

№3(58) 2009

Выпуск 8

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**

Феногенетический мониторинг импактных популяций растений и животных в условиях антропогенного пресса. **А.Г. Васильев, И.А. Васильева 5**

Биохимическая активность микроорганизмов воды и грунтов рыбохозяйственных водоемов аридной зоны. **И.Ю. Киреева 13**

Изменчивость люцерны по твердосемянности. **Т.Н. Глубшева 20**

Болезни бобов в условиях Белгородской области. **Ю.Н. Куркина 28**

Род Geum в современных экологических условиях Средней России. **А.В. Лазарев, Т.В. Бурченко 34**

Конхологическая изменчивость *Xeropicta krynickii* Kryn. (Geophila: Nugromiidae) (анализ обобщенных дисперсий). **Л.Н. Хлус 39**

Возрастные элементы в раковине двустворчатого моллюска *Abra ovata* (Lamellibranchia: Venerida: Scrobiculariidae). **А.Ю. Варигин 44**

Малакофауна городов Пензы и Заречного (Среднее Поволжье, лесостепная зона). **О.В. Булавкина, Т.Г. Стойко 47**

Сообщества пауков (Aranei) помещений некоторых предприятий и жилых домов Центрального ландшафтного района г. Черновцы. **М.М. Федорук, Л.В. Брушневская 54**

Эколого-физиологические характеристики и полиморфизм имаго колорадского жука на территории Башкортостана. **Г.В. Беньковская 59**

Агрессивность самок-основательниц *Polistes dominulus* (Hymenoptera: Vespidae), гнездящихся на растениях в Черноморском биосферном заповеднике. **Л.Ю. Русина, Е.С. Орлова, М.П. Богучкий 68**

Состав фауны пчел (Hymenoptera, Apoidea) степных участков с различным уровнем охраны. **Е.Н. Дугина 75**

Городские сообщества шмелей (Hymenoptera: Apidae: Bombus) и условия, необходимые для их существования. **И.Б. Коновалова 81**

Антропогенные изменения фауны мошек (Diptera, Simuliidae) Украинского Полесья. **Е.Б. Сухомлин, А.П. Зинченко, В.С. Теплоу 90**

Членистоногие в гнёздах мухоловки-белошейки в нагорной дубраве (Харьковская область). **И.П. Леженина, В.Н. Грамма, А.Б. Чаплыгина, Н.А. Савинская 95**

Анализ неоднородности населения птиц города Бийска Алтайского края. **Е.А. Беликова 101**

К распространению редких видов птиц на территории Белгородской области. **А.Ю. Соколов, А.С. Шаповалов 108**

Ответственный секретарь:

**Куркина Ю.Н.**

кандидат сельскохозяйственных наук,  
доцент (Белгородский государственный  
университет)

Члены редколлегии:

**Баятинская 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)

**Вольнкин 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](mailto: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

Влияние активации мобильных телефонов стандарта GSM на  
функциональное состояние мозга человека. **С.В. Побаченко,  
А.В. Пономарев 113**

#### ПОЧВОВЕДЕНИЕ

Микробиоиндикация чернозёма выщелоченного в агроэкосистемах.

**И.Д. Свистова, Т.Ю. Сенчакова 120**

Ресурсосберегающие приемы основной обработки почвы в  
севооборотах Центрального Черноземья. **Н.В. Беседин,  
Н.П. Митина, Н.М. Чернышева 125**

#### ХИМИЯ

Исследование процесса самоорганизации и зависимости  
морфологических характеристик селенсодержащих наноструктур на  
основе оксиэтилцеллюлозы от массового соотношения селен :  
полимер в растворе. **С.В. Валуева, Л.Н. Боровикова 128**

Исследование структуры цитратов цинка, кобальта, марганца,  
закисного железа методом инфракрасной спектроскопии.

**Н.А. Кочеткова, А.А. Шапошников, А.В. Хмыров,  
Е.А. Шенцева, Л.Р. Закирова 134**

Теоретический расчет изотерм адсорбции методом молекулярной  
динамики. **А.М. Толмачев, К.М. Анучин, Н.Г. Крюченкова,  
Т.А. Кузнецова 138**

#### ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Возможности учебника биологии для формирования экологической  
компетенции. **Г.С. Петрищева 142**

Сведения об авторах 147

Информация для авторов 149

**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 III № 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

Phenogenetic monitoring of plant and animal impact populations under anthropogenic environment press. **A.G. Vasil'ev, I.A. Vasil'eva 5**

Biochemical activity of microorganisms of water and soils of fish-breeding ponds of arid zone. **I.U. Kireeva 13**

Variability of hardseed feature of alfalfa. **T.N. Glubsheva 20**

Diseases of faba bean in condition of Belgorod Region. **Yu.N. Kurkina 28**

Genus *Geum* in modern ecology conditions of Middle Russia. **A.V. Lazarev, T. V. Burchenko 34**

Konchological variability of *Xeropicta krynickii* Kryn. (analysis of generalized dispersions). **L.N. Khlus 39**

Age-dependent elements in a shell of bivalve mollusk *Abra ovata* (Lamellibranchia: Venerida: Scrobiculariidae). **A.Yu. Varigin 44**

The malacofauna of Pensa and Zarechny Towns (Middle Volga Region, forest-steppe native zone). **O.V. Bulavkina, T.G. Stoiko 47**

Communities of spiders (Aranei) of some enterprises and dwelling buildings of central landscape region of Chernovtsy City. **M.M. Fedoriak, L.V. Brushnivs'ka 54**

Ecological and physiological features and polymorphism of Colorado potato beetle adults in Bashkortostan. **G.V. Benkovskaya 59**

An aggressiveness of *Polistes dominulus* Foundresses (Hymenoptera: Vespidae) nesting on plants in the Black Sea reserve. **L.Y. Rusina, E.S. Orlova, M.P. Bogutsky 68**

Bee fauna (Hymenoptera: Apoidea) of the steppe territories with different level of protection. **Yu.N. Dugina 75**

Urban communities of bumblebees (Hymenoptera: Apidae: *Bombus*) and environmental conditions for their existence. **I.B. Konovalova 81**

Anthropogenic changes of fauna of Blackflies (Diptera, Simuliidae) in Ukrainian Polissya. **K.B. Sukhomlin, O.P. Zinchenko, V.S. Tepluk 90**

Arthropoda in nests of muscicapa albicollis in highland oak-grove (Kharkiv Region). **I.P. Lezhenina, V.N. Gramma, A.B. Tchapligena, N.A. Savinskaya 95**

The analysis of heterogeneity of the population of birds of the Biisk City, Altay Territory. **E.A. Belikova 101**

To distribution of rare species of birds in territory of the Belgorod Region. **A.Yu. Sokolov, A.S. Shapovalov 108**

The influence of mobil phones activation on human brain functional condition. **S.V. Pobachenko, A.V. Ponomarev 113**

SOIL SCIENCE

Microbioindication of leached chernozem in agroecosystems. **I.D. Svistova, T.Y. Senchakova 120**

Main resource saving tillage techniques in crop rotation of the Central Chernozem Region. **N.V. Besedin, N.P. Mitina, N.M. Chernyshova 125**

Members of editorial board:

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

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

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

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

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

**F.N. Lisetskyi**, 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](mailto: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

CHEMISTRY

Research of process of self-organizing and dependence of morphological characteristics of selenium-containing nanostructures on the basis of the oxyethyl cellulose on mass ratio selenium : polymer in solution.

**S.V. Valueva, L.N. Borovikova 128**

Investigation of structure of zinc, cobalt, manganese, iron (II) citrates by IR-spectroscopy. **N.A. Kochetcova, A.A. Shaposhnikov, A.V. Hmyrov, E.A. Shentseva, L.R. Zakirova 134**

Theoretical calculation of adsorption isotherms by method of molecular dynamics.

**A.M. Tolmachyov, K.M. Anuchin, N.G. Krjuchenkova, T.A. Kuznetsova 138**

ECOLOGICAL EDUCATION

Possibilities of biology school book for forming of ecological competence.

**G.S. Petrischeva 142**

Information about Authors 147

Information for Authors 149

## ФЕНОГЕНЕТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ИМПАКТНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ПРЕССА\*

**А.Г. Васильев,  
И.А. Васильева**

*Институт экологии  
растений и животных  
УрО РАН*

*Россия, 620144,  
г. Екатеринбург,  
ул. 8 Марта, 202*

Предложены новые методы феногенетического мониторинга импактных популяций и таксоценов растений и животных, позволяющие оценить их экологическое состояние в градиенте антропогенного воздействия по проявлениям феногенетической изменчивости метрических, меристических и неметрических признаков.

Ключевые слова: феногенетическая изменчивость, мониторинг, популяция, сообщество, антропогенное воздействие, флуктуирующая асимметрия, стабильность развития.

---

---

### Введение

Становление «феногенетики» как области исследований, нацеленной на изучение генетической природы развития признаков или «физиологии генов», связано с именем немецкого генетика Валентина Геккера [1, 2], давшего такое название новому направлению генетики. Формирование этого направления исследований для генетики вполне закономерно, поскольку необходимо не только знать правила и законы передачи наследственной информации от родителей к потомкам, но, что еще более важно, знать, как воспроизводится в процессе индивидуального развития переданная наследственная информация, как она влияет на морфогенез потомков.

В конце 20-х – начале 30-х годов XX в. интерес к проблемам генетической природы изменчивости фенотипических признаков и феногенетики в мировой науке и в СССР был очень высок, поэтому российский ботаник Н.П. Кренке [3], изучая закономерности проявления формы листьев на побегах, назвал такого рода изменчивость феногенетической. Он обнаружил ряды постепенного усложнения и упрощения строения листьев в пределах побега. В.В. Корона полагал, что эта форма изменчивости строения листьев связана с программированностью морфогенеза [4]. Программа развития может останавливаться на разных этапах структурогенеза и реализовывать веер разных, часто упорядоченных, структурных состояний и их композиций. Можно определить «феногенетическую изменчивость» как внутрииндивидуальную изменчивость строения антимеров и метамеров, которая одновременно отражает два аспекта: направленное усложнение структуры последовательно закладывающихся листьев (метамеров) в морфогенезе и их стохастическое (случайное) формирование. Феногенетическая изменчивость (ФИ) поэтому, содержит в себе как закономерную, так и случайную компоненты. Она отражает закономерную трансформацию структуры в морфогенезе в направлении ее усложнения и случайные сбои (ошибки) в ходе развития этой структуры.

Интересен еще один аспект рассмотрения феногенетической изменчивости с позиций изучения широты морфогенетической «нормы реакции», то есть возможности описания всех реально допустимых в развитии данной особи проявлений элементов

---

\* Работа выполнена при поддержке грантов Российского фонда фундаментальных исследований 07-04-00161\_a и 07-04-96096\_p\_урал\_a.

структуры и их композиций (морфотипов). Действительно, в ходе развития организмы сталкиваются с большим разнообразием условий реализации их антимеров и метамеров, и по фенотипическому разнообразию последних можно судить о морфогенетической «широте нормы реакции» данной особи. Существующий в настоящее время аппарат статистического анализа, разработанный для изучения популяций и популяционной (групповой) изменчивости, вполне можно применить и для изучения закономерностей внутрииндивидуальной изменчивости. Метамеры одного и того же растения можно уподобить «особям» популяции (например, «теневые» и «световые» листья являются аналогами особей, живущих и развивающихся в контрастных биотопах), а сравнение групп метамеров разных особей растений (разных генотипов) – межпопуляционному сравнению. Внутрииндивидуальная ФИ может проявиться как у разных метамеров особи, так и на левой и правой сторонах метамеров, то есть у гомотипичных антимеров [5]. При рассмотрении варьирования тех или иных антимерных элементов структуры можно зафиксировать различия между ними как на разных сторонах метамера, так и у разных метамеров, что позволяет говорить об антимерной, метамерной и антимерно-метамерной компонентах внутрииндивидуальной изменчивости [6]. При этом следует ясно осознавать, что внутрииндивидуальная изменчивость может быть проанализирована только при групповом анализе метамеров и/или антимеров.

Одновременно появляется возможность решения целого ряда феногенетических проблем. Применение технологии популяционного анализа к изучению групповой внутрииндивидуальной изменчивости листьев растений, а также антимерных и метамерных структур животных позволяет, на наш взгляд, решить многие, до сих пор нерешенные, проблемы феногенетики, экологической морфологии и физиологии развития растений и животных, а также разработать эффективные методы феногенетического мониторинга. В этой связи целью данной работы было обсуждение перспектив феногенетического мониторинга, соответствующих методов и математического аппарата.

### Теоретический анализ

Методы феногенетического мониторинга импактных (от англ. impact – удар), т.е. подвергшихся антропогенному воздействию (удару), популяций растений и животных основаны, главным образом, на изучении эпигенетических и феногенетических особенностей сравниваемых групп, индивидуальных и групповых характеристик морфогенеза [6-7], поэтому наряду с задачами практического характера они могут быть нацелены и на решение фундаментальных проблем. В первую очередь это касается изучения факторов, относительных скоростей, направлений и масштабов феногенетических и эпигенетических перестроек, а также механизмов морфогенетической устойчивости и толерантности популяций и ценозов к естественным и техногенным воздействиям. Со многими техногенными воздействиями и поллютантами популяции, виды и экосистемы ранее в эволюционной истории еще не сталкивались, поэтому важно оценить на фоне таких нетипичных средовых воздействий не только адаптивный потенциал и пределы толерантности вида или популяции, но и использовать эти новые условия как естественный полигон, позволяющий экспериментально «нагружать» морфогенетический процесс и изучать закономерности развития. При этом можно выявить, например, проявления эпигенетической изменчивости – вероятностного осуществления имеющегося в пределах групповой нормы реакции популяции инвариантного набора устойчивых онтогенетических (эпигенетических) траекторий, приводящих к реализации допустимого пространства дискретных состояний (фенов) морфологических структур – морфопространства.

Очевидно, что при развитии в новой, необычной среде должен исчерпываться характерный регуляторный потенциал развитых систем – «адаптивная норма» (по И.И. Шмальгаузену) и может проявиться латентный (скрытый) спектр инадаптивных морфозов. Чем больше степень техногенного воздействия, тем выше должна быть степень проявления морфозов, отличающихся от адаптивной нормы, больше должен быть и общий уровень дестабилизации развития, что в последние годы часто оценивают по проявлению флуктуирующей асимметрии билатеральных структур [8-12].

Феногенетический мониторинг (ФМ) предполагает формирование контроля по принципу обратной связи: он дает возможность оценивать состояние окружающей среды в ответ на каждый шаг все возрастающего антропогенного воздействия в региональном и



локальном масштабах [9, 13]. ФМ может позволить решить многие актуальные экологические задачи, включая определение эффекта последствия разового влияния того или иного техногенного фактора на последующие поколения организмов, а также установление фактов аккумуляции из поколения в поколение уродств и других неблагоприятных биологических особенностей, снижающих общую жизнеспособность потомков, при хроническом воздействии токсических поллютантов на популяцию. Следует подчеркнуть, что ФМ включает в себя оценку состояния среды как в пространстве (выявление размаха феногенетических различий между населением различных местообитаний), так и во времени (определение изменений в состоянии населения животных в одном местообитании в течение ряда лет).

Ценотический подход при ФМ потенциально позволяет на основе популяционно-феногенетического анализа выявить уровни дестабилизации индивидуального развития в популяциях различных видовых компонентов таксоценов (таксономически близких групп видов в сообществе, например, землероек-бурозубок или видов берез), определить наиболее уязвимые элементы и оценить их состояние в целом. Важно, что такая технология дает возможность выявить негативную реакцию тех или иных компонентов таксоценов на хроническое воздействие определенных поллютантов и их сочетаний в малых дозах. В этих комплексных феногенетических исследованиях ключевых элементов таксоценов должны присутствовать разные методические аспекты: 1) анализ частот встречаемости фенотипов как мелких aberrаций морфогенеза (уклонений от адаптивной нормы); 2) пространственное соотнесение уровня феногенетических различий между парами импактных и контрольных локалитетов на сплошном участке ареала (эффект воздействия подтверждается, если контрольные группировки, взятые на том же удалении, различаются друг от друга меньше, чем от импактных); 3) использование методов многомерной ординации феногенетических композиций, позволяющих визуализировать проявление эпигенетической изменчивости (эпигенетический ландшафт популяции); 4) сравнение дисперсий общей асимметричности, флуктуирующей асимметрии и направленной асимметрии, характеризующих проявления дестабилизации развития как на индивидуальном, так и на групповом уровнях изучения, и другие методы [6]. По дискретным нарушениям морфогенеза и проявлениям эпигенетической и реализационной изменчивости фенотипов неметрических признаков феногенетические и феногенетические методы позволяют достаточно эффективно оценивать состояние импактных популяций модельных видов, а по ключевым фоновым видам – и ценотическое состояние.

Ряд авторов в экспериментальных и природных условиях убедительно показали, что флуктуирующая асимметрия (ФА) может рассматриваться в качестве своеобразного *группового индикатора* неспецифической разбалансировки индивидуального развития, характеризующего состояние популяции как в целом, так и по отдельным функциональным группам [14 -17]. В.М. Захарову [8] и многим его последователям удалось установить, что повышение флуктуирующей асимметрии на групповом уровне указывает на общую дестабилизацию процесса развития в популяции. Дестабилизация развития наблюдается обычно уже на относительно низком уровне средовых нарушений, которые еще не связаны с необратимыми изменениями в популяциях [14]. Это позволяет использовать ФА как неспецифический индикатор даже незначительных отклонений параметров среды от фонового состояния, которые еще не приводят к существенному снижению жизнеспособности особей в популяции.

### **Обсуждение предложенных методов и результатов их применения для целей феногенетического мониторинга импактных популяций растений и животных**

В настоящее время известно более 15 индексов для оценки флуктуирующей асимметрии [10]. При этом обычно применяются групповые индексы, характеризующие как отдельные признаки, так и их совокупность для выборки в целом. Д.Б. Гелашвили с соавт. [12] недавно предложили оригинальный нелинейный метод оценки ФА, при котором нормировка осуществляется одновременно с процедурой свертки. Индивидуальные оценки флуктуирующей асимметрии, позволяющие оценить стабильность развития отдельной особи, применялись редко, хотя один из таких индексов хорошо известен – ЧАПО, или FAnm [8, 18]. Он рассчитывается как доля асимметрично проявившихся билатеральных



признаков у особи, выраженная в процентах. Значение этого индекса обычно усредняется для всей выборки [9]. Этот индекс используется для неметрических и меристических признаков и характеризует, по нашим представлениям, величину общей асимметрии особи или группы особей. Следует заметить, что при оценке флуктуирующей асимметрии обычно используют метрические билатеральные признаки, которые отражают неодинаковые скорости роста антимерных частей биологических объектов и связаны, главным образом, с изменением их размеров и формы. При этом часто игнорируются структурные изменения. Иными словами, анализируются размеры и форма, но не структура. По нашим наблюдениям ростовые процессы очень слабо связаны с флуктуирующей асимметрией структур. Форма объекта может изменяться в весьма широком диапазоне, сохраняя при этом одну и ту же структуру своих частей и их элементов. Поэтому важна параллельная оценка пригодности для целей фенотипического мониторинга индексов флуктуирующей асимметрии как метрических, так и альтернативных структурных признаков.

