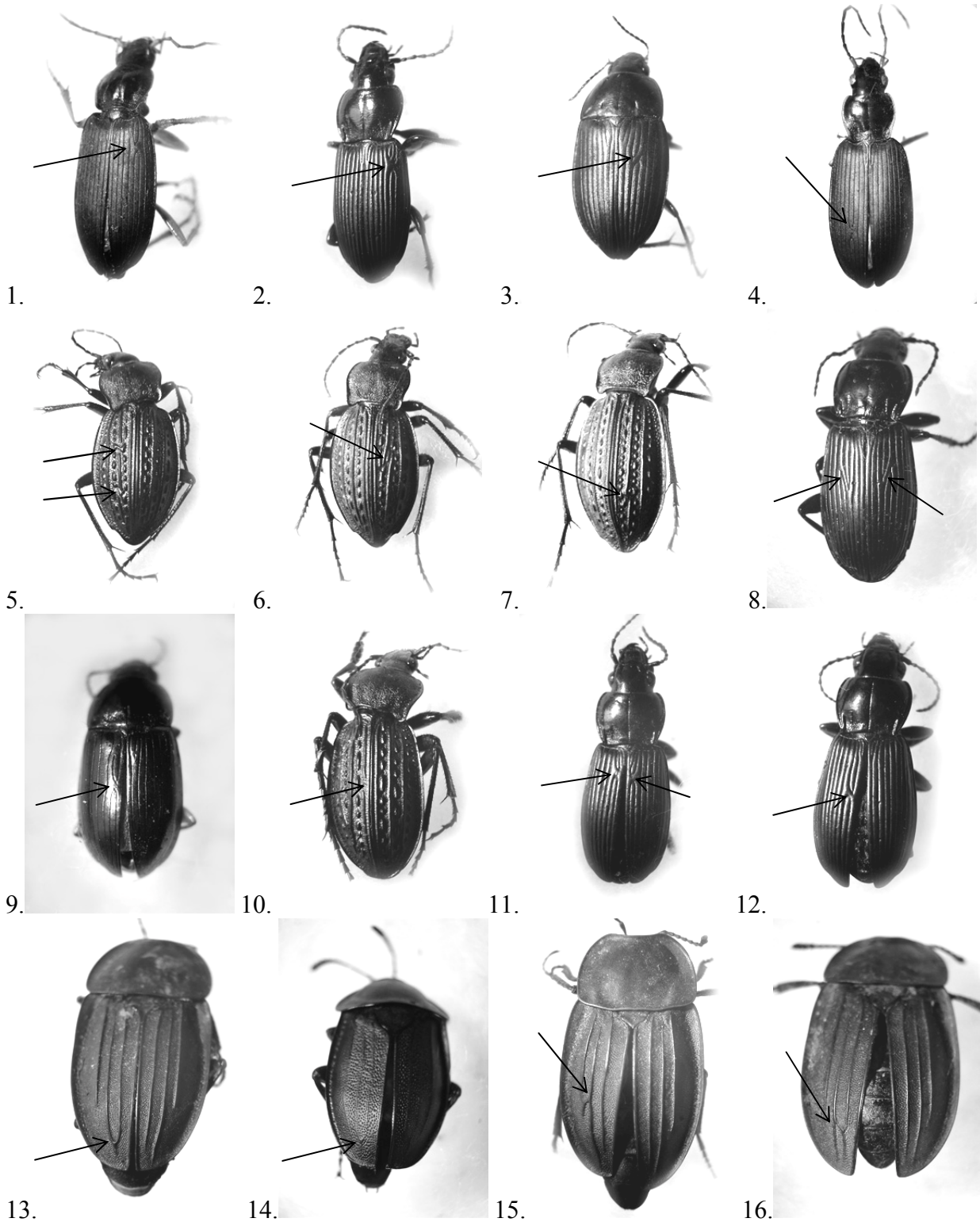


Рис. 1-16. Аномалии жилкования надкрылий: 1 – *Calathus halensis* Schall. (CuA-CuP прав. ндкл); 2 – *Pterostichus melanarius* Ill. (CuA-CuP прав. ндкл); 3 – *Amara eurynota* Pz. (CuP-1A прав. ндкл); 4 – *Calathus halensis* Schall. (CuP-1A лев. ндкл); 5 – *Carabus cancellatus* Ill. (CuP-1A лев. ндкл); 6 – *Carabus cancellatus* Ill. (CuP-1A прав. ндкл); 7 – *Carabus cancellatus* Ill. (CuP-1A прав. ндкл); 8 – *Pterostichus melanarius* Ill. (CuP-1A симметрично); 9 – *Amara similata* Gyll. (1A-4A лев. ндкл); 10 – *Carabus cancellatus* Ill. (1A-4A лев. ндкл); 11 – *Pterostichus melanarius* Ill. (1A-4A симметричное); 12 – *Pterostichus melanarius* Ill. (1A-4A лев. ндкл); 13 – *Silpha carinata* Hbst. (слияние 1-го и 2-го килей лев. ндкл); 14 – *Silpha obscura* L. (слияние 1-го и 2-го килей лев. ндкл); 15 – *Silpha carinata* Hbst. (раздвоение 2-го кия лев. ндкл); 16 – *Silpha carinata* Hbst. (раздвоение 2-го кия лев. ндкл и слияние его ветви с 1-м килем).

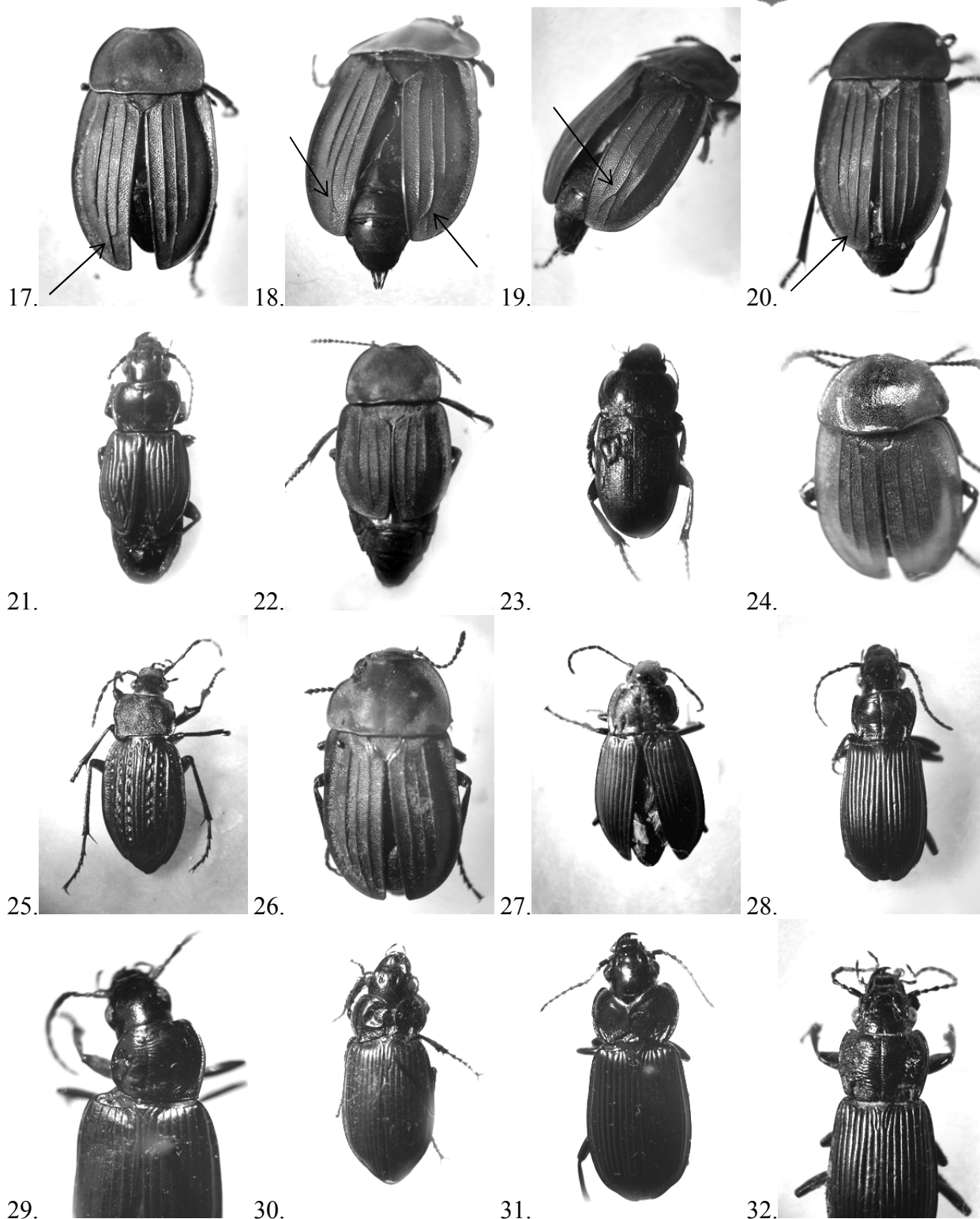


Рис. 17-20. Аномалии жилкования надкрылий: 17 – *Silpha carinata* Hbst. (перемычка между 1-м и 2-м киями лев. ндкл); 18 – *Silpha carinata* Hbst. (симметричное раздвоение 2-х килей); 19 – *Silpha tristis* Ill. (раздвоение 2-го кия прав. ндкл); 20 – *Silpha carinata* Hbst. (удлинение 1-го кия лев. ндкл). Рис. 21. *Pterostichus melanarius* Ill. – брахэлитрия обоих ндкл с нарушением их структуры. Рис. 22. *Silpha carinata* Hbst. – брахэлитрия обоих ндкл без нарушения их структуры. Рис. 23. *Zabrus spinipes* F. – дистэлитрия лев. ндкл. Рис. 24. *Phosphuga atrata* L. – вздутие правого края прсп. Рис. 25, 26. Деформации прсп: 25 – *Carabus cancellatus* Ill.; 26 – *Silpha carinata* Hbst. Рис. 27, 28. Асимметрия прсп: 27 – *Poecilus versicolor* Sturm.; 28 – *Pterostichus melanarius* Ill. Рис. 29. *Poecilus versicolor* Sturm. – частичная атрофия прсп. Рис. 30, 31. Расщепление переднеспинки: 30 – *Pterostichus melanarius* Ill.; 31 – *Pterostichus melanarius* Ill. Рис. 32. *Pterostichus melanarius* Ill. – «морщинистость» преднеспинки.

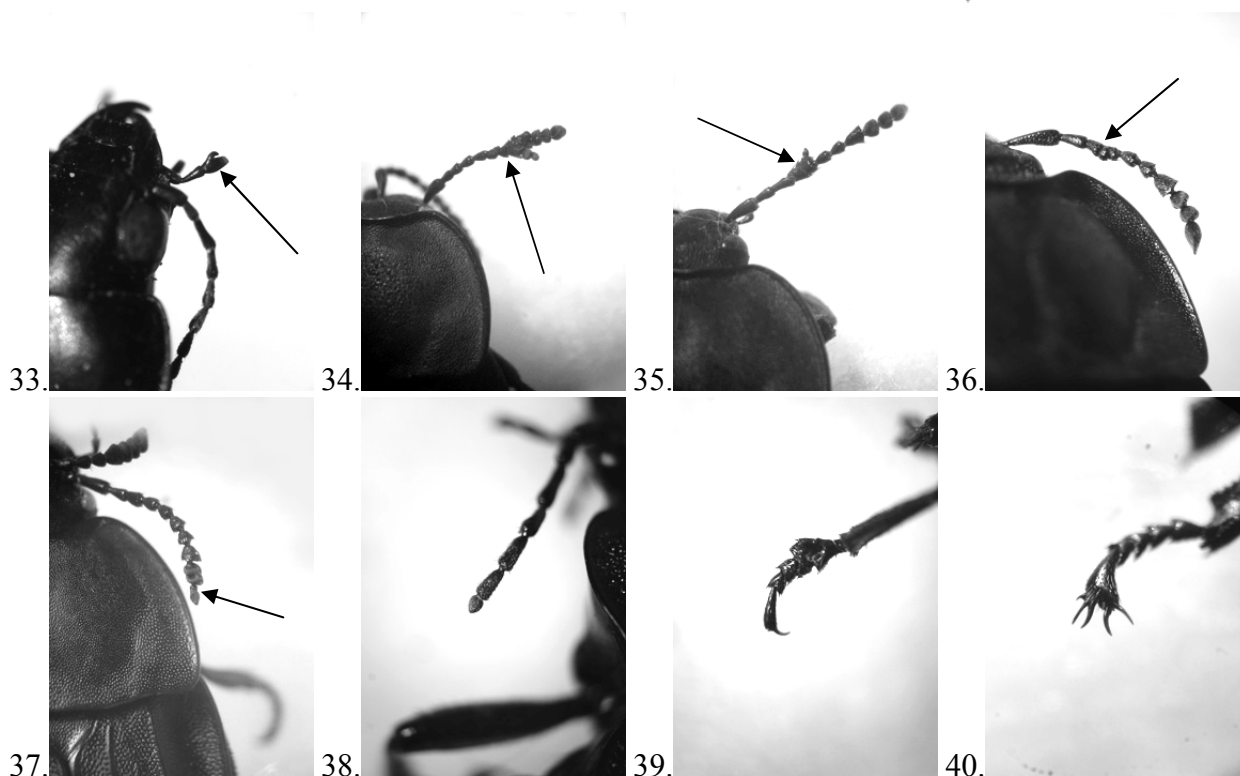


Рис. 33. *Poecilus punctatulus* Schall. - расщепление членика щупика. Рис. 34, 35. Схистомелия: 34 – *Silpha carinata* Hbst.; 35 – *Silpha carinata* Hbst. Рис. 36. - *Silpha carinata* Hbst. – срастание 3-4-5 члеников усика. Рис. 37. *Silpha carinata* Hbst. – дистрофия 11-го членика усика. Рис. 38. *Carabus cancellatus* Ill. – частичная атрофия усика. Рис. 39. *Silpha carinata* Hbst. – срастание члеников лапки. Рис. 40. *Silpha carinata* Hbst. – неполная двойная схистомелия коготкового членика лапки.

3. Благовещенский Д.И. К вопросу о структурных аномалиях у Вшей (Siphunculata) // Энтотомол. обозрение. – 1969. – Т. 48, вып. 3. – С. 507-510.

4. Schneider N., Thoma J. Malformation antennaire observée chez *Callichroma velutinum* (Fabricius, 1775) (Coleoptera, Cerambycidae) // Bull. Soc. Nat. luxemb. – 2004. – Vol. 105. – P. 105-108.

5. Savini V., Furth D. Teratology in Coleoptera: a case in *Gioia bicolor* (Blake 1969) (Chrysomelidae, Alticinae) from Jamaica. // Entomotropica. – 2004. – Vol. 19, No. 3. – P. 165-167.

6. Васильева Л.А. Изменение системы жилкования крыла *Drosophila melanogaster* под действием температурного шока и селекции // Журн. общ. биол. – 2005. – Т. 66, № 1, январь-февраль. – С. 68-74.

7. Назаренко В.Ю. Случай тератоза у долгоносика *Nyctelia transylvanica* (Coleoptera, Curculionidae) // Вестник зоологии. – 2006. – Т. 40, вып. 2. – С. 181-183.

8. Roux Ph., Wrase D.W. Description d'une espèce et d'une sous-espèce nouvelles de *Nebria* Latreille, 1804 provenant d'anatolie (Coleoptera, Nebriidae, Nebriini) // Biococme Méditerranéenne, Nice, 24(2). – 2007. – P. 41-49.

9. Захаров В.М., Яблоков А.В. Анализ морфологической изменчивости как метод оценки состояния природных популяций // Новые методы изучения почвенных животных в радиоэкологических исследованиях. – М.: Наука, 1985. – С. 176-185.

10. Захаров В.М. Критерии оценки стабильности развития в природных популяциях // ДАН СССР. – 1981. – Т. 258, №1. – С. 254-256.

11. Мусина А.В., Присный Ю.А. Об использовании морфологических аномалий насекомых для оценки состояния их популяций и локальных группировок // Современные проблемы популяционной экологии. Материалы XI Международной научно-практической экологической конференции. г. Белгород, 2-5 октября 2006 г. – Белгород: ИПЦ «ПОЛИТЕРРА», 2006. – С. 127-129.

12. Присный Ю.А. Морфологические аномалии жуков (Coleoptera, Carabidae) в промышленной зоне региона КМА // Проблемы и перспективы общей энтомологии. Тезисы докладов XIII съезда Русского энтомологического общества, г. Краснодар, 9-15 сентября 2007 г. – Краснодар, 2007. – С. 295-296.

13. Присный Ю.А. К вопросу о возможности использования частот проявления морфологических аномалий у насекомых для оценки качества среды // Эколого-фаунистические исследова-

ния в Центральном Черноземье и сопредельных территориях: Сборник материалов III региональной конференции. – Липецк: ЛГПУ, 2008. – С. 107-113.

14. Присный А.В. Морфологические аномалии колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera, Chrysomelidae) // Этомол. обозрение. – 1983. – Т. 52, вып. 4. – С. 690-701.

15. Википедия - <http://dic.academic.ru/contents.nsf/ruwiki/>

16. Современная энциклопедия - <http://dic.academic.ru/contents.nsf/enc1p/>

17. Большой энциклопедический словарь - <http://dic.academic.ru/contents.nsf/enc3p/>

18. Большой медицинский словарь - <http://dic.academic.ru/contents.nsf/medic2/>

19. Энциклопедический словарь Ф.А. Брокгауза и И.А. Ефрона - http://dic.academic.ru/contents.nsf/brokgauz_efron/

20. Большая Советская энциклопедия - <http://dic.academic.ru/contents.nsf/bse/>

21. Присный Ю.А. Аномалии жилкования надкрылий у жуужелиц и мертвоедов // Живые объекты в условиях антропогенного пресса. Материалы X Международной научн.-практ. эколог. конф. г. Белгород, 15-18 сентября 2008 г. – Белгород: ИПЦ «ПОЛИТЕРРА», 2008. – 170-171.

CLASSIFICATION OF MORPHOLOGICAL ANOMALIES OF THE BEETLES (COLEOPTERA)

Yu.A. Prisiy

Belgorod State University

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

e-mail: prisniy@bsu.edu.ru

In the article a comprehensive classification of morphological anomalies noted at 69 species of the beetles collected in Belgorod and Donetsk Regions, in places with a high anthropogenic load is presented. A short description of new forms of the anomalies included into J.Balazhuk's «classification of teratisms» is given. Types of anomalies suitable for use in an assessment of ecological intensity of environment are specified.

Key words: morphology, anomaly, monstrosity, coleoptera, insects, Carabidae, Silphidae, bioindication, monitoring of environment.

РЕДКИЕ ВИДЫ ОС-БЛЕСТЯНОК (HYMENOPTERA, CHRYSIDIDAE) РАЙОНА КAVКАЗСКИХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД И ОСОБЕННОСТИ ИХ ЭКОЛОГИИ¹

Н.Б. Винокуров

Институт экологии горных территорий КБНЦ РАН
Россия, 360000, г. Нальчик,
ул. И. Арманд, 37А

e-mail:
niko-vinokurov@yandex.ru

Осы-блестянки (Hymenoptera, Chrysididae) ведут скрытый образ жизни и тесно связаны со своими хозяевами, одиночными пчелиными (Apoidea), роющими осами (Sphecidae) и осами-эвменидами (Eumenidae), которые гнездятся в почве, в сухом древостое, в полых стеблях растений, на камнях, а также на каменных и деревянных постройках. Биология и экология многих видов ос-блестянок изучена недостаточно. В условиях антропогенного пресса особого внимания требуют редкие и малочисленные виды насекомых.

Работа посвящена изучению экологии редких видов ос-блестянок и выявлению причин сокращения местообитания их хозяев: диких пчелиных – активных опылителей растений и ос сфецид и эвменид – энтомофагов многих вредных насекомых.

Ключевые слова: осы-блестянки, экология, редкие виды, биотопическое распределение, антропоген.

Общеизвестно, что редкие виды животных, в том числе и насекомые наиболее сильно подвержены влиянию антропогенного пресса и нуждаются в охране. К таким группам относятся осы-блестянки.

Фауна хризидид Северного Кавказа до недавнего времени была практически неизвестна. Сведения об осах-блестянках региональной фауны носили фрагментарный характер и отражены в двух работах [1, 2], касающихся фауны хризидид преимущественно Закавказья и Северо-Осетинского заповедника. Некоторые сведения о видовом составе ос-блестянок Кавказских Минеральных Вод (КМВ) даны в наших работах [3, 4, 5].

Методика и результаты исследований

Исследования в этом регионе нами проводятся с 1987 года. До 1992 года проводились кратковременные выезды, а с 1992 года сбор материала проводился на выделенных стационарах в районе среднего течения реки Кумы, Георгиевский район, окрестности села Новозаведенное и в районе г. Кисловодска, станция Подкумок. В работе использовали общепринятые в энтомологии методы сбора насекомых: кошение энтомологическим сачком и индивидуальный отлов насекомых в местах их обитания. В фауне ос-блестянок выделяли экологические комплексы: геобионты, ксилобионты, антофилы и стратобионты.

За период исследований собрано и проанализировано более 3000 экз. ос-блестянок.

В течение прошедших 20 лет значительно изменилась экологическая обстановка в районе КМВ, особенно заметно увеличился объем строительства дачных поселений вокруг городов-курортов, а так же выпас скота в частном секторе.

Происходящие изменения способны отразиться, в первую очередь, на численности редких видов ос-блестянок. Ниже приводится список видов хризидид, отнесенных нами к категории редких на Северном Кавказе. Номенклатура таксонов дана по системе А.П.Семенова-Тянь-Шанского [6], W. Linsenmaier [7] и L.S.Kimsey, R.M.Bohart [8].

Сем. Chrysididae
Подсем. Chrysidinae
Триба Elampini
Род *Elampus* Spinola 1806

E. panzeri Fabricius 1804.

Материал: ♀, ♂. Предкавказье: Ставропольский край, Георгиевский р-н, с. Новозаведенное – 18.06.1992.

E. pyrosomus Forster 1854.

¹ Работа выполнена в рамках программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Биоразнообразие и динамика генофондов». Результаты доложены на X Международной научно-практической экологической конференции 15-18 сентября 2008 г. в г. Белгороде.

Материал: ♂. Предкавказье: окр. г. Кисловодска. - 26.06.1989. Луговое разнотравье.

Род ***Omalus*** Panzer 1804

O. biaccinctus Buysson 1891.

Материал: ♀. Предкавказье: Ставропольский край, г. Пятигорск, (гора Машук, Пиркарская скала) – 26.06.1987. Кошение сачком, цветущее разнотравье.

Род ***Pseudomalus*** Ashmead 1902

Ps. auratus Linne 1761.

Материал: ♀. Предкавказье: Ставропольский край, Георгиевский р-н, с. Новозаведенное – 19.08.2003. Собран на сухом древостое.

Род ***Philoctetes*** Abeille 1879

Ph. sareptanus Mocsary 1889.

Материал: ♂. Предкавказье: Ставропольский край, Георгиевский р-н, с. Новозаведенное, берег реки Кумы. – 20.07.2004. На цветущем молокане (*Lactuca tatarica* L.).

Триба *Hedycrini* (Mocsary)

Подтриба ***Hedychridiina*** Semenov 1954

Род ***Hedychridium*** Abeille 1878

H. coriaceum Dahlbom 1854.

Материал: ♂. Предкавказье: Георгиевский р-н, с. Новозаведенное – 15.07.2003. Вид отмечен на сухом древостое.

H. satunini Semenov 1967.

Материал: 1♂. Предкавказье: Ставропольский край, Георгиевский р-н, с. Новозаведенное, берег реки Кумы – 7.08.2004.

Род ***Colpopyga*** Semenov 1954

C. flavipes Eversman 1857.

Материал: 1♂. Предкавказье: Ставропольский край, Георгиевский р-н, с. Новозаведенное – 19.06.2003. На глинистых склонах в пойме реки Кумы.

Род ***Euchrum*** Semenov 1954

E. lampadum Linsenmaier 1959.

Материал: 3♂♂. Предкавказье: Ставропольский край, Георгиевский р-н, с. Новозаведенное, берег реки Кумы – 11.06.2002, 26.06.2006, 20.07.2006. На глинистых откосах.

E. maculiventre Linsenmaier 1959.

Материал: 3♂♂. Предкавказье: Ставропольский край, Георгиевский р-н, с. Новозаведенное, берег реки Кумы – 3.07.2004, 14.07.2004. Встречается на почве.

E. roseum. caputaureum Trautmann 1919.

Материал: 1♂. Предкавказье: Ставропольский край, Георгиевский р-н, ср. течение реки Кумы, с. Новозаведенное – 1.06.2006.

E. sculpturatum Abeille 1877.

Материал: 3♀♀. Предкавказье: Ставропольский край, Георгиевский р-н, с. Новозаведенное, берег реки Кумы – 3.07.1999, 6.08.2005, 11.07.2006. На глинистых откосах

Род ***Zarudnium*** Semenov 1954

Z. aheneum Dahlbom 1854.

Материал: 1♂. Предкавказье: Ставропольский край, Георгиевский р-н, с. Новозаведенное – 10.06.2003. На глинистом склоне оврага.

Подтриба ***Hedychrina*** Semenov 1954

Род ***Hedychrum*** Latreille 1806

H. alexii Semenov 1967.

Материал: 1♀. Предкавказье: Ставропольский край, Георгиевский р-н, с. Новозаведенное – 1.07.2003. На зонтичных (*Daucus carota* L.).

H. kozhantshikovi Semenov 1967.

Материал: 2♂♂. Предкавказье: Ставропольский край, Георгиевский р-н, с. Новозаведенное, берег реки Кумы – 1.08.2003; 31.08.2003. Встречается на глинистых откосах, на цветущем морковнике (*Daucus carota* L.).

H. tobiasi Kilimnik 1993.

Материал: 1♀, 2♂♂. Предкавказье: окр. г. Ставрополя, садовое общество «Авиатор» – 11.08.2001 (Е. Хомченко); Ставропольский край, Георгиевский р-н, с. Новозаведенное – 8.07.2002; с. Обильное - 10.06.2003. Луговое разнотравье. Кошение.

H. virens Dahlbom 1854.

Материал: 2 ♂♂. Предкавказье: Ставропольский край, окр. г. Кисловодска – 4.08.2006. Разнотравье, на синеголовнике *Egungium campestre*.

Триба *Holopygini*

Подтриба *Holopygina* Semenov 1954

Род *Holopyga* Dahlbom 1854

H. aureomaculata Abeille 1879.

Материал: 3 ♂♂. Предкавказье: Ставропольский край, Георгиевский р-н, с. Новозаведенное, берег реки Кумы. – 22.07.2001; 6.06.2002; 5.07.2002. На цветущем морковнике, на борщевике *Heraclium* sp.

H. gloriosa Fabricius 1793.

Материал: ♂, ♀. Предкавказье: Ставропольский край, Георгиевский р-н, с. Новозаведенное – 10.06.2002; Минераловодский р-н.: г. Ессентуки, ст. Подкумок – 2.08.2006. Кошение; встречается на морковнике.

H. ovata Dahlbom 1854.

Материал: ♂. Предкавказье: Ставропольский край, Георгиевский р-н, с. Новозаведенное, берег реки Кумы – 30.07.2002. Кошение, луговое разнотравье, зонтичные.

H. pavlovskii Semenov et Nikolskaja 1954.

Материал: 2 ♂♂. Предкавказье: Ставропольский край, Георгиевский р-н, с. Новозаведенное, берег реки Кумы – 5.07.2002; Георгиевский р-н, с. Обильное – 10.06.2003. На зонтичных.

Триба *Stilbini*

Род *Stilbum* Spinola 1808

Stilbum calens Fabricius 1781.

Материал: ♀. Предкавказье: Ставропольский край, окр. г. Кисловодска – 4.08.2006. Песчаные скалы.

Подсемейство *Chrysidinae*

Триба *Chrysidini*

Род *Chrysis* L.

Ch. bilobata Balthasar 1951.

Материал: 9 ♀, 32 ♂♂. Предкавказье: Ставропольский край, Георгиевский р-н, с. Новозаведенное. Вид отмечен локально, только на сухих деревьях 13.06. – 21.07.2002 – 2004.

Ch. frankenbergeri Balthasar 1953.

Материал: ♀. Предкавказье: Ставропольский край, Георгиевский р-н, с. Новозаведенное, берег реки Кумы – 1.07.1999.

Ch. calimorpha Mocsary 1882.

Материал: 7 ♀, ♂. Предкавказье: Ставропольский край, Георгиевский р-н, с. Новозаведенное, берег реки Кумы – 6.07., 9.07., 10.07., 31.07. 2002; 6.07., 4.08., 8.08. 2003, 28.07.2005

Ch. ramburi Dahlbom 1854.

Материал: ♀, 2 ♂♂. Предкавказье: Ставропольский край, Георгиевский р-н, с. Новозаведенное.

Ch. rutilans mesasiatica Semenov 1912.

Материал: 10 ♀, ♂. Предкавказье: Ставропольский край, Георгиевский р-н, с. Новозаведенное, на сухом дереве – 9.07., 26.07.2002; 10.07.2003; берег реки Кумы – 29.06.2003, 8.07.2002, 31.07.2002, 3.07., 14.07.2004; 8.07.2006, 3.08.2006.

Ch. georgii Semenov 1954.

Материал: ♀. Предкавказье: Ставропольский край, Георгиевский р-н, с. Новозаведенное – 11.07.2003.

Отмеченные виды в районе КМВ встречаются локально и тесно связаны с местами обитания своих хозяев.

Представители рода *Omalus*, *Elampus*, и *Holopyga* чаще всего встречаются на цветущих растениях семейства зонтичных и сложноцветных, а представители рода *Hedychridium*, *Hedychrum*, *Colporuga*, *Euchrum* и *Zarudnium* – на глинисто-песчаных откосах. Виды рода *Chrysis* встречаются на песчаниках, каменистых откосах, выходах известняков и на сухом древостое. *Ch. bilobata* встречается локально и отмечен нами только

на сухом древостое, *Stilbum calens* отмечен в регионе КМВ один раз на песчаных откосах в окрестностях г. Кисловодска.

В результате исследований получены новые данные о редких видах ос-блестянок в районе Кавказских Минеральных Вод и их приуроченности к определенным биотопам, что связано, как нам представляется, с местообитанием их хозяев. Сокращение мест обитания одиночных пчелиных, роющих ос и ос эвменид в районе гор-лакколитов и Боргустанского хребта может отрицательно повлиять на численность ос блестянок, особенно на редко встречающиеся виды.

Список литературы

1. Radoszkovsky O. Les Chrysidides et Sphegides du Caucase // Тр. Русск. энтомол. общ. СПб. – 1880. – Т. XIV. – С. 140-147.
2. Званцов А.Б. Осы-блестянки (Hymenoptera, Chrysididae) горных районов Северной Осетии // Бюлл. Моск. общества испытателей природы, отд. биол. – 1987. – Т. 92, вып.2. – С. 62-66.
3. Винокуров Н.Б. Осы-хризидиды (Hymenoptera, Chrysididae) особо охраняемого эколого-курортного региона Кавказских Минеральных Вод // Актуальные проблемы сохранения устойчивости живых систем. Материалы VIII Междунар. научн. эколог. конф. – Белгород, 2004. – С. 33-34.
4. Винокуров Н.Б. Фауна ос-блестянок (Hymenoptera, Chrysididae) горных и предгорных ландшафтов Центрального Кавказа и Предкавказья // Симпозиум стран СНГ по перепончатокрылым насекомым. Тез. докл. – М.: МГУ, 2006. – С. 21.
5. Винокуров Н.Б. Горы-лакколиты и меловые хребты Кавказских Минеральных Вод как рефугиумы в формировании фауны ос-блестянок (Hymenoptera, Chrysididae) предгорий Центрального Кавказа. Материалы международной конференции «Горные экосистемы и их компоненты». – Нальчик, 2007. – Ч. 1. – С. 138-142.
6. Семенов-Тянь-Шанский А.П. Система трибы Hedychrini Мocs. (Hymenoptera, Chrysididae) и описание новых видов // Тр. Зоол. Ин-та АН СССР. – Л.: Наука, 1954. – Т. XV. – С. 138-145.
7. Linsenmaier W. Revision der Familie Chrysididae // Mitt. Schweiz. Entomol. Ges. – Lausanne, 1959. – Bd. 32. – 232 s.
8. Kimsey L. S., Bohart R.M. The Chrysidid Wasps of the World. – Oxford-Toronto, 1990. – 652 p.

RARE SPECIES OF CHRYSIDID WASPS (HYMENOPTERA, CHRYSIDIDAE) FROM CAUCASIAN MINERAL WATERS AREA AND FEATURES OF THEIR ECOLOGY

N.B. Vinokurov

*Institute of Ecology of Mountain Territories KBSC the RAS
I. Armand's street, 37A, Nalchik, 360000, Russia*

*e-mail:
niko-vinokurov@yandex.ru*

Ruby-tailed wasps (Hymenoptera, Chrysididae) are reserved and closely bound with their hosts - the solitary bees (Apoidea), digger wasps (Sphecidae) and solitary wasps (Eumenidae), which nest in soil, in dead wood, in hollow stalks of plants, on stones, and also on stone and wooden constructions. Biology and ecology of many species of ruby-tailed wasps are studied insufficiently. Under the conditions of an anthropogenic press rare and small species of insects demand special attention.

The work is devoted to a study of ecology of rare species of ruby-tailed wasps and revealing of reasons of a reduction of localities of their hosts: wild bees - active pollinizers of plants and Sphecidae and Eumenidae wasps - entomophages of many harmful insects.

Keywords: ruby-tailed wasps, ecology, rare species, biotopic allocation, an anthropogene.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАСЕКОМЫХ В КОРМЛЕНИИ ФОРЕЛИ РАДУЖНОЙ *SALMO GAIRDNERI IRIDESGIBBONS (KICH.)*

**А.С. Тертышный,
А.А. Тарасенко**

Харьковская
государственная
зооветеринарная академия
Украина, 62341,
Харьковская обл.,
Дергачевский район,
пос. Малая Даниловна,
ул. Академическая

e-mail: atertyshny@mail.ru

При кормлении форели радужной использовали ультрафиолетовый свет. На него в массе летели насекомые: среди двукрылых – Chironomidae, Ephydriidae, Tipulidae, Muscidae; среди чешуекрылых – Tortricidae, Lithocolletidae, Hyponomeutidae, Notodontidae, Geometridae, Lasiocampidae, Noctuidae, Arctiidae, Lithosiidae; среди жуков – Haliplidae, Dytiscidae, Hydrophilidae, Chrysomelidae, Girinidae; среди клопов преобладали водные формы Corixidae. В большом количестве наблюдались также представители семейства ручейников.

Ключевые слова: форель радужная, ультрафиолетовый свет, кормление, насекомые.

Введение

В современном холодноводном рыболовном хозяйстве доминирует форель. Форелеводство – одно из перспективных направлений рыболовства, которое дает возможность получать продукцию высоких вкусовых и диетических качеств. Объектами разведения является форель радужная *Salmo gairdneri irides* Gibbons (Kich.), стальноголовый лосось *S. gairdneri* Rich, и ручьевая форель *S. t. trutta m. fario* L. [1]. Согласно отдельным авторам современной классификацией (названием) радужной форели является *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum 1792) [2, 3, 4].

Основным объектом форелеводства в нашей стране является радужная форель [1]. Мясо форели вкусное и питательное, содержит, в частности, 18, 29 г/100 г белка (один из наиболее высоких показателей среди рыб), набор аминокислот (глутаминовая, аспартаговая, аргинин, лизин и др.) [5], рН тела составляет 7.59 [6].