Основатели «нумерической таксономии» Сокэл и Снит [19] предложили формулы как для качественных, так и для количественных признаков, которые имеют общую метрику и, хотя были разработаны для совершенно иных, исключительно таксономических целей, хорошо подходят для решения нашей задачи и позволяют вычислить дисперсии общей асимметрии, которую мы назовем  $TA^2$  и двух ее компонент:  $DA^2$  – направленной и  $FA^2$  – флуктуирующей асимметрии. Формулы для подсчета представляют собой так называемые формулы сравнения «размеров» и «формы» Пенроуза. Мы предлагаем использовать эти формулы в качестве нового метода для решения задач популяционно-фенотипического мониторинга. Для метрических и меристических признаков обозначим величины промеров или значения числа структурных элементов для признаков левой стороны буквой –  $s$  (от sinister – левый), а для правой –  $d$  (от dexter – правый). Дисперсию общей асимметрии будем вычислять для каждой особи по формуле:

$$TA^2 = \left[ \sum_{i=1}^r (s_i - d_i)^2 \right] / r, \text{ где } r - \text{число признаков. Первая компонента общей дисперсии асимметрии} - \text{дисперсия направленной асимметрии} - \text{будет вычислена по формуле: } DA^2 = \left[ \sum_{i=1}^r (s_i - d_i) \right]^2 / r^2. \text{ Вторая компонента, исходя из того, что } TA^2 = DA^2 + FA^2,$$

вычисляется следующим образом:  $FA^2 = TA^2 - DA^2$ . Эти формулы можно использовать также и по отдельным признакам для получения средних групповых оценок  $TA^2$ ,  $DA^2$  и  $FA^2$ .

Для альтернативных вариаций (фенов) неметрических признаков формулы расчета компонент дисперсии общей асимметрии основаны на использовании элементов четырехпольной таблицы частот билатеральных композиций фенов. Четыре билатеральные композиции проявления фена на разных сторонах тела:  $+/+$ ,  $+/-$ ,  $-/+$ ,  $-/-$ , являются атрибутом проявления пороговых неметрических признаков. Для каждой особи можно подсчитать по всем использованным признакам частоту билатеральных сочетаний (композиций) фенов и, заполнив четырехпольную таблицу частот, вычислить индивидуальные характеристики  $TA^2$ ,  $DA^2$  и  $FA^2$ . Для удобства обозначим частоты соответствующих полей четырехпольной таблицы следующим образом:  $+/+ - a$ ,  $+/- - b$ ,  $-/+ - c$  и  $-/- - d$ . Дисперсии направленной и флуктуирующей асимметрии, как уже отмечалось, аддитивны и в сумме составляют дисперсию общей асимметрии:  $TA^2 = DA^2 + FA^2$ . Величина  $TA^2 = (b + c)^2 / N^2$ , где  $N$  – общее число изученных билатеральных признаков у особи –  $N = a + b + c + d$ . Соответственно вычислим дисперсии направленной асимметрии по формуле  $DA^2 = (b - c)^2 / N^2$  и дисперсии флуктуирующей асимметрии:  $FA^2 = 4bc / N^2$ . Эти формулы могут быть использованы для вычисления соответствующих показателей  $TA^2$ ,  $DA^2$  и  $FA^2$  как для отдельных особей, так и для выборок в целом. Отношения  $DA^2 / TA^2$  и  $FA^2 / TA^2$  показывают, как соотносятся между собой величины дисперсий направленной и флуктуирующей асимметрии. Обычно доля дисперсии направленной асимметрии от общей дисперсии асимметрии не превышает 4-5%, а соответственно доля флуктуирующей асимметрии составляет – 96-95%.

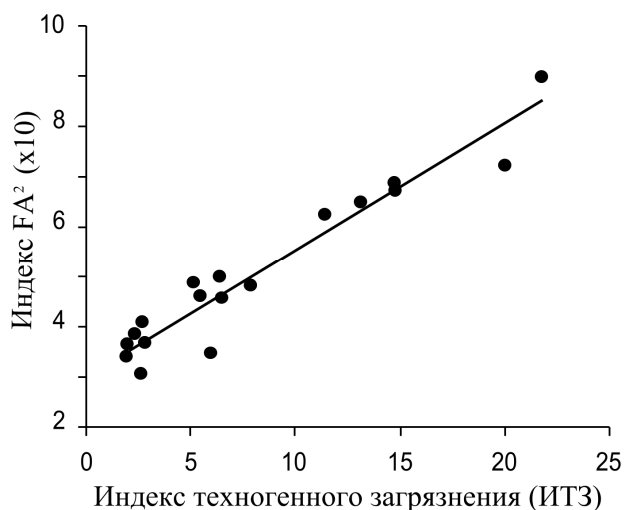


Статистическая оценка межгрупповых различий по индивидуальным показателям  $TA^2$ ,  $DA^2$  и  $FA^2$  может опираться на тесты Манна-Уитни и Краскела-Уоллиса и др. Устойчивость выборочных значений может быть оценена с помощью перестановочного (permutation) или бутстреп (bootstrap) тестов [20-21].

Рассмотрим конкретный пример использования данного метода оценки дисперсий при выявлении уровней дестабилизации развития модельного вида – березы повислой (*Betula pendula*) в градиенте техногенного воздействия Кировградского медеплавильного комбината (КМК) на Среднем Урале [22]. Листья березы повислой собирали в июле-августе с укороченных побегов (брахибласты) на высоте до 2 м по 8-10 шт. с дерева. Всего изучено 151 дерево и 1469 листьев березы повислой (поврежденные листья не учитывали) для 18 локалитетов. Используя данные о содержании подвижных ионов тяжелых металлов и других техногенных поллютантов в пробах снега, вычислили индекс техногенного загрязнения (ИТЗ) как средний суммарный вклад в загрязнение локалитета всех выпавших за зимние месяцы и накопившихся в снегу растворимых поллютантов (мг/л).

Изучали проявления структурных нарушений жилкования листа. У каждого листа березы по каждому из первых четырех ярусов жилок первого порядка, отходящих от осевой жилки (расчет номера яруса производили снизу от основания листа к его вершине), выполнили подсчет краевых жилок и зубчиков. По терминологии В.В. Короны [4], такие зубчики и жилки называются денально-венальными элементами, или сокращенно двелами. Двеллярная структура в данном случае включает осевую жилку (рахис), а также жилки первого, второго и третьего порядков, оканчивающиеся соответствующими зубчиками по краю листовой пластинки. Подсчет двелов вели отдельно для левой и правой сторон листовой пластинки. Зубчик, образованный жилкой первого порядка на ее вершине, не учитывали. Дополнительно подсчитывали число ярусов (жилок первого порядка) на левой и правой сторонах листа. Таким образом, для каждой стороны оценивали значения пяти меристических признаков листа (число двелов между четырьмя нижними ярусами жилок и общее число их ярусов). Далее вычисляли разности между соответствующими значениями для левой и правой сторон по каждому листу, а затем разности использовали при вычислении индивидуальных величин дисперсий асимметрии по приведенным выше формулам.

Предварительное сопоставление оценок дисперсий, вычисленных для отдельных листьев (индивидуальных дисперсий) и отдельных признаков (числа ярусов и общего числа двелов на отдельных ярусах), показало, что дисперсия направленной асимметрии ( $DA^2$ ) по отдельным признакам (столбцам), может быть на один-два порядка меньше, чем при расчете по листьям (строкам): например, 0.2743 и 0.0053 соответственно. Несколько ниже обычно и величина дисперсии флуктуирующей асимметрии ( $FA^2$ ), вычисленной по листьям, чем по признакам: например, 0.9444 и 1.2135. Следовательно, при традиционном подсчете по отдельным признакам величина дисперсии флуктуирующей асимметрии несколько завышается, а направленной асимметрии существенно занижается.



Сравнение величин дисперсий флуктуирующей асимметрии по целым листьям провели для 18 локалитетов в зоне влияния выбросов КМК и других промышленных предприятий г. Кировграда в июле 2004 г. вдоль автомобильной дороги, идущей от города в западном направлении до Висимского биосферного заповедника. Полученные величины  $FA^2$  хорошо согласуются с индексами техногенного загрязнения ИТЗ для локалитетов (рис.).

Рис. Линейная зависимость изменения дисперсий флуктуирующей асимметрии ( $FA^2$ ) числа двелов и ярусов жилок листьев березы повислой от индекса техногенного загрязнения

среды (ИТЗ) в 18 локалитетах зоны влияния Кировградского медеплавильного комбината на Среднем Урале.



Коэффициент ранговой корреляции Спирмена между этими показателями, рассчитанный для 18 пар, составил  $r_s = 0.914$  ( $p \ll 0,001$ ). Тест Краскела-Уоллиса при сравнении локалитетов 1–18 выявил значимые различия между ними как по средним величинам  $FA^2$  для отдельных деревьев ( $H_c = 224,4$ ; d.f. = 17;  $p < 0.001$ ;  $N = 151$  дерево), так и по выборкам листьев без учета их принадлежности к деревьям ( $H_c = 2156$ ; d.f. = 17;  $p < 0.001$ ;  $N = 1469$  листьев). Тест Левена выявил значимую неоднородность выборочных дисперсий  $FA^2$  как для деревьев ( $F = 5.87$ ; d.f.<sub>1</sub> = 17; d.f.<sub>2</sub> = 133;  $p < 0.001$ ), так и для листьев ( $F = 10.65$ ; d.f.<sub>1</sub> = 17; d.f.<sub>2</sub> = 1451;  $p < 0.001$ ). Изменчивость выборочных дисперсий оказалась положительно скоррелированной со средними групповыми величинами  $FA^2$  как для деревьев ( $r_s = 0.56$ ;  $p = 0.015$ ), так и для листьев ( $r = 0.73$ ;  $p < 0.001$ ). Другими словами, одновременно с усилением нестабильности двеллярного структурогенеза листьев березы в градиенте техногенного загрязнения возрастает и разнообразие морфогенетических реакций листьев и деревьев в целом.

Опираясь на использование дисперсии флуктуирующей асимметрии двеллярной структуры листьев березы повислой, можно предложить шкалу, указывающую на уровень нестабильности развития отдельного дерева или их группы. Превышение критической величины  $FA^2 = 0.40$  свидетельствует о неблагоприятных условиях морфогенеза конкретного дерева, а значения выше 0.70–0.80 о том, что растение произрастает в зоне сильного техногенного воздействия.

Преимущество нового подхода состоит не только в разделении компонент дисперсии флуктуирующей и направленной асимметрии, но и в возможности получить индивидуальные оценки этих компонент (в данном случае для отдельных листьев-метамеров растения). Разумеется, область применения метода не ограничивается листьями растений, и он может быть использован также для любых меристических и метрических признаков растений и животных.

В тех случаях, когда у отдельной особи выражена направленная асимметрия проявления фенотипических признаков, это означает, что структурогенез на разных сторонах тела идет с разной скоростью и проходит разный по длине «морфогенетический путь». Например, на одной стороне тела большинство фенотипических элементов уже проявились, а на другой они еще не сформировались. В частности, мы неоднократно обнаруживали у когорты быстро созревающих сеголеток весеннего рождения в уральских популяциях рыжей и красной лесных полевок доминирование одностороннего асимметричного преобладания числа шовных выростов лобно-предчелюстного шва, т.е. направленную асимметрию. Напротив, у сеголеток летних и осенних пометов направленная асимметрия обычно не выражена и наблюдается флуктуирующая асимметрия числа шовных выростов, т.е. отсутствие корреляции числа выростов между сторонами черепа.

В сакмарской популяции рыжей полевки в Оренбургской области несколько лет подряд преобладали сеголетки весеннего рождения, у которых число шовных выростов всегда в среднем было больше на левой стороне, а в изолированной 30-километровым степным водоразделом смежной приуральской популяции, напротив, регулярно преобладали зверьки этой когорты, у которых число выростов было больше на правой стороне черепа. В любом из этих случаев быстро развивающиеся сеголетки, по-видимому, не успевают «построить» в морфогенезе необходимые структурные элементы на одной из сторон, что и приводит к проявлению направленной асимметрии. Такие же случаи часто наблюдаются и в импактных группировках животных при воздействии техногенных поллютантов.

### Заключение

Предложенные методы оценки проявлений реализационной изменчивости (например, индивидуальной и групповой дисперсий флуктуирующей асимметрии –  $FA^2$ ) – это лишь первый шаг в проведении биомониторинга, поскольку важно оценить еще и различные аспекты эпигенетической изменчивости: устойчивость эпигенетических порогов (частот встречаемости фенотипов) и эпигенетических ландшафтов (многомерная ординация индивидуальных фенотипических композиций), степень реализации теоретически возможных композиций фенотипов при разных условиях среды, сочетанности индивидуальной реализации фенотипов-антимеров на разных сторонах тела, а также групповых закономерностей внутрииндивидуальной изменчивости и многие другие. Изучение двух взаимосвя-

занных форм феногенетической изменчивости: эпигенетической и реализационной – при мониторинге нарушений морфогенеза у особей разных внутривидовых группировок и популяций в «определенных» контрастно различающихся условиях среды позволяет оценить эволюционный потенциал их эпигенетических систем и выявить латентные (скрытые адаптивной нормой) пути развития.

Таким образом, феногенетический мониторинг импактных популяций представляет собой один из эффективных инструментов тестирования развитых систем у сравниваемых импактных и контрольных форм. В то же время мониторинг, основанный на оценке групповых проявлений феногенетической изменчивости, позволяет обнаруживать дестабилизацию развития, скрытый морфогенетический резерв в виде инадаптивных морфозов и выявлять границы адаптивной нормы развития. Последнее обстоятельство весьма важно как при решении теоретических проблем эволюционной и популяционной биологии, так и при поиске естественных критериев экологического нормирования.

### Список литературы

1. Haekker V. Entwicklungsgeschichtliche Eigenschaftsanalyse. (Phanogenetik.) Gemeinsame Aufgaben der Entwicklungsgeschichte. – Jena: G. Fischer, 1918. – X. – 344 S.
2. Haekker V. Aufgaben und Ergebnisse der Phanogenetik //Bibliographia Genetica. Hrsg. J. P. Lotsy, H.N. Kooiman. – The Hague: Martinus Nijhoff., 1925. – Bd. 1. – S. 93–314.
3. Кренке Н.П. Феногенетическая изменчивость. Т.1 // Тр. Биол. ин-та им. К.А. Тимирязева. – М., 1933–1935. – 860 с.
4. Корона В.В., Васильев А.Г. Строение и изменчивость листьев растений: Основы модульной теории. – 2-е изд., испр. и доп. – Екатеринбург: УрО РАН, 2007. – 280 с.
5. Беклемишев В.Н. Методология систематики. – М.: КМК Scientific Press Ltd., 1994. – 250 с.
6. Васильев А.Г. Эпигенетические основы фенетики: на пути к популяционной мерономии. – Екатеринбург: Изд-во «Академкнига», 2005. – 640 с.
7. Васильева И.А., Васильев А.Г., Любашевский Н.М. и др. Феногенетический анализ популяций малой лесной мыши (*Apodemus uralensis* Pall.) в зоне влияния Восточно-Уральского радиоактивного следа // Экология. – 2003. – № 6. – С. 325–332.
8. Захаров В.М. Асимметрия животных (популяционно-феногенетический подход). – М.: Наука, 1987. – 213 с.
9. Захаров В.М., Кларк Д.М. Биотест. Интегральная оценка здоровья экосистем и отдельных видов. – М.: Московское отд. Международного фонда "Биотест", 1993. – 68 с.
10. Palmer A.R., Jr. Fluctuating asymmetry analyses: a primer // Developmental Instability: Its Origins and Implications / T.A. Markow (ed.). – Dordrecht, The Netherlands: Kluwer – 1994. – P. 335–364.
11. Klingenberg C.P. Developmental instability as a research tool: using patterns of fluctuating asymmetry to infer the developmental origins of morphological integration // Developmental Instability: Causes and Consequences. – New York: Oxford University Press – 2003. – P.427–442.
12. Гелашвили Д.Б., Якимов В.Н., Логинов В.В., Епланова Г.В. Статистический анализ флуктуирующей асимметрии билатеральных признаков разноцветной ящурки *Eremias arguta* // Актуальные проблемы герпетологии и токсикологии: Сб. науч. трудов. – Тольятти, 2004. – Вып. 7. – С. 45–59.
13. Васильев А.Г., Васильева И.А., Большаков В.Н. Феногенетическая изменчивость и методы ее изучения: Учебн. пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2007. – 279 с.
14. Zakharov V.M. Population phenogenetics: Analysis of developmental stability in natural populations // Acta Zool. Fenn. – 1992. – V. 191. –P. 7–30.
15. Novak J.M.,Rhodes O.E.,Jr, Smith M.H., Chesser R.K. Morphological asymmetry in mammals: genetics and homeostasis reconsidered // Acta Theriol. – 1993. – V.38. – Suppl. 2. – P. 7-19.
16. Klingenberg, C.P., McIntyre G.S. Geometric morphometrics of developmental instability: analyzing patterns of fluctuating asymmetry with Procrustes methods. – Evolution – 1998. – V. 52. – P.1363–1375.
17. Klingenberg, C.P. Morphological integration and developmental modularity // Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics – 2008. – V.39. – P. 115-132.
18. Markowski J. Fluctuating asymmetry as an indicator for differentiation among roe deer *Capreolus capreolus* populations // Acta Theriol. – 1993. V. 38. – Suppl. 2. – P.19-31.
19. Sokal R.R., Sneath P.H.A. Numerical taxonomy. The principles and practice of numerical classification. – San Francisco: W.H. Freeman and Company, 1973. – 573 p.
20. Sokal R.R., Rohlf F.J. Biometry: the principles and practice of statistics in biological research. – 3-rd ed. – New York: W.H. Freeman and Co., 1995. – 887 p.
21. Ефимов В.М., Ковалева Е.Ю. Многомерный анализ биологических данных: Учебн. пособие. – 2 изд. доп. и испр. – С.-Петербург: ВИЗР, 2008. – 86 с.



22. Vasil'ev A.G., Vasil'eva I.A., Marin Yu.F. Phenogenetic monitoring of the weeping birch (*Betula pendula* Roth.) in the Middle Urals: Testing a new method for assessing developmental instability in higher plants // Russian Journal of Ecology – 2008. – V. 39. – № 7. – P. 483-489.

## PHENOGENETIC MONITORING OF PLANT AND ANIMAL IMPACT POPULATIONS UNDER ANTHROPOGENIC ENVIRONMENT PRESS

A.G. Vasil'ev,  
I.A. Vasil'eva

*Institute of Plant and Animal  
Ecology of Ural Ecology, Ural  
Division, Russian Academy  
of Sciences*

*Vos'mogo Marta Str., Yekater-  
inburg, 620144, Russia*

The authors proposed new methods of phenogenetic monitoring. These methods based on study of phenogenetic variability of metric, meristic and nonmetric characters allow estimating ecological state of plant and animal impact populations and taxocenes in a gradient of anthropogenic factors.

Key words: phenogenetic variability, monitoring, population, cenosis, anthropogenic factors, fluctuating asymmetry, developmental stability.

## БИОХИМИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ МИКРООРГАНИЗМОВ ВОДЫ И ГРУНТОВ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ АРИДНОЙ ЗОНЫ

**И.Ю. Киреева**

*Национальный аграрный  
университет Украины*

*Украина, 03041, г. Киев,  
ул. Родимцева, 19*

*e-mail:  
cde@twinn.nauu.kiev.ua*

Представлены материалы исследования бактериальной биохимической активности воды и грунтов производственных выростных прудов, а также численности и сезонной динамики отдельных физиологических групп бактерий выростных прудов с разным уровнем интенсификации рыбоводного процесса (интенсивная и полунинтенсивная технологии выращивания рыбы). Установлено, что особенностью круговорота азота в воде обследованных водоемов являлось сокращение количества и биохимической активности нитрифицирующих бактерий, рост числа и активности процессов денитрификации и аммонификации по мере усиления интенсивности рыбоводного процесса. Показано, что вода и грунты рыбоводных прудов характеризовались высокой активностью процессов бактериальной трансформации органических соединений белковой и углеводной природы, которая возрастала по мере усиления интенсивности кормления и зависела от количества бактерий этих групп. Полученные данные позволяют оптимизировать интенсивность бактериальных процессов в целях получения высокой рыбопродуктивности.

Ключевые слова: бактериопланктон, бактериобентос, аммонификаторы, денитрификаторы, нитрификаторы, липолитические, амилолитические, водоподающий канал.

Принятые сокращения: АК – аминокислоты.

---

### Введение

В процессах самоочищения водоемов определяющая роль принадлежит бактериальным ферментам. В рыбохозяйственных водоемах (прудах) их количество достигает особенно больших величин [1, 2, 3], т. к. при искусственном кормлении рыбы скапливается большое количество несъеденных кормов, которые приводят к накоплению неразложившегося органического вещества и ухудшению экологической обстановки [4]. Биохимическая активность микроорганизмов влияет на кислородный режим, трансформацию биогенных элементов, образование донных отложений, их характеристику и влияние на водную толщу, а также на санитарное состояние водоемов [5]. Активность свободных бактериальных ферментов зависит от их потенциальной биохимической активности, экологических факторов водоема и особенно высока в начале процесса минерализации легкоразлагаемого органического вещества [3]. Поэтому показателем начальной стадии минерализации белковых соединений могут служить и количественные данные по протеолитическим, амилолитическим и липолитическим, аммонифицирующим, нитрифицирующим, денитрифицирующим микроорганизмам, зависящие от типа водоема, антропогенной нагрузки на него и от сезона года [6,7].

Объект исследования – производственные выростные пруды Чаганского рыбопитомника Астраханской области (6 зона рыбоводства) с интенсивной (кормление) и полунинтенсивной (прикорм) технологией выращивания рыбы в поликультуре при уплотненных посадках. Контроль – вода источника водоснабжения (водоподающий канал).

Цель исследования – изучение биохимической активности воды и грунтов, а также численности бактерий-участников круговорота азота и бактерий, разлагающих белки, жиры и углеводы в водоемах с разным уровнем антропогенной нагрузки.

Для количественного учета бактерий использовались питательные среды: 1% пептонная вода (аммонификаторы), среда Виноградского (нитрификаторы 1 фазы), среда Гильтая (денитрификаторы), казеиновый агар (протеолитические), крахмальный агар (амилолитические), среда Селибера с бром-тимол-блау (липолитические).

Биохимическая активность бактериопланктона определялась по схеме Ю.И. Сорокина в модификации А.Ф. Антипчук [8].

Биохимическая активность бактериобентоса определялась: протеазная – по методу Hoffman Og. und Teicher [9]; амилазная – по методу Зобелла и Майера в модификации В.М. Багнока и Д.А.Мельничука [10].

В результате проведенных исследований выявлено, что среди микроорганизмов, осуществляющих круговорот азота (табл. 1) в воде обследованных водоемов, превалировала группа аммонифицирующих бактерий. При этом минимальная численность аммонификаторов наблюдалась в начале вегетационного периода и составила в водоподающем канале 12.3 тыс. кл./мл. В прудах их количество выражалось близкими величинами 31.3 (прикорм) и 32.2 тыс. кл./мл (интенсивное кормление). По мере прогревания воды и наращивания интенсивности рыбоводного процесса число аммонификаторов достигло максимума к концу вегетационного сезона, превысив исходные показатели в 10-15 раз соответственно.

Динамика численности денитрифицирующих бактерий характеризовалась одновершинной кривой, пик которой отмечался в начале августа и совпадал с наибольшей биохимической активностью этой группы бактерий во всех изучаемых водоемах. Водоподающий канал отличался минимальным числом денитрификаторов – в среднем за сезон их количество не превысило 11.1 тыс.кл./мл, что в 2.3 раза меньше, чем в пруду с прикормом рыбы, и в 3.0 раза меньше, чем в пруду с кормлением.

Изучение количества нитрифицирующих бактерий (1 фазы) позволило выявить, что максимальная их численность отмечалась только в начале сезона (июнь) и в среднем составила 300 кл./мл. В это время во всех водоемах были самые благоприятные кислородные условия, а, как известно, процесс нитрификации происходит только в кислородной зоне [7]. К сентябрю их количество снизилось на 3 порядка. Минимальная численность – 1 кл./мл отмечалась в водоподающем канале, где в отдельные даты они вовсе отсутствовали. Среднесезонные показатели нитрификаторов в пруду с интенсивным кормлением рыбы не превысили 78.0 кл./мл, а с прикормом – 91.0 кл./мл. К концу вегетационного периода численность нитрифицирующих бактерий закономерно снижалась, т.к. они являются показателями конечных стадий разложения органического азотсодержащего вещества (табл. 1).

Таблица 1

**Численность бактерий, участвующих в круговороте азота  
в воде обследованных водоемов**

Месяц	Аммонификаторы, тыс. кл./мл			Денитрификаторы, тыс. кл./мл			Нитрификаторы, кл./мл		
	кон- троль	при- корм	корм- ление	кон- троль	при- корм	корм- ление	кон- троль	при- корм	корм- ление
Июнь	12.3	31.3	32.2	1.8	6.0	3.0	50.0	300.0	305.0
Июль	14.6	96.0	240.0	5.2	12.5	18.0	1.0	45.0	5.0
Август	17.0	176.0	420.0	26.0	52.0	86.0	–	13.0	2.0
Сентябрь	22.9	320.0	520.0	11.2	30.0	33.0	–	7.0	2.0
Средняя за сезон	16.7	155.8	303.0	11.1	25.1	35.0	13.0	91.0	78.0

При анализе полученных данных по численности бактерий, участвующих в трансформации органических веществ в обоих производственных прудах, выявлено, что среди изучаемых микроорганизмов доминировала группа амилोलитических бактерий, в сезонной динамике которой четко прослеживалось два пика – летний и осенний (табл. 2).

Таблица 2

**Численность бактерий, участвующих в трансформации органических веществ  
в обследованных водоемах (тыс. кл./мл)**

Месяц	Протеолитические			Амилолитические			Липолитические		
	кон- троль	при- корм	корм- ление	кон- троль	при- корм	корм- ление	кон- троль	при- корм	корм- ление
Июнь	5.2	12.0	3.8	11.5	195.0	260.0	0.3	4.0	6.0
Июль	55.0	35.0	21.0	26.2	125.0	170.0	2.3	7.5	12.0
Август	125.0	75.0	45.0	16.3	110.0	150.0	2.0	6.0	7.0
Сентябрь	1.4	20.0	44.0	13.7	130.0	220.0	1.0	3.0	5.5
Средняя за сезон	5.6	32.8	72.25	17.0	140.0	200.0	1.6	5.1	7.6

Июньский пик совпадал с началом кормления рыбы, когда в прудах резко возросло количество углеводов, поступающих из комбикормов. Сентябрьский пик численности совпадал с накоплением в обследованных водоемах остатков несъеденных кормов, органического материала и отмирающего фитопланктона. Максимальное количество микроорганизмов, разлагающих углеводы, обнаружено в пруду с интенсивным кормлением – 260,0 тыс.кл./м при минимуме – 44,0 тыс. кл./мл. В пруду с прикормом амилотических бактерий было в среднем в 8,2 раза больше, чем в контроле. При этом в контрольном водоеме динамика численности этой группы микроорганизмов описывалась одновершинной кривой – с пиком в июле (26 тыс. кл./мл), когда отмечались максимальные температуры воды (28°C). Преобладание протеолитических бактерий в воде обследованных водоемов можно объяснить большим содержанием углеводов в задаваемом рыбам корме [11].

Сезонные изменения численности протеолитических бактерий характеризовались наличием одного пика – в июле. В опытных прудах, по мере увеличения кормовой нагрузки, возрастало количество микроорганизмов, разлагающих белки – в пруду с прикормом рыбы среднесезонный показатель составил 32,8 тыс. кл./мл, что в 2,2 раза меньше, чем в пруду с интенсивным кормлением. Диапазон колебаний количества протеолитических микроорганизмов в опытных прудах составил 20,0 – 55,0 тыс.кл./мл и 20,0 – 125,0 тыс.кл./мл соответственно. В контроле обнаружено не более 12,0 тыс.кл./мл. протеолитических бактерий, а их средний за сезон показатель не превысил 5,6 тыс.кл./мл, что меньше в 6 раз, чем в пруду с прикормом, и в 14 раз чем в пруду с интенсивным кормлением.

Самой малочисленной была группа липолитических бактерий, в динамике которой наблюдался один пик, совпавший с периодом наибольшего прогревания воды. В контроле количество этих бактерий не превысило 2,3 тыс.кл./мл и в среднем за сезон составило 1,6 тыс. кл./мл. В пруду с кормлением численность липолитических микроорганизмов была максимальной (12,0 тыс. кл./мл) и в среднем за сезон составила 7,6 тыс.кл./мл, что в 1,5 раза больше, чем в пруду с прикормом. Наибольшая численность липолитических бактерий во всех изучаемых водоемах приходилась на середину лета – период максимальных температур воды. Общим для всех обследованных водоемов являлось снижение численности бактерий, разлагающих белки, углеводы и жиры, к концу периода вегетации.

Изучение биохимической активности процессов нитрификации, денитрификации, аммонификации показало, что она зависела от количества бактерий, осуществляющих круговорот азота.

Так, динамика биохимической активности процесса аммонификации характеризовалась ростом интенсивности этого процесса от начала периода выращивания рыбы к середине сезона с последующим снижением (табл. 3). Анализ полученных данных показал, что в пруду с прикормом истинная аммонифицирующая активность в среднем составила 0,89 мг N/л на 1 г «энергетического» вещества, что в 1,3 раза меньше, чем в пруду с кормлением. В водоподающем канале она была еще ниже и не превысила 0,21 мг N/л.

Таблица 3

**Активность процесса аммонификации в воде экспериментальных водоемов**

Месяц	Истинная, мг N/л на 1 г «энергетического» вещества			Потенциальная, мг N/л на 1 г «энергетического» вещества		
	контроль	прикорм	кормление	контроль	прикорм	кормление
Июнь	0.13	0.40	0.63	47.0	178.0	140.2
Июль	0.40	1.35	1.80	55.5	160.7	179.4
Август	0.21	1.10	1.24	74.4	178.0	239.6
Сентябрь	0.08	0.71	0.92	84.4	190.9	300.0
Средняя за сезон	0.21	0.89	1.15	65.3	152.4	214.8

Потенциальная аммонифицирующая активность бактериопланктона в среднем в 218 превышала истинную, что свидетельствует о возможной интенсивной минерализации органического вещества этой группой бактерий. Среднесезонная потенциальная аммонификация составила в водоподающем канале 65,3 мг/л на 1 г «энергетического» вещества». В пруду, где рыбу прикармливали, эта величина была в 2,3 раза выше, а в пруду с кормлением – в 3,3 раза, что свидетельствует о большом содержании в них органических веществ и высокой активности гнилостной микрофлоры в этих водоемах. Необходимо

указать, что именно группа аммонифицирующих бактерий была доминирующей среди микроорганизмов, осуществляющих круговорот азота. Максимальные показатели численности аммонификаторов и их биохимической активности во всех обследованных водоемах совпали с периодом наибольших температур воды (июль – 28°C) и минимального содержания растворенного кислорода (2.2 мг/л).

Биохимическая активность процесса денитрификации протекала в обследованных водоемах достаточно интенсивно, и ее динамика совпала с динамикой аммонифицирующей активности (табл. 4). При этом максимальные и минимальные показатели истинной денитрифицирующей активности воды отмечены в пруду с кормлением, где они не превысили 1.50 мг N/л на 1 г «энергетического» вещества и 0.20 мг N/л на 1 г «энергетического» вещества, соответственно. Среднесезонная истинная денитрификация в этом водоеме составила 1.18 мг N/л на 1 г «энергетического» вещества. В пруду с прикормом процесс денитрификации шел менее интенсивно. Диапазон колебания активности этого процесса составил 0.15-0.90 мг N/л на 1 г «энергетического» вещества.

Таблица 4

**Активность процесса денитрификации в воде экспериментальных водоемов**

Месяц	Истинная, мг N/л на 1 г «энергетического» вещества			Потенциальная, мг N/л на 1 г «энергетического» вещества		
	контроль	прикорм	кормление	контроль	прикорм	кормление
Июнь	0.11	0.15	0.20	0.45	1.1	1.5
Июль	0.30	0.90	1.50	8.0	23.0	52.1
Август	0.36	0.51	1.25	11.3	19.0	25.0
Сентябрь	0.12	0.20	1.18	0.97	2.0	5.0
Средняя за сезон	0.22	0.44	1.03	5.4	11.3	23.4

Данные по потенциальной денитрификации бактериопланктона позволили оценить интенсивность и направленность этого процесса, которая оказалась значительно больше истинной, в среднем в 23.5 раза.

За период наблюдений истинная активность процесса денитрификации в пруду с кормлением рыбы была в 2.0 раза выше, чем в пруду, где рыбу прикармливали, и в 4.0 раза выше, чем в контрольном водоеме. Интенсивная денитрификация крайне нежелательна для водоемов по двум причинам – сокращает запасы нитратного азота, являющегося жизненно необходимым биогенным элементом для водных растений, и свидетельствует о загрязнении водоемов азотсодержащими органическими соединениями [1, 4, 6, 7, 12].

Изучение нитрифицирующей активности бактериопланктона показало, что истинная интенсивность этого процесса невелика. Она обнаруживалась только в начале вегетационного сезона и напрямую зависела от интенсивности рыбоводного процесса (табл. 5).

Таблица 5

**Активность процесса нитрификации в воде экспериментальных водоемов**

Месяц	Истинная, мг N/л на 1 г «энергетического» вещества			Потенциальная, мг N/л на 1 г «энергетического» вещества		
	контроль	прикорм	кормление	контроль	прикорм	кормление
Июнь	0.007	0.04	0.03	0.080	0.56	0.47
Июль	0.001	0.04	0.03	0.001	0.16	0.10
Август	0.00	0.002	0.001	0.000	0.00	0.00
Сентябрь	0.00	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00
Среднее за сезон	0.002	0.020	0.015	0.022	0.18	0.14

Максимальные показатели истинной нитрификации в пруду с прикормом составили в среднем за сезон 0.18 мг N/л на 1 г «энергетического» вещества. Минимальная истинная активность нитрификации наблюдалась в водоподающем канале, где она не превысила 0.001 мг N/л на 1 г «энергетического» вещества. В пруду с кормлением истинная нитрификация варьировала от 0.001 до 0.03 до мг N/л на 1 г «энергетического» вещества.



Отмечались даты, когда определить наличие этого процесса в водоемах было невозможно. Абсолютные показатели потенциальной нитрифицирующей активности бактериобентоса были значительно выше, но закономерность их снижения, по мере увеличения антропогенного пресса (кормовой нагрузки), сохранилась. В контроле этот показатель возрос до 0.022 мг N/л на 1 г «энергетического» вещества. В пруду с прикормом диапазон колебаний этого показателя составил 0.10 – 0.56 мг N/л на 1 г «энергетического» вещества, а с кормлением – 0.10 – 0.47 мг N/л на 1 г «энергетического» вещества. При этом в июле и августе зафиксировать потенциальную активность этого процесса не удалось, что можно объяснить присутствием в это время единичных клеток нитрифицирующих бактерий в воде опытных прудов. Поэтому во всех обследованных водоемах, начиная со второй половины лета, процесс бактериальной нитрификации не обнаруживался, что свидетельствовало о накоплении в эксплуатируемых водоемах органических веществ, подавляющих ход этого процесса

Таким образом, активность процессов нитрификации, денитрификации, аммонификации зависела от количества бактерий этих групп и нормы кормления рыбы.

Изучение биохимической активности бактериобентоса рыбоводных прудов показало, что общей чертой для всех обследованных водоемов является возрастание количественных показателей как протеазной, так и амилазной активности микроорганизмов грунтов от начала лета к осени. Общая протеазная и амилазная активность донных отложений изменялась в широких пределах (табл. 6). Максимальная активность процессов минерализации белков и углеводов отмечалась в сентябре и совпадала с периодом наибольшего накопления авто- и аллохтонного органического вещества (отмирающая растительность, остатки несъеденных кормов, метаболиты гидробионтов).

Таблица 6

**Биохимическая активность бактериобентоса в экспериментальных водоемах**

Месяц	Протеазная активность, мг АК на 10 г влажного грунта			Амилазная активность, мг глюкозы на 10 г влажного грунта		
	контроль	прикорм	кормление	контроль	прикорм	кормление
Июнь	0.46	3.63	4.70	0.88	9.75	12.20
Июль	0.52	8.60	14.45	2.00	26.80	38.10
Август	0.40	8.90	18.82	2.23	28.85	50.90
Сентябрь	0.38	10.10	23.70	4.32	31.30	81.30
Среднее за сезон	0.44	7.60	15.41	2.33	24.25	45.62

Амилазная активность микрофлоры грунтов была выше, чем протеазная, хотя их сезонные динамики совпали и характеризовались одним пиком. В контрольном водоеме числовые показатели амилазной активности бактериобентоса не превысили 0.88 мг глюкозы на 10 г влажного грунта. Наибольших значений этот показатель достиг в пруду с интенсивным кормлением (сентябрь) – 81.30 мг глюкозы на 10 г влажного грунта, что в 2.6 раза выше, чем в водоеме, где рыбу только прикармливали. Среднесезонные показатели активности бактериальной амилазы донных отложений составили соответственно – 24.25 и 45.62 мг глюкозы на 10 г влажного грунта.