Этот вид легко приспосабливается к условиям окружающей среды. Может выдерживать температуру воды от близкой к нулю до 27 С, однако желаемой является 15-18°С. При концентрации кислорода 9-11 мг/л радужная форель активно осваивает природную кормовую базу и быстро растет благодаря хорошей усвояемости кормов [1].

В основе природного кормления форели находятся различные бентосные организмы, которые, в первую очередь, относятся к классу насекомых Insecta: личинки поденок Ephemeroptera, веснянок Plecoptera, ручейников Trichoptera, двукрылых Diptera. Реже встречаются личинки жуков Coleoptera и клопов Hemiptera [7, 8].

Современный опыт свидетельствует, что основная часть затрат в условиях производства продукции рыболовства, в том числе и форелеводства, приходится на корма, что делает необходимой оптимизацию кормления рыб [25].

В условиях восточной части Украины радужную форель только начинают выращивать. Природные условия для ее выращивания практически отсутствуют. Поэтому нахождение места для ее оптимального выращивания, а также использование при кормлении преимущественно природных кормов, в частности насекомых, является актуальным.

Целью работы было изучение способов кормления радужной форели природными кормами, в частности насекомыми, а также усовершенствование этих способов, исходя из условий хозяйства.

Состояние изученности вопроса. Для кормления форели необходимы продукты животного происхождения: мясо, рыба, насекомые и др. Среди кормов животного происхождения в хозяйствах в основном используют боенские отходы, рыбную, мясокостную и кровяную муку, куколок тутового шелкопряда, свежую и свежемороженую рыбу. Для личинок форели используют живой зоопланктон, яичный желток, ткань селезенки. Для кормления мальков смесь приготавливают из компонентов: ткань селезенки, мясокостная мука, жир [10, 11]. В форелевых хозяйствах используют сухие корма в виде гранул.

Они способны дальше сохраняться, их можно более точно дозировать, использовать механизацию [1].

В состав кормов животного происхождения входят также и насекомые. Достаточно широкое применение имели куколки шелковичного шелкопряда. Их применяли и как отдельный вид корма, и в смеси с другими кормовыми компонентами. Куколки шелкопряда содержат много протеина (50-60%), оптимально сбалансированы по аминокислотам. Они считаются высокоэнергетическим кормом (кормовой коэффициент составляет 1.5-2). В то же время куколки шелкопряда содержат много жиров (до 22%), потому такой корм необходимо скармливать в свежем виде, не допуская его хранения.

Достаточно желанным кормом являются личинки комаров семейства Chironomidae. Как объект культивирования используется достаточно распространенный вид *Chironomus dorsalis*, личинки которого имеют более короткий цикл развития в сравнении с другими представителями семейства [1].

Отдельно следует отметить ночной лов насекомых на свет – старый, ранее широко используемый у энтомологов способ сбора насекомых. Как источник света, который привлекает насекомых, по мере развития техники использовались свечи, керосиновые лампы, ацетиленовые фонари и, наконец, электрические лампы накаливания. При этом было отмечено, что наиболее сильно привлекают ночных насекомых ртутные (кварцевые) лампы [12]. Будучи привлечены светом, насекомые концентрируются на небольшой площади, где их могут быстро поедать различные животные, в том числе и рыбы [13].

Привлечение насекомых на свет таких ламп объясняется их ультрафиолетовым излучением, к которому чувствительны сложные (фасеточные) глаза насекомых. Высокое привлекающее действие ультрафиолетового излучения зависит также от способности глаз насекомых флюоресцировать под действием такого излучения [14]. Возможность улучшения кормовых умов в рыбоводных хозяйствах путем искусственного освещения изучали ряд исследователей. Было выявлено, что свет электроламп привлекает представителей наземной и водной энтомофауны [7, 15, 16, 17].

Методы исследований

Изучение способов кормления форели радужной проводили в лабораторных условиях на кафедре прикладной биологии и водных биоресурсов Харьковской государственной зооветеринарной академии (ХГЗВА), а также в производственных условиях в базовом хозяйстве академии. Для содержания форели в лабораторных условиях использовали аквариумы объемом 460 л. За термическим режимом наблюдали с помощью водных термометров из шкалой, что была градуирована на 0.2°C. Аэрацию осуществляли компрессорами с биологическими фильтрами типа "Atman", химический анализ воды проводили с помощью портативной гидрохимической лаборатории «Tetratest».

При решении поставленных задач были использованы методические разработки, которые приведены в специальной литературе [7, 9, 11, 18, 20, 21, 22]. В отдельных случаях были применены наши собственные методы исследований. Так, в частности, при изучении бентоса использовали специальный щуп, на который получен патент [23]. Учеты насекомых проводили с помощью энтомологического кошения, использовали также ловушку Мальоза [24]. Видовой состав насекомых определяли в Харьковской лаборатории экологии насекомых (к. б. н. Леженина И.П.), а также самостоятельно с использованием определителей [25].

Математическая обработка результатов исследований проведена с помощью дисперсионного анализа согласно методике В.С. Горя и Б.А. Доспехова, с использованием ПК (программа «Агостат») [26, 27].

Результаты исследований

Уточнение видового состава насекомых, которые летели на свет, проводили возле водоемов, в условиях научно-учебного центра ХГЗВА, а также базового хозяйства. Общие сведения про насекомых, которые летели на свет и которые могут служить кормом для радужной форели, приведены в таблице 1. Учеты проводили в 2004-2007 годах. Исходя из результатов учетов, можно сказать, что в непосредственной близости от водоемов находятся насекомые как минимум 49 семейств. Представителей ряда семейств, которые являются одними из основных элементов питания форели, являются массовыми.

Таблица 1

Лет насекомых на ультрафиолетовое излучение.

№ п.п.	Отряд и семейство насекомых	Степень лета
Dermaptera		
1	Forficulidae	слабо
Mantodea		
2	Mantidae	единично
Orthoptera		
3	Gryllotalpidae	единично
Blattodea		
4	Blattidae	слабо
Homoptera		
5	Aphididae	слабо
Heteroptera		
6	Corixidae	массово
7	Miridae	умеренно
8	Pentatomidae	умеренно
Coleoptera		
9	Carabidae	умеренно
10	Haliplidae	массово
11	Dytiscidae	массово
12	Scarabaeidae	умеренно
13	Staphylinidae	умеренно
14	Coccinellidae	умеренно
15	Cerambycidae	умеренно
16	Chrysomelidae	массово
17	Curculionidae	умеренно
18	Tenebrionidae	умеренно
19	Hydrophilidae	массово
20	Elateridae	умеренно
21	Dermestidae	умеренно
22	Girinidae	массово

Neuroptera		
23	Chrysopidae	умеренно
Hymenoptera		
24	Ichneumonidae	умеренно
25	Braconidae	умеренно
26	Chalcidae	умеренно
Lepidoptera		
27	Psychidae	умеренно
28	Cossidae	единично
29	Tortricidae	массово
30	Lithocolletidae	массово
31	Hyponomeutidae	массово
32	Gelechiidae	умеренно
33	Notodontidae	массово
34	Geometridae	массово
35	Lasiocampidae	массово
36	Liparidae	умеренно
37	Noctuidae	массово
38	Arctiidae	массово
39	Lithosiidae	массово
Tricoptera		
40	Hydroptilidae	массово
Diptera		
41	Tipulidae	массово
42	Culicidae	умеренно
43	Chironomidae	массово
44	Heleidae	умеренно
45	Semuliidae	единично
46	Bombiliidae	умеренно
47	Ephyridae	массово
48	Drosophilidae	умеренно
49	Muscidae	массово

Было также установлено, что в условиях хорошей видимости, когда отсутствовал туман, пыль, а также густая древесная растительность, ряд видов прилетает к лампам с расстояния около 450 м. Это, в частности, касается жуков-плавунцов *Macroditis*.

Численность насекомых, которая концентрируется возле источника ультрафиолетового освещения, в значительной степени определяется характером погоды. Ясная ветреная и холодная погода отрицательно сказывается на прилете насекомых. Массовый прилет наблюдается в тихие, теплые ночи, особенно перед грозовыми вождями. В теплую погоду, но при сильном ветре, вокруг ламп кружились только быстро летающие насекомые (совки и др.). При понижении температуры насекомые на свет летят плохо, или совсем не летят.

Следует также отметить, что среди насекомых, которые летят на ультрафиолетовое освещение, доминируют те, имаго которых ведут сумеречный или ночной образ жизни, а также те, которые связаны с водными биотопами. Представители водной фауны, а также прибрежных биотопов прилетают в очень большом количестве. Chironomidae, например, составляют значительную массу насекомых, которые кружатся возле ультрафиолетовых ламп. Некоторые из насекомых, которые летят на свет, появляются в массе возле источников освещения только в определенные часы. Так, мухи Ephyridae летают с наступлением сумерек и лет их продолжается 1.5-2 часа. Потом, около 22.00 час. появляются в массе хирономиды, мелкие жужелицы и другие насекомые.

Кормление форели было дифференцировано. Личинок кормили комбикормом Aller № 0; мальков – комбикормом Aller № 1, сухим циклопом и сухой дафнией; взрослых особей – комбикормом Aller № 4 и насекомыми. Насекомых привлекали стандартными

светоловушками, а также светоловушкой собственной конструкции. Результаты кормления показаны в табл. 2.

Таблица 2
Средняя масса форели радужной в зависимости от способа кормления, г.

Вариант кормления	Личинки	Мальки	Взрослые
Alleg № 0	0.048		
Циклоп сушеный		5.5	
Дафния сушеная		5.5	
Alleg № 4		5.4	540
Насекомые			525
НСР ₀₅		Разница несущественна	0.10

Таким образом можно сделать вывод о целесообразности использования насекомых в кормлении форели радужной.

Выводы

1. На ультрафиолетовое освещение, которое использовали при кормлении форели радужной, в массе летят насекомые: среди двукрылых – Chironomidae, Ephydriidae, Tipulidae, Muscidae; среди чешуекрылых – Tortricidae, Lithocolletidae, Hyponomeutidae, Notodontidae, Geometridae, Lasiocampidae, Noctuidae, Arctiidae, Lithosiidae; среди жуков – Haliplidae, Dytiscidae, Hydrophilidae, Chrysomelidae, Girinidae. Среди клопов массово летят только водные формы Corixidae. В большом количестве наблюдаются также представители семейства ручейников.

2. Насекомых можно успешно использовать при кормлении форели радужной, что по эффективности не уступает комбикормам.

Список литературы

1. Шерман И.М., Рилов В.Г. Технология виробництва продукції рибництва. - Київ: Вища освіта, 2005. – С. 233-240.
2. Дорофеева Е.А. Лососевые рыбы Евразии – современные представления о классификации и филогении // Материалы докл. 1 конгресса ихтиологов России. – Астрахань, 1997. – С. 168.
3. Осипов А.Г. Лососевые рыбы *Salmo*, *Parasalmo* и *Oncorhynchus*: генетическая дивергенция, филогения и классификация // Вопросы ихтиологии. – 1999. – Т. 39, № 5. – С. 595-611.
4. Мрук А.І. Філогенія та біологія райдужної форелі / Організація селекційно-плеємінної роботи в рибництві / За ред. Гринжєвського М.В. і Шермана І.М. – Київ, 2006. – С. 186-219.
5. Mai J. et al. Protein and amino composition of select freshwater fish. // J. Agr. Food Chem. – 1980. – № 28 (4). – P. 884-885.
6. Meade T., Perrone S. Selective haematological parameters in steelhead trout, *Salmo gairdneri* Richardson. // J. Fish Biol. – 1980. – № 17 (1). – P. 9-12.
7. Мартышев Ф.Г. Краткий курс прудового рыбоводства. – Москва: Высшая школа, 1964. – 334 с.
8. Алтухов Е.А., Булатович М.А. Материалы к изучению экологии форелей некоторых рек Прикарпатья. // Вестник зоологии. – 1968. – № 5, – С. 10-14.
9. Наукове обґрунтування раціональної годівлі риб: Довідково-навч. посібник / І.М. Шерман, М.В. Гринжєвський, Ю.О. Желтов та ін. – Київ: Вища освіта, 2002. – 127 с.
10. Pieper A., Pfeffer E. Studies on the comparative efficiency of utilization of gross energy from some carbohydrates, protein and fats by rainbow trout (*Salmo gairdneri* R.) // Aquaculture. – 1980. – № 20 (4). – P. 323-333.
11. Сабодаш В.М. Рыбоводство. – Москва: ООО «Издательство АСТ», 2004. – 304 с.
12. Frost S.W. Response of Insects to black and white light // J. Econ. Entomol. – 1954. – Vol. 47, № 2. – P. 12-15.
13. Minnion W.E. Whiter M.V. *Salmo gairdneri* // Entomol. Rec. a. J. Variation. – 1953. – Vol. 65, № 2. – P. 22-25.
14. Мазохин-Поршняков Г.А. Ночной лов насекомых на свет ртутной лампы и перспективы использования его в прикладной энтомологии // Зоол. журн. – 1956. – Т. 35, вып. 2. – С. 238-244.
15. Алексеев Н.К. Увеличение кормовой базы рыб привлечением насекомых к прудам. – Москва: Сельхозгиз, 1962. – С. 117-122.
16. Михеев В.П. Кормление рыб с помощью света // Рыбоводство и рыболовство. – 1960 – № 3. – С. 22-23.
17. Гордеева Л.Н., Дмитренко Ю.С., Заболоцкий А.А. Опыт привлечения водных кормовых организмов на электросвет // Гидробиологический журнал. – 1969. – № 3. – С. 65-67.
18. Константинов А.С. О количественном учете хирономид в пище рыб // Тр. Саратовского отделения ВНИОРХ. – 1956. – Т.4. – С. 10-12.



19. Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. – М.: Наука, 1974. – 251 с.
20. Привезенцев Ю.А. Практикум по прудовому рыбоводству. – М.: Высшая школа, 1982. – С. 46-66.
21. Годівля рыб: Підручник / І.М. Шерман, М.В. Гринжевський, Ю.О. Желтов та ін. / За ред. І.М. Шермана. – Київ: Вища освіта, 2001. – 269 с.
22. Товстик В.Ф. Рыбництво: Навчальний посібник. – Харків: Еспада, 2004. – 272 с.
23. Патент України на корисну модель 32459. Щуп для відбирання бентосу. Тертишний О.С., Тарасенко С.О., Тарасенко О.О., Жуков С.В. № и 2008 01804. Заявл. 11.02.2008; Опубл. 12.05.2008. Бюл. № 9.
24. Тертышный А.С., Леженина И.П., Житенева И.А., Тарасенко А.А. Использование ловушки Мальоза для изучения двукрылых (Diptera) пастбищ. // Проблемы и перспективы общей энтомологии. Тез. докл. XIII съезда РЭО. – Краснодар, 2007. – С.360-361.
25. Определитель насекомых Европейской части СССР. Под ред. С.П. Тарбинского и Н.Н. Павлицыкова. – М.; Л. :Огиз-«Сельхозгиз», 1948. – 1128 с.
26. Горя В.С. Алгоритмы математической обработки результатов исследований. – Кишинев: Штиинца, 1978. – С. 3-35.
27. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.:Агропромиздат, 1985. – 351 с.

USE OF INSECTS IN A FEEDING OF A TROUT IRIDESCENT *SALMO GAIRDNERI IRIDESGIBBONS (KICH.)*

**A.S. Tertyshniy,
A.A. Tarasenko**

Kharkiv State
Zooveterinary Academy
Academicheskaja Str.,
Malaja Danilovka Settl.,
Dergachovskiy Distr.,
Kharkiv Reg. 62341, Ukraine
e-mail: atertyshny@mail.ru

At a feeding of a *Salmo gairdneri irides* ultra-violet light has been used. A lot of insects flied to it: among Diptera – Chironomidae, Ephydriidae, Tipulidae, Muscidae; among Lepidoptera – Tortricidae, Lithocolletidae, Hyponomeutidae, Notodontidae, Geometridae, Lasiocampidae, Noctuidae, Arctiidae, Lithosiidae; among the beetles – Haliplidae, Dytiscidae, Hydrophilidae, Chrysomelidae, Girinidae; among Hemiptera the water forms Corixidae prevailed. Large number of the Trichoptera was also observed.

Key words: a trout iridescent, ultra-violet light, feeding, insects.

ИЗМЕНЕНИЕ РАЗМЕРОВ ЭРИТРОЦИТОВ ТРЕХЛЕТНИХ КАРПОВ В ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД ПОД ВЛИЯНИЕМ АЭРОМОНАД

**Ю.Л. Волынкин,
И.В. Орлова**

*Белгородский
государственный
университет*

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

e-mail: Volynkin@bsu.edu.ru

Весной у карпа появляются слабо выраженные клинические признаки аэромоноза, останавливается рост, происходят существенные нарушения в составе красной и белой крови, а с помощью лечебного кормления названные показатели возвращаются к норме. В работе дополнительно у тех же рыб изучили длину, ширину, их соотношение и площадь поверхности зрелого эритроцита. Выявлено увеличение длины эритроцита и размеров его ядра под влиянием аэромонад и возвращение цитометрических показателей к норме при снятии негативного воздействия. Эти данные согласуются с динамикой уже изученных морфофизиологических показателей.

Ключевые слова: карп, аэромоноз, цитометрия, эритроциты, профилактика

Введение

В рыбхозах Белгородской области весной иногда отмечается заболевание карпов аэромонозом [1]. Заболевание может протекать подостро, в асцитно-язвенной форме [2]. С течением времени у карпа в определенной степени выработался иммунитет, и гибель рыбы в прудах отмечается сравнительно редко. Тем не менее, в мае происходит активизация жизнедеятельности аэромонад и рыбы испытывают их негативное влияние, которое выражается в остановке линейного роста и в ряде морфофизиологических отклонений. Со стороны красной крови наблюдается нарушение структуры ядра эритроцита – кольцевое расположение хроматиновых нитей по периферии ядра с просветлением его центральной части [3]. Цель настоящей работы состоит в выяснении, каким образом влияет бактериемия с развитием признаков скрытой стадии аэромоноза [4] на цитометрические показатели зрелых эритроцитов трехлетних карпов в период весеннего повышения температуры до 18–20 °.

Материал и методы

Материалом послужили мазки периферической крови, полученные весной 2003 года от трехлетних карпов из нагульного пруда ЗАО рыбхоз «Ураевский» площадью 200 га (табл.):

Группа рыб	1	2	3
Степень проявления симптомов болезни	Условная норма	Больная	После лечения
Температура воды, °С	18.5	21.5	21.0
Суточная доза корма, тонн	0.3	2.6	5.5
Количество изученных рыб, шт.	10	10	10

К кормлению карпа приступили с 12 мая, быстро наращивая уровень кормления.

Как правило, в мае при повышении температуры воды до 14–16°, проводят семидневное лечебно-профилактическое кормление лечебным кормом по методике [5]. В данном случае по техническим причинам произошла задержка.

Первая группа рыб была изучена в 19 мая при температуре воды 18,5°, оптимальной для жизнедеятельности аэромонад. При обследовании у 70 % карпов встречены первые признаки скрытой стадии развития аэромоноза – слабая гиперемия сосудов хвостового плавника.

Вторая группа рыб, тестируемая 29 мая, в течение двух недель испытывала негативное воздействие аэромонад. При этом значительно усилилась гиперемия сосудов плавников, а также утолщение кровеносных сосудов поверхности тела карпов, произошла остановка линейного и весового роста рыб, выявились морфофизиологические сдвиги. С 31 мая по 5 июня провели кормление рыб лечебным комбикормом ЛГК [6]. Всего было

скормлено 20,3 тонн этого корма.

Третья группа рыб исследована 9 июня. У них отмечали слабую (остаточную) гиперемия сосудов хвостового плавника, у большинства карпов гиперемия сосудов, находящихся на поверхности тела, исчезла.

На мазках периферической крови изученных рыб, окрашенных по Д. Л. Романовскому [7] определяли размеры зрелых отдельно лежащих эритроцитов с помощью окулярмикрометра. Учитывали такие параметры эритроцитов как: длина и ширина клетки, длина и ширина ядра, а также площадь поверхности и индекс вытянутости – как отношение ширины к длине клетки [8].

Результаты исследования и их обсуждение

У карпов первой группы при появлении слабо выраженных признаков аэромоноза у рыб патологических отклонений морфофизиологических показателей и состава крови не было зафиксировано. Средняя длина эритроцита карпа составляет 12.1 ± 0.1 мкм, ширина 8.1 ± 0.2 мкм, площадь поверхности достигает 154.1 ± 3.9 мкм², индекс вытянутости равен 0.67 ± 0.00 ; длина и ширина ядра клетки составляют соответственно 5.9 ± 0.1 и 4.2 ± 0.1 мкм (рис.).

У рыб второй группы, изученных после двухнедельного воздействия токсинов бактерий на кровь, кроме остановки роста и усиления рисунка кровеносных сосудов у рыб происходят морфофизиологические изменения: снижаются упитанность и индекс печени, увеличивается индекс селезенки, концентрация гемоглобина и содержание полихроматофильных эритроцитов. Наблюдается редкое патологическое изменение структуры ядра эритроцита: просветление ядра с кольцевым расположением хроматина в области ядерной оболочки. Такая патология встречена у толстолобика при токсическом воздействии [9] и у зимующих годовиков карпа при развитии заболевания псевдомонозом [10]. Среди цитометрических показателей рыб второй группы достоверно до 12.8 ± 0.2 мкм увеличивается длина клетки с достоверным уменьшением дисперсии, ширина ее не изменяется, достоверно увеличивается площадь поверхности клетки до 160.6 ± 4.1 мкм². Индекс вытянутости достоверно уменьшается 0.63 ± 0.00 , то есть клетка вытягивается за счет увеличения длины. Величина дисперсии показателей ширина эритроцита и индекс вытянутости достоверно понижается. Вышеназванное патологическое изменение структуры ядра сочетается с достоверным увеличением его длины 8.0 ± 0.1 мкм и ширины до 6.5 ± 0.1 мкм.

У рыб третьей группы, изученных после проведения курса кормления ЛКГ признаки аэромоноза у рыб почти исчезают, происходит увеличение упитанности, индекса печени и содержания полостного жира (последнее недостоверно), понижается концентрация гемоглобина, наблюдается тенденция к увеличению содержания в крови полихроматофильных эритроцитов, а также постепенно накапливаются зрелые эритроциты с нормальной ядерной структурой. Одновременно, происходят изменения цитометрических показателей эритроцитов: недостоверно увеличивается длина эритроцита до 13.3 ± 0.2 мкм, достоверно увеличиваются ширина эритроцита 8.7 ± 0.1 мкм, площадь его поверхности до 182.5 ± 5.2 мкм², достоверно возрастает индекс вытянутости до 0.66 ± 0.00 – клетка округляется. Длина 6.1 ± 0.1 мкм и ширина 4.2 ± 0.1 мкм ядра эритроцита достоверно уменьшаются до нормы (достоверные отличия этих параметров в сравнении с размерами ядра эритроцита первой выборки отсутствуют).

При сравнении цитометрических данных эритроцитов рыб первой группы (норма) и третьей группы (после лечебного кормления), площадь поверхности эритроцита достоверно возрастает за счет увеличения длины и ширины клетки, так как индекс вытянутости не изменяется достоверно. Эти данные, а также возвращение размеров ядра клетки к норме (поскольку в сравниваемых группах нет достоверных отличий данных показателей), свидетельствуют о снятии негативного воздействия токсинов аэромонад на рыб после курса лечебного кормления. В июне отмечается достоверное увеличение дисперсии длины клетки, то есть в крови присутствуют эритроциты разных размерных групп.

Работы по динамике размеров эритроцитов у карпа немногочисленны. Это объясняется определенной трудоемкостью получения и обработки статистических данных без современной техники. Длина эритроцитов сеголетков карпа в норме составляет 11.4 ± 0.1 мкм [11], по другим данным она варьирует от 9,5 до 10,0 мкм, а кривая их распределения

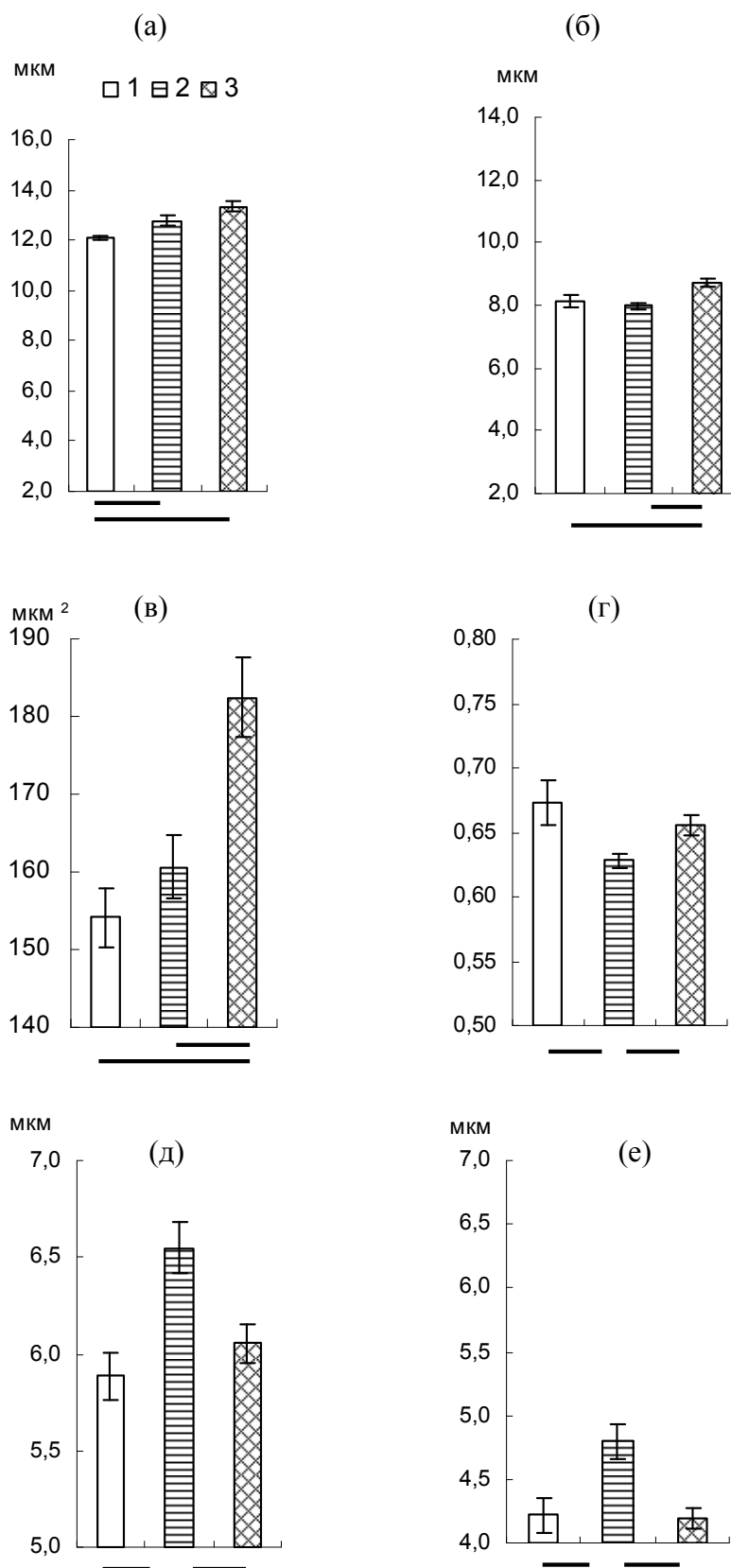


Рис. Цитометрические параметры эритроцитов трехлетков карпа в норме (1), у больных рыб (2) и после лечения (3) (пруд Нагульный ЗАО рыбхоз Ураевский, 2003 г.): а – длина, б – ширина, в – площадь поверхности, г – индекс вытянутости эритроцита; д – длина ядра эритроцита, е – ширина ядра эритроцита. Линии под осью абсцисс обозначают достоверность различий средних значений при $p < 0,05$



должна быть симметрична, хотя часто у одной рыбы встречаются эритроциты разных размеров [12]. Для выяснения закономерностей динамики цитометрических параметров эритроцитов рыб в норме и при патологии необходимо проведение обширных исследований по влиянию на эти параметры различных экологических факторов.

Выводы

1. Весной у трехлетних карпов не имеющих выраженных признаков аэромоноза длина и ширина эритроцита составляют 12.1 ± 0.1 мкм и 8.1 ± 0.2 мкм, площадь поверхности – 154.1 ± 3.9 мкм², а индекс вытянутости – 0.67 ± 0.00 .

2. Воздействие токсинов аэромонад на карпа сопровождается увеличением длины эритроцита при статистически неизменной ширине и площади его поверхности. Эритроцит при этом вытягивается, а длина и ширина ядра его увеличиваются. При снятии негативного действия аэромонад путем лечебного кормления размеры эритроцита достоверно увеличиваются, а форма клетки, размеры ее ядра нормализуются.

3. Своевременная профилактика возникновения аэромоноза лечебным комбикормом ЛГК должна стать необходимым элементом биотехники рыбоводства при трехлетнем обороте.

4. Цитометрические параметры эритроцитов карпа, наравне с другими морфофизиологическими показателями могут служить для тонкой оценки степени влияния экологических факторов на рыб.

Список литературы

1. Волынкин Ю.Л., Ноздрин С.П., Евсюкова Т.Ф., Борисов А.Г., Грохотов С.В., Шимко В.В. Краснуха в рыбхозах Белгородской области // Рыбное хозяйство. – 1991. – № 9. – С. 41-43.
2. Инструкция по борьбе с аэромонозом карповых рыб / Департамент ветеринарии МСХ И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РФ 7 августа 1998 // Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб. – М., 1998. – Ч. 1, – С. 142-149.
3. Волынкин Ю.Л., Шевцов С.Е., Волкова М.С. Морфофизиологические и гематологические изменения у трехлетних карпов в начале рыбоводного сезона // Современные проблемы экологии и экологического образования : Межвузовский сб. науч. тр. – Елец: ЕГУ им. А.И. Бунина, 2006. – Вып. 2. – С. 30-41.
4. Волынкин Ю.Л. О стадиях развития аэромоноза карпа // Рыбное хозяйство. – 2005. – № 2. – С. 87-88.
5. Волынкин Ю.Л. Временное наставление по применению фурацилина при аэромонозе карпов. – Утв. ГУВ с Государственной ветеринарной инспекцией Государственная комиссия СМ СССР по продовольствию и закупкам. – № 044 – 3 от 03.04.1990. – 2 с. Без издания.
6. Волынкин Ю.Л. Временное наставление по применению гранулированного комбикорма ЛГК против аэромоноза и псевдомоноза рыб. – Ветеринарный отдел с Госветинспекцией управления сельского хозяйства администрации Белгородской области. – №2 7 от 28 января 2002 г. – 3 с. Без издания.
7. Методические указания по проведению гематологического обследования рыб / Утв. 1 февраля 1999 г. Министерством сельского хозяйства и природопользования Российской Федерации // Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб. – М., 1999. – Ч. 2. – С. 69-97.
8. Волынкин Ю.Л., Аминева В.А. Динамика показателей красной крови годовиков карпа в период зимовки // Вопросы экологической физиологии рыб, ихтиопатологии. – Калининград, 1990. – С. 63-83.
9. Житенева Л.Д., Полтавцева Т.Г., Рудницкая О.А. Атлас нормальных и патологически измененных клеток крови рыб. – Ростов-на-Дону: Ростовское книжное из-во, 1989. – 110 с.
10. Волынкин Ю.Л. Морфофизиологическая характеристика годовиков карпа при псевдомонозе // Экологическая физиология и биохимия рыб в аспекте продуктивности водоемов: Труды ВНИРО / Под ред. д-ра биол. наук Е.В. Микодиной. – М.: Изд-во ВНИРО, 2002. – Т. 141. – С. 196-202.
11. Головина Н.А., Тромбицкий И.Д. Гематология прудовых рыб. – Кишинев: Штиинца, 1989. – 156 с.
12. Ляхнович В.П., Леоненко Е.П. Возрастные изменения некоторых характеристик крови белого толстолобика *Hypophthalmichthys molitrix*, белого амура *Ctenopharyngodon idella* и карпа *Cyprinus carpio* // Вопросы ихтиологии. – 1971. – Т. 11, вып. 5. – С. 860-867.

CHANGE OF SIZE OF ERYTHROCYTES OF THREE-YEAR CARPS DURING SPRING PERIOD UNDER THE INFLUENCE OF AEROMONADES

**Yu.L. Volynkin,
I.V. Orlova**

Belgorod State University

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

e-mail: Volynkin@bsu.edu.ru

In spring carp has poorly expressed clinical signs of a bacterial infection (the activator is sort *Aeromonas*): growth stops, there are essential abnormalities of red and white blood, and by means of medical feeding named indicators come back to norm. In the work length, width, their relation and surface area of mature erythrocyte were studied for the same fishes. The increase in length of erythrocyte and the sizes of its kernel under the influence of bacteria and returning of cytometric indicators to norm is revealed at removal of negative influence. These data are correlated with dynamics of already studied physiological indicators.

Key words: carp, bacterial infection, *Aeromonas*, measurement, erythrocytes, preventive maintenance.

ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОТНОШЕНИЙ ЧЕЛОВЕКА И ДИКИХ КОПЫТНЫХ В ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ ИХ АРЕАЛОВ

В.В. Червонный

*Белгородский
государственный
университет*

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

На основе обработки более 5000 троплений суточного хода копытных, проведенных работниками охотничьего хозяйства на территории Европейской России, рассмотрена роль антропогенных элементов ландшафта в жизни популяции животных. Для каждого из этих элементов рассчитан индекс встречаемости их во время тропления копытных. По результатам анализа было выявлено избирательное отношение разных видов копытных к отдельным антропогенным элементам ландшафта. Кроме того, обработаны ведомственные материалы, которые позволили выявить отрицательную и положительную роль антропогенных факторов в жизни популяции диких копытных, а так же сведения, собранные автором.

Ключевые слова: человек, дикие копытные.

Введение

Антропогенные факторы по времени своего возникновения в биосфере значительно уступают естественным факторам. Тем не менее, они, как фактор отбора, давно оказывают глубокое влияние на живую природу и среду ее обитания. Этот процесс начался несколько миллионов лет тому назад, то есть с первых этапов эволюционного становления человека. Первоначально человек воздействовал непосредственно на животных, так как охота на крупных млекопитающих, в основном копытных, была едва ли не единственным источником существования людей десятки тысяч лет.

На протяжении антропогена на территории бывшего СССР на глазах у многих поколений людей обитало 90 видов копытных. Большинство этих видов достигло расцвета, а затем последующего угасания [1]. Древние люди были весьма умелыми охотниками, что и стало главной причиной «вымирания» крупных зверей [2]. Не случайно этот ранний период истребления животных человеком получил название плейстоценового перепромысла [3].

Процесс истребления животных резко активизировался во второй половине второго тысячелетия н.э., особенно в последние века. В XVIII в. началось сокращение ареала и численности копытных на большей части территории Европейской России [4]. В лесной зоне первостепенную роль играло неумеренное преследование копытных, и, в первую очередь лосей. Помимо обычной охоты, в начале XVIII в. велись усиленные заготовки лосиных шкур в связи с введением Петром I в 1720 г. новой формы в драгунских полках, которая шилась из шкуры лосей. Для этого, в Ногинске была учреждена специальная «казенная лосиная фабрика», которая ежегодно поставляла армии более 10 тыс. пар штанов и 5 тыс. камзолов. В 1720 г. вся русская кавалерия (40 тыс. человек) была обмундирована в лосины. Кроме того, тысячи лосих шкур ежегодно вывозились для экипировки западноевропейских армий [5].