В пруду, где рыбу прикармливали, среднесезонная протеолитическая активность бактериобентоса составила 7.60 мг глюкозы на 10 г влажного грунта, что в 2.0 раза меньше, чем в пруду с интенсивным кормлением. Минимальные показатели протеазной активности микроорганизмов донных отложений отмечались в контрольном водоеме – 0.44 мг глюкозы на 10 г влажного грунта, где среднесезонный показатель не превысил 2.33 мг глюкозы на 10 г влажного грунта. Таким образом, отмечалась прямая зависимость биохимической активности грунтов обследованных водоемов от нормы кормления выращиваемой рыбы.

Таким образом, вода и грунты производственных рыбоводных прудов характеризовались высокой активностью процессов бактериальной трансформации органических соединений белковой и углеводной природы. Указанная активность возрастала по мере усиления интенсивности кормления и зависела от количества бактерий этих групп. Осо-



бенностью круговорота азота в воде обследованных водоемов с разным уровнем антропогенной нагрузки являлось сокращение количества и биохимической активности нитрифицирующих бактерий, рост числа и активности процессов денитрификации и аммонификации по мере усиления интенсивности рыбоводного процесса. Такое явление неблагоприятно для рыбохозяйственных водоемов, поскольку приводит к частичной потере азота в них, ухудшению условий обитания рыб за счет накопления аммиака. Поэтому сокращение нормы задаваемого рыбам корма за счет стимуляции развития естественной кормовой базы можно рассматривать как один из факторов регулирования, и в частности, снижения интенсивности микробиологических процессов в водоемах, где при высокой степени интенсификации происходит накопление большого количества органического вещества. При высоких летних температурах в аридных зонах наблюдается резкое возрастание окисляемости, снижение концентрации растворенного в воде кислорода и создается угроза возникновения заморных явлений.

Выявленные в воде и донных отложениях выростных прудов сезонные изменения численности бактерий, разлагающих белки, углеводы и жиры, а так же их биохимической активности необходимо учитывать при проведении интенсификационных мероприятий, поскольку увеличение антропогенной нагрузки отражается на экологическом состоянии водоемов и меняет их трофический статус. Знание закономерностей влияния микроорганизмов на продукционный потенциал рыбохозяйственных водоемов позволит оптимизировать интенсивность бактериальных процессов в целях повышения рыбопродуктивности водоемов.

#### Список литературы

1. Драчев С.М. Борьба с загрязнением рек, озер и водохранилищ промышленно-бытовыми стоками. – М.; Л.: Изд. АН СССР, 1964. – 274 с
2. Антипчук А.Ф., Киреева И.Ю. Водна мікробіологія. – К.: Кондор, 2005. – С. 255.
3. Артемова Т.З. Некоторые данные по изучению активности водной микрофлоры в ликвидации загрязнений зарегулированных водоемов // Вопросы санитарной бактериологии и вирусологии. – М.: Медгиз, 1965. – С. 17-26.
4. Балькин А.В., Гунцалюк Н.В., Махновский В.Т. и др. Биологическая активность бактериопланктона литорали озера Иссык-Куль при антропогенном воздействии // Изв. АН Кирг. ССР. Хим.-технол. науки. – 1987. – №3. – С. 51-55.
5. Олейник Г.Н., Старосила Е.Н. Микробиологическая характеристика водоемов с высокой антропогенной нагрузкой // Гидробиол. журн. – 2005. – №4. – С. 70-81.
6. Антипчук А.Ф. Микробиологический контроль в прудовых хозяйствах. – М.: Пищепром, 1979. – С. 81-85.
7. Дзюбан А.Н. Оценка экологического состояния водохранилищ по критериям бактериобентоса // Гидробиол. журн. – 2004. – №4. – С. 32-33.
8. Антипчук А.Ф. Микробиология рыбоводных прудов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 145 с.
9. Hoffmann Og und Teicher / Zeit fur Pflausenerahrung, Dundung, Bodenkunde. –1957. – 77. – №3. – S. 243-247.
10. Багнюк В.М., Мельничук Д.А. Применение модифицированного метода Зобелла и Майера для определения амилазной активности грунтов Киевского водохранилища // Респ. конф. молодых исследователей по физиологии и биохимии растений: Тез. докл. – Киев: Урожай, 1971. – С. 60-63.
11. Бершова О.И., Багнюк В.М. Протеолитическая активность грунтов Киевского водохранилища // Гидробиол. журн. – 1970. – Т. 6, №1. – С. 23-30.
12. Рябов Ф.П., Рябова А.Д., Майстренко А.И. и др. Потенциальная протеолитическая активность воды как показатель самоочищения водоемов // Биология самоочищения и формирования качества воды. – М.: Наука., 1975. – 172 с.



## BIOCHEMICAL ACTIVITY OF MICROORGANISMS OF WATER AND SOILS OF FISH-BREEDING PONDS OF ARID ZONE

I.U. Kireeva

*National Agrarian University  
of Ukraine*

*Rodimtseva , 19, Kiev, 03041,  
Ukraine*

*e-mail:  
cde@twin.nauu.kiev.ua*

Materials of a research of bacterial biochemical activity of water and soils of fish-breeding ponds are presented as well as the quantity and seasonal dynamics of separate physiological groups of bacteria of fish-breeding ponds with the different level of intensification of fish-breeding process (intensive and semiintensive technologies of growing of fish). It is set that the specific feature of circulation of nitrogen in water of the inspected reservoirs is a reduction of amount and biochemical activity of nitrifying bacteria, growth of number and activity of processes of denitrifying and ammonifying along with strengthening of intensity of fish-breeding process. It is shown that water and soils of fish-breeding ponds were characterized by high activity of processes of bacterial transformation of organic compounds of albuminous and carbohydrate nature, which increased along with strengthening of intensity of feeding and depended on the amount of bacteria of these groups. The data obtained allow to optimize intensity of bacterial processes for the high fish production.

Key words: bakterioplankton, bakterioENTOS, ammonificators, denitrificators, nitrificators.

## ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЛЮЦЕРНЫ ПО ТВЕРДОСЕЯННОСТИ

**Т.Н. Глубшева**

Белгородский  
государственный  
университет

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

e-mail: glubsheva@bsu.edu.ru

Определена степень наследования признака твердосемянности у люцерны по результатам полевого трехлетнего опыта. Коэффициент наследования признака колеблется от среднего до высокого. Показано значительное варьирование признака как по годам исследования, так и по способам посева. Предложены теоретическое обоснование изменчивости люцерны по признаку твердосемянности и возможность использования признака в селекции.

Ключевые слова: твердосемянность люцерны, коэффициент наследуемости, изменчивость признака твердосемянности.

### Введение

В растительном мире довольно широко распространено затрудненное прорастание или покой семян даже при благоприятных условиях. Эти особенности имеют большое эволюционное значение: способность семян находиться в состоянии покоя препятствует преждевременному появлению всходов, с одной стороны, а с другой – способствует образованию запасов семян в почве, обеспечивая сохранение растительного генофонда. Вместе с этим затрудненное прорастание семян многих хозяйственно важных растений создает большие трудности при возделывании. Отсюда ясна исключительная важность изучения прорастания семян и в первую очередь явления покоя. Одним из видов покоя является твердосемянность, связанная с непроницаемостью семенной кожуры [1-3].

Характер изменчивости по признаку «твердосемянность» при различных условиях достаточно хорошо изучен на люцерне [4-15], клевере [16-19], доннике [20], сое [21-22], вике мохнатой [23]. Рабочая гипотеза в названных исследованиях строилась на том, что твердосемянность изменяется в зависимости от конкретного фактора. Цель нашего исследования: изучить наследование признака твердосемянности у культурной люцерны.

Задачи: 1 – выявить характер варьирования признака в пределах рода *Medicago*;

2 – изучить изменчивость признака в зависимости от способа посева (узкорядный и квадратно-гнездовой);

3 – изучить изменчивость признака по годам исследования;

4 – определить наследственную обусловленность признака через вычисление коэффициента наследования.

Новый подход к проблеме твердосемянности основывается на изучении варьирования признака в ходе двухфакторного полевого опыта, использовании статистической обработки.

### Материал и методика

В качестве исходного материала использовались сорта и различные формы люцерны селекции БСХА, Полтавской опытной станции и других научно-исследовательских учреждений, а также образцы из мировой коллекции ВИРа, различающиеся по степени твердосемянности (табл. 1).

В селекционном отделе БелНИИСХ был заложен двухфакторный опыт: 1 фактор – разнообразие форм люцерны по признаку твердосемянности, 2 фактор – способы посева. Посев проводился вручную квадратно-гнездовым способом 50?50 см при норме высева 3 кг/га и рядовым с шириной междурядия 15 см при норме высева 10 кг/га. Площадь делянки в первом случае составила 4 м<sup>2</sup>, а во втором 1,6 м<sup>2</sup>. Семена перед посевом подвергались термоскарификации (75-80?С, 2 часа). Опыт включает четыре повторности по 20 вариантов. Расположение рендомизированное. Предшественник – черный пар. Твердо-

семянность определялась в соответствии с ГОСТом 12038-84, основные статистические параметры изменчивости просчитаны по методике Доспехова (24). Для определения степени генетических различий люцерны по признаку «твердосемянность» образцы оценивались в различных условиях среды: разные способы посева, разные годы. Наследственность оценивалась по коэффициенту наследуемости ( $H^2$ ), вычисляемому по формуле

$$H^2 = \sigma_g / \sigma_{ph} [42],$$

где:  $\sigma_g$  – генотипическая вариация, обусловленная различиями в генотипе организмов; она рассчитывается по схеме дисперсионного анализа как влияние вариантов, то есть наследственного фактора, в общей изменчивости признака;  $\sigma_{ph}$  – фенотипическая вариация, характеризующая общую изменчивость признака; это и есть дисперсия.

Таблица 1

### Исходный материал люцерны, используемый в исследовании

Номер в схеме опыта	Исходная твердосемянность, %	Название	Происхождение
1	24	Белгородская 86	<i>M. varia</i> , сине-гибридные группы БСХА
2	26	ЛК-1	<i>M. sativa</i> , местная форма Воронежской области
3	27	Лената-4	Сорт НПО «Гетерозис» из Симферополя, <i>M. varia</i> , сине-гибридные группы
4	32	Павловская пестрая	<i>M. varia</i> , пестро-гибридные группы из Воронежа
5	29	Б-Яр	<i>M. sativa</i> , отбор из украинского сорта Ярославна, УНИИСХ, г.Киев
6	20	Белгородская 86	Отбор из этого сорта
7	22	F-96, N289	Гибрид Белгородской 86 и Полтавчанки
8	30	СП-94, N206	Отбор из сорта Белгородская 86 по высокой семенной продуктивности
9	33	Белгородская 86	Отбор из этого сорта
10	42	СП-95	Сине-гибридные группы вида <i>M. varia</i>
11	84	КП-94, N75	Отбор из краснодарского сорта Кубанская желтая
12	70	КП-94, N79	Отбор из сибирского сорта Бийская 3, <i>M. varia</i> , сине-гибридные группы
13	64	СП-95	Гибридные популяции <i>M. varia</i>
14	62	СП-94, N238	Сине-гибридные популяции <i>M. varia</i> с высокой семенной продуктивностью
15	60	Отбор из Ferax	<i>M. varia</i> , сине-гибридный сорт из Канады.
16	60	КП-94, N83	Отбор из сорта Марусинская 425, <i>M. falcata</i>
17	58	СП-95	Сине-гибридная популяция, <i>M. varia</i>
18	56	F-279	Гибрид (Полтавчанка х Донник белый) х Донник желтый
19	50	КП-94, N81	Отбор из сорта Таежная Тулунской селекционной станции, сине-гибридные популяции <i>M. varia</i>
20	42	СП-95	Сине-гибридные группы популяции <i>M. varia</i>

### Результаты и их обсуждение

Результаты проведенного учета по величине показателя твердосемянности наглядно показывают, что общей чертой для всех изучаемых сортов и форм является существование в них большого разнообразия по этому признаку. Границы варьирования признака у изучаемых образцов не одинаковы.

Они колеблются от 8.5% до 84.6%, в среднем по опыту твердосемянность составила 32.14% (табл. 2). Важно подчеркнуть, что не выявилось ни одного образца, у которого не было бы варьирования значений по твердости семян за три года. Встречаются такие образцы (№1, 6, 7), которые имеют незначительные колебания твердосемянности. В то же время другие показывают различия по признаку до 4-5 раз. Это такие образцы как 11 и 17.

## Изменчивость люцерны по признаку «твердосемянность»

Номер в схеме опыта	1 год – 1997		2 год – 1998		3 год – 1999		Среднее значение
	Квадратно-гнездовой посев	Рядовой посев	Квадратно-гнездовой посев	Рядовой посев	Квадратно-гнездовой посев	Рядовой посев	
6	21.2	26.1	16.8	19.8	18.8	19.8	20.4±3.14
7	22.8	26.4	20.1	20.1	22.2	20.8	22.1±2.39
1	27.6	28.6	15.4	25.1	21.9	22.4	23.5±4.79
2	27.9	30.4	18.9	37.4	23.4	25.0	27.2±6.37
3	28.3	35.3	22.6	25.1	14.6	19.8	24.3±7.13
5	30.0	34.8	9.4	28.8	26.9	27.1	26.2±8.70
8	31.1	41.4	26.6	29.0	12.8	14.2	25.9±10.83
4	27.4	34.8	13.2	39.0	24.3	26.4	27.5±8.96
9	35.0	42.3	18.9	24.8	20.4	23.6	27.5±9.18
10	44.3	52.4	16.6	28.3	18.6	37.4	32.9±14.30
20	39.7	39.7	38.4	70.8	18.3	31.4	39.7±17.30
19	50.6	53.9	35.1	39.4	35.2	36.3	41.8±8.35
18	57.1	57.6	20.6	28.2	11.7	40.1	35.9±19.07
17	46.6	63.1	16.1	27.7	8.5	15.8	29.6±21.13
16	67.8	74.9	29.2	33.4	26.9	27.9	43.4±21.92
15	50.3	59.5	28.4	48.8	26.5	24.3	39.6±15.01
14	42.9	44.1	21.5	36.5	19.6	25.8	31.7±10.84
13	37.7	40.5	24.5	34.6	25.3	24.6	31.2±7.26
12	64.1	67.0	37.1	47.8	18.4	27.8	43.7±19.56
11	83.0	84.6	13.7	32.3	35.2	43.81	48.8±28.86
Сред.	41.77	46.82	22.16	33.85	21.47	26.72	32.1±12.26

$F_{\text{факт}} = 6.85 > F_{\text{теор}} = 2.74$

В целом по опыту стабильность генотипа в роде *Medicago* была определена методом дисперсионного анализа и получила численное выражение через коэффициенты наследуемости (табл. 3). Они позволяют определить, насколько жестко признак контролируется генами. Коэффициент наследуемости является важной характеристикой признака, с которым имеют дело селекционеры на практике. От него зависит интенсивность отбора по фенотипу, то есть коэффициент наследуемости выступает в роли ориентировочного прогнозирования эффективности селекции. В нашем случае среднее значение по опыту показывает сильную ( $H^2 = +77.67$ ) генотипическую обусловленность твердосемянности. Однако результаты выявили неоднозначную зависимость фенотипического проявления признака от наследственного фактора как по годам, так и на различных способах посева.

Таблица 3

## Значения коэффициентов наследуемости твердосемянности у образцов люцерны в зависимости от способа посева, %

Год исследования	Квадратно-гнездовой посев	Рядовой посев
1997 год	86.62	86.40
1998 год	76.22	85.04
1999 год	58.68	73.08
Среднее по способу посева	73.8 ± 14.12	81.5 ± 7.33
Среднее по опыту	77.67 ± 10.90	

Разброс значений коэффициентов наследуемости от среднего (58.68%) до высокого (86.62%) может быть объяснен на основе современных представлений о фенотипической изменчивости, которая получила название «онтогенетическая» или «вариационная» изменчивость. Она связана с долей ядерного и цитоплазматического вклада в фенотипическое проявление признака [25]. Возможно, генетически для представителей видов люцерны закреплена высокая твердосемянность, но под влиянием условий среды происходит рассеивание этой информации. Особенно сильное падение признака мы наблюдаем у хорошо окультуренных сортов, районированных для данной зоны (№1, 6, 7).

Роль биоценоза в проявлении твердосемянности подтвердилась в сравнении результатов при различной густоте посева. Во всех, без исключения, вариантах, по всем годам непроницаемость семян, полученных с рядового посева, выше, чем с квадратно-гнездового посева. Это наглядно подтверждают рис. 1-3.