В XIX в. исчезло 33 вида млекопитающих, то есть столько, сколько за весь предшествующий исторический период, а потери за первую половину XX в. были еще большими – около 40 видов, из них под воздействием человека исчезло 75 % [6]. Наибольший пресс на копытных всегда возникал во время социальных катаклизмов: в годы войн и после них, при неурожае и голоде, в период неудачных реформ и обнищания населения, когда вооруженные люди устремлялись в леса. Массовое истребление зверей в Европейской России имело место в 1905-1906 и 1914-1921 гг., когда браконьерство многократно возросло при полном отсутствии охраны [7].

Антропогенные факторы в основном негативно воздействуют на живую природу. Однако, человек, изменяя среду обитания, оказывает и положительное влияние на популяции животных, создавая антропогенно трансформированные территории, которые улучшают условия существования копытных. Поэтому актуальным представляется изу-

чение отношений животных к той среде, которая создается и поддерживается производственной деятельностью человека.

Другим позитивным аспектом антропогенного фактора является создание охраняемых территорий (заказников и заповедников), а так же акклиматизация и реакклиматизация животных.

Методика и материал

Единственным пока источником массового материала по изучению роли отдельных антропогенных элементов ландшафта в жизни популяций млекопитающих на большой территории можно считать данные троплений их суточных следов [8]. Этот способ позволяет довольно полно и объективно описать и количественно оценить структурные элементы микросреды индивидуального участка каждого вытروпленного животного.

Из экологических элементов среды прямо или косвенно связанных с деятельностью человека, были рассмотрены поля, вырубки, лесные культуры, лесополосы, сады и гари. Для каждого из этих антропогенных элементов ландшафта, рассчитан индекс встречаемости их во время тропления почти 5000 особей копытных, проведенных работниками охотничьего хозяйства на территории Европейской России. Кроме того, обработаны ведомственные материалы Белгородоохотуправления, а так же сведения, собранные автором.

Результаты исследований

Воздействие антропогенного фактора на популяции животных очень многогранно. Одним из наиболее ярко выраженных отрицательных аспектов деятельности человека по отношению к животным, является прямое уничтожение охотничье-промысловых видов, то есть их отстрел, как лицензионный, так и браконьерский. Во второй половине XX в. на территории Европейской России, по нашим расчетам, ежегодно в среднем исчезало 15 % численности популяции лося, из них только лишь 5% составлял лицензионный отстрел, а около 10 % - браконьерский [9]. Среди официально зарегистрированных случаев гибели 2169 лосей на этой территории (не считая лицензионного отстрела), почти 80% составляли причины антропогенного происхождения, из которых примерно половина приходилась на браконьеров [10]. Во время лицензионного промысла браконьеры наиболее интенсивно убивают лосей в ноябре-декабре. За этот период ими отстреливается почти половина от числа всех лосей, убитых браконьерами в данном году [11]. Это говорит о том, что не менее половины скрытых случаев браконьерской охоты приурочено к периоду лицензионного отстрела копытных, когда вместо одного животного убивают двух и более. Говоря о числе лосей, добытых нелегально, мы имеем в виду, конечно, только вскрытые случаи браконьерства. Вместе с тем вскрываются и регистрируются далеко не все случаи нелегальной охоты на лосей. Так, например, в Ярославской области за один год, по официальным данным, была установлена гибель 19 лосей от браконьеров, а, по неофициальным данным, зарегистрировано еще около 100 случаев незаконно убитых лосей, по которым нарушители не выявлены.

По некоторым оценкам, приблизительно 10-30 % от всех случаев браконьерства на всей Европейской России вскрывается и регистрируется. Довольно часто браконьерская добыча лосей составляет от 10 до 25 % всего поголовья зверей данного региона, а в некоторых случаях достигает даже 50 %.

Рассмотрим эти негативные воздействия антропогенного фактора на популяции копытных на примере Белгородской области. Среди копытных Белгородской области, косяку начали отстреливать раньше всего. В 1961-1968 гг. размер лицензионного изъятия из ее популяции находился в пределах 1-2 %, а в последующие годы он увеличился до 4% и на этом уровне находился до 1979 г. Следует особо подчеркнуть, что на протяжении всего этого периода план отстрела постоянно не выполнялся. Очевидно, что крайне низкий размер лицензионного изъятия из популяции рассматриваемого вида не мог привести к снижению его численности, которая в 1982 г. уменьшилась до 1328 особей. Видимо по этой причине отстрел косяки в 1983 г. прекратился и только лишь в 1988 г. он был снова возобновлен и находился в основном в пределах 3-7 %. В этот период наблюдается направленный рост численности вида, но в последующие годы, при таком же размере отстрела численность популяции косяки уменьшилась. В настоящее время численность косяки в Белгородской области стабилизировалась на уровне 6000 особей. Следует особо

подчеркнуть, что из всех видов диких копытных косуля в наибольшей степени страдает от браконьеров [12].

Лицензионный промысел лося на территории Белгородской области начался с 1963 г., когда его численность достигла 200 голов. Тогда отстреляли около 10% имеющегося поголовья. В последующие годы (с 1964 по 1974) средний размер лицензионного изъятия составил 13 %. Начиная с 1975 г., план отстрела лосей резко вырос. В этом году было запланировано отстрелять треть имеющегося поголовья лося (добыли 34 %), а в 1976г. намеревались отстрелять почти половину белгородской популяции этого копытного, то есть 45 % (добыли 32 %). Хотя план отстрела и не был выполнен, тем не менее, в 1975 и 1976 гг. по лицензиям было отстреляно 503 лося, то есть больше чем добыли за все предыдущие 11 лет. Такой, недопустимо высокий размер лицензионного изъятия, который примерно вдвое больше численности лосей, обитающих в настоящее время на всей территории Белгородской области, привел к депрессии численности популяции этого вида. Но даже в эти годы (1977-1981) размер лицензионного изъятия находился в пределах 18-25 % и только лишь в 1982 г. по лицензиям было добыто 9 % от общего поголовья лося в Белгородской области. После этих двух «кризисных» лет (1975 и 1976) численность вида снижалась, за исключением небольших подъемов в 1978 г. и в 1981 г.

Неумеренный промысел лося привел к тому, что численность вида к 1983 г. снизилась до уровня 1963-1964 гг., то есть его популяция в результате непродуманной эксплуатации была «отброшена» лицензионным отстрелом на 20 лет назад. Это один из примеров бесхозяйственного ведения охоты не только на лося, но и на других охотничьих видов, когда не учитывается состояние их популяций. По этой причине в 1983г. отстрел лося в Белгородской области вообще прекратили.

Систематический лицензионный отстрел кабана ведется с 1968 года. В этом году было отстреляно 25 особей, или 8 % имеющегося поголовья. В последующие годы план отстрела ежегодно возрастал в соответствии с ростом численности. До 1974г. из популяции кабана в среднем изымалось около 27 % общего поголовья, а в 1981 г. отстреляли 32%. Почти столько же кабанов добывали и на протяжении последующих 10 лет, хотя в отдельные годы размер лицензионного отстрела достигал 20-29 %.

Анализ размеров легального изъятия из популяций копытных показал, что у разных видов он существенно отличается и по-разному влияет на их численность. Объяснить это можно разными репродуктивными возможностями видов, которые у кабана в несколько раз больше, чем у косули и лося. Кроме того, это обусловлено и разным уровнем нелегальной добычи. Ведь из белгородской популяции косули почти все время изымалось не более 10 % ее поголовья. Тем не менее, численность ее довольно долго не увеличивалась, что можно объяснить высоким уровнем незаконной добычи этого вида.

Лицензионный отстрел оказывает большое влияние на состояние популяций копытных не только размерами изъятия, но и качественным составом добытых животных. В районах интенсивной охоты на лося в ряде областей Европейской России, среди отстрелянных животных наблюдалось уменьшение числа самцов с 47 % до 40 %. В то время, как по встречам в природе на этой же территории, среди 9700 взрослых лосей в период с мая по октябрь, когда можно отличить самца от самки по наличию рогов, самки составляли 55 %, а самцы – 45 %. Падение удельного веса самцов в добыче связано со снижением их количества в популяции.

В Белгородской области среди отстрелянных взрослых лосей преобладали самцы – 71 %, а среди добытых кабанов особи старше года составляли 84 %. Очевидно, что и среди копытных, добытых браконьерами, наблюдается примерно такое же соотношение половых и возрастных групп [13].

Из изложенного видно, что качественное регулирование добычи копытных до сих пор остается нерешенной проблемой. Система отстрела должна производиться не только исходя из численности популяции, но и с учетом половой и возрастной структуры промышляемой популяции.

Помимо лицензионного отстрела, популяции копытных ежегодно теряют часть своего поголовья и по другим причинам, в основном антропогенного происхождения.

В Белгородской области за последние 25 лет по официальным данным установлена гибель 560 особей копытных, из которых около 60 % погибло от рук браконьеров, 17 % от ядохимикатов и 12 % от столкновения с транспортом, то есть почти 90 % копытных по-

гибло от людей. Наши расчеты показывают, что в Белгородской области ежегодно погибало по различным причинам более 20 копытных, среди которых примерно 7 лосей, 8 кабанов и 6 косуль. При сравнении числа зверей погибших только от браконьеров наблюдается иное соотношение видов: лосей по этой причине погибало почти вдвое меньше (37 %) чем кабанов и косуль. Как видно, размер нелегального отстрела находится в обратной зависимости от массы животного, поэтому не случайно основной «пресс» браконьерства ложится на косулю.

Анонимный опрос, проведенный нами среди охотников Белгородской области, показал, что фактическое число незаконно отстрелянных лосей примерно в три раза больше зарегистрированного, а аналогичный показатель по кабану, судя по разным источникам, в 5-10 раз превышал установленный. Чаще всего незаконная добыча проявляется в том, что вместо одного копытного, разрешенного к отстрелу по лицензии, на протяжении сезона охоты добывают нескольких животных, то есть лицензия после первого добытого копытного довольно долго не закрывается.

Следует особо подчеркнуть, что даже на хорошо охраняемой заповедной территории браконьерство имеет место. Так, например, в Окском заповеднике за 10 лет, по нашим данным, зарегистрирована гибель 78 лосей, из которых 32 % погибли от браконьеров. Расчеты показывают, что здесь ежегодно, судя только лишь по выявленным случаям браконьерства, нелегально добывали в среднем одного лося на 10 тыс. га заповедной территории.

Второе место после браконьерского отстрела в Белгородской области занимает гибель копытных от ядохимикатов. По этой причине погибало в среднем около 20 % от числа всех выявленных случаев гибели копытных. Всего за 25 лет зарегистрировано 92 отравленных копытных, среди которых лосей – 70 %, косуль – 20 % и кабанов – 10 %. Как видно, первые два вида, которые питаются в основном сходной пищей, значительно чаще погибают от ядохимикатов, чем кабан. Это является следствием химических мер борьбы с вредными видами животных и растений, а также использования химических удобрений.

Не исключено, что иногда определенное негативное влияние на состояние копытных оказывает и химический состав кормов, выкладываемых на подкормочных площадках. Так, например, содержание железа в желудках кабанов, отстрелянных в трех районах Белгородской области, в 2-4 раза превышало максимально-допустимый уровень для домашних свиней [14].

Следует отметить, что и азротехногенные загрязнения ухудшают качество кормов, а так же уменьшают общий объем фитомассы, пригодной для освоения копытными-фитофагами. Особенно сильно это отражается на тех копытных, которые питаются хвоей сосны, так как токсиканты сокращают продолжительность жизни хвои сосны с 4 до 1 года, что во много раз уменьшает запас корма [15].

Одним из возможных ответов популяции копытных на существенное превышение плотности, являются аномалии в эмбриональном и постэмбриональном их развитии, выявленные в Окском заповеднике. Во время отстрела лосей на территории его охранной зоны, у самки был обнаружен эмбрион, тело которого было представлено только лишь головой длиной 85 мм, от затылочной части которой отходил пупочный канатик длиной 165 мм, заканчивавшийся плацентой, посредством которой этот аномальный эмбрион был прикреплен к стенке матки лосихи. У других самок, добытых в те же сроки, длина головы нормальных эмбрионов была примерно такой же, как и у уродливого эмбриона, но длина их тела составляла 200-300 мм [16]. Спустя три года, мы обнаружили мертвого лосенка в возрасте около 10 месяцев, размеры тела которого были примерно такие же, как и у нормально развитых четырехмесячных лосят. При вскрытии мы не обнаружили правой почки.

Одной из причин выявленных аномалий в онтогенезе лося является высокая плотность его населения, которая в Окском заповеднике была в 1.5-2.5 раза больше, чем в пяти других заповедниках Европейской России. Следует особо подчеркнуть, что в эти годы в Окском заповеднике почти не было крупных хищников, которые в результате компании, развернутой в это время, почти везде усиленно истреблялись. Повсеместный отстрел крупных хищников, привел к резкому увеличению численности копытных, что является ответной реакцией популяции жертвы на резкое снижение численности хищника.

Определенное негативное воздействие на популяции копытных оказывает и численность людей в регионе и в первую очередь сельских жителей. Сельское население го-

раздо чаще бывает в лесу и сталкивается с его обитателями, чем городское, которое посещает его лишь эпизодически. Поэтому степень воздействия сельских жителей на популяцию животных в большинстве регионов больше городских. Особенно, если учесть, что в большинстве областей Европейской России преобладает сельское население, а так же то обстоятельство, что 60% выявленных случаев браконьерства приходится на сельских жителей. Поэтому мы рассчитали плотность сельских жителей в 37 областях Европейской России на 1000 га леса и сравнили с аналогичной плотностью лося на этой территории. Лось выбран не случайно, так как среди копытных только его ареал охватывает почти всю европейскую территорию России. Области, имеющие близкие показатели плотности народонаселения и население лося, мы объединили в 6 групп.

На севере Европейской России (первая группа) рассматриваемые параметры имеют наименьшее значение. Здесь на 1000 га леса приходится 17 сельских жителей и 1.4 лося. Во второй группе областей, расположенных южнее первой, сравниваемые параметры увеличиваются: плотность народонаселения возрастает в 8 раз, а плотность лося в 1.5 раза. В третьей группе областей на 1000 га леса в среднем приходится 2.6 лося и 430 жителей села. В четвертой – первый параметр достигает своего максимума (около 3.0 особей), а плотность сельского населения увеличивается в 1.6 раза. В пятой группе областей последний параметр увеличивается до 1330 сельских жителей, в результате чего происходит некоторое снижение плотности населения лося – до 2.7 особей на 1000 га леса. В южных областях Европейской России (шестая группа) плотность сельского народонаселения достигает своего максимума (4660 человек), а плотность лося существенно уменьшается – до 1.8 особей на 1000 га леса.

Из изложенного видно, что с продвижением на юг, оба рассматриваемых показателя увеличиваются. Один из них – плотность лося, после достижения своего максимума в четвертой группе областей, в двух последующих уменьшается, в то время, как показатель плотности сельского населения все время увеличивается. Это обусловлено тем, что южные области более освоены людьми, чем северные, а площадь лесов в первых намного меньше, чем во вторых: в северных областях на одного человека приходится 15.1 га леса, а в южных – всего лишь 0.2 га.

Проведенный анализ показал, что плотность сельского населения на территории Европейской России до определенных пределов не оказывает заметного влияния на плотность лося. Но в густонаселенных областях, где на 1000 га леса приходится более 700 жителей села, численность лося уменьшается. На этой территории усиливается антропогенный «пресс» на популяцию лося, и в первую очередь, это связано с уменьшением площади сплошных лесных массивов, которые играют очень важную роль в жизни такого дендрофага как лось.

В то же время образование мозаичности лесных угодий, увеличение площади сельскохозяйственных полей благоприятствуют жизни кабана. Плотность населения его во многих районах Западной и Центральной Европы, где леса сведены почти полностью, весьма высока, а порой и чрезмерна [17]. Аналогичная ситуация наблюдается и в целом ряде районов Белгородской области, где лесов очень мало, но благодаря интенсивной подкормке, плотность кабана очень большая. Это биотехническое мероприятие невозможно осуществить в отношении лося в силу его биологических особенностей.

Человек, изменяя среду обитания, оказывает и положительное влияние на жизнь животных. Прежде всего, следует отметить роль антропогенно трансформированных территорий (полей, лесополос, вырубок и лесных культур). В Европейской России наиболее тесно с антропогенным ландшафтом связан кабан (67%), менее тесно – лось (53%), а козуля занимает промежуточное положение (64%). Роль этих экологических элементов антропогенного происхождения в пределах европейских ареалов копытных определяется в значительной степени особенностями их биологии. Кроме того, определенную роль играют и региональные особенности ландшафтной структуры территории.

У кабана среди антропогенных элементов ландшафта преобладают поля (80%). На севере европейского ареала этот вид посещает их в 1.5-2 раза чаще, чем на юге, а на крайнем северо-востоке Русской равнины 100% вытروпленных зверей использовали этот антропогенный элемент ландшафта, несмотря на то, что доля полей на севере рассматриваемой территории примерно в 6 раз меньше, чем на юге Европейской России. Как видно, роль этого антропогенного элемента ландшафта в жизни кабана находится в обратной

зависимости от его площади, занимаемой в данном регионе. Поэтому, не случайно, даже там, где лесистость территории более 70 %, число «полевых» наследов кабана было не менее 50 %. Тесная связь кабана с полями обусловлена тем, что на них не всегда тщательно убирается урожай, а иногда под снег «уходят» небурные плантации сельскохозяйственных культур, что и привлекает к ним зверя. Не исключено, что некоторые из этих полей оставлены специально для подкормки копытных, что иногда практикуется в некоторых областях, в том числе и в Белгородской области. Очевидно, что состав сельскохозяйственных структур, выращиваемых в том или ином регионе, в основном определяет и встречаемость их на суточном наследе. Так, например, на севере ареала кабаны чаще всего (более 60 %) посещают картофельные и овсяные поля (преобладает первая культура), на юго-западе к ним добавляются поля свеклы и люпина, а на юго-востоке преобладают поля подсолнечника, кукурузы и свеклы.

Из изложенного видно, что поля в трудный для жизни кабана зимний период обеспечивают их кормом, что особенно важно в суровых условиях севера. Поэтому не случайно, что здесь очаги обитания кабана приурочены к развитому агрокультурному комплексу, где этот вид не проходит мимо скотомогильников, а так же довольно часто разрыт бурты картофеля (зафиксировано 49 случаев). Определенное положительное значение имеет и то обстоятельство, что в районах интенсивной промышленной эксплуатации леса, а так же освоения месторождений нефти и газа увеличилась протяженность дорожной сети, которая облегчает продвижение кабана в многоснежные северные районы. Следует отметить, что во время тропления кабанов, подкормка на их суточном наследе встречалась примерно в три раза чаще, чем при троплении косули и лося. Таким образом, можно сказать, что деятельность человека сильно изменила условия кормодобывания кабанов. В первую очередь это относится к северным районам, которые в последние десятилетия интенсивно осваиваются человеком. Поэтому именно здесь резко увеличилось количество и доступность кормов антропогенного происхождения. Это обусловило расширение экологической ниши кабана, что явилось одной из причин интенсивного заселения им самой многоснежной таежной зоны.

Поля и в жизни косули играют заметную роль, но она посещает их примерно в три раза реже, чем кабаны. Причем косуля предпочитает озимые поля, а кабан, в основном, картофельные, кукурузные и свекольные. В жизни косули вырубки и лесные культуры играют большую роль (40 %), чем поля (20 %), но на крайнем севере ее европейского ареала на вырубках вытропленных косуль было зарегистрировано в два раза меньше чем на полях.

У такого дендрофага как лось, роль лесных элементов антропогенного происхождения еще более возрастает, чем у косули, а поэтому не случайно, 60 % вытропленных лосей встречалось на вырубках.

Как видно, характер отношений копытных к рассматриваемым элементам антропогенного ландшафта видоспецифичен, но наряду с этим прослеживаются и некоторые общие закономерности. Так, например, у всех трех видов копытных связь с антропогенными элементами ландшафта на юго-востоке Русской равнины меньше, чем на юго-западе. У лося это различие обусловлено уменьшением посещаемости вырубок и полей, а у кабана в основном за счет полей. У первого вида встречаемость полей на суточном наследе уменьшилась втрое, а у второго – вдвое. В то время как у косули доля вырубок и полей в сравниваемых частях ее европейского ареала примерно одинакова, а ослабление связей этого вида с антропогенным ландшафтом на юго-востоке, по сравнению с юго-западом Русской равнины, произошло за счет уменьшения посещаемости второстепенных антропогенных элементов (лесополос и садов).

На примере копытных, а в особенности кабана, можно сделать вывод, что антропогенные факторы, действуя на фоне естественных, нейтрализуют отрицательное влияние некоторых из них, тем самым снижая давление естественного отбора. Это приводит к существенным положительным изменениям экологических условий обитания. В результате этих процессов создаются новые благоприятные для жизни видов условия существования, которые явились одной из главных причин беспрецедентного расширения ареала кабана и в меньшей степени – лося и косули. При этом мы не умаляем значение других факторов (высота снега, хищники и т.п.), а так же многообразных проявлений внутривидовых процессов, происходящих в популяциях, роль которых, как и антропоген-

ных элементов среды может существенно измениться на разных этапах исторического развития популяции.

Большую положительную роль в жизни популяции животных играют охраняемые территории: заказники и заповедники. Анализ динамики численности копытных в заказниках Белгородской области показал, что на их территории, которая составляет всего лишь 7 % площади области, обитало от 20 до 25 % поголовья копытных населяющих область.

Интересно, что тип динамики численности копытных в заказниках существенно отличается от общеобластного. На протяжении изучаемого периода численность копытных в заказниках была относительно стабильной, в то время как на территории Белгородской области в этот же период наблюдались крутые подъемы и спады областного поголовья копытных, которые не отражались на типе динамики численности этих зверей в заказниках. Причем эти процессы на охраняемой и свободной территории иногда носили диаметрально противоположный характер [18]. Интересно, что соотношение численности основных видов копытных в заказниках и в целом по области почти совпадало: на долю лося приходилось 14-15 %, кабана – 42-41 %, косули 44-47 % (соответственно).

Большая плотность населения копытных наблюдалась и в ряде заповедников, которая была в 3-5 раз больше, чем на смежной с ними территории, а в Окском заповеднике, по нашим данным, в отдельные годы эта разница была 15-кратной. Таким образом, можно сказать, что заповедники и заказники играют роль резерватов копытных и других животных.

Повышенная плотность копытных в заказниках и заповедниках, прежде всего, связана с надежной охраной их территории, а так же отсутствием охоты на этих зверей. Однако, не последнюю роль играет и качество местообитаний, так как заказники и заповедники обычно организуют в тех местах, где условия обитания для животных наиболее благоприятные, так как на их территории экосистемы менее нарушены человеком. Кроме того, на охраняемых территориях проводится более интенсивная подкормка копытных. О масштабах этого биотехнического мероприятия, проводимого на территории Белгородской области, можно судить по приведенным ниже данным.

В последние годы на территории области ежегодно выкладывалось от 1500 до 1800 т зерна, корнеплодов и силоса, то есть в среднем 1.8 кг на одну особь. Следует особо подчеркнуть, что выкладываемый корм в основном поедают кабаны и косули. Белгородский олень реже подходит к подкормочным площадкам и обитает он не во всех административных районах области.

Проведенные нами расчеты показали, что в большинстве административных районах Белгородской области на одного копытного приходится в среднем 0.6-0.9 кг выкладываемого корма. Если учесть, что не все копытные и не ежедневно посещают подкормочные площадки, то эти цифры можно увеличить до 1.5-2 кг. Такое количество выкладываемого корма в полной мере обеспечит суточную потребность в пище копытных, посещающих кормушки на протяжении 5 месяцев. Причем, в Прохоровском, Вейделевском, Красненском и Красногвардейском районах на протяжении периода подкормки, ежедневно выкладывалось от 2 до 5 кг корма на одно копытное. Даже если учесть, что эти цифры завышены, то можно сказать, что копытные в этих районах переведены на полное довольствие охотничьих хозяйств. В то же время следует отметить, что в Корочанском и Шебекинском районах, где численность копытных почти втрое больше, чем в названных выше четырех районах, на одно копытное выкладывалось 100-700 г корма (соответственно). Как видно, при планировании норм выкладываемого корма не всегда учитывалась фактическая численность копытных, обитающих в данном районе.

Другим позитивным аспектом антропогенного фактора является акклиматизация и реакклиматизация. В странах СНГ до начала 70-х годов прошлого столетия, когда проводились интенсивные работы по расселению, было выпущено почти 470 тыс. особей 48 видов млекопитающих. Среди них особо выделяется искусственное расселение кабана, косули и оленей (пятнистого и европейского). По неполным данным, за 20 лет в Европейской России выпущено около 15 тыс. особей этих видов [19].

Большие работы по расселению и акклиматизации млекопитающих проводились в Белгородской области. В период с 1971 по 1990 гг. было проведено 14 выпусков (10 выпусков европейского оленя и 4 выпуска пятнистого оленя). В восьми районах области пар-

тиями от 10 до 50 особей. Всего за этот период было выпущено 224 европейских оленей и 68 пятнистых [20]. Судьба их популяций на территории области сложилась по-разному. До некоторой степени это обусловлено тем, что пятнистых оленей было выпущено примерно в пять раз меньше, чем благородных. Однако, одной из главных причин неудавшейся акклиматизации пятнистого оленя является непродуманное решение акклиматизации этого вида, обитающего на Дальнем Востоке, где среда обитания более благоприятна, чем в Белгородской области. Поэтому он не выдержал межвидовой конкуренции с аборигеном – европейским оленем [21].

Подкормка, охрана, отстрел хищников и расселение видов существенно меняют сложившиеся в процессе эволюции соотношения в экосистеме хищник-жертва. В ряде мест высокая плотность копытных оказывает существенное влияние на агроценозы и естественные экосистемы. Так, например, в Корочанском районе Белгородской области общая площадь потрав, нанесенных кабаном полям пшеницы, составила 30 %, а в некоторых местах степень повреждений посевов пшеницы достигала 44 %. В Шебекинском и ряде других районов Белгородской области кабаны активно «перепаживали» картофельные поля, поэтому фермеры вынуждены были отстреливать животных. В первую очередь под выстрел попадала идущая впереди группы – самка, без которой «осиротившие» поросята оказываются в очень трудном положении. Кабаны наносят ущерб не только сельскохозяйственным полям, но и сенокосным лугам. С целью выяснения роющей деятельности кабана мы обследовали луга Окского заповедника, где скашивается около 70 % потребляемого заповедником сена. Было установлено, что более половины (59 %) обследованных лугов (107,5 га) кабаны привели в негодность для механизированной уборки сена, а в некоторых кварталах испорчено 83-96 % сенокосных угодий.

Большая плотность лося усиливает повреждаемость им древесных пород. Об этом свидетельствуют данные, полученные нами при обследовании 5420 деревьев в Окском заповеднике и в его охранной зоне, где плотность населения лося в пять раз меньше, чем на заповедной территории. В заповеднике 85 % деревьев (сосны, березы, дуба) оказались поврежденными, а в охранной зоне было зафиксировано только лишь 25 % повреждений. При этом в первом районе опасные повреждения были обнаружены у 27 % обследованных деревьев, а во втором – у 7 %. Такие деревья впоследствии должны засохнуть или стать дефектными.

В случае возникновения негативного воздействия копытных на среду обитания, необходимо регулировать их численность на оптимальном уровне, приемлемом как для охотничьего, так и для лесного и сельского хозяйства. При разумном подходе ущерб от них сельскому и лесному хозяйству можно существенно снизить.

Заключение

Лицензионный и браконьерский отстрел оказывает большое негативное влияние на состояние популяций копытных не только размерами изъятия, которые в европейской части ареала лося составляют примерно 15 % его численности, но и качественным составом добываемых животных среди которых преобладают взрослые особи – то есть репродуктивная часть популяции. Даже в некоторых заповедниках браконьеры ежегодно добывали в среднем одного лося на 10 тыс. га хорошо охраняемой территории.

Антропогенные факторы, действуя на фоне естественных, до некоторой степени нейтрализуют их отрицательное влияние, тем самым снижают давление естественного отбора. Примером могут служить антропогенные элементы ландшафта (поля, вырубки, лесные культуры, лесополосы и т.п.), которые расширили экологическую нишу копытных, улучшив условия их обитания, что позволило копытным существенно увеличить размеры их ареалов.

Многогранная деятельность человека довольно часто нарушает сложившиеся в экосистемах биоценологические связи многих видов, что негативно сказывается на состоянии их популяций. Одним из возможных ответов популяций копытных на высокую их плотность являются аномалии в эмбриональном и постэмбриональном развитии. В таких ситуациях необходимо регулировать численность копытных на оптимальном, приемлемом для охотничьего хозяйства уровне, что позволит минимизировать ущерб, который они наносят сельскому и лесному хозяйствам.



Список литературы

1. Верещагин Н.К., Барышников Г.Ф. Ареалы копытных фауны СССР в антропогене. // Тр. Зоологического института. Т. 93. – Л., 1980. – С. 3-20.
2. Алексеева Л.И. Териофауна верхнего плейстоцена Восточной Европы (крупные млекопитающие). – М.: Наука, 1990. – С. 109.
3. Флинт В.Е. Стратегия сохранения редких видов в России: теория и практика. – М.: ГЕОС, 2000. – С. 328.
4. Кириков С.В. Изменения животного мира в природных зонах СССР. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – С. 155.
5. Покровский В.С., Щадилов Ю.М. Влияние деятельности человека на изменение ареала и численности лося // Сб. «Охрана природы и заповедное дело СССР. – М., 1963. – № 7. – С. 25-30.
6. Дежкин В.В. Охота и охрана природы. – М.: Физкультура и спорт, 1977. – 104 с..
7. Данилкин А.А. Олени (Cervidae). – М.: ГЕОС, 1999. – 552 с.
8. Соломин И.Н. Замечания об оценках средней длины суточного наследа // Зимний маршрутный учет охотничьих животных // Сб. науч. Тр. ЦНИЛ Главохоты РСФСР. – М., 1983. – С. 189-193.
9. Приклонский С.Г., Червонный В.В. Продуктивность лосиного стада в европейской части РСФСР и возможности ее увеличения // Материалы Всес. научн.-произв. конф. по «Производительности и продуктивности охотничьих угодий СССР». – Киров, 1969. – С. 222-224.
10. Заблоцкая Л.В. Причины гибели лосей в различных географических районах // Биология и промысел лося. Сб. 3. – М.: Россельхозиздат, 1967. – С. 105-129.
11. Банников А.Г., Жирнов Л.В. Некоторые вопросы охраны лося в РСФСР // Биология и промысел лося. Сб. 3. – М.: Россельхозиздат, 1967. – С. 130-141.
12. Москвитин С.А. О ресурсах европейской косули на территории Белгородской области. // Вестник охотоведения, 2005. – Т. 2, - № 3. – С. 266-271.
13. Червонный В.В. Возрастной и половой состав кабанов, лосей и волков, добытых в Белгородской области // Тез. докл. III Межрегион. эколог. конф. Ч. 3. – Белгород, 1994. – С. 91-92.
14. Червонный В.В., Москвитин С.А. Предварительные результаты изучения химического состава содержимого желудков кабанов // Материалы IX Международной научно-практической экологической конференции. – Белгород: ИПЦ «ПОЛИТЕРРА», 2006. – С. 227-228.
15. Мартынов Е.Н. Влияние химического ухода за лесом на птиц и млекопитающих. – М.: Изд-во Лесная промышленность, 1980. – С. 97.
16. Червонный В.В. Случай эмбрионального уродства у лося // Доклады МОИП. – М.: Изд-во МГУ, 1971. – С. 104-105.
17. Данилкин А.А. Свиные (Suidae). – М.: ГЕОС, 2002. – С. 309.
18. Червонный В.В. Особенности динамики численности копытных в заказниках Белгородской области // Тез. докл. III Межрегион. эколог. конф. Ч. 3. – Белгород, 1994. – С. 90-91.
19. Павлов М.П. Акклиматизация охотничье-промысловых зверей и птиц в СССР. – Киров, 1999. – Ч. 3. – С. 666.
20. Москвитин С.А., Марченко В.Н. Белгородская популяционная группировка европейского оленя // Вестник охотоведения. – 2005. – Т. 2, № 2. – С. 200-208.
21. Червонный В.В. Экология некоторых редких и «краснокнижных» видов в Белгородской области. // Материалы Межвузовск. научн.-практ. конф. Ч. 1. – Белгород, 1992. – С. 25-26.

FEATURES OF INTERRELATIONS OF THE MAN AND WILD HOOFED MAMMALS IN THE EUROPEAN PART OF THEIR AREALS

V.V. Chervonnyj

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

On the basis of processing more than 5000 works on a trace of a daily course of hoofed mammals carried out by workers of hunting farms in a territory of the European Russia, the role of anthropogenic elements of a landscape in life of population of animals is considered. For each of these elements the index of their occurrence during trailing hoofed animals is calculated. By results of analysis the selective attitude of different species of hoofed animals to separate anthropogenic elements of a landscape has been revealed.

Keywords: man, wild hoofed mammals.

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА РАСТЕНИЙ ЗИМНЕГО САДА БЕЛГУ: КАРОТИНОИДЫ ПЛОДОВ *MURRAYA EXOTICAL*.

**В.И. Дейнека,
М.Ю. Третьяков,
В.В. Фесенко,
Н.А. Шаркунова,
Л.А. Дейнека**

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

e-mail: deineka@bsu.edu.ru

В работе спектрофотометрическим и хроматографическим методами исследован экстракт плодов растения *Murraya exotica* L., выращенного в Зимнем саду Белгородского государственного университета. Обсуждаются методы оценки строения каротиноидов с привлечением спектральных и хроматографических характеристик.

Ключевые слова: *Murraya exotica* L. плоды, семи-α-каротин, спектроскопия, ВЭЖХ, относительное удерживание.

Введение

Муррайя (*Murraya*) – род растений семейства Rutaceae, включающего хорошо известные цитрусовые: лимон, мандарин, апельсин и т.д. Известно около 11 видов этого рода растений [1] произрастающих от Индии до юга Китая, Филиппин, Океании, юга Африки, из которых в зимнем саду БелГУ прекрасно акклиматизировалась *M. exotica* L. Муррайя получила свое название в честь одного из величайших ботаников XVIII века Д. Муррея. Это небольшое растение, даже у себя на родине не выше 3 метров.

Специалисты считают, что трудно назвать растение, которое бы в большей степени подходило для выращивания в наших комнатах и теплицах, чем «*дерево японских императоров*»: японцы познакомились с муррайей около 450 лет назад. Из Гималаев они привозили, что было не таким простым делом, миниатюрные деревца для своего императора и ставили их в его спальню. Известно много других названий муррайи, связанных с некоторыми ее свойствами. Она красива, не сложна в уходе, и отличается сильным запахом цветов – «*оранжевый жасмин*». Считалось, что император *должен* был вдыхать аромат ее цветков: японцы свято верили, что благодаря этому запаху он и сам станет умнее, здоровее, а самое главное – *его дети родятся умными и здоровыми*. Коричнево-красные плоды стали причиной еще одного названия – «*ложный апельсин*». С чем связано название «*атласное дерево*» трудно сказать, но точно известно, что из веток растения изготавливали зубочистки.

Листья *M. exotica* L. обладают вяжущими свойствами, порошком высушенных листьев присыпали раны. Листья и кору в народной медицине Китая и Филиппин использовали при лечении диареи и дизентерии [2]. Их применяли также при ревматизме, кашле и истерии. Листья обладают антибиотической активностью против *Micrococcus pyogenes* var. *aureus* и *Escherichia coli*. В Китае из корней готовили обезболивающие и противозачаточные препараты; имеются сведения о высокой противогрибковой активности против *Candida albicans*.

В ряде фитохимических исследований в различных частях растения *M. exotica* L. были найдены каротиноиды [3, 4], кумарины [5], алкалоиды, флавоноиды, и эссенциальные масла.

Плоды растения имеют коричнево-красную окраску благодаря накоплению каротиноидов, среди которых (по литературным данным при выращивании в привычных условиях) найдены уникальные кето-каротиноиды [3, 4].

В оранжерее Зимнего сада БелГУ с 2003 г. произрастает 3 взрослых экземпляра муррайи экзотической. Растения с раскидистой кроной достигли высоты чуть более 1 м, листья ярко-зеленые, глянцевые, овально-удлиненные, на стебле располагаются поочередно. Цветение наблюдается уже на второй год при семенном выращивании. Оно довольно продолжительно – может длиться с начала весны до поздней осени. Цветки белоснежные, очень ароматные, довольно крупные (до 2 см в диаметре), собраны в соцветия, причем в одно и тоже время на растении находятся не только цветки, но также зелёные и спелые плоды, вызревание которых происходит в среднем за 4 месяца. Спелые плоды приобретают характерную коричнево-красную окраску.

Данная работа выполнена в рамках инициативной программы исследований источников каротиноидов в объектах растительного происхождения.

Экспериментальная часть

Для обращено-фазовой ВЭЖХ использовали хроматографическую систему, составленную из насоса Altex 110A, крана дозатора Rheodyne 7100 с петлей объемом 20 мкл, детектора LC/9563 Nicolet, длина волны детектирования 445 нм. Для регистрации и обработки хроматограмм использовали ПП Мультихром 1.5 (Ampersand Ltd. 2005). Хроматографические условия: колонка 250×4 мм, Диасфер-110-С18, 5 мкм; подвижные фазы системы «ацетонитрил – ацетон», скорость подачи элюента 1 мл/мин. Спектрофотометрические исследования выполняли в кварцевых кюветках с использованием спектрофотометра КФК-3-01.

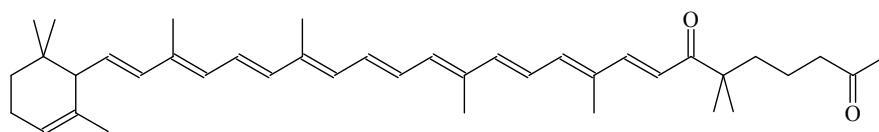
Каротиноиды экстрагировали из измельченных с кварцевым песком плодов ацетоном (трижды последовательными порциями) до обесцвечивания исходного материала.

Результаты и обсуждение

При созревании плоды постепенно меняют окраску с зеленой на коричнево-красную. Поверхность плодов матовая с множеством мелких заметно более темных пятен. Масса плодов, собранных в апреле-мае 2008 года, составила 0.52 ± 0.5 г, а для зимних плодов (февраль 2009 года) – несколько меньше – 0.31 ± 0.07 г. Плод содержит одно-два семени, масса которых достигает трети от массы плода.

То, что окраска плода связана с наличием в мякоти каротиноидов, подтверждается легкой экстракцией пигментов ацетоном: фильтрованием через бумажный фильтр отделяется практически бесцветный твердый остаток. Пигмент из ацетонового экстракта легко переводится в *n*-гексан после добавления воды, насыщенной хлоридом натрия. Спектр экстракта в видимой области представляет собой типичный спектр каротиноидов с выраженной колебательной структурой (рис. 1).

Относительно длинноволновое положение второй полосы в спектре (461.5–464 нм) указывает на увеличенную цепь сопряжения непредельных связей в основном каротиноиде муррайи, появляющегося в виде практически одного пика при исследовании экстракта методом обращено-фазовой ВЭЖХ (рис. 2). Поскольку удерживание этого соединения значительно меньше чем β -каротина и ликопина (рис. 3), то спектральные и хроматографические особенности этого вещества не противоречат появлению кето-группы в сопряжении с цепью двойных углерод-углеродных связей. Если учесть, что четко выраженная колебательная структура спектра наблюдается только при введении кето-группы в линейную цепь сопряжения (сравните со спектром астаксантина, содержащем кето-группы в цикле), то строение основного каротиноида экстракта муррайи, как семи- α -каротенона, предложенное в работах Йокояма с соавт. [3, 4], весьма вероятно.



Semi- α -carotenone (5,6-seco- α,ϵ -carotene-5,6-dione)

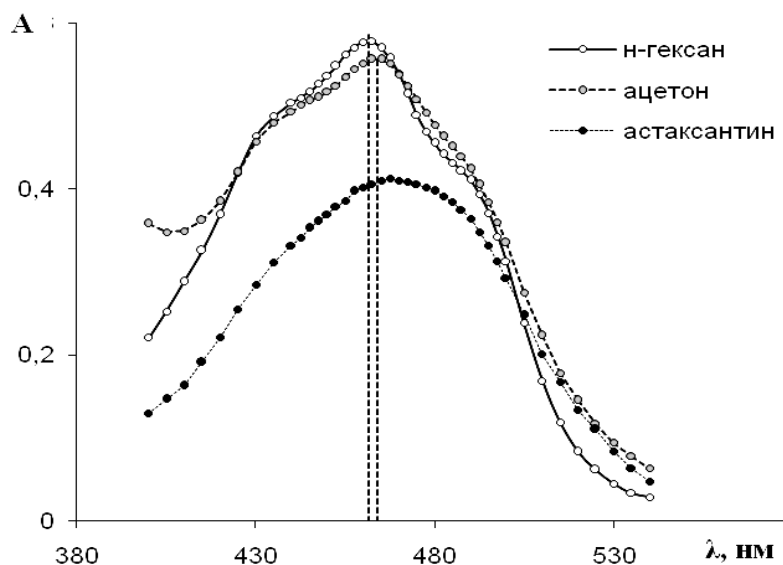
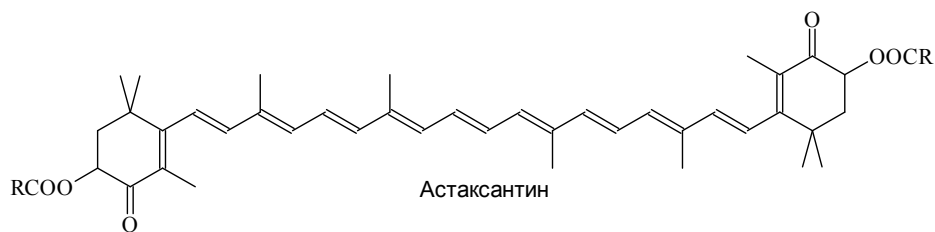


Рис. 1. Спектры экстракта плодов *Murraya exotica* L. в ацетоне и *n*-гексане на фоне спектра диэфиров астаксантина из цветков *Adonis aestivalis* L.

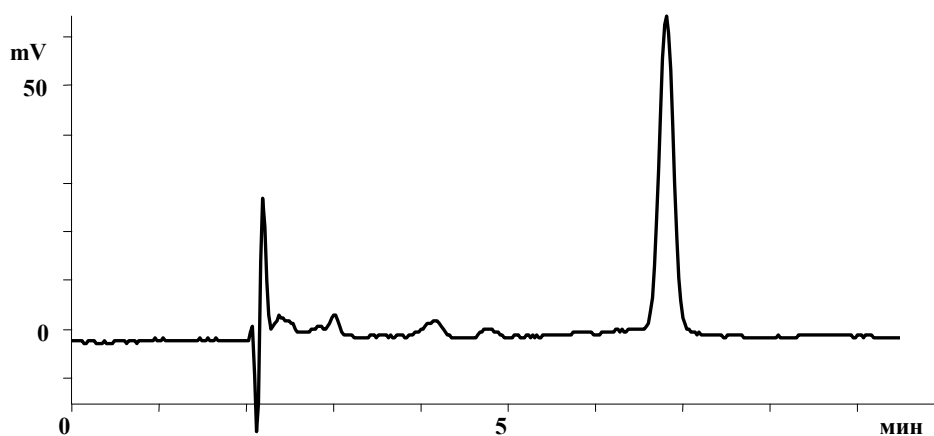


Рис. 2. Хроматограмма ацетонового экстракта плодов *Murraya exotica* L.
Колонка: 250×4 мм, Reprosil-pur C18AQ, 5 мкм; элюент ацетонитрил : ацетон 7:3, 1 мл/мин.
Детектор: 470 нм.

Наличие второй кето-группы может быть также предсказано хроматографическим методом. По простому инкрементному подходу удерживание вещества в условиях обращено-фазовой ВЭЖХ должно последовательно уменьшаться на равные величины (в единицах логарифма фактора удерживания) при добавлении вначале одной, а потом и другой кето-группы. И, несмотря на то, что по более строгому подходу [7] последовательные вклады не обязательно должны быть одинаковыми, сопоставление удерживания может быть с успехом применено для предварительной идентификации. Более, того по методу

анализа относительного удерживания [8] сопоставление возможно и при отсутствии требуемых стандартных веществ – с использованием подходящих литературных данных.

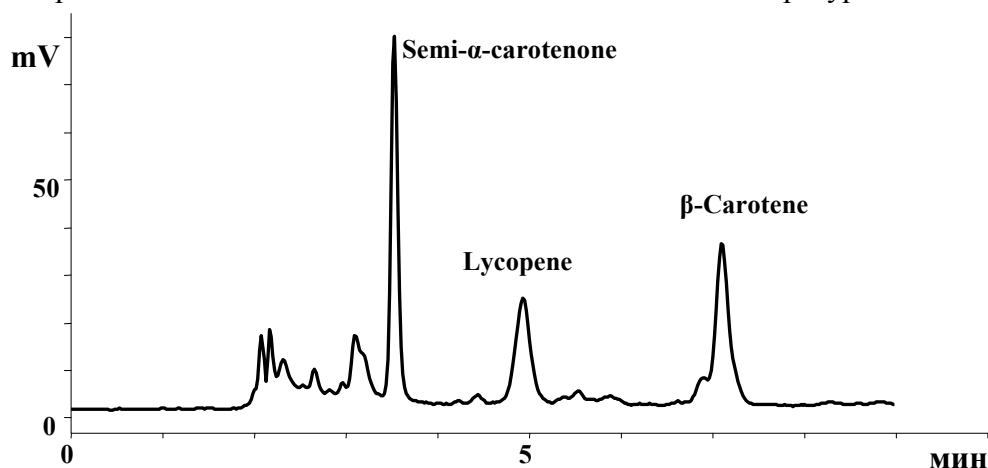


Рис. 3. Хроматограмма смеси трех каротиноидов.
Колонка: 250×4 мм, Reprosil-pur C18AQ, 5 мкм; элюент ацетонитрил : ацетон 3:7, 1 мл/мин.
Детектор: 470 нм.

Относительное удерживание пары липофильных соединений мало зависит от марки стационарной фазы [8]. В элюентах системы ацетонитрил – ацетон (с долей ацетонитрила в диапазоне 30÷60 об. %) найдена прямолинейная зависимость удерживания (в единицах логарифма фактора удерживания) семи- α -каротина из экстракта плодов муррайи и ликопина из экстракта плодов баклажана сорта «Китайский фонарик» относительно β -каротина (рис. 4), для фазы Reprosil-pur C18AQ.

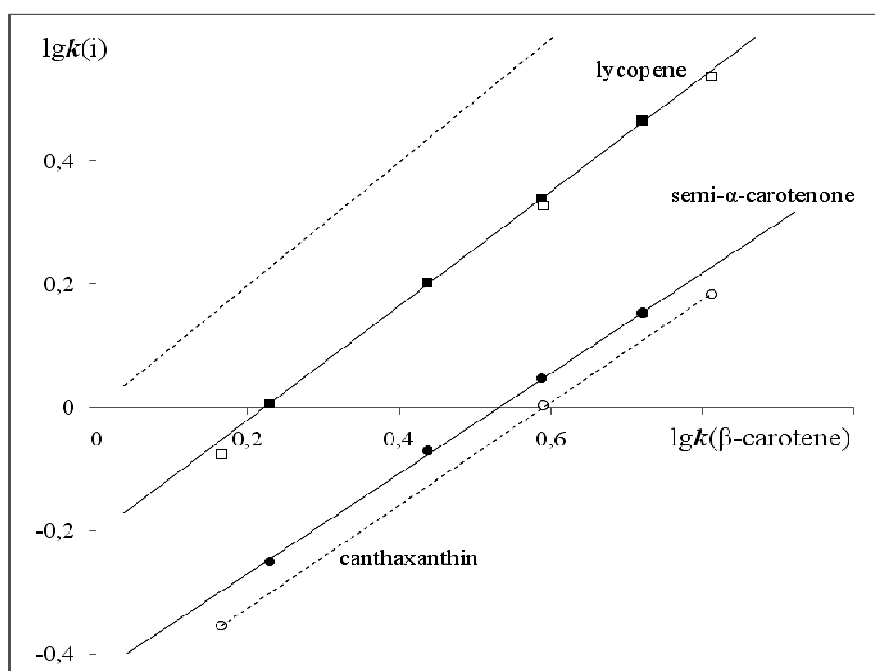
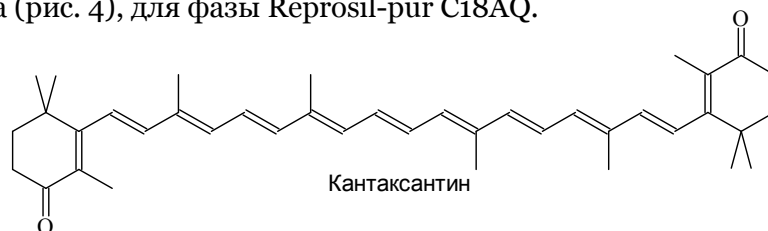
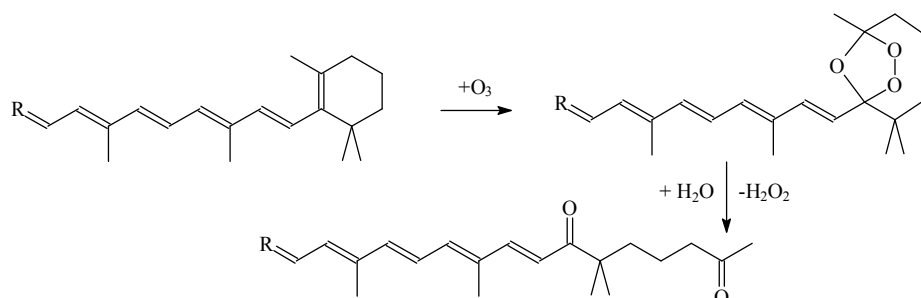


Рис. 4. Удерживание каротиноидов относительно β -каротина

Прямолинейность соответствующих зависимостей в данном случае не так важна как то, что экспериментальные точки, построенные по литературным данным [9] для пары « β -каротин – ликопин», обозначенные незаполненными квадратами находятся в непосредственной близости от прямой линии, построенной по полученным в данной работе данным для той же пары каротиноидов. Это показывает, что не только смена стационарной фазы (Zorbax ODS), но и переход к другой системе подвижной фазы (ацетонитрил+этилацетат) не приводит к большим изменениям в относительном удерживании. Тогда следует обратить внимание на то, что линии для семи- α -каротинона и кантаксантина располагаются в непосредственной близости друг от друга, свидетельствуя об одинаковом числе карбонильных групп в молекулах.

Следует отметить, что семи- α -каротинон не является продуктом метаболизма каротиноидов с неполным включением механизмов циклизации концевых фрагментов. Ациклический фрагмент с одной из сторон может быть получен только разрывом связей между атомами углерода в уже сформированном цикле, причем такой разрыв напоминает известную реакцию озонирования, широко использовавшуюся ранее для химического определения положения двойных связей в молекулах:



Наконец, наличие в семи- α -каротиноне кето-группы в сопряжении с двойными связями представляет большой интерес с точки зрения изучения влияния строения каротиноидов на их биологическую (в том числе и антиоксидантную) активность, поскольку рекордсменом по антиоксидантной активности среди каротиноидов считается астаксантин, содержащий кетогруппы с обоих концов системы сопряженных C=C-связей.

Заключение

Плоды *Murraya exotica* L. при выращивании в условиях Зимнего сада Белгородского университета накапливают кето-каротиноид, спектральные характеристики и хроматографическое поведение которого подтверждают уникальность его строения. Таким образом, это растение является доступным источником редкого вида каротиноидов для исследований биологической активности каротиноидов различного строения.

Список литературы

1. Ranade S.A., Rana T.S., Srivastava A.P., Nair K.N. Molecular differentiation in *Murraya* Koenig ex L. species in India inferred through ITS, RAPD and DAMD analysis // Curr. Sci. – 2006. – Vol. 90, №9. – P. 1253-1258.
2. Raina V.K., Verma S.C., Dhawan S., Khan M., Ramesh S., Singh S.C., Yadav A., Srivastava S.K. Essential oil composition of *Murraya exotica* from the plains of northern India // Flavour Fragr. J. – 2006. – Vol. 21. – P. 140-142.
3. Yokoyama H., Guerrero H.C. Natural occurrence of semi- α -carotenone // Phytochemistry. – 1970. – Vol. 9. – P. 231-232.
4. Yokoyama H., White M.J. Citrus carotenoids VIII. The isolation of semi- β -carotenone and β -carotenone from *Citrus* relatives // Phytochemistry. – 1968. – Vol. 7. – P. 1031-1034.
5. Negi N. et al Two New Dimeric Coumarins Isolated from *Murraya exotica* // Chem. Pharm. Bull. – 2005. – Vol. 53. – P. 1180-1182.
6. Naguib Y.M.A. Antioxidant Activities of Astaxanthin and Related Carotenoids // J. Agric. Food Chem. – 2000. – Vol. 48. – P. 1150-1154.
7. Дейнека В.И. Метиленовая селективность в условиях обращенно-фазовой хроматографии одного ряда гомологов // Сорбц. и хроматогр. процессы. – 2007. – Т. 7, вып.2. – С. 236-243.
8. Дейнека В.И. Карта хроматографического разделения и инкрементные зависимости в методе относительного анализа удерживания в ВЭЖХ // Ж. физ. химии. – 2006. – Т. 80, № 3. – С. 511-516.



9. Nells H.J.C.F., De Leenheer A.P. Isocratic nonaqueous reversed-phase liquid chromatography of carotenoids // Anal. Chem. – 1983. – Vol. 55. – P. 270-275.

BIOACTIVE SUBSTANCES OF THE BSU WINTER GARDEN: *MURRAYA EXOTICAL* FRUIT CAROTENOIDS

**V.I. Deineka,
M.Y. Tret'yakov,
V.V. Fesenko,
N.A. Sharkunova,
L.A. Deineka**

Extract of *Murraya exotica* fruits harvested in Winter Garden of Belgorod State University has been investigated by means of UV – visible spectroscopy and HPLC. The structure of the main carotenoid is discussed on the basis of the spectral and chromatographic properties.

Key words: *Murraya exotica* fruit, semi- α -carotene, Vis-spectroscopy, HPLC, relative retention.

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

e-mail: deineka@bsu.edu.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИСЛОТНОСТИ СОКОВ ПЛОДОВ РАСТЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДВУХ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ

**Л.А. Дейнека,
И.П. Анисимович,
Т.Г. Новоженова,
В.И. Дейнека**

Белгородский
государственный
университет

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

e-mail: deineka@bsu.edu.ru

Предложена технология исследования кислотного состава соков с использованием кислотно-основного титрования с двумя электрохимическими датчиками: потенциометрическим и кондуктометрическим. На примере титрования индивидуальных двух и трехосновных кислот в водных и в водно-спиртовых растворах обсуждены особенности анализа двух кривых титрования. Показано, что кондуктометрический датчик позволяет определять первую точку эквивалентности, а потенциометрический – последнюю. Это позволяет рассчитать основность титруемой кислоты или смеси. Для перевода солей буферной системы соков предлагается обработка образцов ионообменными смолами.

Ключевые слова: кондуктометрическое титрование, потенциометрическое титрование, органические кислоты, соки плодов

Введение

Кислотность во многом определяет свойства сложных водно-органических смесей живого происхождения вследствие способности ионов водорода, H^+ (или гидроксид-ионов, OH^-) катализировать жизненно-важные процессы. Соответственно, кислотность входит в число важнейших параметров, определяющих пищевкусовые свойства фруктов, овощей и из них полученных соков. Однако, вероятно, как ни с одним из других химических понятий, с кислотностью связано множество обоснованных и не очень обоснованных упрощений, – как в учебных курсах, так и в практике химических лабораторий. Нейтральным по определению является водный раствор, в котором концентрация ионов водорода (H^+) равна концентрации гидроксид-ионов (OH^-). Поэтому реакция раствора сильной кислоты с раствором щелочи, при которой и достигается это условие, называется реакцией нейтрализации. Но назвать нейтрализацией взаимодействие раствора слабой кислоты с раствором щелочи можно лишь условно – точка эквивалентности соответствует образованию раствора соли, имеющего щелочную реакцию. Следовательно, в этом случае нейтрализации соответствует не до конца доведенная реакция, а если титрование продолжают до достижения точки эквивалентности, то это уже не нейтрализация, а подщелачивание. Органические кислоты природного происхождения, содержащие преимущественно карбоксильные группы, относятся к слабым кислотам. Поэтому точка эквивалентности при титровании кислых водно-органических сред раствором щелочи находится в щелочной среде.

Цель настоящей работы – обсуждение особенностей определения кислотности в объектах на основе растительных материалов и обсуждение преимуществ титрования с использованием одновременно потенциометрического и кондуктометрического методов контроля процесса.

Экспериментальная часть

Титрование образцов проводили с одновременным использованием кондуктометрического и потенциометрического методов контроля процесса, используя приборы: Анион 4100 с кондуктометрическим датчиком ДКВ-1 и pH -150М со стеклянным комбинированным электродом при постоянном перемешивании раствора при помощи магнитной мешалки.

Для перевода солей в кислоты аликвотный объем сока пропускали через катионообменную смолу КУ-2×8 в H^+ форме (колонка со внутренним диаметром 1 см высотой 15 см).

Результаты и обсуждение

Кажется очевидным, что термин кислотность должен обозначать активность ионов водорода в исследуемой среде (ее называют **активной кислотностью**). Этот параметр может быть измерен, например, потенциометрическим методом с использованием стеклянного комбинированного электрода. Важность этого параметра бесспорна, но если в смеси присутствуют сильная и слабая кислоты, то возникают проблемы в смысловой оценке полученного результата. Очевидно, что именно смеси кислот присутствуют в соках плодов растений. Поэтому на практике используют другие характеристики, имеющие отношение к кислотности.

Во всем мире признанной оценкой кислотности анализируемого материала является **титруемая кислотность**. Эту характеристику рассчитывают по объему стандартного раствора щелочи, потребовавшегося на реакцию с кислотами анализируемого образца. Титруемая кислотность соответствует содержанию **свободных** кислот в образце, если при расчете использовать координаты точки эквивалентности на кривых потенциометрического титрования. Однако в действительности при использовании потенциометрического титрования не находят точку эквивалентности, а ограничиваются заданным заранее значением pH :

1) «... на нейтрализации кислот, содержащихся в продукте, раствором гидроксида натрия до заранее заданного значения $pH = 8.9$ » [1];

2) «... титруют содержимое стакана раствором гидроксида натрия до активной кислотности (8.30 ± 0.01) pH » [2];

3) «... титруют из бюретки раствором гидроксида натрия до значения pH 8.1» [3].

Кроме того, допускается и применение титрования с индикаторным (по фенолфталеину) определением окончания титрования [1, 4]. Предопределенность конечного значения pH , рекомендуемая также и Ассоциацией Официальных Аналитиков США (титрование до $pH = 8.1$ [5]), несомненно, удобна для автоматических методов контроля. Как можно определить экспериментально, погрешности, вносимые различными положениями

точек окончания титрования, определяемых указанными выше условиями, не превышают 1% в относительных единицах (рис.1).

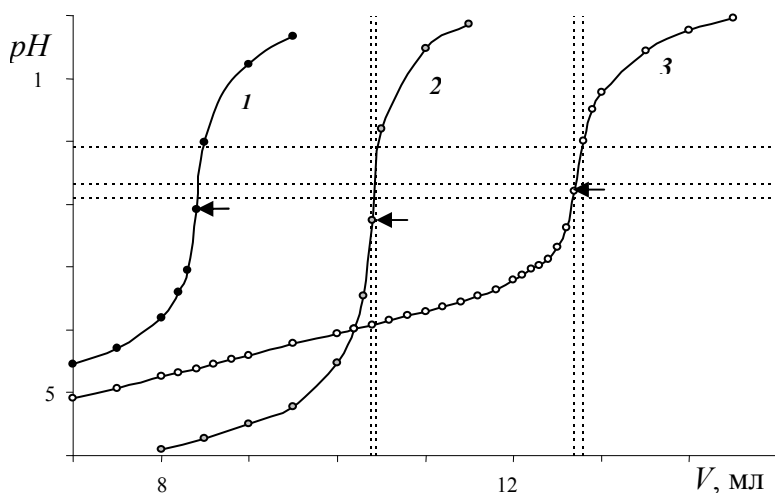


Рис.1. Кривые потенциометрического титрования органических кислот.

Растворы кислот: 1 – уксусной, 2 – щавелевой и 3 – лимонной. Стрелкой отмечена точка изменения окраски фенолфталеина

При титровании уксусной ($pK = 4.76$), щавелевой ($pK_1 = 1.25$; $pK_2 = 4.27$) и даже лимонной ($pK_1 = 3.13$; $pK_2 = 4.66$, $pK_3 = 6.40$ [6]) кислот все точки окончания титрования (по предложенным выше методам) оказываются достаточно близкими к истинным точкам эквивалентности. Тогда и при титровании смеси органических кислот, как реальной ситуации при анализе растительных образцов, все рассмотренные выше методы оценки окончания титрования будут приводить к близким (с расхождением не более 1%) и надежным результатам. Отметим, что основное различие между кривыми титрования наблюдается перед точкой эквивалентности (при меньших значениях pH): чем сильнее кислота (последняя стадия диссоциации), тем ниже расположена левая часть кривой титрования (т.е. тем меньше pH).

С другой стороны, в анализируемом образце могут (и должны) находиться не только свободные кислоты, но и их соли, поскольку буферный характер клеточного сока определяет жизнеспособность живых объектов. А определение свободных кислот в таком случае является лишь односторонней и не полной оценкой буферной системы. Однако, как

это ни странно, требования установления полной характеристики буферных систем (растительных соков) нами не обнаружены ни в иностранной, ни в отечественной литературе. Впрочем, известно большое число работ по определению вида и количества органических кислот (уже без учета их состояния в исходном образце) различными методами, включая ВЭЖХ (см., например, [7–9]), но в этих работах уже не идет речь о кислотности.

Один из классических – кондуктометрический – метод контроля процесса титрования используется в настоящее время в силу различных причин не часто. В этом плане любопытен подход, основанный на исследовании проводимости растворов образцов при значительном разбавлении (до 300 раз) [10]. А, например, в недавно опубликованной работе [11] было обращено внимание на ряд преимуществ кондуктометрического метода контроля титрования по сравнению с потенциометрическим.

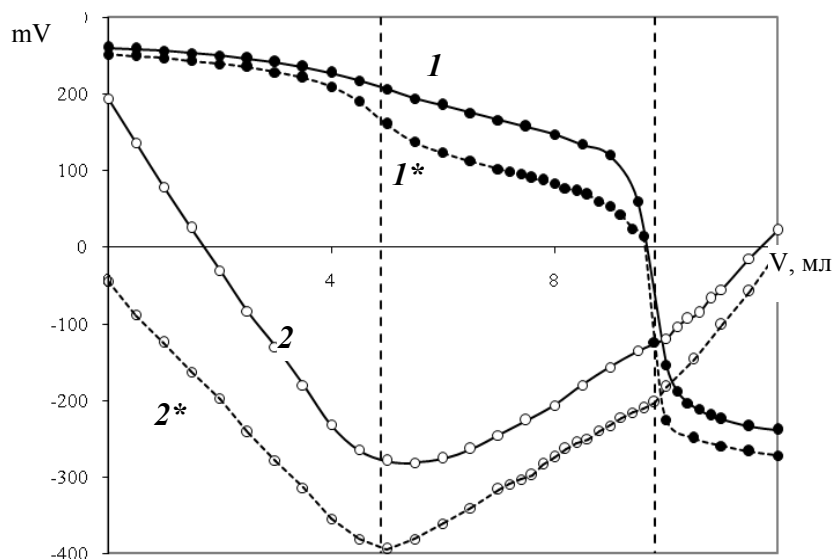
Классическое использование кондуктометрического датчика, как было найдено в настоящей работе, в сочетании с одновременным потенциометрическим контролем кислотно-основного титрования обладает рядом преимуществ. Кондуктометрические и потенциометрические кривые титрования растворов сильной кислоты раствором щелочи взаимно заменяемы. Замена сильной кислоты на слабую приводит к отклонению экспериментальных точек в начальной части кривой титрования (тем больше, чем больше степень диссоциации кислоты) от прямой линии, точка пересечения которой с другой линией, построенной по следующему набору данных, используется для нахождения точки эквивалентности [12]. При переходе к многоосновным органическим кислотам одновременное использование двух электрохимических методов контроля выявляет ряд важных особенностей.

Среди двухосновных карбоновых кислот растительных объектов наиболее часто встречаются винная, яблочная, щавелевая и фумаровая. При титровании наиболее сильной из них – щавелевой кислоты (рис.2), в водном растворе четко обозначается скачок потенциала, соответствующий полному протеканию реакции по второй стадии, в то время как первая точка эквивалентности едва заметна. Кондуктометрический датчик, напротив, показал четкий излом кривой для первой точки эквивалентности, а обнаружение второй точки эквивалентности осложнено нестабильностью экспериментальных данных (приборным шумом). Замена чисто водного раствора на водно-этанольный (соотношение 1:1) лишь немногим улучшает параметры обеих кривых, поэтому не имеет практического значения.

Рис. 2. Электрохимический контроль кислотно-основного титрования растворов щавелевой кислоты.

Контроль потенциометрический – 1, кондуктометрический – 2.

* - для водно-спиртовых растворов. Здесь и далее численные значения проводимости растворов заменены на удобные для представления на одном графике с данными потенциометрического титрования.



Первая точка эквивалентности находится классическим методом – по точке пересечения прямых линий, построение которых не вызывает каких бы то ни было затруднений – отбрасываются только несколько точек «переходного» диапазона (рис. 3).

Таким образом, при титровании кислот в чисто водном растворе кондуктометрическое детектирование позволяет определить первую точку эквивалентности: стандартный метод пересечения двух прямых линий, построенных по точкам до и после этой точки, представлен на рис. 3.

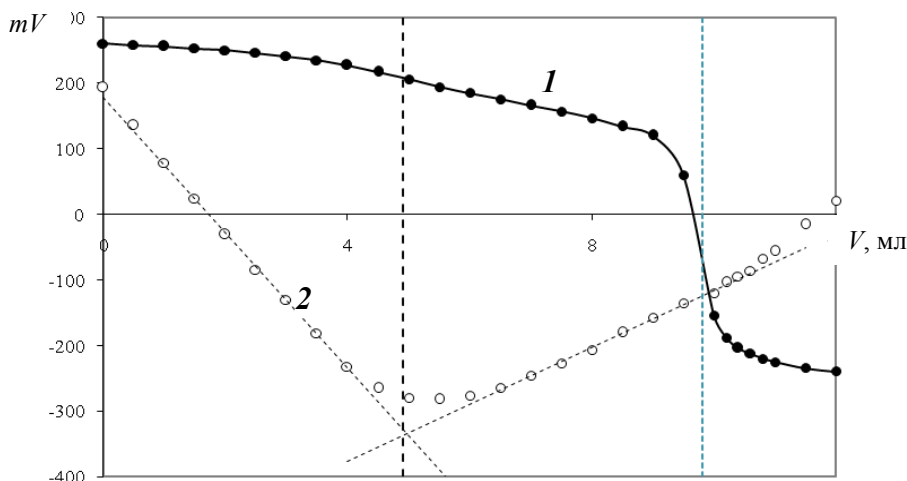
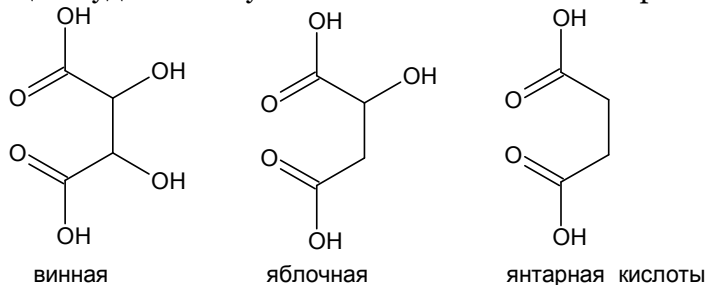


Рис. 3. К определению точек эквивалентности кислотно-основного титрования водного раствора щавелевой кислоты. Контроль потенциметрический – 1, кондуктометрический – 2.

Однако щавелевая кислота в ряду органических двухосновных кислот уникальна тем, что вследствие соседнего расположения карбоксильных групп ионизация одной из них по индуктивному механизму сказывается на свойствах второй карбоксильной группы, т.е. это – классический вариант двухосновной кислоты по типу соответствующий многоосновным неорганическим кислотам с большим различием последовательных констант ионизации. В винной, яблочной и янтарной кислоте две карбоксильные группы разделены двумя атомами углерода. Поскольку индуктивное взаимодействие быстро ослабевает по углеродной цепи, то и свойство одной из карбоксильных групп будет мало зависеть от состояния ионизации другой карбоксильной группы молекулы. Т.е. в таком случае первая константа диссоциации будет иметь условный статистический характер.



Впрочем, сила карбоксильных групп в случае винной кислоты несколько увеличена наличием гидроксильных в α -положении к карбоксильной группе. И действительно, на кривых потенциметрического титрования винной кислоты нет перегибов в области первой точки эквивалентности при титровании ни чисто водных растворов, ни водно-спиртовых смесей. На кривой кондуктометрического титрования в водном растворе эта точка может быть обнаружена, рис. 4, но ее положение необходимо определять по точкам перед прямолинейным участком, соответствующих замещению протонов второй карбоксильной группы, отбрасывая точки начала кривой титрования.