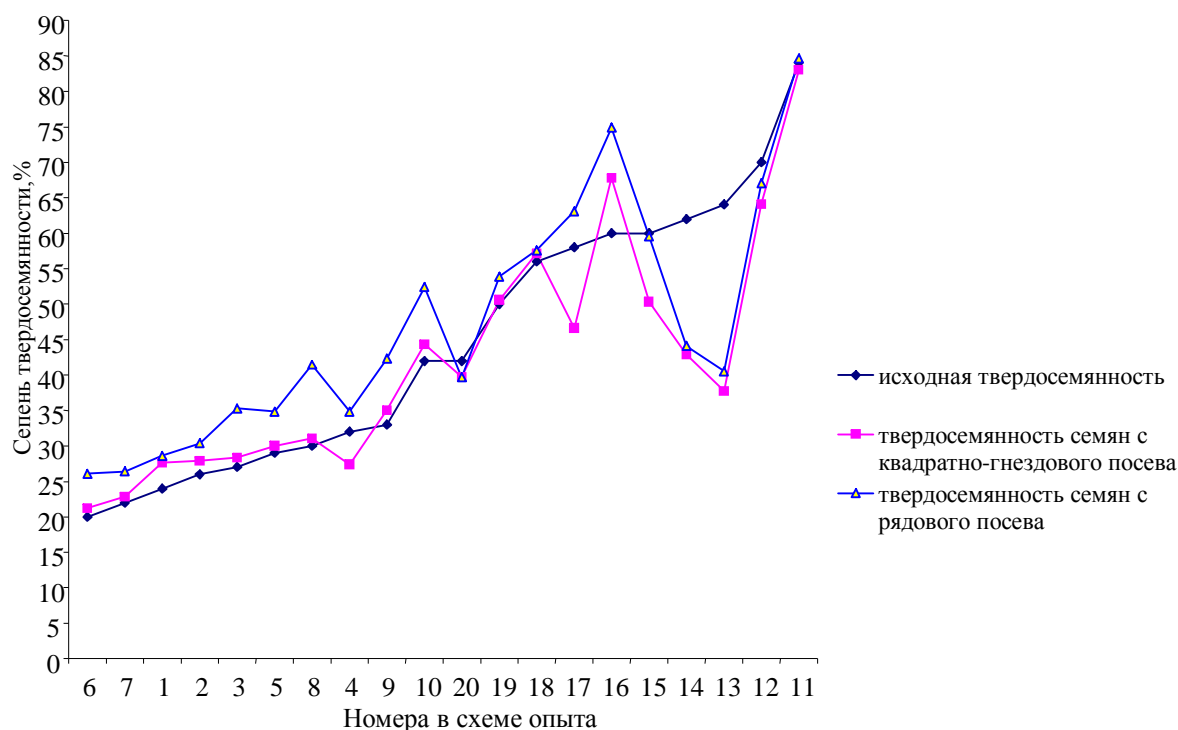


Рис.1. Сравнение степени твердосемянности в урожае 1 года исследования по способам посева

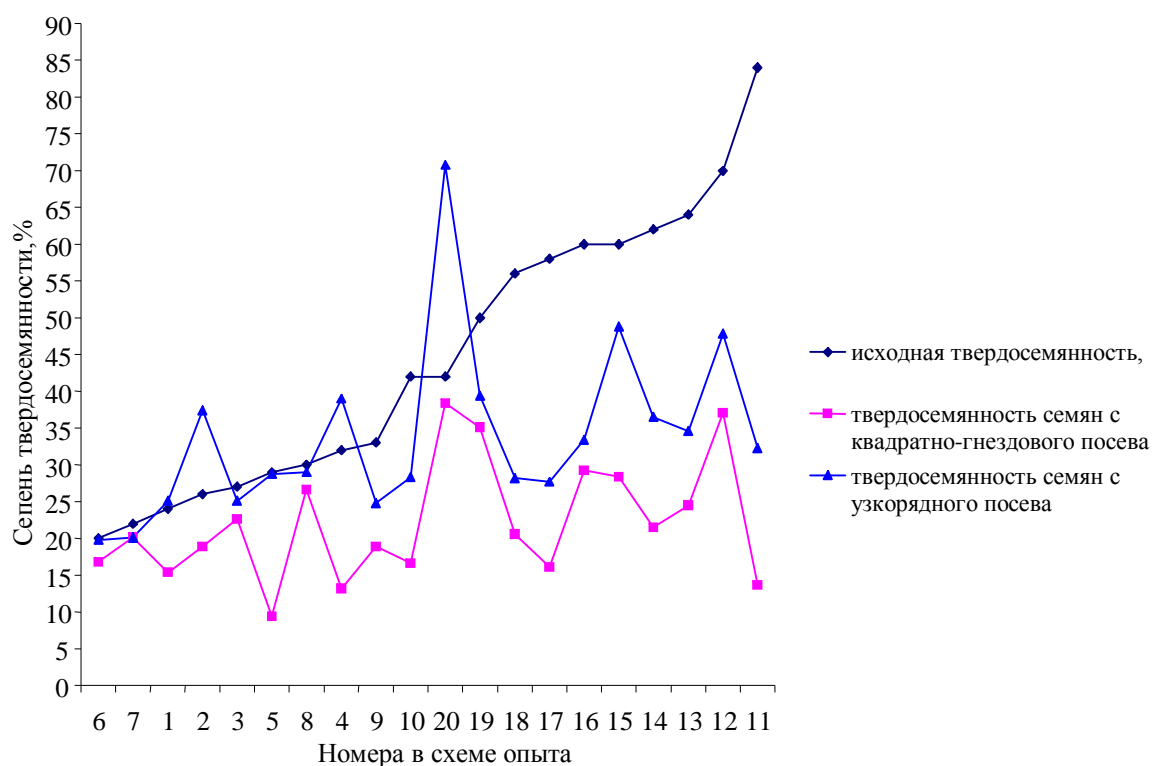


Рис.2. Сравнение степени твердосемянности в урожае 2 года исследования по способам посева

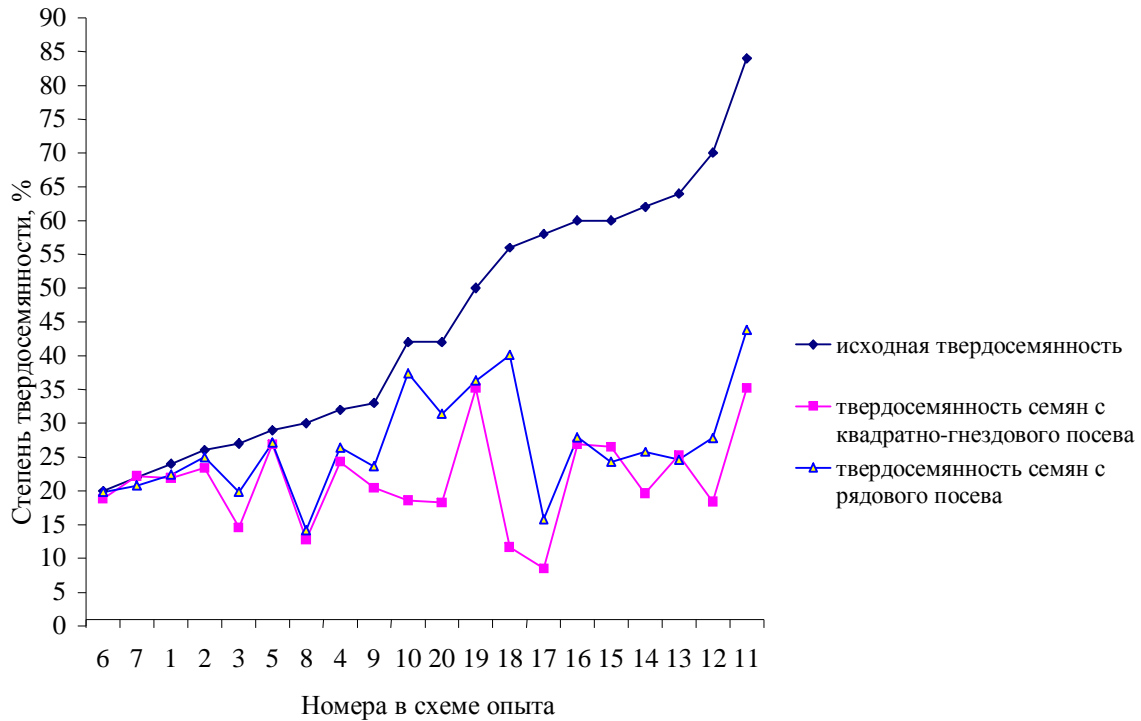


Рис.3. Сравнение степени твердосемянности в урожае 3 года исследования по способам посева

При редком стоянии отдельное растение лучше обеспечивается минеральными веществами ( $P$ ,  $K$ ,  $N$ ), водой, поэтому такие растения более мощные, у них образуется больше побегов второго и третьего порядка. Травостой лучше аэрируется и обеспечивается светом, следовательно, интенсивнее идет фотосинтез, а растение, в том числе и семена, лучше обеспечиваются продуктами ассимиляции.

На рядовом посеве образуются менее разветвленные побеги, общая листовая поверхность меньше, а отсюда ясно, что запасных питательных веществ будет меньше синтезировано. Вследствие конкуренции между листьями различных ярусов, в наиболее ответственный период они начинают отмирать в нижнем ярусе. Загущенность приводит к повышению относительной влажности воздуха, менее резким колебаниям температуры в течение суток и в ходе онтогенеза, благодаря которым развиваются грибковые болезни люцерны. В таких условиях замедляется циркуляция воздуха, и, как следствие, уменьшается количество поступающей углекислоты, что тоже снижает фотосинтез. Перераспределение питательных веществ изменяется еще и за счет тянущегося к свету подгона. Как фотосинтетический аппарат он играет небольшую роль, а вот воды и минеральных веществ забирает много. Все это приводит к тому, что на квадратно-гнездовом посеве образуется больше и разнокачественных семян, в то время как на рядовом меньше и более выровненных.

На рядовом посеве образуются менее разветвленные побеги. Здесь слабее идет фотосинтез еще и за счет уменьшения общей площади листьев. Вследствие конкуренции между листьями различных ярусов, в наиболее ответственный период они начинают отмирать в нижнем ярусе. Загущенность приводит к повышению относительной влажности воздуха, менее резким колебаниям температуры в течение суток и в ходе онтогенеза, благодаря которым развиваются грибковые болезни люцерны. В таких условиях замедляется циркуляция воздуха, и, как следствие, уменьшается количество поступающей углекислоты, что тоже снижает фотосинтез. Перераспределение питательных веществ изменяется еще и за счет тянущегося к свету подгона. Как фотосинтетический аппарат он играет небольшую роль, а вот воды и минеральных веществ забирает много.

Все это приводит к тому, что на квадратно-гнездовом посеве образуется больше и разнокачественных семян, в то время как на рядовом меньше и более выровненных.

Хорошо известно, что на квадратно-гнездовом посеве наблюдается прищипление точки роста главного стебля. Это явление аналогично чеканке ветвей [4]. Зеленцов для



сои предлагает снижать твердосемянность чеканкой молодых побегов [21]. Вероятно, на квадратно-гнездовом посеве за счет естественной чеканки ветвей идет уменьшение твердосемянности.

Следует заметить, что на рядовом посеве коэффициент наследуемости несколько выше, чем на квадратно-гнездовом. Это позволяет предположить более консервативный характер наследуемости в генотип-средовых отношениях, сложившихся в условиях рядового посева. Фитоценотические условия квадратно-гнездового посева внесли изменения в соотношение компонентов наследуемости так, что ФК стал оказывать большее влияние на фенотипическое проявление твердосемянности.

Таким образом, способ посева определяет особые фитоценотические условия, которые по этапам органогенеза влияют на проявление твердосемянности.

Онтогенетическая адаптация наблюдается при варьировании твердосемянности по годам исследования. Среднее значение ее по опыту варьирует от 21.5% до 47.4% (рис. 4-5). Так как основными признакоформирующими факторами являются температура и влажность, то сопоставим их изменения по годам с проявлением признака. Так, в первый год исследования среднегодовая температура была на уровне многолетней, а вот осадков выпало на 149.5 мм больше, то есть год был более влажным.

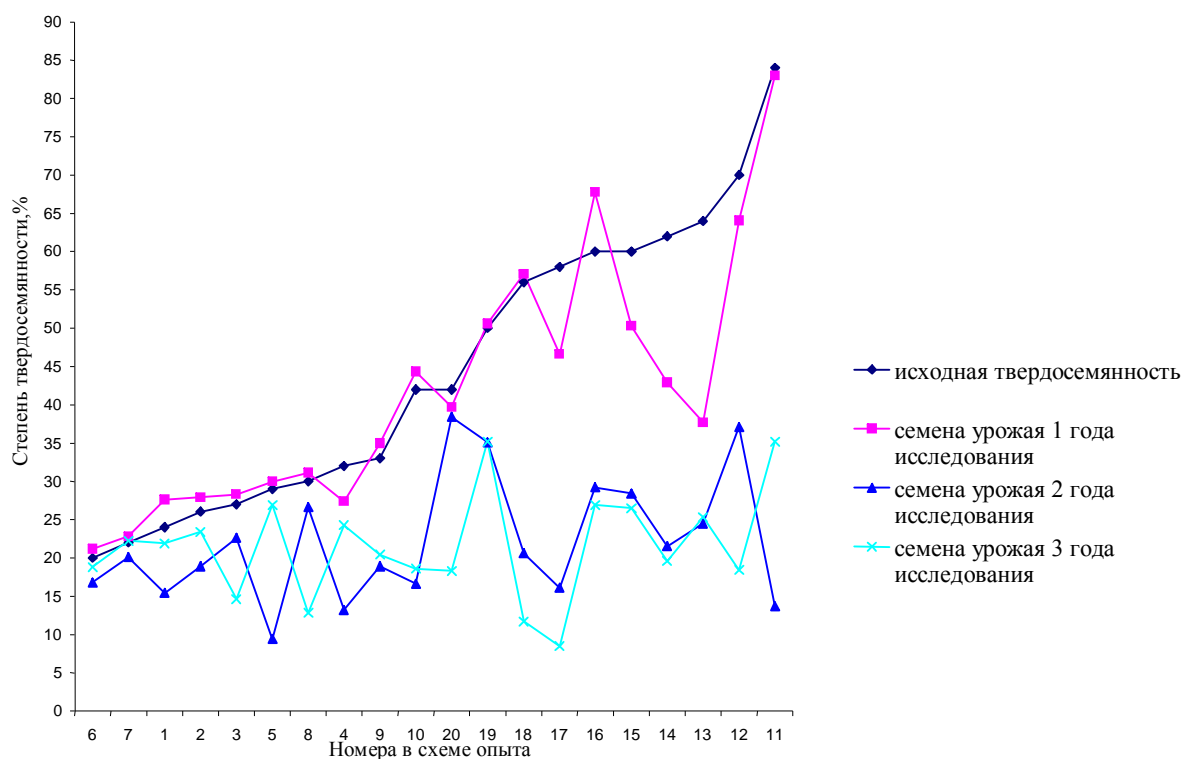


Рис. 4. Сравнение твердосемянности на квадратно-гнездовом посеве по годам

В этот год твердосемянность проявилась сходным образом с предыдущим годом, который тоже был влажным. Средние значения по всем вариантам с квадратно-гнездовым посевом и почти по всем с рядового оказались выше, чем в последующие годы. Второй год исследований отличался значительным превышением температуры и уменьшением годового количества осадков, распределение которых очень неравномерно в году. Среднее значение твердосемянности по опыту в этот год значительно снизилось. На рисунках графики опустились. Погодные условия третьего года: более теплая и влажная зима и жаркое, сухое лето. Твердосемянность оказалась еще ниже.

В данном случае, кроме погодных условий, возможны и другие причины изменения признака. Снижение твердосемянности может быть связано со старением растения, а также филогения твердосемянности у видов рода *Medicago* может быть сопряжена с центрами происхождения и акклиматизацией видов и другими признаками. Этими вопросами еще предстоит заняться.

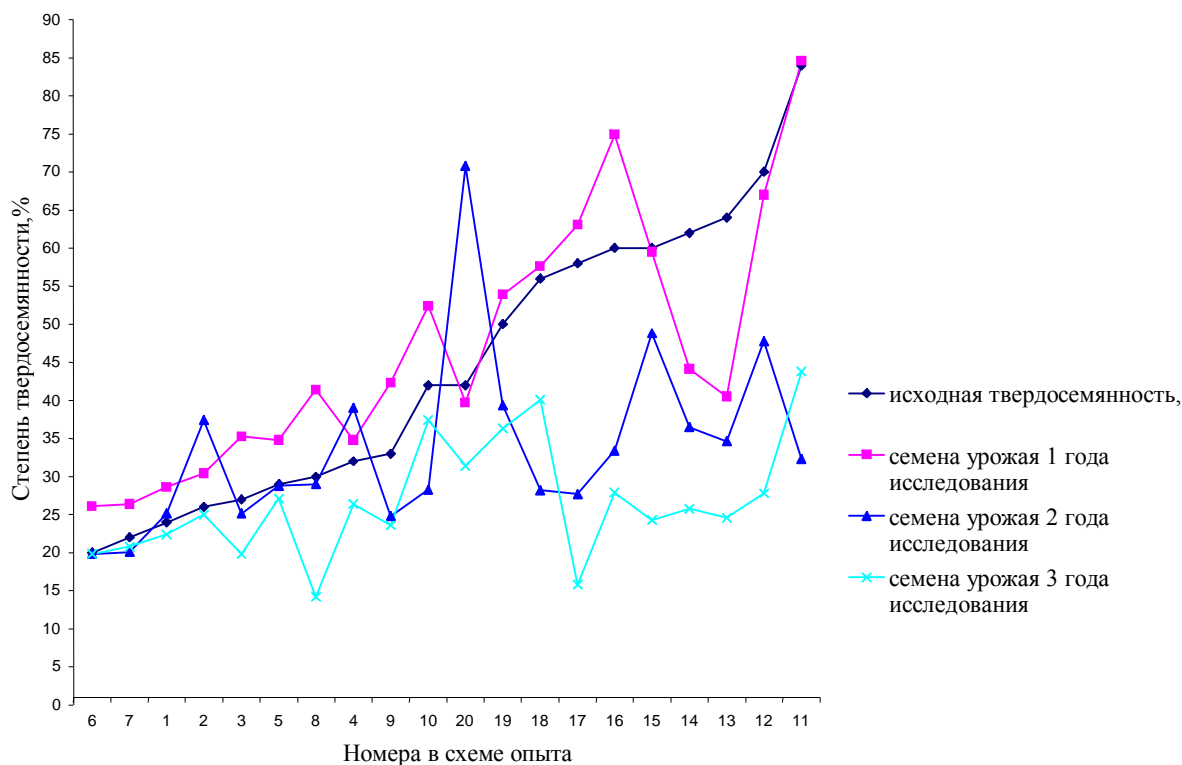


Рис. 5. Сравнение твердосемянности по годам исследования с рядового посева

### Выводы

Таким образом, исследование генетики признака «твердосемянность» показало в среднем высокую наследственную обусловленность. Варьирование признака по годам и способам посева имеет сходный характер. Разреженное стояние растений на квадратно-гнездовом посеве способствовало снижению степени твердосемянности (20,2%) в сравнении с загущенным рядовым посевом (28,5%). Знание генетических особенностей твердосемянности у люцерны имеет большое селекционное, семеноводческое и семеноведенческое значение. Для селекционной практики очень важно, что твердосемянность – наследуемый признак, поэтому может быть использован в качестве гена-маркера. Работа с ним не требует специального оборудования, больших средств и сил. Знание закономерностей реализации наследственной информации при различных способах посева, условиях среды позволяет в семеноводстве повысить или понизить твердосемянность в зависимости от характера использования посевного материала.

### Список литературы

1. Бартон Л. Хранение семян и их долговечность. – М.: Колос, 1964. – 240 с.
2. Николаева М.Г., Разумова М.В., Гладкова В.Н. Справочник по проращиванию покоящихся семян. – Л.: Наука. – 1980. – 346 с.
3. Попцов А.В. Биология твердосемянности. – М.: Колос, 1976. – 156 с.
4. Алманиязов А.А. Биология цветения и плодообразования синей люцерны в условиях Средней Азии: Дис. ... канд. биол. наук. – М., 1952. – 225 с.
5. Байрамов А. Влияние осеннего и весеннего посевов и разных сезонов вегетационного периода на урожай и посевные качества семян люцерны: Дис. ... канд. с.-х. наук. – Ашхабад, 1970. – 122 с.
6. Горшенин В.П. Посевные качества семян люцерны и приемы их улучшения: Дис. ... канд. с.-х. наук. – Омск, 1955. – 172 с.
7. Жаринов В.И. К методике оценки исходного материала при селекции люцерны на повышение семенной продуктивности // Новые методы создания и использования исходного материала для селекции растений. – Киев: Наукова думка. – 1979. – С. 233-242.