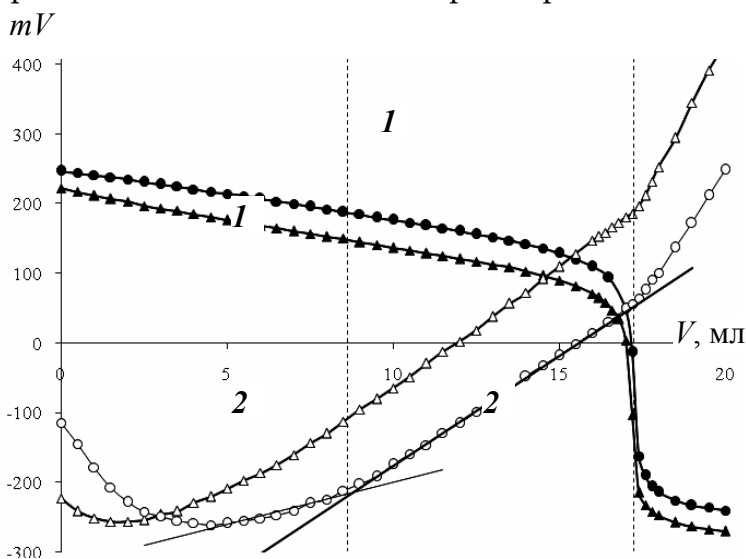


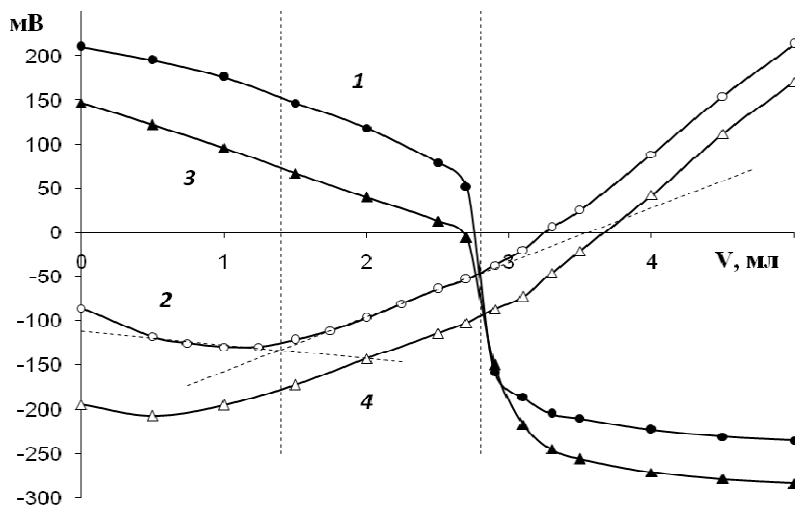
Рис. 4. Электрохимический контроль кислотно-основного титрования растворов винной кислоты. Контроль потенциметрический – 1, кондуктометрический – 2.

* -для водно-спиртовых растворов.

Кондуктометрический контроль при титровании в водно-спиртовой среде из-за уменьшения константы диссоциации не позволяет обнаружить первую точку эквивалентности.

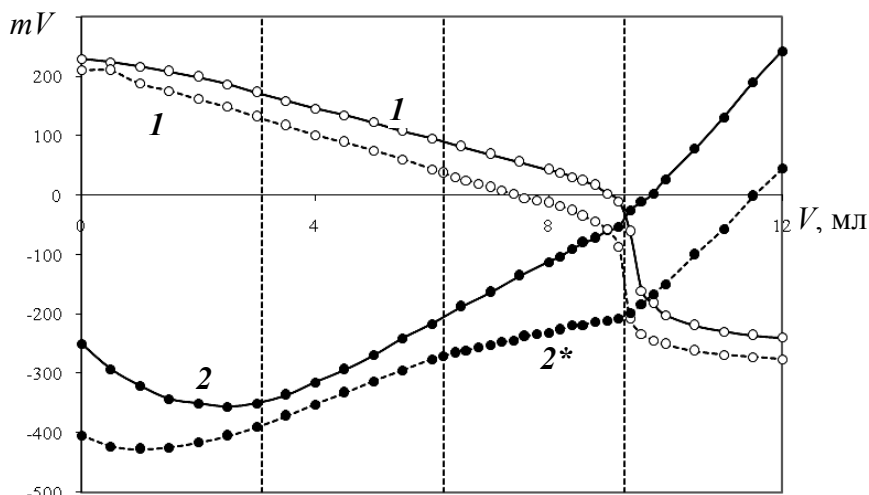
В случае яблочной кислоты первой должна титроваться карбоксильная группа с большей кислотностью, расположенная рядом с гидроксиметиленовой группой, т.е. сопоставимая по силе с карбоксильными группами винной кислоты. Тогда, на кривых титрования с кондуктометрическим детектированием первая точка эквивалентности также должна быть обнаруживаемой, что подтверждается экспериментально, рис. 5. Однако снижение кислотности при переходе к янтарной кислоте уже не позволяет обнаружить эту точку вследствие ее виртуальности (рис. 5).

Рис. 5. Электрохимический контроль кислотно-основного титрования растворов яблочной(1 и 2) и янтарной кислот (3, 4). Контроль потенциометрический – 1, 3 кондуктометрический – 2, 4.

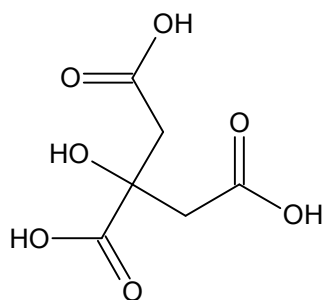


Кроме одноосновных и двухосновных кислот большое значение имеет и одна трехосновная – лимонная кислота (реже встречается ее изомер – изолимонная кислота). Три точки эквивалентности при титровании этой кислоты являются скорее умозрительными, поскольку взаимное влияние карбоксильных групп в данном случае невелико, и, действительно, на кривых потенциометрического титрования лимонной кислоты обнаруживается только точка эквивалентности, соответствующая полному замещению ионов водорода молекулы, т.е. – формально третьей точке эквивалентности, рис.6. Замена водного раствора на водно-спиртовой мало сказывается на характере кривой потенциометрического титрования.

Рис.6. Электрохимический контроль кислотно-основного титрования растворов лимонной кислоты. Контроль потенциометрический – 1, кондуктометрический – 2. * -для водно-спиртовых растворов.

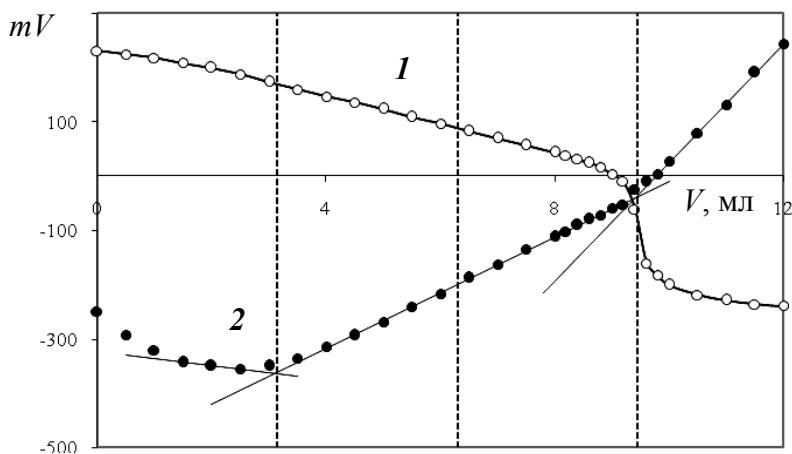


Иная ситуация наблюдается при кондуктометрическом контроле: в водных растворах отчетливо проявляется минимум проводимости в диапазоне первой точки эквивалентности. В этом нет ничего удивительного, если учесть, что замещаться в первую очередь должна карбоксильная группа, активированная присутствием в α -положении гидроксильной группы, т.е. по свойствам приближающаяся к карбоксильным группам винной и яблочной (одной из двух) кислот.



лимонная кислота

Две другие эквивалентные карбоксильные группы будут вести себя как независимые, но кондуктометрический детектор может почувствовать изменение подвижности ионов при увеличении их заряда. Как видно из данных, приведенных на рис. 6, вторая точка эквивалентности весьма заметна при титровании лимонной кислоты в водно-этанольной смеси, однако при этом исчезает возможность надежного детектирования первой точки эквивалентности. Следовательно, несмотря на большую информативность контроля титрования в водно-этанольном растворе, детектирование в водном растворе предпочтительнее вследствие возможности определения (как и в случае двухосновных кислот) числа моль кислот независимо от их основности. При этом так же, как и при титровании двухосновных кислот, необходимо отказаться от использования точек в начальной части кондуктометрической кривой титрования, рис.7.



ривании двухосновных кислот, необходимо отказаться от использования точек в начальной части кондуктометрической кривой титрования, рис.7.

Рис.7. Электрохимический контроль кислотно-основного титрования водного раствора лимонной кислоты.

Контроль потенциометрический – 1, кондуктометрический – 2.

Таким образом, одновременное использование двух электрохимических датчиков позволяет по кривой потенциометрического титрования определить суммарную (титруемую) кислотность, а по кондуктометрической кривой число моль суммы кислот.

Однако, реальные объекты должны представлять собой буферные смеси кислот и их солей. Замена кислот на их смеси с солями приведет к простому изменению кривых титрования – к перемещению стартовой точки титрования вправо по кривым титрования самих кислот; при большом содержании солей первая точка эквивалентности может оказаться слева за пределами графика.

Однако в этом случае существует легко реализуемая возможность увеличить объем информации, получаемой при титровании. Если для исходного образца обычным методом можно определить титруемую кислотность, то для аналогичного образца, пропущенного через катионообменную смолу, можно не только определить полное содержание кислот, а, следовательно, и вычислить содержание солей, но и определить тип кислот, преобладающих в образце. Для этого необходимо рассчитать соотношение, B , между объемом конечной точки эквивалентности, V_k , определенной потенциометрическим методом, и объемом первой точки эквивалентности, V_1 , определенной кондуктометрическим методом:

$$B = V_k / V_1.$$

Равенство двум этого соотношения (или близкие к двум значения) соответствуют присутствию двухосновных кислот в качестве основных кислот образца, в то время как для образцов с основной кислотой лимонной это соотношение увеличится до трех. Но то-

гда возможно и установление фальсификации соков, если кислотный состав образца мало изменяется в зависимости от сорта или степени созревания.

Так, малина относится к ценным плодам, популярным как в домашнем, так и в промышленном консервировании. Существование множества сортов малины подтверждается разнообразием антоцианового состава их плодов [13], определяемого активностью ряда ферментов [14]. Однако, по литературным данным вне зависимости от сорта основная кислота – лимонная – плодов (и сока) малины составляет $83 \div 87$ % от всех органических кислот [13].

Результаты титрования сока плодов малины до и после пропускания через катионообменную смолу, представлены на рис.8.

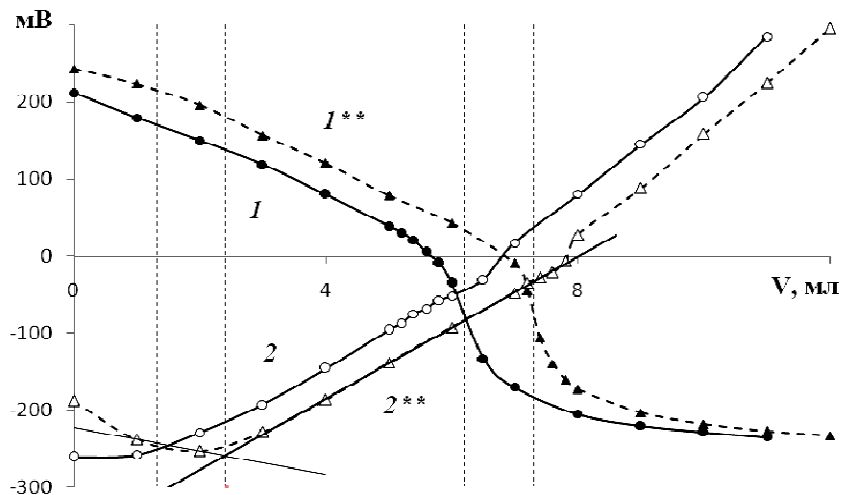


Рис.8. Электрохимический контроль кислотно-основного титрования сока плодов малины

Контроль потенциометрический - **1**, кондуктометрический - **2**.

** - после пропускания через колонку с катионообменной смолой в H^+ форме

На рисунке отчетливо видно, что после ионообменной смолы кислотность повысилась примерно на 18 %. Тогда соотношение кислота/соль в исходном соке составляет 56/10 в моль-экв. При этом соотношение B составляет:

$$B = 7.3 / 2.3 = 3.03.$$

Полученное соотношение подтверждает то, что основная кислота сока плодов малины – трехосновная. Наши исследования показали, что в случае, например, яблочного сока, это соотношение составляет примерно 2, указывая на то, что основная кислота сока – двухосновная. Поэтому, например, попытка фальсифицировать яблочный сок лимонной кислотой будет легко установлена без использования хроматографических методов с использованием значительно более доступных потенциометрического и кондуктометрического датчиков.

Заключение

Кислотно-основное титрование с двумя электрохимическими датчиками (потенциометрическим и кондуктометрическим) позволяет определять не только титруемую кислотность, но и общий состав буферной системы: по содержанию кислот и солей, а также их усредненный тип – по основности, что может быть использовано для определения качества и обнаружения фальсификации.

Список литературы

1. ГОСТ 3624-92. Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности.
2. ГОСТ Р 51455-99. Йогурты. Потенциометрический метод титруемой кислотности.
3. ГОСТ Р 51434-99. Соки фруктовые и овощные. Метод определения титруемой кислотности.
4. ГОСТ 5898-87. Изделия кондитерские. Методы определения кислотности и щелочности.
5. Bartolome A., Ruperez P., Fuster C. Non-Volatile Organic Acids, Acidity Changes in Pineapple Fruit Slices pH and Titratable During Frozen Storage // J. Sci. Food Agric. – 1996. – Vol. 70. – P. 475-480.



6. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. – М.: Химия, 1979. – 480 с.
7. Cunha S.C., Fernandes J.O., Ferreira I.M.P.L.V.O. HPLC/UV determination of organic acids in fruit juices and nectars // *Eur. Food Res. Technol.* – 2002. – Vol. 214. – P. 67-71.
8. Mattila P., Hellström J., Torronen R. Phenolic acids in berries, fruits, and beverages // *J. Agric. Food Chem.* – 2006. – Vol. 54. – P. 7193-7199.
9. Zadernowski R., Naczek M., Nesterowicz J. Phenolic acid profiles in some small berries // *J. Agric. Food Chem.* – 2005. – Vol. 53. – P. 2118-2124.
10. Shiraishi S. A new electrochemical method for measurement organic acid content in tropical fruits based on conductivity // *Acta Hort. (ISHS)*. – 1992. – Vol. 321. – P. 203-210
11. Зайцев В.Н., Кобылинская Н.Г., Костенко Л.С., Герда В.И. Кондуктометрическое определение концентрации кислотных центров на функционализированных материалах // *Ж. аналит. химии.* – 2008. – Т. 63, № 8. – С. 852-857.
12. Отто М. Современные методы аналитической химии (в 2-х томах). Том.1. – М.: Техносфера, 2003. – 403 с.
13. Begoña de Ancos, Gonzalez E., Cano M.P. Differentiation of raspberry varieties according to anthocyanin composition // *Z. Lebensmitt. Forsch. A.* – 1999. – Vol. 208. – P. 33-38.
14. Сорокопудов В.Н., Дейнека В.И., Лукина И.П., Дейнека Л.А. Антоцианы плодов некоторых видов рода *Rubus L.* из коллекции ботанического сада БелГУ. // *Химия растительного сырья.* – 2005. – № 4. – С. 61-65.

DETERMINATION OF PLANT FRUIT JUICE ACIDITY BY MEANS OF TWO ELECTROCHEMICAL METHODS

**L.A. Deineka,
I.P. Anisimovitch,
T.G. Novogenova,
V.I. Deineka**

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

e-mail: deineka@bsu.edu.ru

Method of juice acid content investigation by means of acid-base titration with two electrochemical potentiometric and conductometric electrodes is offered. Tested on examples of individual two and tribasic acids in water solution and in water-alcohol mixtures the particularities of the titration curves are discussed. The conductometric titration curve has been shown to be used for determination of the first equivalence-point, while potentiometric curve may be explored for total acidity calculation. The acid mixture basicity thus may be determined after salt-acid transformation by ion-exchange resin.

Key words: conductometric titration, potentiometric titration, organic acids, fruit juices.

ПЕРЕРАБОТКА БЕРЕГОВ БЕЛГОРОДСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА КАК ФАКТОР ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЕГО ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Н.Н. Крамчанинов

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

*e-mail:
Kramchaninov@bsu.edu.ru*

В статье рассмотрены вопросы переработки берегов Белгородского водохранилища и связанные с нею изменения природной обстановки в береговой зоне. Приведена классификация основных типов берегов и приведены данные о скорости разрушения (абразии) берегов.

Ключевые слова: побережье, береговая зона, типы берегов, абразионные процессы, аккумулятивные процессы, берегоформирующие процессы.

Создание водохранилищ вносит существенные изменения в природные условия береговой зоны, отрицательно влияет на устойчивость берегов, вызывая значительное разрушение береговой полосы, именуемое переработкой (переформированием) берегов.

В основу классификации берегов Белгородского водохранилища нами положен характер береговых процессов и определяющих условий их развития.

Как уже отмечалось выше, к основным факторам формирования берегов и котловин водохранилищ относятся природные условия, определяющие характер формирования стока и эрозионных процессов на всей водосборной территории, геоморфологические условия, геологическое строение котловины и берегов, гидрогеологические и климатические условия.

В пределах равнинных водохранилищ, каковым является Белгородское водохранилище, выделяются абразионные и аккумулятивные берега. Они относятся к динамически активным зонам и располагаются в срединной и приплотинной частях водохранилищ. Это обусловлено сильным волнением в связи с увеличением глубин и длин разгона волн. Здесь преобладают процессы абразии, обвальные и оползневые явления, выветривание, осыпание, аккумуляция наносов.

На водохранилище имеются участки, где отсутствует ветровое волнение. Это так называемые динамически пассивные участки. Находятся они, как правило, в верховых районах водохранилищ или устьевых областях впадающих в водохранилище рек. Здесь преобладают склоновые и русловые процессы – плоскостной смыв, оврагообразование, заболачивание. В результате формируется группа берегов неволнового происхождения (эрозионные и нейтральные).

Следует отдельно выделить группу техногенных берегов – защищенные берега. К ним относятся бетонные берегоукрепительные сооружения в приплотинной части водохранилища и вдоль побережья, прилегающие к населенным пунктам и рекреационно-курортным объектам (табл. 1).

Как известно, переформирование берегов водохранилищ начинается сразу после затопления их чаши. Постепенно происходит общее выравнивание береговой линии в плане за счет срезания мысов. Энергия волнового воздействия все в большей степени тратится на преодоление трения о прибрежные отмели.

Тенденция к постепенному затуханию размыва берегов может нарушаться при значительных изменениях уровня водохранилища при регулировании речного стока,

таяния снега весной и т.д.

По В.М. Широкову [2, 3], берега водохранилищ в процессе своего развития проходят следующие стадии:

- 1 – стадия становления, характеризующаяся интенсивной переработкой и начальным формированием отмели;
- 2 – стадия стабилизации, когда формируется равновесная береговая линия путем стабилизации берегов и отмелей, но возможны кратковременные усиления размыва;
- 3 – стадия отмирания, характеризуется зарастанием водохранилища и расчленением его на более мелкие водоемы.

Таблица 1

Морфогенетические типы берегов Белгородского водохранилища

Группа		Тип берега	Преобладающий береговой процесс	Основные факторы берегоформирования	Литологический состав пород, слагающих берега
гидродинамическая	генетическая				
Волнового происхождения	Абразионные берега	Абразионно-оползневой	Абразия, оползневые процессы	Подъем уровня грунтовых вод, атмосферные осадки, ветровое волнение	Мел, глины
		Абразионно-обвальный	Абразия, осыпи, обвалы	Ветровое волнение, обрушение	Лессовидные суглинки
		Абразионно-осыпной с фестончатым расчленением	Осыпи, абразия песчаных берегов	Ветровое волнение, склоновый снос воды по ложбинам стока	Пески
		Абразионно-осыпной выровненный	Осыпи, абразия эоловых береговых форм рельефа	Волнение, вдольбереговые течения	Пески
	Аккумулятивные берега	Аккумулятивные	Аккумуляция	Ветровое волнение, вдольбереговое течение	Пески
	Первичные	Эрозионный	Эрозия склонов, снос продуктов разрушения	Поверхностные постоянные и временные водотоки	Покровные суглинки, мел
		Подтопленный	Подтопление, оглеение	Повышение уровня грунтовых вод	Пески, супеси, песчано-илистые отложения
	Фитогенные	Тростниково-камышевый	Зарастание, заболачивание	Заиление дна и накопление органических остатков	Песчано-илистые грунты
Техногенные	Защищенный (бетонные плиты)	Разрушение сооружений	Выветривание, снос	Бетон, каменная отмостка	

Таким образом, налицо стадийность развития водохранилищ. Выявление стадийности имеет практическое значение в целях прогнозирования развития берегов.

Обследование берегов Белгородского водохранилища показало, что переработка берегов характеризуется высокой активностью, и стадия стабилизации (по В.М. Широкову) еще не наступила.

После заполнения Белгородского водохранилища началась интенсивная переработка берегов и формирование следующих их типов: абразионных, аккумулятивных, нейтральных, защищенных и подтопленных (рис. 1). В настоящее время доля абразионных берегов составляет около 50 %, аккумулятивных – более 15 %, нейтральных – более 30 % длины береговой линии. Незначительную долю (менее 1 %) составляют так называемые защищенные (искусственные) берега. Они представлены наклонными бетонными плитами, расположенными в южной (приплотинной) право- и левобережной частях водохра-

нилища, а также вдоль береговой линии у пос. Маслова Пристань и на небольших участках береговой зоны, вдоль пионерских лагерей и домов отдыха на левом берегу водоема.

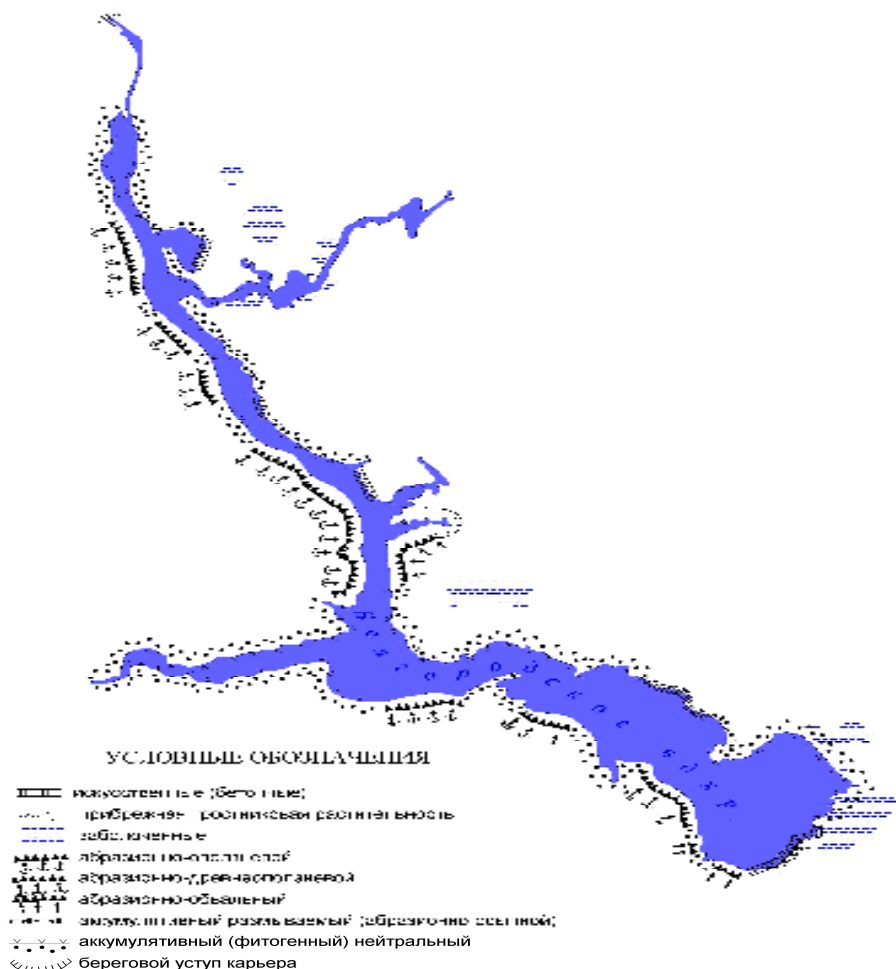


Рис. 1. Картограмма типов берегов Белгородского водохранилища

Многочисленными исследованиями доказано, что абразия (размыв) берегов водохранилищ, особенно в первые десятилетия после их заполнения, протекает значительно интенсивнее, чем морских.

Абразионно-оползневой тип берега наиболее характерен для правобережной, более возвышенной его части. Здесь интенсивной абразии подвергаются, прежде всего, выступающие берега, сложенные меловыми породами. Мел относится к мягким полускальным породам. Его прочность существенно зависит от влажности. При влажности мела 25-30 % прочность на сжатие уменьшается в 2-3 раза по сравнению с аналогичным показателем при влажности мела 0.5-1 %. В данном случае проявляются пластические свойства, приводящие к сползанию вязкопластичной массы по склону берегового уступа и способствующие тем самым образованию абразионно-оползневого типа берега. Природный мел практически не обладает морозостойкостью, после нескольких циклов замораживания и размораживания он распадается на отдельные кусочки размером 1-3 мм. Это явление оказывает большое влияние на дальнейший смыв продуктов морозного разрушения даже незначительными дождевыми осадками.

Абразионно-обвальный тип берега на правой стороне водохранилища относится к береговым уступам, сложенным лессовидными суглинками, глинами и имеет фрагментарное распространение. У основания берегового уступа в волноприбойной зоне наблюдаются многочисленные осыпи и отдельные блоки свалившихся пород с кустарниками и деревьями.

Так на береговом участке бывшего с. Волково размываются суглинистые берега высотой 1.5 – 2 м, а в некоторых местах до 5-7 м, на других участках и более.

Частью пейзажа береговой зоны правого берега стали абразионные уступы высотой до 15-20 м. На многих участках они осложнены оползнями, промоинами и оврагами, которые ускоряют размыв берегов. Усиливающиеся склоновые процессы на берегах в виде эрозионных борозд, промоин.

Аккумулятивный тип берега весьма широко представлен в левобережной части Белгородского водохранилища.

Левобережная часть водохранилища на всем протяжении его береговой зоны сложена рыхлыми аллювиальными, преимущественно песчаными отложениями различного механического состава I и II надпойменных террас.

К этому же типу берегов нами отнесены небольшие участки береговой зоны правобережья, где своими нижними частями в береговую зону врезаются овраги и балки, а также другие заметные в плане углубления береговой линии (вогнутые участки побережья), в пределах которых с первых лет существования водохранилища началась аккумуляция рыхлого материала из размываемых рядом выступающих берегов. В настоящее время здесь формируются обширные мелководья, которые хорошо видны при понижении уровня воды в водохранилище.

В тех местах береговой зоны, где размыву подвергаются эоловые формы рельефа (береговые дюны), формируются абразионно-осыпной выровненный берег и абразионно-осыпной с фестончатым расчленением.

Абразионно-осыпной выровненный тип берега в левобережной части водохранилища имеет широкое распространение и выделяется на фоне низменных аккумулятивных берегов отчетливо выраженными осыпными уступами, сложенными разнозернистыми песчаными отложениями. Высоты размываемых осыпных уступов изменяются от 1 до 3-5 м. Во многих местах размываемые уступы наступают на лесные массивы, смывая деревья. Аналогичные абразионно-осыпные берега встречаются в правобережной части залива, образованного выработанным песчаным карьером, ныне соединенным с водохранилищем. Здесь абразионно-осыпные береговые уступы возвышаются над поверхностью воды на 10-12 м.

Абразионно-осыпной тип берега с фестончатым расчленением встречается ограничено, лишь в некоторых местах левобережья, на участке между пос. Маслова Пристань и базой отдыха «Дантист». По-видимому, образование фестонов связано с эрозионной деятельностью временных водотоков, протекающих в междурядьях лесных (сосновых) посадок. Высота размываемых осыпных уступов достигает 3-4 м, а глубина врезания в берег фестонов достигает 1-1.5 м.

В результате разрушения аккумулятивных тел I и II надпойменных террас волнением и эрозионных процессов на подводный береговой склон и дно поступает обильный обломочный материал, и с подходом к берегу волн под углом возникают вдольбереговые потоки наносов, из которых формируются различные аккумулятивные формы береговой зоны. В случае огибания потоком наносов выступов берега с подветренной стороны происходит образование аккумулятивных мини-кос. Нередко такие формы образуются около деревьев, упавших с разрушенного абразией склона.

Нейтральный тип берегов наблюдается на низменных отлогах побережьях правого и левого берегов в верхней части водохранилища и в заливах, образованных устьевыми частями впадающих в него рек Топлинка и Разумная. В пределах этих участков побережья водохранилища волновые процессы неразвиты, абразия не наблюдается из-за широкой полосы вдоль берега камышево-тростниковых зарослей, которые полностью гасят силу ветровых волн.

Для описания скорости и масштабов переработки берегов на наиболее разрушаемом правобережном участке береговой зоны Белгородского водохранилища от плотины гидроузла до с. Соломино выделено 40 участков. Нами [3] была выдвинута гипотеза, согласно которой ширину зоны берегового разрушения, образованную за весь 19-летний период существования Белгородского водохранилища (с 1987 по 2006 гг.), можно примерно рассчитать путем образного продления линии естественных склонов (в настоящее время обрывающихся уступами над кромкой берегов) до уровня зеркала воды в водохранилище. Эта задача была решена путем измерения на каждом участке средней высоты ус-

тупов и средней крутизны береговых склонов. Для более точного определения высоты разрушаемого берега необходимо еще учитывать мощность аккумулятивных наносов, принесенных к обрывистым берегам, т.к. эти наносы как переотложенные продукты разрушения погребли под собой нижнюю часть абразионных уступов. Результаты проведенных расчетов представлены в табл. 2.

Таблица 2
Расчет параметров разрушения берегов правобережной части Белгородского водохранилища от плотины до пос. Соломино (по участкам)

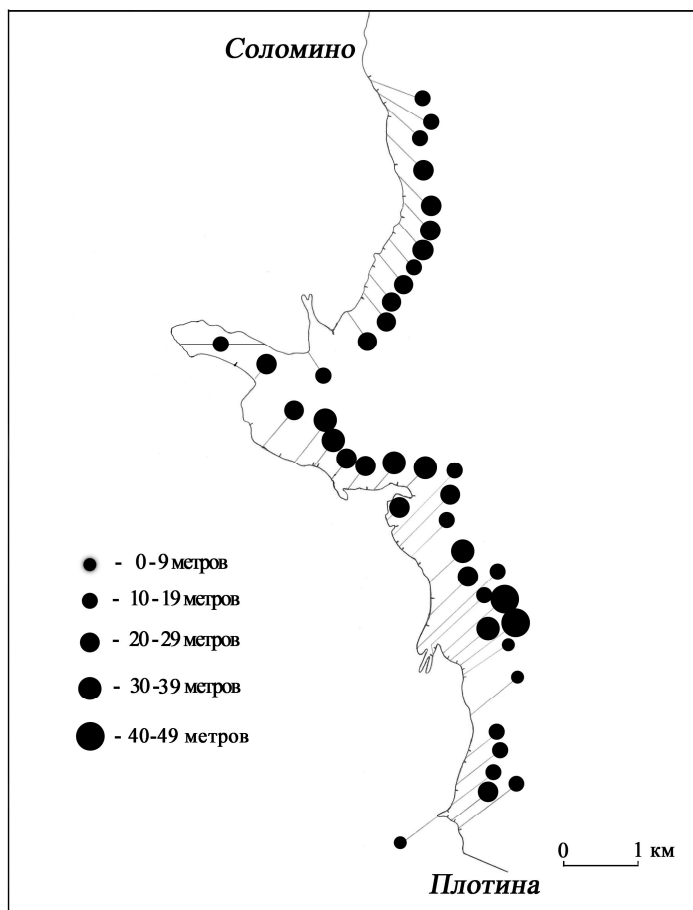
№ участка	Высота, м	Угол, град	Ширина, м	Длина, м	Объем, м ³
1	1.7	5	150	19.42	2476.51
2	4	11	125	20.57	5142.53
3	0.5	0	100	0.00	0.00
4	2.8	9	325	17.67	8040.58
5	1.6	7	450	13.03	4689.32
6	2.5	13	175	10.82	2367.83
7	2.8	18	1125	8.61	13567.01
8	2.8	16.5	125	9.45	1653.54
9	15	20	150	41.19	46344.34
10	2.5	4.5	125	31.75	4961.45
11	2.65	3.5	350	43.31	20085.21
12	1.5	4.5	100	19.05	1428.90
13	1.3	4	1525	18.58	18421.09
14	1.5	4	425	21.44	6834.87
15	5.5	9	575	34.71	54888.46
16	1.5	4.5	350	19.05	5001.14
17	3.5	8	125	24.89	5445.58
18	2.2	8	275	15.65	4733.44
19	1.3	3	950	24.80	15311.49
20	1.7	3	325	32.43	8957.53
21	2.7	4	475	38.60	24750.27
22	1.5	3.5	900	24.52	16547.85
23	3.7	8	275	26.32	13388.58
24	4.5	8	63	32.01	4536.95
25	3	5.5	550	31.14	25693.92
26	2	4	725	28.59	20727.97
27	1.3	3	1075	24.80	17326.16
28	0.9	3	3750	17.17	28968.32
29	1.2	3	625	22.89	8583.21
30	2.1	5	175	23.99	4408.87
31	3.1	7	325	25.24	12713.48
32	2.8	6	350	26.63	13048.66
33	1.5	4.5	275	19.05	3929.47
34	2.9	7.5	288	22.02	9195.19
35	2.8	6	325	26.63	12116.61
36	2	5	550	22.85	12568.20
37	1.8	5	788	20.57	14585.51
38	2.4	8	200	17.07	4096.86
39	2.8	13	225	12.12	3818.84
40	3.5	10	250	19.84	8680.75
Сумма			20039.00	908.03	490036.48

Как показали полевые исследования, переработка берегов Белгородского водохранилища представляет собой весьма мощный и распространенный фактор преобразования

Согласно произведенным вычислениям, ширина образовавшейся зоны береговой абразии существенно варьирует – от 0 метров (в устьевых частях затопленных логов и балок) до 43 метров (как правило, на мысовых крутосклоновых участках, сложенных текстурно неоднородными и (или) слоистыми геологическими отложениями). Общий объем разрушенных грунтов, которые оказались на дне водохранилища, мог составить 490000 кубических метров (табл. 2), что эквивалентно квадрату со стороной 700 метров и высотой 1 м (территория небольшого сельскохозяйственного предприятия Белгородской области).

Пространственное изменение ширины зоны разрушения берегов передано на рис. 2. На нем хорошо видна тенденция увеличения ширины зоны разрушения на склонах, составляющих большие углы по отношению к осевой части водохранилища. На правобережной части – это склоны северо-восточных и северных экспозиций.

Дальнейшие наблюдения за экзогенными геологическими процессами и их интенсивностью в береговой зоне Белгородского водохранилища должны носить сезонный характер, так как проявления и скорость процессов переработки берегов, по-видимому, существенно варьируют от весны к осени. По крайней мере, мониторинговые исследования, проводимые на других водохранилищах, свидетельствуют об указанной сезонной динамике [4].



прилегающей природы, приводящий не только к активизации экзоморфодинамических процессов на его берегах, но и в значительной степени определяющий экологическое состояние самого водоема. Поэтому назрела необходимость в мониторинговых исследованиях, направленных на изучение переработки берегов водохранилища и разработку оптимальных приемов берегозащиты.

Рис. 2. Ширина зоны разрушения берегов правобережной части Белгородского водохранилища, образованная за 19-летний период его функционирования.

Литература

1. Петин А.Н., Чендев Ю.Г., Воробьев Е.Д., Крамчанинов Н.Н. Масштабы и скорость переработки берегов правобережной части Белгородского водохранилища // Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и сопредельных странах: материалы III Междунар. науч. конф. г. Белгород, 20-24 окт. 2008 г) – Белгород: Изд-во БелГУ, 2008. – С. 79-85.
2. Широков В.М. Типологическая классификация водохранилищ // Изв. Новосибирского отдела ВГО. – 1976. – № 5. – С. 11-16.
3. Широков В.М. Проблемы и особенности развития берегов малых равнинных водохранилищ // Геоморфология. – 1993. – № 2. – С. 88-94.
4. Экзогенные геологические процессы на территории Саратовской области по результатам мониторинга геологической среды за 2005 г. и прогноз на 2006 г. // Материалы Территориального центра мониторинга геологической среды (ТЦ МГС) при Саратовской гидрогеологической экспедиции ФГУТП «ВолгаГеология». – <mailto:saratovnedra@saratovnedra.ru>. – 2005.

PROCESSING OF COAST OF THE BELGOROD WATER BASIN AS THE FACTOR OF INFLUENCE ON ITS ENVIRONMENT

N.N. Kramchaninov

Belgorod State University

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

*e-mail: Kramchani-
nov@bsu.edu.ru*

In the article questions of processing of coast of the Belgorod water basin and related changes of natural conditions in a coastal zone are considered. Classification of the basic types of coasts is presented and data concerning a rate of coastal abrasion are given.

Key words: coast, coastal zone, types of coast, abrasion processes, accumulative processes, coast forming processes.



Рис. 3. Наиболее молодые геологические фации щебнисто-древяно-гравийного мело-мергельного аллювия и соответствующий им в рельефе абразионно-аккумулятивный склон береговой зоны Белгородского водохранилища

ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ ОПОЛЗНЕВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

**В.И. Петина,
Н.И. Гайворонская,
Л.И. Белоусова**

*Белгородский
государственный
университет*

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

e-mail: Petina@bsu.edu.ru

В статье на основе многолетних полевых исследований авторами приведена классификация оползней Белгородской области, дана характеристика факторам, обуславливающих их развитие и распространение и показано влияние оползней на условия проживания и хозяйственную деятельность населения области.

Ключевые слова: оползень, оползневое тело, типы оползней, факторы развития и распространения оползней, современные и древние оползни.

Одним из факторов, определяющим эколого-геоморфологическую ситуацию территории Белгородской области, является широкое распространение оползневых процессов. Под оползневым процессом понимается последовательное изменение состава, состояния и свойств оползня с момента его зарождения и перемещения на другой уровень, вплоть до полного затухания, проявляющегося в деформациях слагающих его горных пород [3]. Под оползнями понимают смещение вниз по склону массы рыхлой горной породы под влиянием силы тяжести, особенно при насыщении рыхлого материала водой. Наиболее часто оползни возникают на склонах речных долин, сложенных чередующимися водоупорными (глинистыми) и водоносными породами. Оползневые явления сопровождаются изменением рельефа, геологического строения, и указывают на то, что горные породы на склоне или в откосе потеряли устойчивость.

На формирование и развитие оползневых процессов оказывают влияние как природные, так и антропогенные факторы:

- геологическое строение и рельеф (постоянные);
- современные тектонические движения, климат, гидрогеологические условия, растительность, почвы (медленноизменяющиеся);
- метеорологические, гидрологические, сейсмические условия;
- хозяйственная деятельность (быстроизменяющиеся).

В Белгородской области ландшафтно-оползневые системы формируются, главным образом, на меловом и палеогеновом субстрате преимущественно с деформациями пород четвертичного возраста, под влиянием умеренно-континентального климата с засушливым летом и умеренно-холодной зимой, неравномерным выпадением осадков, чаще всего в виде ливней. Они различаются по генезису, размерам, морфологическим признакам, механизму смещения, возрасту и глубине захвата горных пород. При этом наиболее сильно оползнями поражены не склоны долин рек, а овражно-балочные системы, в пределах которых выклиниваются воды палеогенового водоносного горизонта (левобережье р. Потудань, верховья рек Черная Калитва, Тихая Сосна, Короча). В качестве важной региональной черты ландшафтно-оползневых систем Среднерусской возвышенности В.Н. Бевз [1] выделяет оползневые цирковидные балки в мелу, выположенные палеогеновыми глинами и четвертичными суглинками, а также оползни «киевского» типа, характерной чертой которых является наличие обширного цирка вверху и узкого потока оползневых масс в нижней части склона. Довольно часто встречаются оползни вдоль автомобильных дорог. Они развиваются в местах подрезки склонов, сложенных лессовидными суглинками и глинами.

В настоящее время существует множество различных классификаций оползней. Наиболее широкой известностью пользуются классификации оползней А.П. Павлова, Ф.П. Саваренского, Н.Н. Маслова, А.М. Дранникова, И.В. Попова, Г.С. Золотарева, Г.Л. Фисенко, М.К. Рзаевой, К.А. Гулакяна, В.В. Кюнтцеля, Е.П. Емельянов и др.

Анализ данных классификаций позволил нам выделить на территории Белгородской области следующие типы оползней:

1. Оползни первого и второго порядка (по характеру захвата горных пород). Первые захватывают ранее не смещающиеся горные породы, распространены в основном в восточной части области; оползни второго порядка встречаются значительно реже и связаны в основном с активизацией проявления старых оползней ввиду изменения базиса эрозии или искусственного подтопления.

2. Асеквентные оползни (по структуре оползневого склона). Образуются такие оползни в однородной, неслоистой подстилающей породе, широко представлены на территории области;

3. Оползни проседания, течения, скольжения, разжижения (по механизму смещения оползневого тела). Формирование **оползней проседания** связано с деформационным поведением лессовых пород и просадочными явлениями. Смещение происходит в виде отдельных блоков, нередко переходящих в земляные потоки. **Оползни течения** бывают, как правило, небольших размеров, имеют глетчерообразную форму. Глубина захвата оползней не превышает 2 метров. Характерной особенностью является потеря первичной структуры пород в зоне смещения в результате изменения их влажности и переход в текучепластическое состояние. **Оползни скольжения** связаны с различными по составу, возрасту и генезису породами, сильно дислоцированными, нередко нарушенными трещинами. На территории области встречаются редко и наблюдаются в основном в вершинных и береговых оврагах с поражением как четвертичных, так и коренных отложений. Практически рост и расширение (выполаживание бортов) этих оврагов часто происходит за счет схода оползней скольжения незначительных размеров (ширина в подошве 30-60 м, длина по оси полностью контролируется высотой стенок оврагов). Эти оползни недолговечны, тело их подвергается процессам линейной эрозии. **Оползни разжижения** распространены в районах развития молодых глинистых отложений, обладающих способностью разжижаться и переходить в текучее состояние. На территории области они встречаются крайне редко.

4. **Современные**, образовавшиеся при современном базисе эрозии и **древние** (по возрасту), сформировавшиеся давно, и как правило, не активные.

5. Оползни в покровных образованиях на склонах, оползни в коренных отложениях (по геологическим условиям зарождения). **Оползни в коренных отложениях** редки, встречаются в основном на склонах крупных оврагов и по бортам балок с непосредственным выходом коренных пород на поверхность. По характеру захвата это в основном оползни первого порядка, а по механизму смещения относятся к оползням скольжения, по морфологическому признаку – к фронтальным. Размеры их незначительны и по ширине ограничиваются первыми десятками метров, длина по оси движения определяется высотой склона. Для образования оползней этого типа непременным условием является наличие ослабленных зон пересекающих слои различных или однородных по литологическому составу горных пород.

6. Циркообразные, фронтальные, глетчерообразные, каплевидной формы, с узкой горловиной (по морфологическим признакам).

Оползни-оплывины образуются на склонах, где создаются условия для естественного замачивания пород, склонных к оплыванию и которые при своем движении увлекают породы перекрывающей толщи. Наблюдаются они на участках выклинивания прослоев песка в палеогеновых глинах, а также на склонах, сложенных частично песками неогенового возраста. Крутизна склона в этом случае имеет решающее значение. При малой крутизне 3-7° и при наличии выклинивания песчаных отложений часто наблюдаются оползни проседания или обыкновенные оплывины незначительных размеров овальной и реже циркообразной формы (рис. 1).

Циркообразные оползни – главный и внутренние уступы полукругом окаймляют понижение, – амфитеатр в рельефе склона, в пределах которого располагается оползень. Чаще всего оползни такого типа имеют бровку срыва в основном отвесную, или близко к отвесной, чаще всего обнаженную, высотой 2-6 м. Причем высота бровки срыва уменьшается к подошве оползня. Размеры циркообразных оползней варьируют в пределах от первых десятков метров до 250-300 м. Поверхность оползней неровная, часть раздроблена на блоки с большим количеством трещин различного размера. По трещинам интенсивно развивается линейная эрозия.



Рис.1. Оползень – поток, поражающий тело автомобильной дороги

Фронтальными называют такие оползни, в которых главный и внутренние уступы вытянуты вдоль склона или откоса. Оползни фронтального типа развиваются на склонах балок крутизной не менее $15-30^\circ$ и связаны в большинстве случаев с выходами грунтовых вод на склоне. Практически во всех случаях наблюдается подрезка склона, часто очень значительная. Бровки главных уступов имеют криволинейную форму. Высота уступов незначительная 0.2-4.0 м, в большинстве случаев обнаженная. По глубине захвата этот тип оползней относится к мелким.

Поверхность оползней фронтального типа отличается сложностью рельефа. Связано это в основном с неоднородностью литологического состава пород тела оползня, наличием древесной растительности на оползающем склоне, различной интенсивностью просачивания грунтовых вод и глубиной подрезки склонов. На поверхности на наиболее крупных оползнях фронтального типа часто развиваются оползни второго порядка (чаще всего течения и разжижения). Размеры оползней весьма изменчивы. Наиболее крупные из них могут достигать в длину до 0.6-1.0 км.

Глетчерообразные оползни – это оползни течения с образованием конусообразного выступа в подошве оползня. Поверхность оползней находится в сильно раздробленном состоянии, задернована, часто со смещенной древесной растительностью. Возникают они при благоприятных условиях (в основном климатических). Наличие подрезки склона не обязательно. Гораздо большее значение имеет крутизна и рельеф склона. Они встречаются несколько реже вышеперечисленных типов. Морфологически эти оползни состоят из множества более мелких оползневых тел (оплывин, блоковых оползней, оползней отседания) и образуют активно растущие оползневые овражные системы. Оползни-потоки вытянуты вдоль понижений (ложбин стока), спускающихся со склона. Размеры оползней этого типа не отличаются большой изменчивостью. В большинстве случаев ширина их в самом узком месте не превышает 40-50 м с поражением по длине (оси движения) всего склона балки.

Оползни каплевидной формы наблюдаются на сложных по рельефу склонах балок и долин. Приурочены они к выходу грунтовых вод на склоне и начинаются с небольшой оплывины с последующей просадкой за счет механической суффозии тела оползня. Водопроявление совместно с суффозионными продуктами благоприятствуют

линейной эрозии в подошве оползня. Размеры оползней этого типа незначительны - ширина в пределах 50-70 м, длина по склону (оси движения) – 70-80 м. В большинстве случаев тело оползня задерживается (рис. 2).



Рис. 2. Каплевидная форма оползня в вершине овражно-балочной системы

В Белгородской области наиболее сильно поражены оползнями восточная и центральная части, несколько меньше – юго-западная, значительно реже оползневые процессы развиты в северо-западной части.

В восточной части области площади с сильной интенсивностью развития оползней приурочены в основном к водораздельным участкам левосторонних притоков реки Оскол и бассейну реки Тихая Сосна. На остальной территории левобережья реки Оскол, бассейна реки Тихая Сосна, а также в бассейнах рек Ураева и Айдар наблюдается средняя интенсивность проявления оползневых процессов. Оползни здесь развиты в однородных (в большинстве случаев четвертичных) неслоистых породах. Поверхность скольжения их неровная и определяется силами сцепления оползающих пород. Здесь встречаются в основном оползни первого порядка, захватывающие ранее не вмещающие породы. Оползни второго порядка встречаются реже. Их образование чаще всего связано с возобновлением интенсивности старых оползней в результате изменения базиса эрозии или искусственного подтопления.

Наиболее пораженными участками в центральной части области являются верховья правых протоков р. Оскол: реки Орлик, Халань, Холок, междуречья правых притоков рек Нежеголи, Кореня и Корочи. Оползни центральной части области по классификациям, как правило, относятся к оползням первого порядка, асеквентным, по механизму смещения в основном к оползням течения, реже – скольжения. По возрасту в подавляющем большинстве – современные (четвертичного возраста). Древние оползни редки. Размеры оползней варьируют в широких пределах, однако, при сравнении их по морфологическим признакам с оползнями восточной части области можно отметить, что фронтальные оползни здесь несколько меньше по ширине.

Интенсивность оползневых процессов резко снижается в западном направлении. Так, в бассейне р. Ворскла, несмотря на высокую в целом расчлененность территории, оползневые процессы слабо развиты и не играют доминирующую роль в общей пораженности территории экзогенными геологическими процессами. Размеры оползней варьируют в широких пределах от первых десятков метров до 250-300 м.

В северо-западной части области оползневые процессы встречаются значительно реже, здесь отсутствуют характерные для других частей территории участки сплошного или интенсивного развития оползней. Оползни встречаются фрагментарно по долинам

притоков реки Сейм. Наиболее распространены оползни без ясных границ, представляющие собой результат медленного пластического течения склонов, которые в данном районе не отличаются крутизной (5-10 °). Фронтальные оползни хотя и редки, но незначительны по размерам, их поверхность сильно раздроблена и разжижена.

Часто возникновение и активизация оползней связана с антропогенной деятельностью.

Оползень в районе Дубовое связан с выходом палеогеновых глин. Размер оползня достигает 150 м, амплитуда смещения определилась глубиной балки и составила 15-20 м (рис. 3). Исследованиями установлено, что на территории п. Дубовое оползневые процессы развиваются довольно длительное время, около 8 лет. За последний год бровка склона переместилась в сторону водораздельного плато на расстояние 4 м. При этом под угрозой разрушения оказалась часть хозяйственных построек поселка и автомагистраль. Что касается техногенных факторов, то решающее значение здесь имеют подмыв грунтов канализационным трубопроводом и перегрузка грунтов от движущегося транспорта. Совместное действие природных и техногенных факторов привело к активизации оползневых процессов.



Рис. 3. Цирковидный оползень в окрестностях пос. Дубовое

Основными причинами активного развития оползневого процесса является интенсивное обводнение грунтового массива за счет поверхностных и подземных вод, которые выходят на поверхность в виде источников в нижней части склона. На отдельных участках это приводит к заболачиванию территории и появлению характерной болотистой растительности.

Оползень в г. Короча активизировался в 2007 году на склоне овражно-балочной системы (рис. 4). Здесь, благодаря интенсивному обводнению глинистых грунтов, водами хозяйственно-бытовых стоков, произошла активизация оползневой массы. В некоторых местах стенка отрыва достигала 3-4 и даже 5-6 м. Смещение грунта по склону произошло вместе с древесной растительностью. Активный процесс развития оползня стал угрожать находящимся по близости жилым постройкам, что вызвало необходимость инженерного укрепления оползневого склона.

В Алексеевском районе в 2005 году в с. Щербаково активизация оползневых процессов привела к разрушению жилых и хозяйственных построек (рис. 5, 6.). Администрация Алексеевского района вынуждена была переселить несколько семей на новое место жительства.

Примером активизации оползневых процессов, связанной с нерациональной деятельностью человека является оползень в коренных отложениях в районе с. Луганка и Новоуколовского кирпичного завода Старооскольского района. Фронтальный оползень в

районе с. Луганка закончил все фазы своего развития. В примыкание к оползню через всю балку была построена плотина для сбора талых вод, Оползень ожил после искусственного подтопления, нижняя его часть была разорвана на блоки, таким образом, возникли предпосылки для фильтрации поверхностных вод через тело оползня в обход плотины. В результате тело оползня частично было размыто водой, произошло образование уступа.



Рис. 4. Оползень па склоне овражно-балочной системы на окраине г. Короча



Рис. 5. Разрушение хозяйственных построек оползнем в с Щербаково Алексеевского района

Оползень второго порядка в районе Новоуколовского кирпичного завода образовался в результате искусственного отбора пород в его основании.

Довольно часто техногенные оползни развиваются на склонах карьеров и склонах автомобильных трасс. Чаще всего по происхождению они относятся к оползням-оплывинам, или к оползням-потокам.



Рис. 6. Разрушение жилых построек оползнем в с. Щербаково Алексеевского района

Список литературы

1. Региональные ландшафтно-оползневые системы мелового юга Среднерусской Возвышенности (в пределах лесостепной зоны) / В.Н.Бевз // России в прошлом и настоящем: история, экономика, культура: Тез. докл. Междунар. конф.: Белгород: Изд-во БелГУ, 1998. – С. 153-155.
2. Емельянова Е.П. Основные закономерности оползневых процессов. – М.: Недра. – 1972. – 310 с.
3. Кюнтцель В.В. Закономерности оползневого процесса на европейской территории СССР и его региональный прогноз. – М.: Недра – 1980. – 235 с.
4. Кюнтцель В.В. Оползни // Оползни и сели. – М.: ЮНЕСКО, 1984. – Т. 1. – С. 51-77.
5. Методы долговременных региональных прогнозов экзогенных геологических процессов. Под ред. А.И. Шеко и В.С. Круподерова. – М.: Изд-во «Недра», 1984. – 272 с.
6. Оползни и сели / Под ред. Шеко А.И. – М.: Центр международных проектов ГКНТ, 1984. – Т. 2. – С. 52-60.

FORMATION AND DEVELOPMENT OF LANDSLIP PROCESSES IN TERRITORY OF THE BELGOROD AREA

**V.I. Petina,
N.I. Gajvoronskaja,
L.I. Belousova**

Belgorod State University

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

e-mail: Petina@bsu.edu.ru

In the article on the basis of authors long-term field researches a classification of landslips of the Belgorod area is presented, characteristic of the factors causing their development and proliferation is given and an influence of landslips on conditions of recreation and economic activities of the population of area is shown

Key words: landslip, landslip body, types of landslips, factors of development and proliferation of landslips, modern and ancient landslips.

АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КМА: ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ, СТРОЕНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

А.Н. Петин

*Белгородский
государственный
университет*

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

e-mail: Petin@bsu.edu.ru

В статье рассмотрены общие методологические и организационно-технические проблемы создания аэрокосмического мониторинга состояния геологической среды на активно разрабатываемых железорудных месторождениях КМА. Выявлены основные факторы, определяющие содержание и структуру ведения аэрокосмического мониторинга.

Ключевые слова: аэрокосмический мониторинг, месторождения твердых полезных ископаемых, материалы дистанционного зондирования, природно-технические системы, экзогенные геологические процессы.

Мониторинг месторождений твердых полезных ископаемых (ММТПИ) является подсистемой Государственный мониторинга состояния недр или геологической среды (ГМСН). Система ГМСН создается с целью информационного обеспечения управления государственным фондом недр. Функционально она представляет собой систему регулярных наблюдений, сбора, накопления, обработки и анализа информации, оценки состояния геологической среды и прогноза ее изменений под влиянием естественных природных факторов, недропользования и антропогенной деятельности горнопромышленных районов. В свою очередь, ГМСН является подсистемой Единой государственной системы экологического мониторинга (ЕГСЭМ) [7, 8, 9].

Эффективность мониторинга МТПИ может быть существенно повышена внедрением новейших ГИС-технологий с использованием средств, методов и материалов дистанционного зондирования Земли [15].

Не вдаваясь в подробности общих физических основ методов аэрокосмического зондирования и их возможностей, что достаточно обстоятельно изложено в специальной литературе [1, 2, 3, 5], сосредоточим внимание на структуре и задачах аэрокосмического мониторинга проводимого на железорудных месторождениях КМА.

Материалы дистанционного зондирования (МДЗ), охватывая природно-хозяйственные системы нескольких таксономических рангов, объективно отражают состояние недр, геоэкологическую ситуацию во времени и пространстве и являются незаменимой основой для ведения мониторинга. Без ретроспективного анализа МЗД разных видов невозможно оценить тенденции и динамику изменения геологической среды (ГС), составить достоверный прогноз развития ГС, в том числе проявления опасных геологических природных и техногенных процессов, выделить зоны влияния на окружающую среду [10, 11, 12].

Систематическое использование МДЗ и новейших ГИС-технологий при мониторинге железорудных месторождений КМА является той основой, которая позволит:

- обеспечить достоверную и полную информацию для оценки состояния, изменения и прогноза изменений геологической среды и других природных и техногенных компонентов окружающей среды;
- обеспечить формирование и систематическое пополнение информационных ресурсов мониторинга железорудных месторождений полезных ископаемых, в том числе и иерархических уровней мониторинга;
- обеспечить взаимодействие с другими Государственными системами и подсистемами мониторинга в области охраны природных ресурсов и окружающей среды.

В то же время осуществляемые в настоящее время наземные методы мониторинга ГС по опорным стационарным участкам и пунктам не удовлетворяют современным требованиям к системности наблюдений, контроля и управления, не обеспечивают уровни обобщения – региональный и федеральный. Кроме того, сложность экономической си-

туации привела к существенному сокращению наблюдательной сети и стационарных наблюдений, что снизило информативность мониторинга.

Аэрокосмический мониторинг железорудных месторождений полезных ископаемых, являясь подсистемой ГМСН локального (объектного) уровня, осуществляется согласно "Требованиям к мониторингу месторождений твердых полезных ископаемых" [16], согласованных с Госгортехнадзором России. Мониторинг МТПИ включает регулярные наблюдения, сбор, накопление и ведение баз данных, обработку и анализ информации о пространственно-временных изменениях состояния объектов горнодобывающего комплекса (ГДК), геологической среды и других компонентов окружающей среды в зоне влияния ГДК, их оценку, контроль и прогноз.

Целью ведения мониторинга месторождений твердых полезных ископаемых (МТПИ) является информационное обеспечение органов управления государственным фондом недр и недропользователей при геологическом и геоэкологическом изучении территории месторождения, на разработку которой получена лицензия по пользованию недрами.

Основными задачами системы мониторинга месторождения твердых полезных ископаемых являются:

1. Оценка текущего состояния геологической среды на месторождении, включая зону существенного влияния его эксплуатации, а также связанных с ним других компонентов окружающей природной среды, и соответствия этого состояния требованиям нормативов, стандартов и условий лицензии на пользование недрами при геологическом изучении недр и добыче полезного ископаемого.

2. Составление текущих, оперативных и долгосрочных прогнозов изменения состояния геологической среды на месторождении и в зоне существенного влияния его отработки.

3. Экономическая оценка ущерба с определением затрат на предупреждение отрицательного воздействия разработки месторождения на окружающую среду (на осуществление природоохранных мероприятий и компенсационных выплат).

4. Разработка мероприятий по рационализации: способов добычи полезного ископаемого (ПИ), предотвращению аварийных ситуаций и ослаблению негативных последствий разработки ПИ на массивы горных пород, подземные воды, связанные с ними физические поля, геологические процессы и на другие компоненты окружающей среды – поверхностные воды, приземные слои атмосферы, почвенный покров, растительность.

5. Предоставление органам Госгортехнадзора России и другим государственным органам власти информации о состоянии ГС и других компонентов окружающей среды на месторождении полезного ископаемого и в зоне существенного влияния его отработки.

6. Предоставление территориальным органам управления государственным фондам недр данных мониторинга месторождения твердых полезных ископаемых для включения в базу данных государственного мониторинга состояния недр.

7. Контроль и оценка эффективности мероприятий по рациональному способу добычи полезных ископаемых, обеспечивающему полноту выемки полезных ископаемых и сокращение нерациональных потерь, при минимизации влияния на окружающую среду.

Конкретные задачи мониторинга могут уточняться условиями лицензий на пользование недрами и геологическими заданиями на выполнение работ.

Горнодобывающее предприятие действует в конкретных природных условиях и связано потоками вещества, энергии и информации с природными системами. Оно, как техническая система, включает в себя машины и механизмы, материалы, коммуникации, техногенные источники энергии и информации. В процессе своей деятельности техническая система взаимодействует с природными геосистемами: горными массивами и рудными телами, водоносными горизонтами и поверхностными водоемами и водотоками, почвами, растительностью, приземным слоем атмосферы и естественными источниками энергии образуют единое целое – геотехническую систему [4]. Поэтому ММТПИ, помимо мониторинга геологической среды, может включать в себя мониторинг поверхностных водных объектов, атмосферы, почв, растительности.

При ведении мониторинга МТПИ необходимо различать **виды и источники техногенного воздействия** на геологическую среду. Одни связаны непосредственно с разработкой железорудного месторождения, а другие, с сопутствующими добыче пред-

приятными – хранением, транспортировкой, переработкой полезных ископаемых и вскрышных пород, а также сбросом и утилизацией подземных вод, извлекаемых при осушении месторождения. Оба вида источников воздействия совокупно воздействуют не только на геологическую среду, но и на другие компоненты окружающей среды – поверхностные воды, приземные слои атмосферы, почвы, растительность (табл. 1).

Таблица 1

Изменение геологической среды при разработке месторождений твердых полезных ископаемых, изучаемые с использованием МДЗ

№ п/п	Изменения геологической среды	
	первичные	изучаемые с использованием МДЗ
Открытые и подземные разработки		
1	Разработка карьеров	Создание отрицательных форм рельефа. Выведение на поверхность новых геологических отложений
2	Изменение напряженного состояния массива горных пород в результате добычи полезного ископаемого, в том числе взрывных работ. Изменение физико-механических свойств пород	Развитие деформаций в массиве горных пород и на земной поверхности, деформация горных пород и грунтов в прибортовой и приборочной частях карьеров, раскрытие трещиноватости и образование вторичных трещин, активизация ЭГП, сдвигание пород над отработанным пространством, образование мульд оседания
3	Нарушение статического положения горных пород	Активизация природных и возникновение техногенных экзогенных геологических процессов на прилегающей территории
4	Активизация эндогенных процессов	Техногенные землетрясения, горные удары
5	Вторичная консолидация пород – их уплотнение в процессе водопонижения и осушения	Оседание земной поверхности
6	Увеличение градиента фильтрации потока, интенсификация растворения карбонатных пород и выноса рыхлого заполнения открытых полостей	Активизация или возникновение карстово-суффозионных процессов
7	Разгрузка напряжений при сработке массива вышележащих горных пород и в результате набухания при увлажнении	Выпор (деформация) почвы или днища горных выработок
Изятие подземных вод водоопытными сооружениями		
8	Нарушение режима подземных вод	Понижение уровня подземных вод. Образование депрессионной воронки. Активизация экзогенных геологических процессов – карт, суффозия
9	Закачка изъятых подземных вод в более глубокие водоносные горизонты	Изменение гидрохимических особенностей подземных вод
Отвалы		
10	Создание отвалов	Формирование новых геологических тел – положительных форм рельефа. Выведение на поверхность новых геологических отложений с новым набором химических элементов
11	Деформация поверхности отвалов и их бортов – фильтрация атмосферных вод, растворение карбонатных пород и вынос рыхлых пород	Развитие экзогенных геологических процессов по бортам и на поверхности отвалов; эрозия, суффозия, карст, заболачивание, дефляция
12	Формирование новых гидрогеологических горизонтов	Разгрузка загрязненных вод из тел отвалов – линейная и локальная
Гидроотвалы, шламохранилища (ГО, ШХ)		
13	Создание ГО и ШХ	"Нивелировка" рельефа. Формирование новых геологических отложений
14	Фильтрация вод, донная и боковая, из гидроотвалов шламохранилищ, прудов-отстойников	Изменение гидрогеохимических особенностей подземных вод. Изменение режима и баланса подземных вод в зоне влияния гидроотвалов и шламохранилищ

Влияние горнодобывающего комплекса простирается часто далеко за пределы горного отвода (табл. 2). По данным ряда исследователей и нашим наблюдениям площадь воздействия может в несколько раз превышать площадь разработок [10, 14].

Таблица 2

Влияние разработок твердых полезных ископаемых на окружающую среду, изучаемых с использованием МДЗ

№ п/п	Виды воздействия	Изменения окружающей среды, изучаемые с использованием МДЗ
1	2	3
I. На гидрологические условия		
1	Сокращение естественной разгрузки подземных вод в реки за счет водопонижения при осушении горных выработок	Уменьшение или прекращение стока рек
2	Сброс карьерных или шахтных вод	Увеличение стока рек
II. На гидрогеологические условия		
3	Изменение уровня грунтовых вод первого от поверхности водоносного горизонта, понижение УГВ	Оседание поверхности земли; изменение гидрографической сети, активизация ЭГП
4	Сдренирование нижележащих водоносных горизонтов в зоне водопонижения при добыче	Переосушение почво-грунтов; угнетение или гибель растительности; осушение болот; активизация ЭГП
5	Повышение УГВ при сбросах дренажных вод, разгрузка вод из отвалов на поверхность	Переувлажнение почво-грунтов; заболачивание территории Изменение химического состава и минерализации подземных вод
6	В связи с созданием Оскольского водохранилища	Увеличение водопритока в карьеры
III. На атмосферный воздух, почвы, растительность		
7	Взрывы в карьере Газопылевые выбросы дымовых шлейфов ГО-Ков и других перерабатывающих производств	Распространение пыли, аэрозолей, газов – загрязнение химическими элементами окружающей среды
8	Дефляция пород отвалов и гидроотвалов, шлама с поверхности шламохранилищ	Распространение с пылевым загрязнением новых химических элементов в почве, растительности в приземных слоях атмосферы
IV. На поверхностные воды		
9	<i>Карьеров и шахт</i> Сброс карьерных и шахтных вод в реки и водоемы	Загрязнение рек и водоемов минеральными веществами и химическими элементами
10	<i>Шламохранилищ и гидроотвалов</i> Фильтрация через плотины	
11	<i>Отвалов</i> Разгрузки загрязненных подземных вод из отвалов в реки и водоемы на поверхность	
12	<i>Сопутствующих производств</i> Сброс сточных вод	

Основными факторами, определяющими содержание и структуру ведения мониторинга МТПИ является:

- сложность геологических, гидрогеологических, инженерно-геологических условий месторождения;
- особенности условий освоения месторождения (система отработки месторождения и система защиты горных выработок от подземных вод);
- масштабы и типы освоения (объемы извлечения полезного ископаемого, вскрышных пород и подземных вод, скорость ведения горных работ и их развитие по площади и глубине);
- характер формирования техногенных ландшафтов, в том числе отвалов, гидроотвалов, шламохранилищ;
- геохимические особенности вновь образованных геологических тел;

- физико-географические условия территории расположения месторождения ТПИ, являющиеся одним из условий скорости протекания физико-химических процессов;
- характер и интенсивность влияния разработок МТПИ на окружающую среду: развитие экзогенных геологических процессов, изменение режима и гидрохимии подземных вод, загрязнение поверхностных вод и донных осадков, почв, растительности, приземных слоев атмосферного воздуха;
- наличие водозаборов подземных вод в пределах площади влияния осушения месторождения ТПИ;
- наличие сооружений по хранению, переработке и транспортировке ПИ и отходов горнодобывающего производства;
- необходимость проведения специальных мероприятий по инженерной защите от опасных геологических процессов;
- формирование зон разной степени влияния объектов горнодобывающего комплекса на окружающую среду.

Целесообразно при организации ММТПИ выделить 3 зоны влияния: зона I – зона непосредственного влияния на изменение состояния недр в пределах горного отвода; зона II – зона существенного влияния разработки месторождения на различные компоненты геологической среды; зона III – периферийная зона, примыкающая к зоне II. Зона III может быть территорией фонового мониторинга. В иных случаях при очень сильных влияниях ГДК и большой по площади зоне влияния следует выделить четыре зоны – где периферийная и фоновая разделяются.

К основным геологическим факторам, влияющим на характер проявления процессов изменений состояния геологической среды на разрабатываемых месторождениях твердых полезных ископаемых и определяющим содержание и структуру ведения мониторинга МТПИ относятся:

Собственно геологические: характер залегания горных пород, степень изменчивости их состава и свойств; особенности неотектонического строения, наличие трещиноватости и закарстованности; наличие в пределах площади разработки месторождений ПИ легко деформируемых массивов горных пород, предрасположенных к развитию экзогенных геологических процессов; глубина и характер залегания полезных ископаемых.

Гидрогеологические: характер залегания и условия распространения водоносных горизонтов, изменчивость мощностей и фильтрационных свойств водовмещающих пород, величина водопритоков в горные выработки, наличие или отсутствие постоянно действующего источника воды в горные выработки: река, обводненный высокопроницаемый водоносный горизонт, перекрывающий разрабатываемое ПИ, а также сложность гидрохимической обстановки, наличие высокоминерализованных и газированных подземных вод, участвующих в обводнении месторождения.

Инженерно-геологические: характер изменчивости физико-механических и водно-физических свойств горных пород, определяющих устойчивость бортов карьеров и подземных горных выработок, активизацию и возникновение экзогенных геологических процессов.

Все перечисленные выше факторы являются определяющими также при формировании наблюдательной сети.

Указанные факторы, определяющие структуру и содержание ММТПИ и влияющие на характер изменений геологической среды, являются также основными при выборе МДЗ для проведения мониторинга МТПИ дистанционными методами.

Выполненные нами исследования [10,11, 14] в пределах Старооскольско-Губкинского горнопромышленного узла с помощью материалов дистанционного зондирования (МДЗ) позволил сделать следующие выводы:

- наиболее отчетливо на МЗД фиксируются изменения инфраструктуры горнодобывающих комплексов, перемещенных масс горных пород, рельефа и других техногенных объектов;
- на космических снимках (КС) выявляются существенные изменения гидрогеологических условий регионального и локального уровней, характер, границы и тенденции этих изменений;
- космические снимки позволяют получить информацию о тенденциях развития широкого спектра экзогенных геологических процессов, их площадного характера распространения;



- МЗД позволяют выделить загрязнение окружающей среды от объектов ГДК и других техногенных источников: ореолы пылевого загрязнения снегового покрова, участки поражения лесной растительности, места сброса загрязненных вод в поверхностные водные источники, дымовые шлейфы, свидетельствующие о загрязнении атмосферного воздуха;

- на космических снимках отчетливо фиксируются основные площади нарушенных земель. Быстрое нарастание площадей нарушенных земель и техногенных ландшафтов в горнопромышленных районах делает приоритетной проблему организации постоянно действующего аэрокосмического мониторинга.

Список литературы

1. Аэрометоды при геологической съемке и поисках полезных ископаемых. Региональные очерки / Под ред. Г. Ф. Лунгергаузена. М.: Недра, 1964. – 134 с.
2. Гарбук С.В., Гершензон В.Е. Космические системы дистанционного зондирования Земли – М.: Издательство А и Б, 1997. – 296 с.
3. Гудилин, И.С., Комаров И.С. Применение аэрометодов при инженерно-геологических и гидрогеологических исследованиях. – М.: Недра, 1978. – 319 с.
4. Емлин Э.Ф. Геодинамические процессы на активно разрабатываемых колчеданных месторождений Урала. – Свердловск: Изд-во НТО горное, 1984. – 73 с.
5. Зеркаль О.В., Маркарян В.В., Комаров А.В. и др. Мониторинг экзогенных геологических процессов в составе системы государственного мониторинга состояния недр Российской Федерации (ГМСН России) // Тезисы Всероссийского съезда геологов и научно-практической конференции: Геологическая служба и минерально-сырьевая база России на пороге XXI века. – СПб., 2000. – С. 151.
6. Карпузов А.Ф., Перцов А.В., Кирсанов А.А. и др. Некоторые проблемы и тенденции развития космоаэрогеологических исследований в России в XXI веке // Тез. Всероссийск. съезда геологов и науч.-практ. конф.: Геологическая служба и минерально-сырьевая база России на пороге XXI века. – СПб., 2000. – С. 156-161.
7. Кирсанов А.А. Концептуальные положения использования данных дистанционного зондирования при ведении мониторинга экзогенных геологических процессов // Тез. Всероссийск. съезда геологов и науч.-практ. конф.: Геологическая служба и минерально-сырьевая база России на пороге XXI века. – СПб., 2000. – С. 162-163.
8. Королев В.А. Мониторинг геологической среды – М.: Изд-во МГУ, 1995. – 210 с.
9. Кочетков М.В., Перепада С.В., Комаров А.В. и др. Система Государственного мониторинга состояния недр // Тез. Всероссийск. съезда геологов и науч.-практ. конф.: Геологическая служба и минерально-сырьевая база России на пороге XXI века. – СПб., 2000. – С.1160-161.
10. Петин А.Н., Азаркина Н.Н., Мирнова А.В. Выявление и оценка изменений геологической среды в Старооскольско-Губкинском железорудном районе с использованием материалов дистанционного зондирования // Матер. межрегиональн. научн.-практ. конф. Актуальные географические проблемы региона. – Чебоксары, 2000. – С. 139-143.
11. Петин А.Н., Азаркина Н.Н., Мирнова А.В. Оценка трансформации геологической среды в Оскольском железорудном районе КМА на основе анализа материалов дистанционного зондирования // Белогорье: краеведческий альманах. – 2001 – № 3. –С. 68-78.
12. Петин А.Н. Ретроспективный анализ изменения площадей нарушенных земель в Старооскольско-Губкинском горнопромышленном районе КМА (по материалам дистанционного зондирования земли) // Материалы Междунар. научн. семинара: Проблемы древнего земледелия и эволюции почв в лесных и степных ландшафтах Европы. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2006. С. 136-140.
14. Петин А.Н. Мониторинг экзогенных геологических процессов в Белгородской области // Вісник Харківського національного університету. Сер. Геологія-географія-екологія. – 2002. – № 563. – С. 116-121.
15. Петин А.Н., Яницкий Е.Б. Геоинформационное обеспечение мониторинга экосистем горнодобывающих районов // Матеріали міжнародної науково-практичної конф.: РЕГІОН – 2006: Стратегія оптимального розвитку, Харків, 2006. – С. 24-25.
16. Основные требования к аэрокосмической информации, необходимой для мониторинга экзогенных геологических, инженерно-геологических и гидрогеологических процессов в зонах интенсивного хозяйственного освоения. Методические указания. – М.: ВСЕГИНГЕО, 1987.