8. Казарян С.С. К вопросу о физиологии разнокачественности семян люцерны: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Ташкент, 1979. – 30 с.
9. Колокольцева Л.С. Варьирование твердосемянности у люцерны посевной // Кормопроизводство. – 1980. – №1. – С. 33-34.
10. Матюшенко Л.В., Чмыхало А.К. О преодолении твердосемянности у люцерны // Сел. и сем-во. – Киев, 1980. – Вып.44. – С. 93-96.
11. Селекция люцерны с целью уменьшения пропорции твердых семян/НЭШ Б. // Докл. Рос. акад. с.-х. наук. – 2000. – №6. – С. 6-8.
12. Сигов В.И. Всхожесть семян люцерны и способы ее повышения: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Омск, 1954. – 13 с.
13. Ткаченко И.К. Использование свойства твердосемянности в селекции люцерны // Вестн. с.-х. наук. – 1982. – №7. – С. 63-66.
14. Ткаченко И.К. Пути повышения семенной продуктивности люцерны методами селекции: Дис. ... докт. с.-х. наук. – Белгород, 1990. – 561 с.
15. Щербина Д.М., Сахно О.И. Наследование твердосемянности у люцерны // Цитология и генетика. – 1973. – Т.7. – №6. – С. 505-508.
16. Тихенко А.В. Твердосемянность клевера красного двуукосного как фактор повышения его урожайности: Дис. ... канд. с.-х. наук. – Одесса, 1961. – 137 с.
17. Шаин С.С. Биологические свойства многолетних трав в связи с их зимостойкостью // Вестн. с.-х. наук. – 1959. – №11. – С.44-49.
18. Левина Р.Е. Морфология и экология плодов. – Л.: Наука, 1987. – 160 с.
19. Ракова М.В. О твердосемянности дикорастущих бобовых: Дис. ... канд. биол. наук. – Ульяновск, 1974. – 162 с.
20. Башинов М.Н. О всхожести и твердосемянности донника // Сб. науч. тр. – М.: Россельхозиздат. – 1968. – С. 146-149.
21. Зеленцов С.В. Формирование посевных качеств семян сои в зависимости от биологических особенностей растений и условий внешней среды: Дис. ... канд. с.-х. наук. – Краснодар, 1995. – 142 с.
22. Марьюшкин В.Ф., Михайлов В.Г., Поливода П.В. Наследование твердосемянности у сои // Научн. техн. бюлл. СО ВАСХНИЛ. – 1985. – №41. – С. 34-39.
23. Кайнива Л.И., Кулик А.Г., Рубель П.С. и др. Твердосемянность и другие посевные качества вики мохнатой после длительного хранения // Вест. с.-х. науки. – 1990. – №10. – С. 133-134.
24. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1973. – 336 с.
25. Хесин Р.Б. Непостоянство генома. М.: Наука, 1984. – 472 с.
26. Шамсутдинов Н.З. Механические, химические и биологические методы стимуляции прорастания твердых семян // С.-х. биол. – 1996. – №3. – С. 20-25.

## VARIABILITY OF HARDSEED FEATURE OF ALFALFA

**T.N. Glubsheva**

*Belgorod State University*

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

*e-mail: glubsheva@bsu.edu.ru*

The extent of inheritance of hardseed feature of alfalfa was determined on the base of three-year field experiment. Coefficient of inheritance feature varies from middle to high value. Significant variation of the feature was shown both by year study and by ways of sowing. A theoretical basis of variability of alfalfa hardseed feature and a possibility of application of the feature in plant selection are offered

Key words: hardseed feature of alfalfa, coefficient of inheritance, variability.

## БОЛЕЗНИ БОБОВ В УСЛОВИЯХ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

**Ю.Н. Куркина**

Белгородский  
государственный  
университет

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

e-mail: kurkina@bsu.edu.ru

Изложены данные изучения болезней бобов. Идентифицированы возбудители большинства болезней бобов. Описаны симптомы болезней и выявлены устойчивые к болезням формы бобов.

Ключевые слова: бобы, пятнистость листьев, симптомы болезни, *Vicia faba* L., *Faba bona* Medic.

### Введение

Как любая сельскохозяйственная культура, бобы могут подвергаться различным заболеваниям. Поражаются любые органы растений. Многие ранее описанные в литературе болезни изменили свою специализацию и характер проявления на растениях, поэтому они нуждаются в описании, идентификации возбудителей и изучении биологических особенностей развития.

Под болезнью растения понимается нарушение нормальных физиологических функций, возникающее под влиянием патогена (возбудителя болезни) или неблагоприятных условий среды и приводящее растение к снижению продуктивности или полной гибели [1].

Согласно экологической классификации В.А. Чулкиной [2] инфекционные болезни растений объединяют в группы экологических эквивалентов, или организмов, которые занимают в экосистемах сходные экологические ниши и обладают сходными механизмами передачи.

В первую группу почвенных, или корне-клубневых вредных организмов входят возбудители почвенно-воздушно (сосудисто)-семенных инфекций. Споры патогена попадают на растение воздушно-капельным путем или через сосудистую систему, а также с семенами. Они вызывают фузариозные корневые гнили, фузариозные увядания, корневые гнили сложной этиологии и белую гниль.

Основными экологическими нишами инфекций второй группы – наземных, или листостеблевых – являются надземные вегетативные, реже генеративные, органы растений. Из этой группы на бобах распространены представители воздушно-капельно-семенной подгруппы инфекций, которые освоили семена в качестве дополнительной экологической ниши и, следовательно, приспособились к ежегодной передаче возбудителей болезней. Они нуждаются в капельно-жидкой влаге или большой относительной влажности воздуха (80-100 %) на всех этапах передачи. Возбудители этой подгруппы инфекций вызывают пероноспороз, септориоз, антракноз, аскохитоз, альтернариоз, филлостиктоз, различные бактериальные и плесневые заболевания.

Характерной особенностью инфекций третьей группы – трансмиссивно-семенных – является то, что кроме переносчиков возбудитель передается через семена. К ним относится вирус мозаики.

Большинство патогенных организмов выделяют токсины, которыми могут быть заражены корм или продукты питания. Так, грибы из рода *Alternarium* выделяют токсины альтернариол и монометоловый эфир альтернариола [3]. Известно более 20 токсинов, синтезируемых *Alternairum*, а концентрация токсинов в растениях может достигать больших величин, например, теназуоновая кислота в плодах томатов обнаружена в концентрации 13,9 мг/100г [4]. Микотоксины грибов из рода *Alternarium* вызвали весной 1944 г. тяжелейшую вспышку алиментарной токсической алейки в СССР, что было связано с употреблением в пищу зерна растений, перезимовавших в поле и зараженных грибами.

Фитотоксины, продуцируемые грибом *Fusarium oxysporum* Sch.: *n*-гидроксibenзойная, фенилуксусная, миндальная, *o*-гидроксифенилуксусная, *n*-гидроксифенил-

укусная и фузаровая кислоты [5]. Другие виды *Fusarium* выделяют боверицин, фумозин и монилинформин [6], встречаемость их в кормах может достигать 78 % [7].

Многие из токсичных метаболитов, продуцируемых грибами, ядовиты не только для растений, но и для человека и животных; могут быть тератогенны, токсичны для эмбрионов или вызывать гематологические заболевания; споры грибов вызывают аллергию [4].

И физиологические, и структурные нарушения отражаются на продуктивности растения; в одних случаях резко уменьшается урожай, в других – ухудшается его качество.

Известны сотни сортов бобов кормового, овощного и декоративного назначения, однако среди них нет сортов полностью устойчивых к болезням. Для успешного проведения мероприятий по профилактике и защите посевов бобов необходима диагностика патогена.

По литературным данным, к наиболее распространенным в мире болезням бобов относятся: альтернариоз, аскохитоз, бактериоз, мозаика, ржавчина, фузариоз, церкоспороз, черноватая и шоколадная пятнистости.

На протяжении десяти лет (1999-2008 гг.) изучались более 200 коллекционных образцов бобов.

Целью работы было – выявить наиболее вредоносные болезни бобов в условиях Белгородской области и образцы бобов, устойчивые к ним. Для достижения цели были поставлены и решены задачи:

- 1) изучить симптомы болезней коллекционных образцов бобов в условиях Белгородской области;
- 2) провести лабораторные фитопатологические исследования для диагностики заболеваний;
- 3) выявить устойчивые формы бобов к различным заболеваниям.

### Материал и методика

Лабораторные методы исследования включали несколько этапов: описание симптомов болезней растений, выделение возбудителя в чистую культуру и диагностика.

Отбор проб проводили летом 2007-2008 гг. в поле на территории ботанического сада БелГУ. Листья собирали с больных растений и сразу закладывали в ботаническую папку. В лаборатории микробиологии БелГУ по стандартным методикам [8-10] определяли возбудителей и выделили их в чистую культуру. Для получения спороносной ткани или мицелия патогена использовали морковно-картофельный агар (МКА), картофельный агар (КА), мясо-пептонный агар (МПА) и среду Чапека. Культуру хранили в холодильнике при температуре +2–5°C.

Для оценки устойчивости коллекционных образцов бобов к некоторым болезням в полевых условиях, кроме учёта поражаемости растений на естественном инфекционном фоне, в период бутонизации – начала цветения было проведено искусственное заражение листьев агаровыми блоками чистых культур патогенов. В качестве контроля выступала инокуляция дистиллированной водой.

### Результаты и их обсуждение

За все годы исследований нами были зарегистрированы вирусные, бактериальные и грибные заболевания бобов. Ежегодно, на ранних этапах развития (до фазы ветвления) на посевах бобов отмечались единичные случаи поражения растений вирусами. Известно, что мозаику бобов вызывают вирусы *Phaseolus virus 2* Smith. (желтая мозаика), *Vicia virus 1* (Quantz) Pozdena et al. (обыкновенная мозаика), *Thermovirococcus var.-viciae* Prosenko (крапчатость).

Но возбудителями большинства болезней бобов были грибы, относящиеся к 4 классам, 7 порядкам и 9 семействам. На бобах ежегодно регистрировались альтернариоз, фузариоз и шоколадная пятнистость. Аскохитоз, ржавчина, черноватая пятнистость и кладоспориоз были массовыми в отдельные годы, но маловредоносными (табл. 1); остальные микозы выявлены на единичных растениях в разные годы исследований. Перечисленные диагнозы были уточнены на основании совокупности морфолого-анатомических признаков и лабораторных данных.

Таблица 1

Средняя степень поражения растений *Vicia faba* болезнями (2000-2008 гг.)

Болезни и годы поражения	Распространённость болезни, %	Развитие болезни, балл	Индекс развития болезни, %	Недобор продуктивности, %*	
				семян	зелёной массы
Ржавчина, 2006	55.5	4.0	80	42.1	25.9
Черноватая пятнистость, 2007	9.9	1.5	30	6.2	8.1
Кладоспориоз, 2008	7.1	1.5	30	4.7	9.6
Аскохитоз, 2000	10.7	1.0	20	6.4	9.8
Шоколадная пятнистость (стадия 1), ежегодно	52.1	2.0	40	6.3	10.4
Шоколадная пятнистость (стадия 2), ежегодно	32.6	4.0	80	66.7	12.6
Альтернариоз, ежегодно	66.4	3.5	70	15.5	14.1
Фузариоз, ежегодно	72.4	4-5	80-100	68.2**	55.6**
Др. микозы, ежегодно	7.5	0.5	10	-	-
Вирусные заболевания, ежегодно	4.9	1.5	30	-	-
Бактериозы, ежегодно	3.0	0.5	10	-	-
НСР <sub>0.5</sub>				29.8	17.2

\* недобор продуктивности рассчитывали без учета распространения и развития болезни, которые существенно увеличивают недобор (потери) урожая; \*\* в отдельных случаях показатель составлял 100% из-за гибели растений

Как видно из табл. 1, наиболее вредоносны (по показателю недобора продуктивности семян и зеленой массы с больного растения) фузариоз, шоколадная пятнистость во второй стадии и ржавчина. Необходимо отметить, что ржавчина зарегистрирована на бобах в условиях ЦЧР только в 2006 году, тогда как фузариоз, шоколадная пятнистость и альтернариоз отмечались ежегодно. Последнее заболевание, однако, приводило к меньшим потерям индивидуальной продуктивности бобов.

В целом, семенная продуктивность была более зависима от степени повреждения растений микозами, чем продуктивность зеленой массы.

Большинство грибов-возбудителей болезней бобов в 2000-2008 гг. были выделены в чистую культуру из пораженных растительных тканей изучаемых форм и сортов. Штаммы этих грибов использовались с целью создания инфекционного фона для оценки устойчивости образцов бобов к данным патогенам.

Самым распространенным в мире патогеном, вызывающим пятнистость бобов является грибок *Botrytis fabae* Sard. Шоколадная пятнистость бобов, или ботритиоз, снижает урожай более чем на 2/3 [11], а в оптимальные для развития и размножения гриба годы потери урожая могут достигать 80 % [12].

Для шоколадной пятнистости было характерным наличие двух стадий болезни. Сначала на нижних листьях появлялись маленькие красноватые пятна, которые со временем становились шоколадно-коричневыми. Позже появлялся бурый ободок, а центр становился серым, хрупким. Это симптомы первой, так называемой «неагрессивной» стадии болезни, которая не причиняла ущерба растениям и будущему урожаю. Нужно отметить, что по пятнам на первой стадии нельзя было диагностировать заболевание, оно выявлялось только путем посева пораженных тканей листа на стерильные питательные среды. Данная стадия шоколадной пятнистости регистрировалась на бобах ежегодно.

Но в теплых влажных условиях (нескольких дней) 2003 г. болезнь начинала быстро распространяться и переходила в «агрессивную» стадию. Признаки поражения появлялись все выше по растению и пятна увеличивались в размерах, опадали листья, цветки и плоды. Стебли становились красно-коричневыми и хрупкими (легко ломающимися).

Есть данные об обусловленности устойчивости растений к возбудителю шоколадной пятнистости наличием в тканях растений фитоалексина – виероновой кислоты [13].

Возбудителем аскохитоза является грибок *Ascochyta fabae* Speg., который размножается в прохладных условиях. На листьях появлялись маленькие продолговатые темные пятна, центральная, часто концентрическая, область которых постепенно отмирала. Надо отметить, что высокую устойчивость к аскохитозу проявляли коллекционные образцы с

цветками коричневой окраски. Восприимчивость к аскохитозу и фузариозу у гороха, по данным О. Шалимовой (1999), связана с содержанием лигнина и низкой каталазной активностью лектинов [14].

Полевые исследования устойчивости бобов к аскохитозу в условиях Белгородской области на естественном инфекционном фоне позволили разделить все сорта коллекции на 5 групп (табл. 2).

Таблица 2

### Группировка образцов бобов по устойчивости к аскохитозу

Группа устойчивости	Названия некоторых сортов и образцов	Средняя поражаемость в баллах
1 - высокоустойчивые	БО-2000, БО-2003, Красноярские, Русские черные, Зеленые Джек (Россия), Ленкоранские (Азербайджан), Местные (Афганистан)	0
2 – среднеустойчивые	Велена (Россия), Булдог (Франция)	1
3 – средневосприимчивые	Омар (Чехия), Грот (Чехия), Фиолетовые, Батром Украина), Нава (Чили), Зеленые (Китай)	2
4 - восприимчивые	Актэ (Германия), Эрлуртер (Германия)	3
5 – неустойчивые	Арла (Швеция)	4

По данным G. Jellis et.al. [15], устойчивость бобов к аскохитозу может коррелировать с раннеспелостью ( $r = 0.18$ ), числом бобов ( $r = 0.71$ ), датой цветения ( $r = -0.66$ ), высотой растений ( $r = -0.73$ ), а E. Zakrzewska утверждает, что аскохитозом поражаются низко-стебельные формы бобов с укороченными междоузлиями [16].

В ходе исследований на естественном инфекционном фоне были выделены сорта и формы бобов со слабым распространением и развитием перечисленных болезней (табл. 3).

Черноватая пятнистость бобов была зарегистрирована в 2007 г. и проявлялась в темных пятнах на листьях, со временем увеличивающихся. В том же году отмечены и единичные случаи поражения пероноспорозом, в этом случае пятна были грязно-серо-коричневатыми и продавленными. В полевых условиях спороношения патогенов на растениях не было.

Таблица 3

### Лучшие образцы бобов по показателям развития некоторых болезней

Название образца (происхождение)	Развитие болезни в баллах			
	кладоспориоз	ботритиоз	аскохитоз	ржавчина
Дог	0	1	0	0
Афганские (Афганистан)	0	2	0	0
Батром (Украина)	0	2-3	2	3
К-2044 (Россия)	2	0	0	1
Велена (Россия)	2	1	1	0
Гиза-1 (Египет)	0	0	0	0
Зелёные (Китай)	0	2	2	2
Зелёные «Джек» (Россия)	2	0	0	0
Красноярские М (Россия)	0	0	0	2
Ленкоранские-1 (Азербайджан)	0	0	0	1
К-1559 (Индия)	0	2	0	1
Нава (Чили)	0	2	2	0
Русские чёрные (Россия)	0	0	0	1
Fatima (Канада)	0	1	0	1
Icarus (нет данных о происхождении)	-	1	1	0
Fiord (нет данных о происхождении)	-	1	3	3

Наиболее распространёнными болезнями бобов в условиях ЦЧР оказались альтернариоз и фузариоз. Благоприятные условия для развития альтернариоза складывались в 2006, 2007 и 2008 гг., когда частота встречаемости его на растениях достигала 70 %, на семенах – 56 %. В 2007 г. засуха на начальных этапах развития растений способствовала сильному распространению альтернариоза. Иммунных сортов к данному заболеванию нет.



Альтернариоз не приводил к гибели растений и значительным потерям урожая. Тем не менее, вредоносность альтернариоза заключалась в сокращении ассимиляционной поверхности листьев, их преждевременном усыхании, поражении створок плодов и образовании заражённых семян с пониженной всхожестью.

Возбудитель альтернариоза бобов гриб *Alternaria tenuis* (Nees) – это сапрофит или факультативный паразит на растениях, поражает все органы, на листьях вызывает образование пятен. При выпадении дождей пятна темнели и быстро увеличивались, на них появлялся оливково-чёрный бархатистый налёт.

Среди изученных образцов нет иммунных и устойчивых к альтернариозу, выявлен только один сорт Наба (Чили) со средней устойчивостью (класс устойчивости – medium), остальные же образцы относятся к группе со слабой и очень слабой устойчивостью к альтернариозу (класс устойчивости соответственно tolerance и susceptibility).

Опасным заболеванием бобов во всем мире является фузариоз. Гриб развивается от корневой шейки вверх по стеблю, поражая сосудистую систему растения. Проявлению и развитию фузариозов способствуют высокие температуры воздуха и неустойчивый водный режим в почве, а также нарушение правильного чередования культур в севообороте.

Фузариоз бобов вызывает гриб *Fusarium oxysporum* (Schl.). Основным фактором распространения данной инфекции служит почва, дополнительным – посевной материал, воздушные течения, капли дождя.

Больные фузариозом растения были почти без листьев, сильно обезвоженные, поникшие, желтоватые и легко выдергивались из почвы. В области корневой шейки был хорошо заметен белый паутинистый мицелий гриба-патогена. Листья были сильно почерневшими, сморщенными, с большим количеством мелких коричневых пятен. Молодые растения полностью погибали. Погодные условия весны 2008 г. способствовали распространению фузариоза на всходах бобов.

Среди изученных образцов бобов нет форм обладающих даже средним уровнем устойчивости. Наилучший класс устойчивости показали образцы К-2044 (Россия) и Батром (Украина), остальные же характеризуются слабой и очень слабой устойчивостью к фузариозу.