AERO-COSMIC MONITORING OF GEOLOGICAL ENVIRONMENT CONDITIONS OF THE IRON-ORE DEPOSITS OF KMA: PECULIARITIES OF STRUCTURE, COMPOSITION AND FUNCTIONING

A.N. Petin

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

e-mail: Petin@bsu.edu.ru

The article deals with the general methodological and organizational-technical problems of creating the aero-cosmic monitoring of geological environment conditions at the actively exploited iron-ore deposits of KMA. The main factors defining the contents and structure of conducting the aero-cosmic monitoring are singled out.

Key-words: Aero-space monitoring, deposits of solid natural resources, materials of distant exploring, natural-technical systems, exogenous geological processes.

О СТРУКТУРЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАРКАСА КРАСНОГВАРДЕЙСКОГО РАЙОНА БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

**Е.А. Стаценко,
Ю.С. Жеребненко,
А.Г. Корнилов**

*Белгородский
государственный
университет*

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

e-mail: Statsenko@bsu.edu.ru

На примере Красногвардейского района Белгородской области, характеризующегося высоким уровнем антропогенной нагрузки, обсуждается проблема формирования и развития регионального экологического каркаса. Предложена схема опорных элементов экологического каркаса.

Ключевые слова: антропогенная нагрузка, космический снимок, опорные элементы экологического каркаса, охраняемые природные территории.

По мере роста селитебных территорий уменьшается протяженность естественных биоценозов, сокращаются площади лесов и полей, мелеют реки, даже площади парков и зеленые полосы городов сокращаются. Обострение природоохранных проблем привлекает внимание к вопросам рационального природопользования в сложившихся социально-экологических условиях.

Большая часть территории Белгородской области представляет собой измененные коренным образом ландшафты, характерные для аграрно-индустриальных районов. Продолжается экспансия промышленных и селитебных зон за счет территорий с сохранившимся экологическим потенциалом (леса, сенокосы, пастбища). Из земель, не подвергнутых коренному преобразованию, лишь третья часть занята относительно хорошо сохранившимися лесами, лугами, степями [1].

В Белгородской области, как в староосвоенном, густонаселенном регионе существует проблема поддержания экологического баланса, сохранения биологического и ландшафтного разнообразия [2]. В решении этой задачи несомненно актуален экологический каркас, под которым понимается определенный набор и пространственное сочетание природных «диких» и культурных ландшафтов, обеспечивающих экологическую стабильность (относительный гомеостаз) территорий соответствующего уровня [3]. В региональном аспекте экологический каркас определяется как, пространственно скоординированная система упорядочения земельного фонда и инфраструктуры элементов со статусом «федеральных земель», сочленяющая охраняемые природные территории, природные и воссозданные лесные массивы, родственные полуприродные угодья, в том числе с помощью линейных рубежей инженерно-мелиоративного и средозащитного назначения (гидротехнических земляных сооружений, лесных полос, водоохраных зон и т.п.) и искусственных коридоров для биотических взаимодействий [4].

Традиционно, в экологический каркас территории включают площадные, линейные и точечные элементы. Для объединения отдельных частей в единый экологический каркас необходимы транзитные природные территории – экологические коридоры. Естественными экологическими коридорами в биосфере служат долины рек. У нас, на региональном уровне, экологическими коридорами являются долины рек: Оскол, Северский Донец. На локальном уровне к экологическим коридорам могут быть отнесены долины средних и малых водотоков, если они соединяют ключевые территории и природные территории целевого назначения. К линейным элементам также относятся озелененные коридоры транспортной и инженерно-технической инфраструктуры, защитные лесопосадки. В функции этих элементов входит поддержание целостности каркаса, обеспечение связи между остальными структурными элементами.

Ядрами экологических каркасов обычно считаются особо охраняемые природные территории ООПТ [5]. Основная функция которую должны выполнять эти крупные ареалы - сохранение природных комплексов, поддержание разнообразия местообитаний и видов, создание условий для рекреации. По мнению ряда ученых (Алексеев Л.В., Кочуров

Б.И., Иванов Л.Н., Реймерс Н.Ф., Родоман П.К., др.) общая площадь экологического каркаса должна составлять не менее 25%. Но для нашего региона выделение и организация таких площадей в качестве охраняемых территорий не вполне реализуемы по следующим причинам. Существующая сеть ООПТ составляет лишь 2% от общей площади [1], при этом она представлена разрозненными, локальными, точечными элементами, которые играют не основную, а вспомогательную роль. Проведенная инвентаризация ООПТ Белгородской области показала, что за последние 10 лет более 30 участков общей площадью 1254 га потеряли свою исходную ценность [1]. То есть местные ООПТ играют, несомненно, важнейшую роль, но не могут быть полноценной основой регионального экологического каркаса. Реальное наполнение элементами экологического каркаса определяется зональными и провинциальными условиями, а также спецификой антропогенного воздействия на среду в данном регионе. Проблема выбора принципов и критериев включения того или иного природного объекта в региональный экологический каркас сложна и, по-видимому, не имеет однозначного решения. Во всяком случае, в различных регионах она несомненно должна решаться и решается с учетом сложившихся региональных особенностей и традиций.

Предполагаем, что основу экологического каркаса территории области будут составлять системы, приближенные к естественным: вторичные и измененные леса, болота, рекреационные и водоохранные зоны, сенокосы, пастбища, а кроме того овражно-балочные территории, как малодоступные, либо не пригодные для хозяйственной деятельности и присутствия человека.

В регионе представлена типичная для лесостепных и степных ландшафтов растительность и фауна, в первую очередь в балках и речных долинах, в лесах, в экотонных зонах при лесах, лесополосах, автомагистралях.

Исследование регионального экологического каркаса включало следующие этапы: 1) оценку и описание существующих ООПТ; 2) формализацию элементов экологического каркаса; 3) изучение лесных, степных, болотных участков и речных комплексов с использованием данных дистанционного зондирования и полевых исследований; 4) разработку методики выявления и диагностирования структурных элементов регионального экологического каркаса с помощью методов дистанционного зондирования; 5) изучение овражно-балочных систем – важных элементов экологического каркаса, не используемых в хозяйственной деятельности; обоснование их каркасной функции; рассмотрение пространственной структуры и определение представленности данного типа территорий; 6) построение комплексной карты экологического каркаса Белгородской области, разработка рекомендаций по развитию, мониторингу и охране его экологически значимых элементов.

На начальном этапе исследований проводилось изучение территории Красногвардейского района Белгородской области. Район находится на юго-востоке области в лесостепной природной зоне. На территории района находится более 20 памятников природы: природно-исторические заказники, ботанические заказники с редкими и сокращающимися в распространённости видами растений, зоологические заказники по охране сурка-байбака на западе, и речного бобра на севере района, а также ряд других охраняемых урочищ. Общая площадь ООПТ в районе составляет 1480 га (табл. 1, 2).

Таблица 1

Особо охраняемые природные территории Красногвардейского района [1]

№ п/п	Название	Площадь, га	№ п/п	Название	Площадь, га
1	Чертово болото	480	11	Наумкино	21
2	Редкодуб	67	12	Мокрый Яр, Евсеево, Маляров Лог, Байран, Сиверское, Городная	315
3	Широкополье	33	13	Орешново	48
4	Демин Яр	34	14	Палатовский вал	32
5	Западное	42	15	Верхососенский вал	4
6	Хатнево	87	16	Каменный брод	4
7	Лиман	77	17	Городок	4
8	Якова Назаровича	53	18	Тихая Сосна	84
9	Осинки	31	19	Лапшево	6
10	Багринцево	15	20	Яблонев лог, Дубовая роща	43

Используя данные космической съемки проведена предварительная оценка структурных звеньев регионального экологического каркаса, в который включены лесные массивы, водоохранные зоны, овражно-балочная сеть (Рис.1).

Таблица 2

Распределение земельного фонда Красногвардейского района по категориям, га (%) [1]

Общая площадь	Пастбища и сенокосы, сельскохозяйственные угодья			Земли				
	Всего	Из них		поселений	промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания	ООПТ	лесного фонда	запаса
		пастбища	сенокосы					
177743 (100)	121712 (68.5)	32004 (18)	5591 (3.1)	13477 (7.6)	937 (0.5)	1480 (0.8)	22229 (12.5)	17908 (10.1)



Рис. 1. Космоснимок территории Красногвардейского района

При дешифрировании космоснимка территории Красногвардейского района (Рис. 2, табл. 3) хорошо видно, что 68 % территории занято сельскохозяйственными угодьями, в том числе 57 % пашни. Отдельными участками в центральной части района и по его южной границе выделяются лесные массивы. По правобережью р. Тихая Сосна, верхьям рек Палатовка, Валуй практически отсутствуют леса, способные выступать в качестве значимых элементов экологического каркаса для лесостепной зоны. При этом наблюдается большое количество оврагов и балок, заросших древесно-кустарниковой растительностью и травянистой растительностью. Можно предположить, что это, в основном, территории, мало посещаемые человеком в связи с их морфологическими особенностями, но «весьма полезные» в плане экологического подхода, то есть территории, которые способны выполнять средозащитную функцию.

Из таблиц 2 и 3 видно, что статистические данные в основном совпадают с данными дешифрирования по площадям населенных пунктов, сенокосов, пастбищ и других социально значимых объектов, но сильно разнятся при сопоставлении площадей лесного фонда, весьма противоречивы они и при анализе площадей ООПТ, на которые приходится 0.8 % по статистическим данным.

Таблица 3

Соотношение основных категорий земель Красногвардейского района (по данным дешифрирования космоснимка)

Вид земель	Площадь, га	Территория, %
Лесные массивы	28506.4	17.1
Овражно-балочные формы	17441.2	10.4
Пашни	81475.2	48.8
Сенокосы и пастбища	23617.6	14.1
Населенные пункты	11850.1	7.1
Транспортные магистрали	3134.4	1.9
Водные объекты	949.7	0.6

Для более детального изучения формальных и предполагаемых элементов экологического каркаса района проведены полевые исследования. Объектами исследования выбраны участки лесных, степных фитоценозов, водоохраных зон, овражно-балочные комплексы.

Пробные площади по каждому типу местности закладывались на разном расстоянии от населенных пунктов (в городской черте, на окраине города и в отдалении от города) для проведения работ по полевому дешифрированию и оценке степени присутствия человека по мере удаления от населенного пункта.

Негативное влияние человека учитывалось по плотности «следов рекреации»: тропиной сетки (1 балл – единичные тропы, 10 баллов – очень густая тропиной сетка), наличию бытового мусора, кострищ. Густота тропиной сетки для зеленых зон городских территорий составила: 8 баллов – для городских парков и водоохраных зон реки Тихая Сосна; 6 баллов – для лесных насаждений и 4 балла – для овражно-балочных и крутосклонных участков. При этом в городских парках отсутствует подрост, в парковой зоне и на территории водоохраных зон обнаружено большое количество бытового мусора.

Минимальная нагрузка по учетным показателям, как в черте города, так и за ее пределами наблюдается в оврагах и балках. Поскольку хозяйственная деятельность на склонах ограничена, тропиной сетка здесь либо минимальна, либо отсутствует.

На участках, расположенных за городом (10-15 км от города), антропогенное воздействие слабо выражено. Тропиной сетка здесь оценивается в 2 балла для лесных территорий и 1 балл для овражно-балочных (табл. 4).

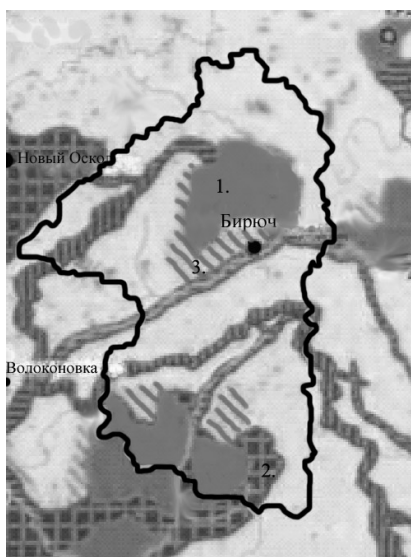
В оврагах и балках постоянного массового присутствия человека не наблюдается: практически отсутствует тропиной сетка, многие балки заросли древесной растительностью. В исследуемом Красногвардейском районе, где одним из основных типов местности является овражно-балочный, этот тип в полной мере может быть назван значимым элементом экологического каркаса.



Таблица 4

Рекреационная нагрузка на элементы ландшафта территории
Красногвардейского района

№ п/п	Густота тропиной сетки (баллы)	Следы рекреации
1. Парк в центре города	8	Вся территория, бытовой мусор
2. Водоохранная зона р. Тихая Сосна (в городе)	7	бытовой мусор
3. Овраг (10 км от города)	5	бытовой мусор
4. Балка (14 км от города)	3	нет
5. Водоохранная зона пруда в ботаническом заказнике Хатнево (28 км от города)	2	нет
6. Лес ботанический заказника Хатнево (28 км от города)	1	нет
7. Овражно-балочный комплекс (28 км от города)	1	нет
8. Балка заросшая древесной растительностью (с. Калиново)	7	бытовой мусор, сложенные деревья



Представленная выше формализация перечня основных элементов экологического каркаса для региона исследования позволяет перейти к его проектированию на территории Красногвардейского района.

Ранее для Белгородской области была предложена «Карта-схема природно-экологического каркаса» (рис. 3) [8].

Рис. 3. Фрагмент существующей карты-схемы природно-экологического каркаса Белгородской области для Красногвардейского района [8].

1. Ядра каркаса; 2. Буферные зоны; 3. Долинные комплексы.

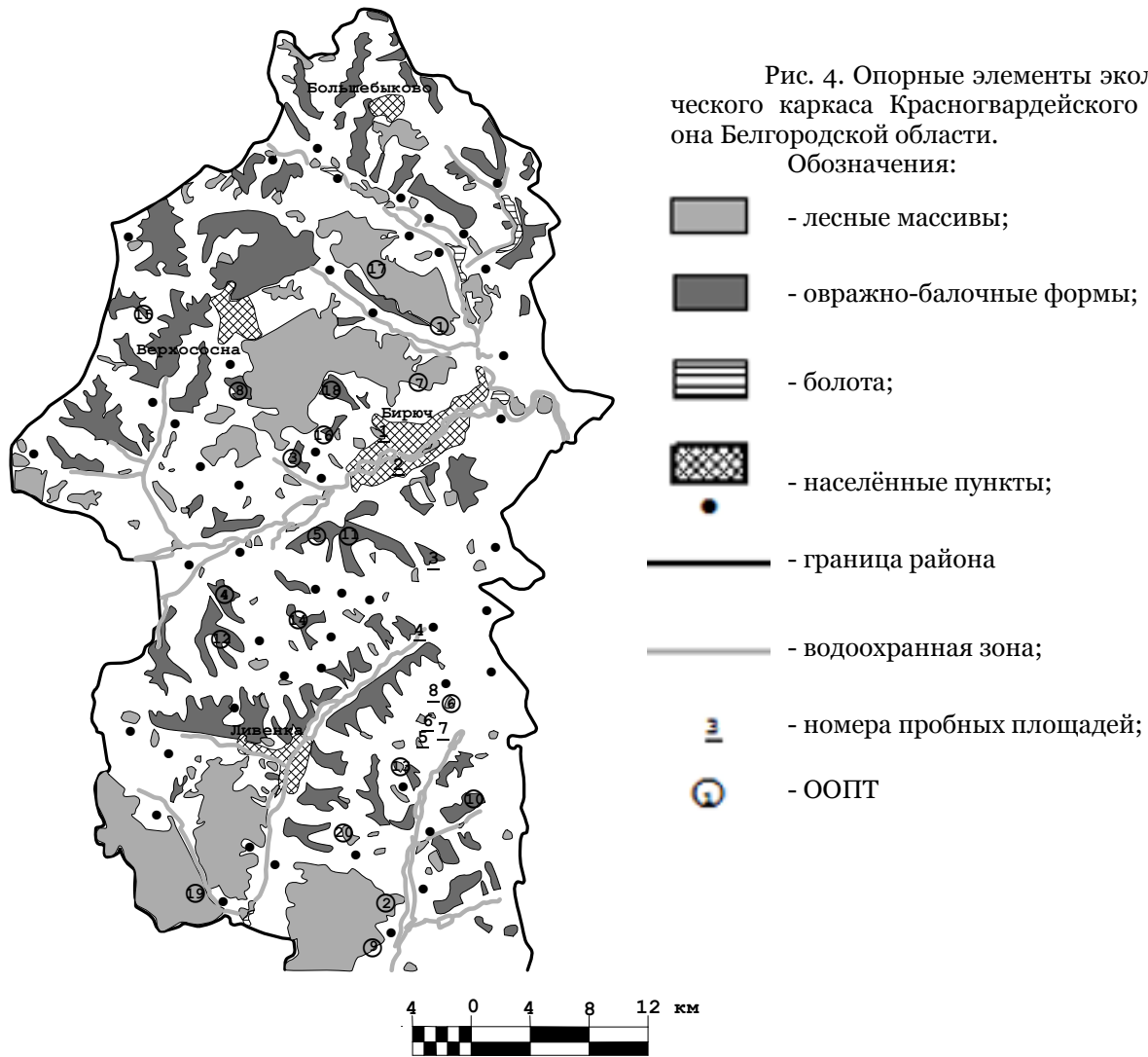
При детальном рассмотрении этой карты можно отметить, что она отличается высокой степенью генерализации и не в полной мере позволяет проследить за пространственной структурой регионального каркаса. На ней выделены три структурных элемента: ядра, долинные комплексы и буферные зоны. Соответствие этих структурных элементов упомянутой карты «Природно-экологического каркаса Белгородской области» реальным компонентам окружающей среды на местности весьма условно. Фактически, она не дает необходимой информации для реальной оценки состояния территории. Поэтому на базе карты «Функционального зонирования Красногвардейского района» (рис. 2) нами была разработана карта «Опорных элементов экологического каркаса Красногвардейского района Белгородской области» (рис.4).

Экологический каркас Красногвардейского района неоднороден: по левобережью р. Тихая Сосна и на юге района довольно много лесных участков (крупные массивы и байрачные леса). Следовательно, здесь одним из основных элементов экологического каркаса являются лесные массивы и прилегающие к ним лесостепные участки, в которых сохраняется естественное биоразнообразие; на северо-востоке и в центральной части района, где лесные массивы практически отсутствуют, широко представлены элементы овражно-балочной сети, которые можно назвать основными опорными элементами для данных территорий.

Оценка реальной антропогенной нагрузки на овражно-балочные формы рельефа в дальнейшем будет изучаться дифференцированно, в связи с непосредственным их при-

мыканием к населенным пунктам сельского типа и возможным использованием этих территорий в качестве пастбищ.

Предложенная карта «Опорные элементы экологического каркаса Красногвардейского района Белгородской области» может быть использована для дальнейшей разработки регионального экологического каркаса, как основа для проектирования сети ООПТ исследуемого региона, для разработки методических подходов к эколого-экономической оценке участков различных видов землепользования лесостепной и степной зон.



Список литературы

1. Природные ресурсы и окружающая среда Белгородской области / Под. ред. С.В. Лукина. – Белгород, 2007. – 556 с.
2. Корнилов А.Г., Петин А.Н., Назаренко Н.В. Проблемы экологической безопасности Белгородской области и управления рациональным природопользованием // Проблемы региональной экологии. – 2005. – № 6. – С. 38-52.
3. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь – справочник. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.
4. Лисецкий Ф.Н. Формирование регионального экологического каркаса для обеспечения устойчивого развития // Научные ведомости БелГУ. Серия экология. – 2000. – №3. – С. 3-9.
5. Тишков А.А. В чем реальная причина сокращения биоразнообразия? // Экологический вестник России. – 2006. – №11. – С. 3-17.
6. Корнилов А.Г., Петин А.Н. О региональных индикаторах устойчивого развития (на примере Белгородской области) // Часопис соціально-економічної географії: межрегіон. сб. науч. тр. – Харьков, 2006. – С. 86-88.



7. Лаппо М.Г. Концепция опорного каркаса территории структуры народного хозяйства: развитие, теоретическое и практическое значение // Известия АН СССР. Серия географическая. – 1983. – №5. – С. 16-28.

8. Кивва К.В. Проблемы экологически безопасного развития Белгородской области // Строительные материалы, технологии, оборудование 21 века. – 2008. – №7. – С. 62-67.

ABOUT ECOLOGICAL STRUCTURE OF THE KRASNOGVARDEYSKY DISTRICT OF BELGOROD REGION

**E.A. Statsenko,
U.S. Zerebnenko,
A.G. Kornilov**

*Belgorod State University, Po-
bedy Str., 85, Belgorod,
308015, Russia*

e-mail: Statsenko@bsu.edu.ru

The problem of formation and development of regional ecological structure is discussed by the example of Krasnogvardeysky district of Belgorod region, which is characterized by high level of anthropogenic load. Scheme of supporting elements of ecological structure is enclosed.

Key words: anthropogenic load, cosmic picture, supporting elements of ecological structure, protected natural territory.

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ СООРУЖЕНИЯ НАКЛОННО-ВОССТАЮЩИХ СКВАЖИН НОВЫМИ СНАРЯДАМИ С ФИЛЬТРОВЫМИ КОЛОННАМИ (СФК) ПРИ ОСУШЕНИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В СЛОЖНЫХ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

**М.Н. Климентов,
А.Н. Петин**

*Белгородский
государственный
университет*

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

e-mail: Petin@bsu.edu.ru

В статье рассмотрены вопросы новые технологии сооружения наклонно-восстающих скважин с фильтрационными колонами (СФК) при сооружении месторождений полезных ископаемых в сложных гидрогеологических условий и преимущества новых технологий по сравнению с традиционными методами бурения.

Ключевые слова: восстающие скважины, наклонно-восстающие сважины, снаряды с фильтрационными колонами, промывочная жидкость.

Традиционные способы сооружения наклонно-восстающих скважин из подземных выработок в сложных гидрогеологических условиях с применением «прямой» схемы циркуляции промывочной жидкости обладают существенными недостатками, связанными с факторами потери устойчивости водоносных отложений и обрушением стенок, что доказано рядом теоретических и экспериментальных исследований Ю.М. Носовского, А.Ф. Беленького, Г.П. Квашнина и др. [1].

Для исследования указанной проблемы был разработан принципиально новый метод циркуляции промывочной жидкости с применением СФК, учитывающий указанные факторы и предусматривающий возможность перехода с «прямой» схемы циркуляции на «обратную» (и наоборот), полуавтоматическое управление процессом циркуляции, за счёт кинематической связи колонны с узлом обратного клапана, с управляемым перекрытием напорных труб и внутренней полости СФК от опасных выбросов подземных вод, шлама и пульпы в период спускоподъёмных операций и эксплуатации. С учётом этого метода были разработаны новые варианты СФК, признанные изобретениями.

Произведено также моделирование, при котором рассматривается опосредственное оперирование в системе «ГУ – скважина – долото – обратный клапан – напорные трубы с пакером – трубы СФК». Критерии подобия установлены на примере представленной модели восстающей скважины по математическим формулам потерь давления P , отражающих неполное подобие оригинала наклонно-восстающей скважины применительно к типовым конструкциям и новым вариантам с прямой и обратной схемами циркуляции промывочной жидкости (рис. 1), где представлена модель восстающей скважины со снарядом СФК для определения потерь давления (P) при прямой и обратной циркуляции промывочной жидкости.

Подбирая насос для данной модели, необходимо учесть, что он должен развивать давление, достаточное для преодоления гидравлических сопротивлений, встречающихся во всех звеньях циркуляционной системы для каждого из способов промывки. В обоих случаях, определив суммарные потери давления в системе и умножив на коэффициент, учитывающий необходимый запас на преодоление дополнительных сопротивлений, получим рабочее давление, которое должен создавать буровой насос

$$P_P \geq K \cdot (P_{BO} + P_C + P_{СКВ} + P_{ГУ} + P_{Г})$$

где P_P – рабочее давление, развиваемое насосом, МПа; K – коэффициент, учитывающий запас давления на преодоление дополнительных сопротивлений при зашламовании скважины, образовании сальников и др. потерь давления; P_{BO} – во вспомогательной оснастке до устья скважины; P_C – в буровом снаряде; $P_{СКВ}$ – в затрубном пространстве скважин; $P_{ГУ}$ – в герметизирующем устройстве; $P_{Г}$ – на преодоление гидростатического давления подземных вод при вскрытии водоносного горизонта.

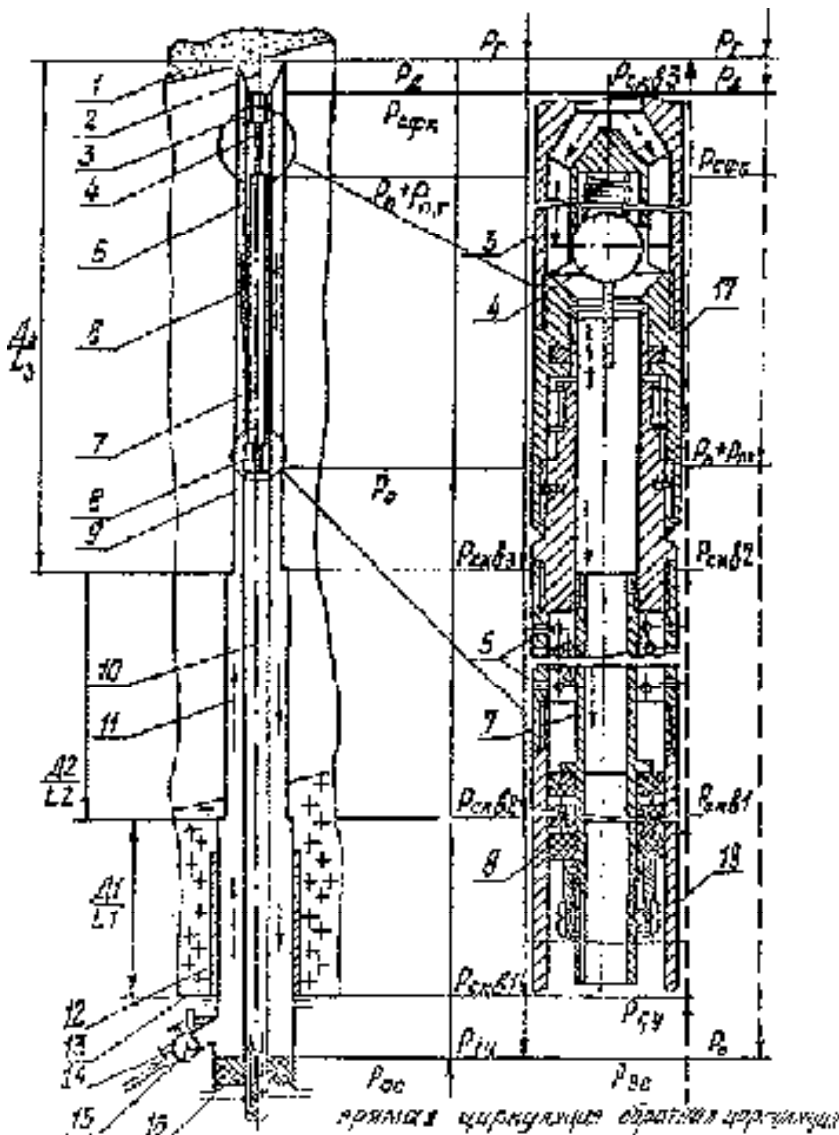


Рис. 1. Модель восстающей скважины со снарядом СФК для определения потерь давления (P) при прямой и обратной циркуляции промысловочной жидкости.

- 1 – водоносные (рыхлые) отложения;
- 2 – долото (P_D);
- 3 – переходник ($P_{П}$);
- 4 – обратный клапан;
- 5 – фильтровые секции СФК;
- 6 – направление потока жидкости при прямой циркуляции;
- 7 – напорные (пакерные) трубы ($P_{ПТ}$);
- 8 – пакерный узел ($P_{П}$);
- 9 – скважина ($P_{СКВ}$);
- 10 – трубы СФК;
- 11 – направление потока жидкости при обратной циркуляции;
- 12 – кондуктор;
- 13 – подземная буровая камера;
- 14 – задвижка;
- 15 – боковой отвод;
- 16 – герметизирующее устройство ($P_{ГУ}$);
- 17 – схема переходника;
- 18 – схема пакерного узла.

Подбирая насос для данной модели, необходимо учесть, что он должен развивать давление, достаточное для преодоления гидравлических сопротивлений, встречающихся во всех звеньях циркуляционной системы для каждого из способов промывки. В обоих случаях, определив суммарные потери давления в системе и умножив на коэффициент, учитывающий необходимый запас на преодоление дополнительных сопротивлений, получим рабочее давление, которое должен создавать буровой насос

$$P_P \geq K (P_{ВО} + P_C + P_{СКВ} + P_{ГУ} + P_T)$$

где: P_P – рабочее давление, развиваемое насосом, МПа; K – коэффициент, учитывающий запас давления на преодоление дополнительных сопротивлений при зашламовании скважины, образовании сальников и др. потерь давления; $P_{ВО}$ – во вспомогательной оснастке до устья скважины; P_C – в буровом снаряде; $P_{СКВ}$ – в затрубном пространстве скважин; $P_{ГУ}$ – в герметизирующем устройстве; P_T – на преодоление гидростатического давления подземных вод при вскрытии водоносного горизонта.

Гидравлическая характеристика циркуляционной системы при сооружении восстающих дренажных скважин снарядом СФК имеет ряд особенностей, которые относятся к определению потерь давления в буровом снаряде, в герметизирующем устройстве и т.п. С учётом этого формула определения потерь давления в буровом снаряде СФК примет вид:

$$P_C = P_O + P_D + P_{ПТ} + P_{СФК} + P_D$$

где каждому из элементов соответствуют потери давления; P_O – в обсадных трубах, МПа; $P_{СФК}$ – в переводнике СФК; P_D – в долоте; $P_{ПТ}$ – в пакере и напорных (пакерных) трубах.

Потери давления на преодоление напора подземных вод определяются из конкретных гидрогеологических условий. Существующие конструкции герметизирующих устройств, работающие совместно со статическим давлением до 6.0 МПа. Результаты расчёта потерь давления по элементам циркуляционной системы, определяемые по расчётной схеме, для конструкции скважины со следующими параметрами:

$$D_1 = 0.127 \text{ м}, L_1 = 5 \text{ м},$$

$$D_2 = 0.112 \text{ м}, L_2 = 80 \text{ м},$$

$$D_3 = 0.093 \text{ м}, L_3 = 160 \text{ м}$$

и подача насоса $Q = 63$ л/мин. представлены в табл. 1

Таблица 1

Расчёт сопротивлений (РР) промывочной жидкости в восстающей скважине

Параметры	Расчётная формула	Потери давления (МПа)	
		прямая циркуляция	обратная циркуляция
P_{BC}	0,15 ÷ 0,19 МПа	0.17	
P_O	$8 \cdot 12 \cdot 10^{-7} \cdot \lambda_1 \cdot \rho \cdot Q^2 \cdot \ell_{OT} / d_{вст}^5$	1.64	10^{-3}
P_{II}	$8 \cdot 12 \cdot 10^{-7} \cdot \xi \cdot \rho \cdot Q^2 / d_{вп}^4$	3.26	10^{-3}
P_{III}	$8 \cdot 12 \cdot 10^{-7} \cdot \lambda_2 \cdot \rho \cdot Q^2 \cdot \ell_{III} / d_{вп}^5$	10.2	10^{-3}
$P_{СФК}$	$8 \cdot 12 \cdot 10^{-7} \cdot \rho \cdot Q^2 (\lambda \cdot \ell_T / d_{вп}^5 + \lambda \cdot \ell_{np} / (d_{вп} + d_{мп})^3 \cdot (d_{вп} + d_{мп})^2)$	0.06	10^{-6}
P_D	$10^{-6} \cdot \rho \cdot Q^2 / 2\mu d \cdot f^2$	0.02	
P_C	$P_{от} = P_n = P_{np} = P_{сфк} = P_d$	0.036	
$P_{СКВ1}$	$8 \cdot 12 \cdot 10^{-7} \cdot \lambda_2 \cdot \rho \cdot Q^2 \cdot \ell_1 / (D_1 - d_n)^3 \cdot (D_1 + d_n)^2$	0.039	10^{-3}
$P_{СКВ2}$	$8 \cdot 12 \cdot 10^{-7} \cdot \lambda_2 \cdot \rho \cdot Q^2 \cdot \ell_2 / (D_2 - d_n)^3 \cdot (D_2 + d_n)^2$	3.09	10^{-3}
$P_{СКВ3}$	$8 \cdot 12 \cdot 10^{-7} \cdot \lambda_2 \cdot \rho \cdot Q^2 \cdot \ell_3 / (D_3 - d_n)^3 \cdot (D_3 + d_n)^2$	0.766	
$P_{СКВ}$	$P_{скв1} = P_{скв2} = P_{скв3}$	0.769	
$P_{ГУ}$	$P_{np} = P_k = P_\theta = P_3 = P_m$	0.013	10^{-3}
P_P	$K \cdot (P_{bc} + P_c + P_{скв} + P_\Gamma + P_{ГУ})$	1.36	

Все это свидетельствует о преимуществах применения обратной схемы циркуляции промывочной жидкости в период вскрытия рыхлых водоносных отложений.

Анализ полученных данных показывает, что потери давления достигают значительной величины при больших значениях подачи насоса и малых диаметрах бурения, которые применяются при использовании снаряда СФК. Поэтому при вскрытии рыхлых неустойчивых отложений с применением обратной циркуляции особое внимание следует уделять скорости восходящего потока промывочной жидкости в кольцевом пространстве.

В ходе опытно-промышленных работ на ряде железорудных месторождений в осложненных гидрогеологических условиях нами была установлена и описана закономерность изменения состава среды в наклонно-восстающих скважинах в системах обычных буровых снарядов и снарядов СФК при бурении рыхлых и пльвунных отношений, отражающая периодичность видоизменения фазового состояния по схеме «воздух – промывочная жидкость – шлам – подземная вода – частицы породы – пульпа» в зависимости от технологических операций и схем циркуляции жидкости.

Одновременно изменялись и гидродинамические показатели P_p , P_c , $P_{скв}$, P с последующей циркуляцией промывочной жидкости и подземной воды в затрубном пространстве СФК со значительным количеством пульпы, объем породы в которой достигал до 150 м³.

По результатам приведенных исследований и опытно-промышленных работ при сооружении наклонно-восстающих скважин из подземных горных выработок с различными схемами циркуляции можно сделать следующие основные выводы: прямая циркуляция промывочной жидкости технологически оправдана и успешно может применяться со снарядами СФК преимущественно в относительно крепких и устойчивых породах до вскрытия рыхлых отложений; однако при вскрытии рыхлых и неустойчивых отложений, и особенно со снарядом СФК, в зоне напорных водоносных пластов прямая циркуляция промывочной жидкости вызывает видоизменения фазового состояния среды в затрубном

пространстве, что способствует, под действием изменений гидродинамических показателей P_p , P_1 , резкому возрастанию циркуляции шлама и пульпы по скважине. При увеличении сопротивлений $R_{скв}$ и $P_{гу}$ и последующих осложнений; предотвращение аварийных ситуаций целесообразно проводить за счет противодействия и обратной циркуляции промывочной жидкости, что позволяет добиться лучшей стабилизации стенок скважин врыхлых и водоносных отложениях. Снижению сопротивлений $P_{гу}$ и $R_{скв}$; применение традиционных способов обратной циркуляции промывочной жидкости в указанных условиях ограничено так же из-за необходимости решения проблемы перекрытия внутренней полости напорных труб и снаряда СФК от нерегулируемых выбросов подземных вод и пульпы и шлама в период наращивания снаряда или проведения спускоподъемных операций. Разработанный метод циркуляции промывочной жидкости весьма перспективен, так как с его применением достигается возможность совершенствовать технологические процессы за счет перехода прямой циркуляции на обратную и наоборот с одновременным полуавтоматическим управлением перекрытия внутренней полости СФК.

Таким образом, приведенные выше расчеты и результаты опытных работ позволяют заключить, что при определении потерь давления P_p в начальный период вскрытия рыхлых водоносных отложений снарядам СФК, показатели $R_{скв1}$, $R_{скв2}$, $R_{скв3}$, при обратной циркуляции в 1,08 раза меньше аналогичных показателей по сравнению с прямой циркуляцией. При этом восстающий поток промывочной жидкости с давлением $P_p > P_g$ в кольцевом пространстве скважины за счет противодействия нейтрализует поток напорных подземных вод, что позволит повысить устойчивость стенок и снизить проявление осложняющих факторов, связанных с перемещением пульпы к устью скважины.

Однако следует иметь в виду, что одновременно начинается рост потерь давления R_d , R_p , $R_{пт}$, $R_{сфк}$, $R_{ос}$ во внутренней полости снаряда, что неизбежно вызовет рост суммарных потерь P_p .

Полуавтоматическое управление обратным клапаном позволяет перекрыть напорные трубы, сохранить постоянное противодействие с повышенными значениями P_p в затрубном пространстве и продолжить дальнейшее бурение со сниженными значениями R_d , R_p , $R_{пт}$, $R_{сфк}$, $R_{ос}$.

Для совершенствования процессов сооружения наклонно-восстающих скважин в дальнейшем целесообразно выполнить следующее: установить и использовать для циркуляции более мощные насосы (типа НБ 5-320/100) в системе нагнетания, что позволит повысить значения P_p и преодолевать сопротивление в системе при осложнениях; предусмотреть возможность освобождения устья скважины и бокового отвода для чистки корпуса герметизированного устройства, превентора и кондуктора, что позволит снизить значения $R_{пр}$, R_k , R_b , R_z , и R_m ; разработать и реализовать новые варианты оборудования устья скважины со шлюзовой камерой, с гидроприводом герметизирующих элементов превентора; проводить непрерывный процесс вскрытия напорного водоносного горизонта и установки СФК в рыхлые и пластинчатые горные породы с сокращением продолжительности всех основных и вспомогательных операций, предусмотреть установку СФК с промежуточной или двойной колонной труб, что позволит снизить крутящийся момент за счет устранения бокового сопротивления в нижних зонах скважин.

Для сложных условий нами была проведена классификация ряда уникальных буровых снарядов с фильтровыми колоннами, основанная на принципе совмещения технологических процессов бурения, обсадки, вскрытия продуктивных отложений и подготовки к эксплуатации наклонно-восстающих скважин в сложных гидрогеологических условиях, выполненная с учетом состава водоносных отложений и гидростатического давления подземных вод, что позволяет произвести анализ, оценить эффективность и прогнозировать создание новых СФК, направленных на повышение надежности, снижение металлоемкости конструкции скважин, механизацию, автоматизацию и совершенствование ряда технологических операций.

По результатам исследований в основу проектирования и создания СФК закладываются следующие основные принципы: возможность совмещения технологических процессов; возможность прямой, обратной или комбинированной (управляемой) схем циркуляции промывочной жидкости; упрощение компоновки, механизация и автоматизация выполнения технологических операций, возможность телескопической компоновки с вращением верхней секции и рабочего органа; возможность включения и переключе-

чения исполнительных органов гидравлическим путем пуска клапанов и элементов с положительной плавучестью; в состав включаются модули, комплектующие из нормального ряда труб, рабочих и исполнительных органов; резьбовые соединения и исполнительные органы должны быть рассчитаны на повышенные нагрузки, превышающие параметры буровых установок; сохранение возможности снижения металлоемкости, улучшения опробования и увеличения продолжительности эксплуатации с высоким дебитом.

С учетом указанных принципов впервые разработана обобщающая классификация СФК на базе которой создан параметрический ряд, включающий принципиально новые снаряды, защищенные 18 авторскими свидетельствами на изобретения (табл. 2, 3).

Таблица 2

Классификация буровых снарядов с фильтровыми колоннами (СФК) по М.Н. Климентову

Класс СФК	Средства или факторы, используемые в процессе бурения	Гидрогеологические условия, характер средств и факторов, действующих постоянно	Достижимые результаты
Одинарные	Долото (Д), переходник (ПЕ) с обратным клапаном (ОК-1), обсадные трубы (ОТ), напорные трубы (НТ) с пакером (ПА) и ОК-2, фильтровая колонна (ФК). Герметизирующее устройство (ГУ), превентор (ПР), задвижки (З)	Рыхлые отложения (РО) $P_r \leq 6,0$ МПа НТ, ПА с ОК-2 изолируют полость ФК и ОТ, они взаимодействуют между собой и вспомогательными НТ, ПА с ОК-2 извлекают через ГУ, ПР и З	Совмещение процессов бурения обсадки и вскрытия. Регулирование отвода подземной воды и РО $Q = 120$ м ³ /ч Предотвращение выбросов
Телескопические	ФК из материалов пониженной прочности Двойные ОТ и ФК, механизм фиксации (МФ), бандаж, манжета ПЕ со шлицевыми элементами, гильзой (Г) и шаровыми элементами (ШЭ)	РО, пльвуны, $P_r \leq 3,0$ МПа. Внутреннюю ФК защищают с помощью ОТ или кожуха. РО, $P_r \leq 3,0$ МПа. Внутренняя ФК взаимодействует с ОТ, ПЕ, ОК-1, Д, НТ, ПА, ОК-2, МФ, Г, ШЭ РО, $P_r \leq 6,0$ МПа	Снижение металлоемкости. Бурение мощной толщи РО. Предотвращение прихватов.
Укороченные	Отсоединительные ПЕ с МФ и ФК	Устойчивые и РО $P_r \leq 3,0$ МПа ФК фиксируют, ОТ извлекают	Экономия ОТ
Специальные	Снаряды с водяной рубашкой, НТ с очистными элементами Снаряды для опробования НТ с камерой (КА) Снаряды для сооружения веера скважин, ФК с направляющим клином (НК) Снаряды для реверсивной промывки. ПЕ с обводными каналами. Снаряд для замены и чистки ФК. Пикобур (ПБ)	РО, $P_r \leq 2,0$ МПа Формируют водяную прослойку вокруг ФК, чистят НТ РО, $P_r \leq 5,0$ МПа Периодическое гидросоединение ФК с НТ, КА, ОТ Устойчивые и РО $P_r \leq 5,0$ МПа НТ размещают через НК РО, $P_r \leq 5,0$ МПа Стабилизирующее воздействие на РС РО, $P_r \leq 6,0$ МПа пльвун, $P_r \leq 2,0$ МПа ПБ взаимодействует с ФК и ПЕ	Увеличение срока эксплуатации Опробование через НТ, ФК и ОТ Снижение трюдозатрат Снижение прихватов Замена и чистка внутренней ФК

Таблица 3

Параметрический ряд снарядов с фильтровыми колоннами СФК

Тип	Основные отличия	Давление подземных вод, МПа	Положительные результаты
1	2	3	4
СФК-1	Обратные клапана в переходнике (П) и пакере	до 6,0	Совмещение процессов бурения, обсадки, вскрытия



СФК-2	П с левой резьбой	до 3,0	Телескопические (для всех типов)
-------	-------------------	--------	----------------------------------

Окончание табл. 3

1	2	3	4
СФК-3	Механизм фиксации (МФ) под П и манжета	до 3,0	Возможность установки ФК из легких материалов
СФК-4	Напорные трубы (НП) взаимодействуют с П и ФК	до 5,0	
СФК-5	Извлекается часть, связанная с МФ и ФК	до 3,0	Экономия труб. Укорочена ФК
СФК-6	НТ с перфорацией в изолированной камере	до 5,0	Опробование через НТ и ФК
СФК-7	МФ связан с П срезными элементами	до 5,0	Упрощение установки СФК и НТ
СФК-8	Пакер и НТ кинематически связаны с обоймой и с раздвижными упорами	до 5,0	Автоматизация установки и извлечения НТ и пакера
СФК-9	МФ взаимодействует с П	до 2,0	Изоляция пространства за СФК
СФК-10	НТ с очистными элементами «водяная рубашка»	до 2,0	Снижение кольматации. Чистка ФК.
СФК-11	ФК взаимодействует с П и долотом	до 5,0	Телескопические, двойные. Для мощной толщи
СФК-12	Шаровые элементы	до 6,0	
СФК-13	ФК с клином	до 5,0	Бурение веера скважины через ФК
СФК-14	П с обводными каналами	до 5,0	Бурение с прямой и обратной промывкой
СФК-15	П с пикобуром, фрезером, кольцевой пакер выводится	до 2,0	Увлечение срока эксплуатации. Возможность замены внутренней Фк.
СФК-16	ФК взаимодействует с гидropневмомеханизмом ФК гибкая, подвижная	до 3,0	Возможность вскрытия и осушения карьерных водоприёмников

Применение указанных буровых снарядов с фильтровыми колоннами позволяет: совершенствовать и упростить технологию за счет одновременного ведения процессов бурения, обсадки неустойчивых интервалов пород, вскрытия напорных водоносных горизонтов, установки фильтров в зоне продуктивного интервала и подготовки к эксплуатации; упростить конструкцию скважин и резко снизить расход дорогостоящих труб; за счет возможности применения укороченных вариантов с якорной системой раскрепления в скважине, а также установки и эксплуатации материалов на тонкостенных, металлических, полиэтиленовых и других неметаллических труб; достичь механизации и автоматизации процессов установки и извлечения напорных труб и пакера, в том числе с использованием эффекта естественного давления подземных вод; повысить надежность и производительность установки СФК в мощной толще неустойчивых обводненных пород, в том числе с применением двойных телескопических фильтровых колонн; достичь возможности опробования водоносного горизонта через напорные трубы; снизить эксплуатационные нагрузки на буровые установки за счет возможности снижения осевых усилий (P_{oc}), крутящего момента (w) и абразивного износа фильтровых секций; повысить разведочно-эксплуатационные показатели за счет возможности искривления и создания "веера" скважин через фильтровую колонну; улучшить условия эксплуатации скважин, в том числе за счет возможности чистки фильтров с использованием напорных труб и создания "водяной" рубашки; снизить прихваты СФК обвалившейся неустойчивой горной породой, в том числе за счет возможности перехода с прямой циркуляции промывочной жидкости на обратную; повысить социальный уровень – улучшить условия техники безопасности, защиту окружающей среды и повысить культуру производства.

Основные этапы и особенности технологии сооружения наклонно-восстающих скважин в сложных гидрогеологических условиях заключаются в следующем. Забуривание скважины ($D = 151$ мм) следует проводить с пониженными нагрузками на долото (до 20 кН) малой частоте вращения (до $1-1.5$ с⁻¹), с крутящимся моментом 200-250 Н с подачей промывочной жидкости порядка 80 л/мин при давлении 0.2-0.3 МПа. Пробурив на указанном ре-

жиме интервал целесообразно проверить и отрегулировать состояние раскрепления станка в камере и центровку снаряда по скважине. Продолжать бурение под кондуктор следует с постепенным повышением до оптимальных параметров R_{oc} , n , Q в зависимости от категории пород по буримости и состояния скважины на заданную глубину посадки кондуктора. В условиях крепких пород кондуктор, предварительно раскрепляют в скважине, а для необратимой деформации и раскрепления его внутри размещают каркас торпеды с катушками (2-3), на которые уложен детонирующий шнур (ДШ). Рекомендуется длину ДШ на одну катушку устанавливать в зависимости от диаметра цельнотянутых труб в следующих размерах: трубы 168 = 15-17 м; трубы 146 ($\delta = 4.5$ мм) = 10-12 м; 127 ($\delta = 4,3$ мм) = 8-10 м; 108 ($\delta = 4.25$ мм) = 5-7 м; 89 ($\delta = 4$ мм) = 3-5 м.

Испытание и опрессовку кондуктора и оснастки устья наклонно-восстающих скважин, сооружаемых в сложных гидрогеологических условиях, следует проводить под избыточным давлением с усилием, величина которого превышает максимальные значения механических, гидродинамических и гравитационных усилий в системе "буровая установка-кондуктор-оснастка устья-СФК-скважина", с предварительным удалением воздушной "подушки" из зоны забоя скважины.

Список литературы

1. Климентов М.Н., Тимошков И.А. Новые достижения в теории и технологии сооружения наклонно-восстающих разведочно-дренажных скважин в сложных гидрогеологических условиях // Сб. «Новое в теории, технологии и технике бурения» Институт горного дела им. А.А. Скогоинского. – М., 1991. – С. 20-21.

FEATURES OF TECHNOLOGY OF CONSTRUCTION OF INCLINED-RISING HOLES BY NEW SHELLS WITH FILTER COLUMNS (SFC) AT DRAINAGE OF DEPOSITS UNDER DIFFICULT HYDROLOGICAL CONDITIONS

**M.N. Klimentov,
A.N. Petin**

Belgorod State University

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

e-mail: Petin@bsu.edu.ru

In the article questions new technologies of a construction of inclined-rising chinks with filtrational columns (SFC) are considered at a construction of deposits of minerals in difficult hydro-geological conditions and advantage of new technologies in comparison with traditional methods of drilling.

Key words: the rising chinks, inclined-rising chinks, shells with filtrational columns, wash out liquid.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

УДК 373:54+577.4

СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОРИЕНТАЦИИ В ХИМИИ

Л.В. Колчанова

*Белгородский
государственный
университет*

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

e-mail: kolchanov@bsu.edu.ru

Представлено основное содержание социально-экологического образования школьников в процессе обучения химии, раскрытое через состав социально-экологических знаний и социально-экологических умений. Приведен примерный состав социально-экологических умений, проанализирована их структура.

Ключевые слова: социально-экологическое образование, социально-экологические знания, социально-экологические умения.

Введение

Современная ситуация взаимодействия общества с природной средой требует разработки содержания социально-экологических ориентаций школьников. В самом общем виде социально-экологические ориентации школьников предполагают интегральное психологическое образование, включающее в себя мотивы, установки, ценности, цели, связанные с изучением, охраной, восстановлением и возобновлением природных ресурсов; усвоение социально-экологических знаний; формирование умений и навыков взаимодействия со средой. Реформы последних лет значительно уменьшили долю социально-экологических знаний и социально-экологических умений в школьной программе. Однако учитель химии, как никто другой, не может обойти экологические проблемы, они вплетены в содержание предмета.

Цель и задачи исследования. Цель: Выявление содержания социально-экологических знаний и умений в курсе химии средней школы.

Задачи. 1. Выявление понятий, составляющих основу школьного курса химии. 2. Выделение социально-экологических знаний и социально-экологических умений. 3. Определение состава социально-экологических умений.

Теоретический анализ

Теоретическую основу курса химии составляют четыре понятия: элемент, вещество, химическая реакция и химическое производство, они же составляют ориентирующую основу экологизации школьного курса химии. Нами выделен состав социально-экологических знаний, содержащихся в школьном курсе химии, и выступающих ядром когнитивного компонента. К ним мы относим: зависимость качественных характеристик социально-экологической среды от их количественных изменений; социально-экологический круговорот элементов в биосфере и его нарушение в связи с деятельностью человека; социально-экологические проблемы воды, воздуха и почв; социально-экологический мониторинг и т.д. (таблица).

Ведущая закономерность дидактики о единстве содержания и процесса обучения требует при экологизации коррекции содержания и методов организации учебного процесса. Важным элементом социально-экологической направленности обучения является ее деятельностный компонент, основу которого составляют социально-экологические умения. В контексте нашего исследования – это: умение проведения социально-экологического мониторинга; умение прогнозировать и моделировать последствия принимаемых решений; умение реально оценивать социально-экологические условия среды,

выделять и формулировать социально-экологические проблемы и т.д. (таблица). Для успешного формирования какого-либо действия в структуре социально-экологического умения мы проанализировали структуру действия, вычленили отдельные элементы, определили наиболее целесообразную их последовательность, продумали систему упражнений, направленных на выработку умения выполнять эти действия.

Таблица

Содержание социально-экологических знаний и умений

Системообразующие понятия	Социально-экологические знания	Социально-экологические умения
1. Элемент	<p>1. Понятие о биогенных элементах и их роли в социально-экологических процессах.</p> <p>2. Зависимость качественных характеристик социально-экологической среды от их количественных изменений.</p> <p>3. Понятие о социально-экологическом круговороте элементов в природе, нарушение его в связи с деятельностью человека.</p>	<p>1. Умение осуществлять социально-экологический мониторинг окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> - умение распознавать некоторые элементы; - умение отбирать пробы воды и воздуха для физико-химического анализа; - умение определять температуру, прозрачность, запах, цветность; - умение определять хлориды, сульфаты, нитриты, нитраты в воде; - умение определять pH растворов; - умение определять некоторые металлы в воде; - умение определять кислотность и щелочность среды; - умение определять оксид углерода (IV) в воздухе и устанавливать воздушный режим в классной комнате; - умение определять кислород в воздухе; - умение определять аммиак в воздухе; - умение реально оценить социально-экологические условия среды; - умение определять и использовать минеральные удобрения без социально-экологических последствий для окружающей среды; - умение научно прогнозировать и моделировать социально-экологические последствия принимаемых решений; - умение принимать экологически целесообразные решения; - умение отбирать материал социально-экологической направленности; - умение рассчитать массовую и объемную доли выхода продукта реакции по отношению к теоретическому для оценки социально-экологических последствий данного производ-
2. Вещество	<p>1. Токсичность. Понятие предельно допустимой концентрации (ПДК) как показатель качества социально-экологической среды.</p> <p>2. Влияние продуктов социально-экологической деятельности на живые организмы.</p> <p>3. Изменение социально-экологического равновесия в результате антропогенного воздействия.</p> <p>4. Появление в природе новых высокоактивных химических соединений, приводящих к нарушению естественных обменных процессов.</p> <p>5. Социально-экологические проблемы охраны вод: металлы, кислоты, основания, соли, минеральные удобрения как факторы загрязнения.</p> <p>6. Социально-экологические проблемы охраны атмосферного воздуха:</p> <ul style="list-style-type: none"> - продукты горения как загрязнители, их роль в нарушении социально-экологического равновесия; - утончение и перфорация слоя атмосферного озона. Действие, оказываемое человеком на озоновый экран планеты; - парниковый эффект. <p>7. Социально-экологические проблемы охраны почв:</p> <ul style="list-style-type: none"> - истощение почв; - деградация и загрязнения земель. 	<ul style="list-style-type: none"> - умение определять и использовать минеральные удобрения без социально-экологических последствий для окружающей среды; - умение научно прогнозировать и моделировать социально-экологические последствия принимаемых решений; - умение принимать экологически целесообразные решения; - умение отбирать материал социально-экологической направленности; - умение рассчитать массовую и объемную доли выхода продукта реакции по отношению к теоретическому для оценки социально-экологических последствий данного производ-
3. Химическое производство	<p>1. Социально-экологические проблемы химических производств:</p> <ul style="list-style-type: none"> - промышленные и сельскохозяйственные стоки и их влияние на состояние природной среды; - загрязнение природной среды выбросами промышленных производств и автотранспорта; - создание оборотного водоснабжения; - интенсификация и комплексное использование природных ресурсов; - химическое сырье, повышение коэффициента его использования; - разработка систем утилизации отходов; - замкнутые циклы; 	<ul style="list-style-type: none"> - умение определять и использовать минеральные удобрения без социально-экологических последствий для окружающей среды; - умение научно прогнозировать и моделировать социально-экологические последствия принимаемых решений; - умение принимать экологически целесообразные решения; - умение отбирать материал социально-экологической направленности; - умение рассчитать массовую и объемную доли выхода продукта реакции по отношению к теоретическому для оценки социально-экологических последствий данного производ-



	- оптимизация химических реакций, лежащих в основе производства; - стандартизация и сертификация технических процессов.	ства; - умение определять массовую долю элемента в минерале и использовать ее в дальнейших социально-экологических расчетах; - умение рассчитывать тепловой эффект реакции.
4. Химическая реакция	1. Нейтрализация как эффективный способ удаления загрязнений окружающей природной среды. 2. Реакции осаждения и ионного обмена как способ удаления из воды металлов. 3. Стерилизация как способ образования безвредных продуктов. 4. Экстракция – извлечение из воды некоторых токсичных металлов. Понятие о тепловом загрязнении как факторе социально-экологического загрязнения среды. Химическое равновесие как социально-экологический фактор устойчивости окружающей природной среды.	2. Умение работать с научной и методической литературой социально-экологического содержания. 3. Умение писать рефераты и выступать с сообщениями социально-экологической направленности.

Социально-экологические умения имеют сложный состав. Как представлено в таблице важнейшим общим умением является умение осуществлять мониторинг окружающей среды, составными элементами которого являются: умение распознавать некоторые элементы, умение отбирать пробы воды, воздуха и почвы; умение определять состав воды, воздуха и почвы; умение реально оценить экологические условия среды; умение научно моделировать и прогнозировать последствия принимаемых решений и т.д. Умение распознавать некоторые элементы с помощью простых испытаний включает в себя следующие действия: умение провести качественное определение элементов с приближенной количественной оценкой; умение провести количественное определение методом титрования; умение работать с химической посудой и реактивами. Другое умение – умение отбирать пробы воды и воздуха содержит следующие действия: умение выбрать участок для отбора проб воды и воздуха; умение проводить подготовку воды к анализу; консервирование пробы; умение проводить коагуляцию, отстаивание и фильтрование жидкости. Умение определять состав воды и воздуха включает: умение определять наличие конкретных ионов и веществ; готовить растворы для анализа; проводить расчеты загрязнителей; готовить бумажные фильтры и проводить фильтрование, отстаивание и выпаривание жидкости; вести целенаправленно наблюдение за ходом опыта, фиксировать изменения в процессе протекания реакции; анализировать опыт и делать выводы из наблюдений; вести лабораторные записи и обработать результаты опыта. Умение реально оценить экологические условия среды содержит: умение пользоваться величиной ПДК веществ; умение пользоваться справочной литературой; осознание значимости реальной помощи природе. Умение, научно моделировать и прогнозировать последствия принимаемых решений, связано с умениями строить планы исследования; осуществлять эксперимент; умение подтвердить результаты в нескольких повторных экспериментах; умение добиваться хорошей воспроизводимости полученных результатов.

Умение принимать экологически ответственные решения имеет огромное значение для любых видов природопреобразующей деятельности. Оно связано с умением реально оценить экологические условия среды, максимально учитывать ее амортизационные параметры к любым видам эксплуатационного воздействия. Умение научно прогнозировать и моделировать последствия принимаемых решений в окружающей среде позволяет заблаговременно предупредить их появление.

Заключение

Формирование социально-экологических знаний и умений рассматривается нами как одна из самых важных задач работы учителя химии. Опора на экологическую проблематику местного значения позволяет конкретизировать глобальные масштабы разрушения окружающей среды, осознать, что глобальный экологический кризис складывается из многочисленных локальных разрушений среды жизни человека. Задача, связанная

с развитием умений принимать решения и соответственно действовать в окружающей среде, тесно переплетается со всеми задачами, направленными на всестороннее развитие экологической культуры личности. Однако окружающая природная среда становится действенным средством воспитания лишь в том случае, если учитель целенаправленно и систематически вовлекает школьника в определенную деятельность по ее улучшению.

SOCIAL-ECOLOGICAL ORIENTATIONS IN CHEMISTRY

L.V. Kolchanova

Belgorod State University

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

e-mail: kolchanov@bsu.edu.ru

The basic content of social – ecological education of school students during teaching chemistry is submitted. The content is opened through structure of social-ecological knowledge and social-ecological skills. The provisional structure of social-ecological skills is presented, their structure is analyzed.

Key words: social-ecological education, social-ecological knowledge, social-ecological skills.

Сведения об авторах

Анисимович И.П.	ассистент, Белгородский государственный университет
Белоусова Л.И.	старший преподаватель, Белгородский государственный университет
Богданов С.С.	аспирант, Белгородский государственный университет
Винокуров Н.Б.	кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Институт экологии горных территорий КБНЦ РАН
Виттиг Р. (Rudiger Wittig)	доктор, профессор, декан биологического факультета, университет им. И.В. Гете (Франкфурт-на-Майне)
Волынкин Ю.Л.	доктор биологических наук, доцент, Белгородский государственный университет
Гайворонская Н.И.	старший преподаватель, Белгородский государственный университет
Дейнека В.И.	доктор химических наук, доцент, Белгородский государственный университет
Дейнека Л.А.	кандидат химических наук, доцент, Белгородский государственный университет
Жеребненко Ю.С.	магистрант, Белгородский государственный университет
Казаринова Н.В.	кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Институт клинической и экспериментальной медицины СО РАМН
Климентов М.Н.	доктор технических наук, профессор, Белгородский государственный университет
Колчанов А.Ф.	кандидат биологических наук, профессор, Белгородский государственный университет
Колчанов Р.А.	кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Белгородский государственный университет
Колчанова Л.В.	кандидат педагогических наук, доцент, Белгородский государственный университет
Корнилов А.Г.	доктор географических наук, профессор, Белгородский государственный университет
Крамчанинов Н.Н.	кандидат географических наук, старший преподаватель, Белгородский государственный университет
Куркина Ю.Н.	кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Белгородский государственный университет
Лазарев А.В.	доктор биологических наук, доцент, профессор, Белгородский государственный университет
Лютенко О.В.	младший научный сотрудник, Белгородский научно-исследовательский институт сельского хозяйства РСХА
Нецветаев В.П.	доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, заведующий отделом, Белгородский научно-исследовательский институт сельского хозяйства РСХА; профессор, Белгородский государственный университет
Новоженова Т.Г.	химик-технолог, ООО «ТИОФОЛИЯ»
Овчаренко Н.Е.	аспирант, Белгородский государственный университет
Орлова И.В.	студентка, Белгородский государственный университет
Пащенко Л.С.	младший научный сотрудник, Белгородский научно-исследовательский институт сельского хозяйства РСХА
Петин А.Н.	кандидат географических наук, профессор, декан, Белгородский государственный университет
Петина В.И.	кандидат географических наук, доцент, Белгородский государственный университет
Попкова И.И.	младший научный сотрудник, Белгородский научно-исследовательский институт сельского хозяйства РСХА
Присный Ю.А.	аспирант, Белгородский государственный университет
Стаценко Е.А.	аспирант, Белгородский государственный университет
Тарасенко А.А.	кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Харьковская государственная зооветеринарная академия
Тертышный А.С.	доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой, Харьковская государственная зооветеринарная академия
Ткаченко К.Г.	кандидат биологических наук, руководитель группы, Ботанический сад Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН

- Тохтарь В.К. доктор биологических наук, старший научный сотрудник, директор природного парка «Нежеголь» Белгородского государственного университета
- Третьяков М.Ю. ассистент, Белгородский государственный университет
- Фесенко В.В. заведующий отделом, ботанический сад Белгородского государственного университета
- Червонный В.В. кандидат биологических наук, доцент, Белгородский государственный университет
- Чупахина Н.В. кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник, Институт экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока СО РАСХН
- Шаркунова Н.А. магистрант, Белгородский государственный университет
- Шкиль Н.А. доктор ветеринарных наук, заместитель директора по науке, Институт экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока СО РАСХН

**Правила оформления статей в журнал
«Научные ведомости Белгородского государственного университета»:
серия «Естественные науки»**

В журнале «Научные ведомости Белгородского государственного университета» публикуются статьи теоретического, методического и прикладного характера, содержащие оригинальный материал исследований автора (соавторов) по разделам «Науки о Земле», «Химия» и «Биология», ранее нигде не опубликованные. Обзорные статьи публикуются по заявкам редколлегии или в особых случаях.

Статьи представляются в редколлегию в печатном (1 экз.) и электронном виде с использованием Microsoft Word для Windows. Поля страницы (формата А-4): левое – 3 см, другие по 2 см. Текст – шрифтом Times New Roman, 12 pt, межстрочный интервал – одинарный, красная строка (абзац) – 1,25 см., выравнивание по ширине. Страницы не нумеруются. Объем статей не должен превышать 12 страниц, включая иллюстративный и графический материал, список литературы.

Перед названием статьи необходимо указать УДК (слева сверху). Название статьи оформляется прописными буквами, жирным шрифтом (12 pt) с выравниванием по центру. Ниже через два интервала указать инициалы и фамилии авторов жирным шрифтом (12 pt) с выравниванием по центру. Ниже через два интервала указать адрес места работы с указанием почтового индекса, e-mail автора (соавторов) – обычный шрифт (10 pt) с выравниванием по центру.

Аннотация статьи (резюме) должна располагаться ниже на два пробела от последнего адреса места работы авторов – обычный шрифт (10 pt) с выравниванием по ширине. В конце аннотации необходимо указать ключевые слова (5–7).

В конце статьи на английском языке приводятся название, инициалы и фамилии авторов, адреса мест работы авторов, аннотация и ключевые слова с теми же правилами оформления, что и на русском языке.

В статье должны четко и сжато излагаться современное состояние вопроса, описание методики исследований и обсуждение полученных результатов. Заглавие статьи должно полностью отражать ее содержание. Рекомендуется стандартизировать структуру статьи, используя подзаголовки: Введение (теоретический анализ), Объекты и методы исследования (экспериментальная часть), Результаты и их обсуждение, Заключение (Выводы), Список литературы.

Если статья выполнена при поддержке гранта или на основе доклада, прочитанного на конференции, то необходимо сделать соответствующую сноску в заголовке статьи (см. пример).

К статьям, направляемым в редколлегию, должна быть приложена авторская справка: Фамилия, Имя, Отчество, научная степень, ученое звание, место работы, должность, точный почтовый адрес, контактный телефон, факс, e-mail.

К статьям, выполненным аспирантами или соискателями научной степени кандидата наук, необходимо приложить рекомендацию, подписанную научным руководителем (если руководитель не является соавтором).

Редколлегия направляет полученные статьи на рецензирование.

Редколлегия оставляет за собой право вернуть статью на доработку.

Условия публикации. В течение календарного года автором (авторским коллективом) в журнале может быть опубликовано не более 2-х статей. К публикации принимаются материалы подписчиков журнала (не менее чем полугодовая подписка). Копия квитанции прилагается к материалам, направляемым для публикации. Подписная цена (не меняется с 2006 г.) составляет 435.12 руб. на год (217.56 руб. за номер).

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 ФОРМ*Н.А. Чеканов¹, В.Н. Тарасов², Н.Н. Чеканова³¹ Белгородский государственный университет, Россия, 308007, г. Белгород, ул. Студенческая, 14, e-mail: Chekanov@bsu.edu.ru² 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 классического гамильтониана к нормальной форме Биркгофа-Густавсона. При помощи правила соответствия Вейля по классической нормальной форме некоторых интегрируемых и неинтегрируемых систем построены их квантовые аналоги и найдены приближенные энергетические спектры и волновые функции. Показано, что полученный таким образом энергетический спектр с хорошей точностью воспроизводит точный спектр в той области энергий, где при классическом рассмотрении этой же системы движение регулярно, а в области, где классическое движение переходит в хаотическое, согласие между обоими спектрами резко ухудшается. Установлено, что ...

Ключевые слова: классический гамильтониан, нормальная форма Биркгофа-Густавсона, правило соответствия Вейля, энергетический спектр, волновая функция, метод квантования.

К настоящему времени установлено существование детерминированного хаоса в различных классических динамических системах [1, 2]. Известно, что детерминированный или классический хаос возможен в консервативных гамильтоновых системах даже с двумя степенями свободы [3], а также и в одномерных гамильтоновых системах, но зависящих от времени [4].

В данной работе рассмотрены консервативные гамильтоновы системы с двумя степенями свободы

.....

В работе исследованы ...

Список литературы

1. Лихтенберг А., Либерман М. Регулярная и стохастическая динамика. – М.: Мир, 1984. – 528 с.
2. Степановский Ю.П. Атом водорода во внешнем поле как ангармонический осциллятор // УФЖ. – 1987. – Т.32. – С. 1316-1321.
3. Соловьев Е.А. Адиабатические инварианты и проблема квазиклассического квантования многомерных систем // ЖЭТФ. – 1978. – Т.75, вып.4. – С. 1261-1268.
4. Gutzwiller M.C. Chaos in Classical and Quantum Mechanics. – New York: Springer, 1990. – 432 p.
5. Henon M. Integrals of the Toda lattice // Phys. Rev. – 1974. – Vol. 9, №4. – P. 1921-1923.

A SEMICLASSICAL APPROACH TO THE INVESTIGATION OF THE TWO-DIMENSIONAL HAMILTONIAN SYSTEMS BY THE NORMAL FORM METHODN.A. Chekanov¹, V.N. Tarasov², N.N. Chekanova³¹ Belgorod State University, Studencheskaja Str., 14, Belgorod, 308007, Russia, e-mail: Chekanov@bsu.edu.ru² Civil defence Academy of Ukraine, Chernyshevsky Str. 94, Kharkov, 61023, Ukraine³ National Scientific Center, Kharkov Institute for Physics and Technology, Akademicheskaj Str. 1, Kharkov, 61108, Ukraine

The receiving procedure of classical Hamiltonian to the Birkhoff-Gustavson normal form is described. With help of the Weyl correspondence rule for the classical normal forms of some integrable and nonintegrable systems their quantum counterparts are constructed and approximated energy spectra and wave functions are found. It is shown that thus obtained energy spectra are represented good exact ones in an energy domain where the classical motion is regular but agreement is worsen strongly at the energy domain where the classical regular motion is going into chaotic one. It is established that ...

Key words: classical Hamiltonian, Birkhoff-Gustavson normal form, Weyl correspondence rule, energy spectra, wave function, method of quantization.

* Работа выполнена при частичной грантовой поддержке РФФИ: №03-02-17695, №03-02-16263