### Выводы

На основании проведенных исследований можно сделать выводы.

В условиях Белгородской области на бобах самыми распространёнными заболеваниями были альтернариоз и фузариоз. Более вредоносными оказались фузариоз, шоколадная пятнистость во второй стадии и ржавчина.

Для селекции на устойчивость к большинству заболеваний могут представлять интерес российские и украинские сорта бобов.

### Список литературы

1. Дементьева М.И. Фитопатология – М.: Агропромиздат, 1985. – 397 с.
2. Чулкина В.А. Биологические основы эпифитотииологии. – М.: Агропромиздат, 1991. – 286 с.
3. Da Motta Silvana, Soares Lucia M. Valente. A method for determination of two *Alternaria* toxins, alternariol and alternariol monomethyl ether ether in tomato products // Braz. J. Microbiol. – 2000. – 31, №4. – С. 315-320.
4. Ганнибал Ф.Б. Токсигенность, аллергенность и таксономия грибов рода *Alternaria* // Успехи медицинской микологии. Материалы Первого всероссийского конгресса по медицинской микологии. Т. 1. – М.: Национальная академия микологии, 2003. – С. 189-190.
5. Adachi Takuo, Naitoh Shinsuke, Yamada Tetuya, Inagaki Kimiharu. Meijo daigaku nogakubu gakujutsu nokoku // Sci. Repts Fac. Agr. Meijo Univ. – 2001. – № 37. – С. 95-101.
6. Logrieco A. Advances on natural occurrence and production of beauvericin by *Fusarium* species: Pap. 6th European *Fusarium* Seminar and Third COST 835 Workshop of Agriculturally Important Toxigenic Fungi, Berlin // Mitt. Biol. Bundesanst. Land- und Forstwirt. Berlin-Dahlem. – 2000. – № 377. – С. 42-43.
7. Martins M.L., Peito M.A.P., Martins H.M., Tavora C.A. Contamination of mixed feed with *Fusarium* spp. in Portugal: Pap. 6th European *Fusarium* Seminar and Third COST 835 Workshop of Agricul-



turally Important Toxigenic Fungi, Berlin // Mitt. Biol. Bundesanst. Land- und Forstwirt. Berlin-Dahlem. – 2000. – № 377. – С. 91-92.

8. Хохряков М.К., Доброзракова Т.Л., Степанов К.М., Легова М.Ф. Определитель болезней растений. 3-е изд., испр. – СПб.: Изд. Лань, 2003. – 592 с.

9. Головин П.Н. Практикум по общей фитопатологии / П.Н. Головин, М.В. Арсеньева, А.Т. Тряпова, З.И. Шестиперова. – М.: Высшая школа, 2002. – 287 с.

10. Семёнов А.Я., Потлайчук В.И. Болезни семян полевых культур – Л.: Колос, 1982. – 128 с.

11. Nanounik S.B. Influence of Ronilan on severity of chocolate spot and yield in faba bean // FABIS Newsl. – 1981. – № 3. – P. 50-51.

12. Bouhassan A., Sadiki M., Tivoli B. Evaluation of a collection of faba bean (*Vicia faba* L.) genotypes originating from the Maghreb for resistance to chocolate spot (*Botrytis fabae*) by assessment in the field and laboratory // Euphytica. – 2004. – № 135. – P. 55-62.

13. El-Sayed S.A., Baeshin N.A. Improved resistance associated with changes in phytoalexin production in some *Vicia faba* mutants induced by gamma irradiation//Ann. agr. Sc. – 1985. – Т. 30. – № 1. – P. 487-498.

14. Шалимова О.А., Павловская Н.П. Защитные реакции растений гороха к облигатным (*Fusarium oxysporum*) и факультативным (*Ascochyta pisi*, *Ascochyta pinodes*) грибам // 4-й съезд общества физиологов растений России. Междунар. конф. «Физиология растений – наука 3-го тысячелетия», Москва, Тезисы докл. – Т. 1. – М., 1999. – С. 248.

15. Jellis G., Lockwood G., Aubury R. Phenotypic influences on the incidence of infection by *Ascochyta fabae* in spring varieties of faba bean // Plant Pathol. – 1985. – Vol. 34. – № 3. – P. 347-352.

16. Zakrzewska E. Variability in the resistance of *Vicia faba* L. to *Ascochyta fabae* Speg. // Hodowla Rosl. Aklimat. Nasienn. – 1988. – Vol. 32. – № 1-2. – P. 311-317.

## DISEASES OF FABA BEAN IN CONDITION OF BELGOROD REGION

Yu.N. Kurkina

*Belgorod State University*

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

*e-mail: kurkina@bsu.edu.ru*

The material of research of diseases of faba bean is described. The traits of fungus and symptoms of these diseases are identified and shown. The tolerance of beans with respect to diseases was found.

Key words: faba beans, leaf spot, symptoms diseases, *Vicia faba* L., *Faba bona* Medic.

## РОД *GEUM* В СОВРЕМЕННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ СРЕДНЕЙ РОССИИ

**А.В. Лазарев,  
Т.В. Бурченко**

Белгородский  
государственный университет

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

e-mail: lazarev@bsu.edu.ru

Приведены результаты исследования соотношения синантропных элементов во флоре Белгородской области на примере видов рода *Geum*. Все виды и гибриды приспособились к произрастанию на трансформированных территориях. К сегетально-рудеральным и неустойчивым апофитам относятся *G. alep-ricum* Jacq, *G. urbanum* L., к рудеральным и неустойчивым апофитам – *G. rivale* L. Эти виды образуют между собой гибриды: *G. intermedium* Ehrh., *G. spurium* Fisch. et Mey. Адвент – *G. macrophyllum* L.

Ключевые слова: сорные растения, апофиты, урбанофлора, род Гравилат.

### Введение

В условиях возрастания влияния человека на природную среду наблюдается необратимое изменение ее компонентов. Фактически не осталось уцелевших в естественном состоянии участков природных комплексов, образуются местообитания, параметры которых отличаются от первоначальных. Расширяется строительство различного рода поселений, зданий, строятся теплотрассы, линии электропередач, стадионы, спортивные площадки, парки, образуются свалки мусора и т.п. Но и на таких территориях часть видов, свойственных «целинной» растительности, приспособляется к новым условиям произрастания. Их называют рудеральными. Они и составляют урбанофлору.

Белгородчина входит в число областей РФ с повышенной экологической напряженностью. В настоящее время многие растения находятся на грани исчезновения из фитоценозов области, а многие виды имеют статус редких. В Красную книгу РФ включены 34 вида растений Белгородчины (полынь беловойлочная, василек боровой, левкой душистый, дрок донской, иссоп меловой, венерин башмачок настоящий и крупноцветковый, сосна меловая, пион тонколистный и др.). Многие растения (более 200) внесены в список Красной книги Белгородской области (кизильник алаунский, костяника, черноголовник кровохлебковый, миндаль низкий, лапчатка белая, спирея городчатая, ирис низкий, первоцвет весенний, купальница европейская, ветреница лесная и дубравная, прострел раскрытый или сон-трава и др.) [1]. Изложенное свидетельствует, что генофонд растений уязвим.

Изучение процессов антропогенной трансформации флоры и сохранения биологического разнообразия имеет первостепенное значение. Поэтому встала проблема изучения устойчивости растений к антропогенному воздействию и сохранения природного биоразнообразия. Для решения этой проблемы ведутся исследования по оценке современного состояния антропогенных экосистем. В последнее время особое внимание уделяется флоре поселений – урбанофлоре [2].

Особенностью сорных растений является не только их связь со вторичными местообитаниями (мусорными и прочими местами), но и изменение их морфологии. В результате сорные растения выделяются даже в таксоны ранга подродов, секций и подвидов [3].

Целью исследования было изучение распространения видов рода *Geum* на новые трансформированные местообитания.

### Материал и методика исследований

Изучались виды, относящиеся к роду *Geum*, которые приспособились к произрастанию на трансформированных территориях Белгородской области. Использовался маршрутный метод учетов растений, а также классификации сорных растений по условиям местообитания А.И. Мальцева [4], С.А. Котт [5], В.В. Никитина [3], рудеральных экосистем Н.Г. Ильминских [6], синантропной флоры F.G. Schroeder [7].

### Результаты исследований

Гравилат (*Geum*) – род растений семейства розоцветные, подсемейства шиповниковые, включающий около 58 видов. Ареал рода занимает около половины территории

суши земного шара [8]. Многие его представители (*Geum aleppicum* Jang., *G. reptans* L., *G. coccineum* Sibth et Sm., *G. montanum* L. и др.) обитают, главным образом, в умеренно тёплых и субтропических поясах Северного полушария, в Африке, на Австралийском континенте и в других областях в диком состоянии, а также являются важнейшими культивируемыми здесь пищевыми, кормовыми и декоративными растениями. В СНГ произрастает около 20 видов. В Средней России – 3 вида и один или два гибрида: *G. intermedium* (*G. urbanum* x *rivale*); *G. spurium* Fisch. et Mey. (*G. urbanum* x *allepicum*) Это преимущественно многолетние травы. Наиболее широко распространены на территории Европейской России *Geum rivale* L., *G. urbanum* L., *G. aleppicum* Jang, *G. macrophyllum* L. [9, 10].

На территории Белгородской области встречаются: гравилат алеппский (Белгородский, Грайворонский, Губкинский, Ивнянский, Корочанский, Новооскольский, Прохоровский, Старооскольский, Шебекинский, Яковлевский районы); гравилат средний (гибрид) – *G. intermedium* Ehrh. (Алексеевский, Красногвардейский, Прохоровский, Старооскольский районы); гравилат речной (Грайворонский, Старооскольский, Борисовский районы); гравилат городской (повсеместно), а также гибриды – *G. meinshausenii* Gams. (*G. allepicum* x *rivale*); ложный – *G. spurium* Fisch. et Mey. (*G. urbanum* x *allepicum*) [11].

Краткая характеристика рода *Geum*: прикорневые листья лировидно перисторасчеченные являются, стеблевые 3-раздельные. По мнению большинства авторов лист является лировидным, так как конечный сегмент значительно крупнее боковых. Надземный побег после отмирания листьев втягивается в почву придаточными корнями и эпигенно формируется корневище. В результате недоразвития внутреннего покрова возник унитегмальный семязачаток. Наблюдается сочетание андромоноэции и андродиэции в популяциях одного вида. Гинецей многочленный, апокарпный, реже одночленный, формулой цветка является: \*  $Ca_{5+5} Co_5 A \infty G \infty$ . Цветки подпестичные, надпестичные и околопестичные. Цветоложе (укороченная стеблевая часть цветка) у гравилата имеет удлиненную коническую форму. Чашечка с подчашием. После цветения чашелистики, лепестки, тычинки опадают, а завязь интенсивно развивается и преобразуется в плод. Плод – многоорешек, состоящий из нескольких или многих орешков. У видов гравилата (*Geum*) цепляющийся крючок на орешке является нижним члеником столбика, удлиняющимся у плода, тогда как верхний членик обламывается в месте сочленения. В связи с этим, распространение диаспор на теле животных является пассивным и называется зоохорией (эпизоохорией). Однако они могут цепляться и к одежде человека. Это уже антропохория [12-16].

Виды из рода *Geum* обладают многими полезными свойствами, благодаря которым их широко используют в качестве лекарственных растений, а также применяют в различных отраслях промышленности.

В листьях гравилата городского находится витамин С, в корнях – таниды. Корневища содержат дубильные вещества, а также эфирные масла, крахмал, смолы. Гравилат городской обладает антимикробными свойствами. Корни применяют в гомеопатии. Растение обладает желчегонным, отхаркивающим, противорвотным, кровоостанавливающим, вяжущим, обезболивающим, общеукрепляющим, слабоснотворным действием. В качестве пряности употребляют корень, обладающий приятным гвоздичным ароматом. Растение используют в производстве ликёров, пива. Эфирное масло применяют в пищевой и парфюмерной промышленности. Корень, обладающий дубильными свойствами, пригоден для выделки кожи [17-19].

В корневищах и корнях гравилата речного содержится до 45% дубильных веществ, алкалоиды, красное красящее вещество, до 0.1% эфирного масла. В молодых листьях – до 0.12% аскорбиновой кислоты, до 0.4% каротина, в семенах – до 20 % жирного масла. В народной медицине отвар корней употребляют как тонизирующее средство после тяжелых заболеваний, а также как вяжущее. Из корневища можно получить краснокоричневую краску [20].

На наш взгляд, совершенно недостаточной является изученность гравилата как в систематическом, так и в экологическом отношении. В связи с выше указанным кратко остановимся на отличительных признаках видов [21-25].

Гравилат алеппский – цветки прямостоячие, лепестки без ноготков, оранжево-желтые, чашелистики заметно короче лепестков, головки с плодами обратнойцевидные, цветоложе покрыто короткими волосками, стебли и черешки покрыты длинными оттопыренными, желтоватыми, щетинистыми волосками, без железок, реже стебель голый.



Средняя лопасть листьев почти треугольная. Орешки зеленые или желтозеленые, нижний членик столбика почти равен орешку. Упомянется гибрид *G. meinshausenii* Gams. (*G. allepicum* × *rivale*) [10].

Гравилат крупнолистный (*G. macrophyllum* L.) – похож на предыдущий, но цветоножке очень слабо опушено, листья с очень большой средней лопастью, тупой на верхушке, черешок покрыт мягкими волосками.

Гравилат речной – цветки поникающие, чашелистики прямостоячие, бурокрасные, лепестки равны чашелистикам, с выямчатой верхушкой и клиновидным ноготком, розоватые – желтоватые, с темными красноватыми жилками, плодики с длинным карпофором.

У речного гравилата до созревания пыльников и их открытия для выбрасывания пыльцы уже вполне развиты рыльца, и, следовательно, здесь происходит перекрёстное опыление. Впоследствии короткие пыльники удлиняются, дорастают до рылец; благодаря тому, что поникающие цветки закрываются, тычинки плотно прилегают к рыльцам, и происходит самоопыление, если предварительно, конечно, не произошло перекрестного.

Во время нахождения цветков в фазе бутонов последние обращены вверх, но когда они раскрываются, то поникают, что защищает пыльники от смачивания. После цветения цветоножка снова выпрямляется. Плоды гравилата речного снабжены наверху столбиком, покрытым волосками и крючочками, и разносятся животными. Листья могут сохраняться живыми под снегом [26].

Гравилат городской – цветки поникающие, чашелистики отогнутые, лепестки светло-желтые, без ноготков, короче чашелистиков или почти равны, плоды в шаровидных головках, стебли покрыты в основном мягкими волосками. В местах совместного произрастания гравилата речного и гравилата городского встречается их гибрид Г. промежуточный – *G. intermedium* Ehrh. Гибриды сочетают признаки родительских видов в разных комбинациях.

Уточнённые нами отличительные признаки видов гравилата в некоторой степени помогут в определении растений.

Ниже приведены результаты изучения соотношения синантропных элементов в роде *Geum* на территории Белгородской области.

По классификации А.И.Мальцева, в зависимости от эколого-биологических условий, создаваемых человеком, сорные растения делятся на три группы [4]. Сорняки первой группы называются сорнополевыми или сегетальными (от лат. *segetalis* – растущий среди хлебов). Они селятся на почвах независимо от того, заняты ли они посевами культурных растений (поле, огород, цветник), или подготавливаются под посевы (пар). К этой группе условно можно отнести гравилаты алеппский и гордской, так как они изредка встречаются в посевах многолетних трав.

Сорняки второй группы относятся к пустырным или рудеральным (от лат. *ruderalis* – мусор, щебень), обитают вне посевов на почвах необрабатываемых, но подвергающихся иным воздействиям, нарушающим естественный биоценоз: вытаптывание, косьба, загрязнение бытовыми отбросами, мусором и т.д. В населённых местах они нередко образуют мощные заросли около жилья по пустырям, задворкам, обочинам дорог.

К этой группе относятся три вида гравилатов: алеппский (вдоль дорог, у жилья), гордской (в парках, садах, краям дорог, по сорным местам – повсеместно), средний (у жилья).

Эти же виды относятся к третьей группе и растут на нарушенных естественных территориях. Растения поселяются в искусственных лесонасаждениях, на лесных вырубках и опушках, в долинах рек, лугах, используемых под пастбища.

Существуют еще несколько более подробных классификаций флор антропогенных территорий: Ф.Н. Мильков – 5 типов антропогенных ландшафтов [27]; Р.И.Бурда, 1989 – 6 типов антропогенных флор [28]; Ильминских, Шмидт, 1994 – выделяются классы и группы рудеральных экосистем [29].

Особый интерес в настоящее время проявляется к изучению адвентивного элемента флоры – урбанofлоры. Н.Г. Ильминских (1994) класс рудеральных экосистем подразделяет на 8 групп.

Нами изучены виды гравилатов и в этом направлении. Гравилат городской, алеппский попадают одновременно в три группы: в эрозионную (насыпи, пустыри), придорожную (вдоль дорог), свалочную (свалки, мусорные кучи, развалины).

Для анализа адвентивного элемента F.-G. Schroeder (1969) предложил три принципа: время заноса, степень натурализации, способ иммиграции. Некоторые авторы (Пяк, Мерзлякова) считают неправомерным деление видов по времени заноса, так как все адвентивные растения являются неофитами. В результате проведенного анализа нами было установлено, что гравилаты городской, аллепский, средний относятся к неустойчивым апафитам, гравилат крупнолистный – к адвентам, ксенофитам.

### Заключение

Говорить об особенностях географического распространения сорных растений намного труднее, чем о распространении растений дикой флоры. Поскольку земледельческие работы занимают в нашей стране огромные территории, то многие сорняки распространены очень широко.

К таким условиям наиболее приспособленными оказались три вида рода Гравилат: городской, речной и аллепский. Первый растёт преимущественно по равнинам и в горах в поясе лесов. Как рудеральное сорное – среди кустарников, по опушкам леса, в парках, садах, вдоль дорог, около жилья, по берегам ручьев и речек, очень редко в посевах многолетних трав. Второй – встречается по берегам рек, канавам, сырым лугам, кустарникам, лесам. Гравилат аллепский – на лугах, у дорог, вблизи жилищ, по окраинам полей, берегам ручьев, редко в посевах многолетних трав.

Все вышеизложенное позволяет сделать вывод о том, что виды рода *Geum*, как и виды других таксонов, вынуждены приспосабливаться к новым условиям произрастания. Гравилат городской переселяется из тенистых влажных лесов на трансформированные участки, а гравилат речной становится рудеральным. Остальные также начинают осваивать новые территории. К сегетально-рудеральным и неустойчивым апофитам относятся *G. aleppicum* Jacq., *G. urbanum* L., к рудеральным и неустойчивым апофитам – *G. rivale* L. Эти виды образуют между собой гибриды: *G. intermedium* Ehrh., *G. spurium* Fisch. et Mey. Адвент – *G. macrophyllum* L.

Как уже неоднократно подчеркивалось, распределение представителей сорных растений во многих семействах строго по месту обитания практически невозможно. Многие из них встречаются на различных местообитаниях одновременно [3, 32]. Эта тенденция наблюдается и в отношении видов рода *Geum*. Прежде всего, три вида и их гибриды являются апофитами. Один вид (гравилат крупнолистный) – антропофит, одичавший в России. Родина – Восточная Азия, Северная Америка.

### Список литературы

1. Красная книга Белгородской области. Редкие и исчезающие растения, грибы, лишайники и животные / Общ. науч. ред. А.В. Присный. – Белгород, 2005. – С. 47-265.
2. Хмелев К.Ф., Березуцкий М.А. Состояние и тенденции развития флоры антропогенно-трансформированных экосистем // Ж. общ. биол. – 2001. - Т. 62, № 4. – 360 с.
3. Никитин В. В. Сорные растения флоры СССР. – Л.: Наука, 1983. – 454 с.
4. Мальцев А.И. Сорная растительность СССР. – М.: Сельхозгиз, 1932. – 268 с.
5. Котт С.А. Сорные растения и борьба с ними. – М.: Наука, 1955. – 35 с.
6. Ильминских Н.Г. Флорогенез в условиях урбанизированной среды: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. СПб: СПбГУ, 1993. – 36 с.
7. Schroeder F.-G. Zur Klassifizierung der Antropochoren //Vegetatio. 1969. Bd.16. Fasc. 5/6. S. 225-238.
8. Флора Восточной Европы // Отв. ред. и ред. тома Н.Н. Цвелев. – СПб.: Мир и семья. Изд. СПХФА, 2001, т. X. – С. 460-466.
9. Губанов И.А., Киселева К.В., Новиков В.С., Тихомиров В.С. Иллюстрированный определитель растений Средней России. Т. 2. Москва: Т-во научных изданий КМК, Ин-т технологических исследований, 2003 – 190 с.
10. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. 10-е изд. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. – С. 379 – 400.
11. Еленевский А.Г., Радыгина В.И., Чаадаева Н.Н. Растения Белгородской области (конспект флоры). – М. 2004. – 120 с.
12. Хржановский В.Т. Курс общей ботаники (цитология, гистология, органография, размножение): Учебник для сельхозвузов. – 2-ое изд., перераб. И доп. – М.: Высшая школа 1982. – 384 с.
13. Матвеева Г.В., Тарабрин А.Д. Ботаника. – М.: Агропромиздат, 1989. – 287 с.



14. Engler A. Syllabus der Pflanzenfamilien. 12 Aufl. Berlin. (Herausgegeben von H. Melchior) A. Engler. – Berlin, 1964. – Bd. 2. – 621 s.
15. Bentham G., Hooker J. D. Urticaceae // Genera Plantarum: London, 1880 – 3 (1). – P. 1-395.
16. Андреева И.И., Родман Л.С. Ботаника. – М.: КолосС, 2005. – 528 с.
17. Гринкевич Н.И., Гринкевич И.А., Баландина В.А. Лекарственные растения: Справочное пособие для использования в учебном процессе. – М.: Высшая школа, 1991. – 125 с.
18. Гаммерман А.Ф., Кадаев Г.Н. Лекарственные растения (Растения целители). – М.: Высшая школа, 1983. – 136 с.
19. Соколов С.Я., Замотаев И.П. Лекарственные растения: Фитотерапия. – М.: Вита, 1993. – 351 с.
20. Губанов И.А., Киселева К.В., Новиков В.С. Дикорастущие полезные растения. – М.: Изд. МГУ, 1993. – 300 с.
21. Губанов И.А., Новиков В.С., Тихомиров В.С. Определитель высших растений средней полосы европейской части СССР. – М.: Просвещение, 1981 – 105 с.
22. Определитель сосудистых растений / И.А. Губанов, К.В. Киселева, В.С. Новиков, В.Н. Тихомиров. – М.: Изд-во МГУ, 1992. – 400 с.
23. Новиков В.С., Губанов И.А. Популярный атлас-определитель. Дикорастущие растения. – М.: Дрофа, 2002. – 416 с.
24. Добрачаева Д.Н., Котов М.И., Прокудин Ю.Н. Определитель высших растений Украины. – Киев: Наукова думка, 1987. – 105 с.
25. Рычин Ю. В. Сорные растения. Определитель для средней полосы Европейской части СССР. – М.: Просвещение, 1959. – 65 с.
26. Мир растений / Под ред. А.Л. Тахтаджян. – М.: Просвещение, 1991–1996. Т. 1–5.
27. Мильков Ф.Н. Рукотворные ландшафты: Рассказ об антропогенных ландшафтах. – М.: Мысль, 1978. – 86 с.
28. Бурда Р.И. Направленное формирование флоры при ее антропогенной трансформации // Интродукция и акклиматизация растений. – Киев: Наук. думка, 1989. – №12. – С. 9-14.
29. Ильминских Н.Г., Шмидт В.М. Специфика городской флоры и ее место в системе других флор // Актуальные проблемы сравнительного изучения флор. Матер. совещ. – СПб., 1994. – С. 261-269.
30. Пяк А.И. Адвентивные растения Томской области // Бот. журн. – 1994. – Т.79, № 11. – С. 45-51.
31. Мерзлякова И.Е. Соотношение синантропных элементов во Флоре города Томска // Бот. журн. – 2001. – Т. 86, № 11. – С. 94-98.
32. Лазарев А.В. Сорные растения семейства капустные Белгородской области // Научные ведомости БелГУ. – 2007 – № 5 (36), вып. 5. – С. 18-21.

## GENUS *GEUM* IN MODERN ECOLOGY COUNDILIONS OF MIDDLE RUSSIA

A.V. Lazarev,  
T. V. Burchenko

Belgorod State University

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

e-mail: lazarev@bsu.edu.ru

The work is dedicated to a study of the particularities of adaptation of species of genus *Geum* to transformation of ecosystems. Analysis of segetal and ruderal floras of *Geum* species is carried out. Segetal-ruderal species are *Geum rivale*, ruderal ones are *Geum urbanum*, *Geum allepicum*.

Key words: weeds, urban flora, genus *Geum*.

## КОНХОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ *XEROPICTA KRYNICKII* KRYN. (GEOPHILA: HYGROMIIDAE). (АНАЛИЗ ОБОБЩЕННЫХ ДИСПЕРСИЙ)

**Л.Н. Хлус**

Черновицкий национальный  
университет имени Юрия  
Федьковича

Украина, 58000, г. Черновцы,  
ул. Коцюбинского, 26

e-mail: khlus\_k@rambler.ru

Изучена структура изменчивости метрических конхологических параметров 12 популяций наземного брюхоногого моллюска *Xeropicta krynickii* Kryn. (Geophila: Hygromiidae), населяющих урбанизированные и неурбанизированные биотопы юга Украины. Установлено, что в популяциях ксеропикт из биотопов с одинаковым уровнем урбогенной трансформации формируется близкая структура морфометрической изменчивости. Обобщенная дисперсия является информативным показателем конхологической изменчивости вида.

Ключевые слова: *Xeropicta krynickii* Kryn., конхологическая изменчивость, обобщенная дисперсия.

### Введение

Важность изучения количественных признаков животных, в частности, скоррелированных параметров, при анализе структуры их популяций несомненна. Во многих случаях удобно использовать независимо варьирующие параметры, иначе говоря, выбирать по одному признаку из каждой корреляционной плеяды. В основе такого подхода лежит представление, что каждый из признаков плеяды несет значительную часть информации о ее изменчивости и другие признаки из этой плеяды для оценки характера изменчивости излишни. Однако в ряде популяционных исследований каждая плеяда должна быть представлена несколькими признаками, поскольку характер связей между ними является существенной популяционной характеристикой, возможно, более важной, чем характеристики отдельных признаков. В этой связи интересна «гипотеза корреляций», предложенная А.В. Северцовым [1], согласно которой прямые изменения в процессе эволюции касаются незначительного числа признаков, а все остальные особенности организма изменяются за счет функциональных корреляций и, что особенно важно, вся соответствующая система корреляций формируется в самом процессе эволюции. Исходя из этого, при межвидовых сравнениях абсолютно необходимо учитывать корреляции признаков. Не менее важен этот подход также при внутривидовых сравнениях, поскольку при переходе от одной популяции к другой наблюдается изменение не только средних значений параметров, но и характера их корреляционных связей. Л.А. Животовский [2] предложил использовать в качестве показателей изменчивости комплекса скоррелированных признаков «обобщенные» параметры: обобщенную дисперсию и обобщенный коэффициент вариации.

Руководствуясь вышеизложенным, мы применили упомянутый метод при изучении характера изменчивости пространственно разобщенных популяций наземного брюхоногого моллюска *Xeropicta krynickii* Kryn. (Mollusca: Gastropoda: Geophila: Hygromiidae).

### Объект и методы исследования

*X. krynickii* распространена в Северо-Восточном Средиземноморье: на Балканском полуострове, в Греции, Малой Азии, Иране. Вид также широко распространен по территории Крымского полуострова; населяет отдельные места вдоль побережья Черного моря: городские биотопы и окрестности Одессы, Новороссийска, Анапы, обнаружен в окрестностях Астрахани. Встречается на Ленкоранской низменности, откуда по долинам горных рек поднимается до нагорно-степной зоны Талыша; описан в западной части Копетдага. Ксеропикта заселяет степные участки, преимущественно на морском побережье [3, 4]. Окраска раковин светлая однотонная или же с рисунком из темных лент и пятен. Количество и степень развития полос очень изменчивы.

Нами были проанализированы 12 выборок *X. krynickii* из пространственно разобщенных популяций из Крыма и Одесской обл. (табл. 1) по комплексу из пяти морфометрических конхологических параметров: высота (ВР), большой (БД) и малый (МД) диаметры раковины, высота (ВУ) и ширина (ШУ) ее устья. Измерения проводили штанген-

циркулем с точностью до 0,1 мм по описанной ранее схеме [5]. Всего измерено 5372 раковины.

Таблица 1

**Характеристика выборок изученных популяций *Xeropicta krynickii* Крын.**

№	Место и время сбора	Характеристика биотопа	Объем выборки
1	АР Крым, г. Белогорск, 2002 г.	Пойма р. Биюк-Карасу, травянистая растительность	n=737
2	АР Крым, г. Белогорск, 2002 г.	Пустырь на ул. Мира (центр), травянистая растительность	n=563
3	г. Одесса, р-н пляжа «Аркадия», 2002 г.	Склоны, поросшие травой и кустарником	n=645
4	АР Крым, г. Феодосия, 2002 г.	Газон на ул. Крымской	n=827
5	АР Крым, г. Феодосия, 2003 г.	Газоны на ул. Гарнаева	n=276
6	АР Крым, г. Белогорск, 2004 г.	Велотрек, травянисто-кустарниковая растительность	n=289
7	АР Крым, г. Белогорск, 2002 г.	То же	n=98
8	АР Крым, Бахчисарайский р-н, 1998 г.	Долина р. Байчак	n=458
9	Одесская обл., Килийский р-н, 1997 г.	Залежь, травянистая растительность	n=117
10	АР Крым, г. Феодосия, 2003 г.	Р-н Генуэзской крепости (окраина)	n=442
11	АР Крым, г. Судак, 1998 г.	Пустырь у горы Алчак, граница пляжной зоны, травянистая растительность	n=491
12	АР Крым, г. Белогорск, 1998 г.	Велотрек, травянисто-кустарниковая растительность	n=429

Рассчитывали параметрические коэффициенты корреляции морфометрических параметров ( $r$ ) [6]. Матрицы интеркорреляций использовали как первичный массив для расчета обобщенных дисперсий. Для комплекса из 5 признаков обобщенную дисперсию рассчитывали по формуле [2]:

$$\Sigma_5^2 = (\sigma_1^2 * \sigma_2^2 * \dots * \sigma_i^2 * \dots * \sigma_5^2)^{1/5} * (\text{Det}(R_5))^{1/5},$$

где  $\sigma_i^2$  - дисперсия  $i$ -го конхиологического параметра (среднее квадратичное отклонение  $i$ -го признака для всей выборки);  $i=1, 2, \dots, 5$ ;

$\text{Det}(R_5)$  – определитель корреляционной матрицы  $R$ .

Выборочные обобщенные дисперсии сравнивали с использованием значения критических точек  $F$ -распределения Фишера ( $F_{st}$ ) со степенями свободы ( $V_k; V_j$ ).

Число степеней свободы для  $k$ -той выборки определяли по формуле:

$$V_k = p_k * (\ln(n_k) - \ln(n_k - p_k - 1)),$$

где  $k$  – порядковый номер выборки;

$p_k$  – число признаков, на основе которых рассчитывалась обобщенная дисперсия (в нашем случае  $p=5$ );

$n_k$  – число животных в  $k$ -той выборке ( $n_k >> p_k$ );  $k=1, 2, 3, \dots, 12$ .

### Результаты и их обсуждение

Проведенный нами ранее корреляционный анализ конхиологических показателей ксеропикт из Судака и Белогорска (выборки 11 и 12 соответственно) выявил высокие положительные корреляционные зависимости между метрическими параметрами раковин [7]. Наибольшая теснота корреляций наблюдалась между габитуальными параметрами, в частности, большим диаметром и всеми остальными конхиологическими характеристиками раковин: ВР, МД, ВУ и ШУ [8]. Это и определило выбор показателей для расчета обобщенной дисперсии. Первичный массив данных (параметрические коэффициенты корреляции пластических признаков раковин) обобщен в табл. 2.

Обобщенная дисперсия является аналогом дисперсии единичного признака и оценивает изменчивость на уровне комплекса признаков. Этот показатель удовлетворяет следующим важным условиям [2]:

1) рассчитывается на основе корреляционной матрицы;



2) обобщенная дисперсия инвариантна относительно линейного преобразования признаков;

3) при увеличении / уменьшении масштаба всех признаков в одинаковое число раз (М) обобщенная дисперсия увеличивается / уменьшается в М<sup>2</sup> раз;

Таблица 2

**Матрица интеркорреляций пластических конхологических параметров  
*X. krynickii***

Выборки <sup>а</sup>	Параметры	ВР	БД	МД	ШУ	ВУ
		1				
2	ВР	-	0,736	0,760	0,718	0,491
	БД	0,859	-	0,958	0,862	0,536
	МД	0,858	0,988	-	0,825	0,514
	ШУ	0,876	0,874	0,859	-	0,495
	ВУ	0,805	0,702	0,681	0,828	-
		3				
4	ВР	-	0,938	0,952	0,955	0,872
	БД	0,909	-	0,990	0,912	0,863
	МД	0,903	0,984	-	0,924	0,864
	ШУ	0,906	0,947	0,929	-	0,853
	ВУ	0,807	0,764	0,752	0,797	-
		5				
6	ВР	-	0,894	0,901	0,799	0,837
	БД	0,891	-	0,981	0,895	0,778
	МД	0,892	0,972	-	0,888	0,773
	ШУ	0,815	0,881	0,863	-	0,764
	ВУ	0,710	0,657	0,656	0,721	-
		7				
8	ВР	-	0,881	0,900	0,826	0,569
	БД	0,739	-	0,965	0,859	0,629
	МД	0,748	0,753	-	0,844	0,580
	ШУ	0,719	0,779	0,722	-	0,514
	ВУ	0,511	0,459	0,454	0,529	-
		9				
10	ВР	-	0,943	0,949	0,919	0,782
	БД	0,781	-	0,980	0,947	0,772
	МД	0,193	0,212	-	0,943	0,772
	ШУ	0,757	0,920	0,208	-	0,752
	ВУ	0,411	0,559	0,090	0,536	-
		11				
12	ВР	-	0,805	0,899	0,595	0,744
	БД	0,883	-	0,914	0,819	0,786
	МД	0,880	0,971	-	0,705	0,787
	ШУ	0,758	0,748	0,750	-	0,713
	ВУ	0,802	0,773	0,767	0,803	-

<sup>а</sup> – выборки пронумерованы в соответствии с табл. 1.

4) обобщенная дисперсия нормирована на количество признаков, что позволяет использовать ее для анализа выборок с различным числом признаков.

Существенно еще одно свойство обобщенной дисперсии: поскольку всегда определитель корреляционной матрицы ( $\text{Det}(R_p) < 1$ ), наличие корреляционных связей уменьшает ее. Это важно в связи с тем, что признаки комплекса изменяются не независимо друг от друга, а в рамках связей, ограничивающих их вариацию.

Результаты вычисления обобщенных дисперсий на основе корреляционных матриц для избранного комплекса признаков (табл. 3) свидетельствуют о достоверных различиях между животными разных выборок за исключением групп {2, 4, 5, 6}, {1, 10}, {7, 12}, {8, 11}, различия между показателями которых по F-критерию Фишера (табл. 4) оказались статистически недостоверными.

Необходимо отметить также особенности 7, 8, 11 и 12 выборок, в которых наблюдается значительная изменчивость комплекса анализируемых метрических конхологиче-



ских параметров по сравнению с остальными изученными группами. Из них выборки 7 и 12 собраны из одной популяции в разные годы, характеризовавшиеся схожими погодноклиматическими условиями (1998 и 2002). Полученные результаты позволяют заключить, что популяции ксеропикт, населяющих биотопы с близким уровнем урбанизационного влияния (напр., выборки 1 и 10; 2, 4 и 5), а также выборки разных лет из одного местообитания (напр., 7 и 12) характеризуются одинаковой изменчивостью. В то же время, выборка 6 из той же популяции, собранная в 2004 г. с дождливым и прохладным летом достоверно отличается от обеих других (1998 и 2002 гг.). Упомянутые комплексы существенно различаются как между собой, так и от выборок из других популяций.

Таблица 3

**Обобщенная дисперсия для комплекса метрических  
конхологических признаков *Xeropicta krynickii***

№	$\Sigma_1^2 \dots * \sigma_5^2$	Det (R <sub>5</sub> )	M <sub>5</sub> #	Т <sub>5</sub> ?	N	v <sub>1</sub>	CV <sub>5</sub> , %
1	0.174	0.005747	9.340	0.062	733	3647	2.67
2	0.181	0.000273	9.439	0.035	563	2797	1.99
3	0.148	0.000034	9.240	0.019	645	3207	1.49
4	0.205	0.000161	8.650	0.036	827	4117	2.18
5	0.171	0.000371	9.969	0.035	276	1362	1.88
6	0.130	0.000992	9.141	0.033	289	1427	1.98
7	1.010	0.001819	9.655	0.286	98	472	5.54
8	0.381	0.036277	10.607	0.196	457	2267	4.18
9	0.162	0.000134	9.181	0.027	117	567	1.80
10	0.224	0.001273	9.568	0.059	441	2187	2.54
11	0.709	0.003101	7.269	0.223	491	2437	6.50
12	1.158	0.001251	9.158	0.304	429	2127	6.02

Таблица 4

**Фактические значения F-критерия Фишера для обобщенных дисперсий**

	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2
1	4.90	3.60	<b>1.05<sup>a</sup></b>	2.27	3.17	4.62	1.89	1.76	1.74	3.28	1.77
2	8.70	6.36	1.68	1.29	5.59	8.15	<b>1.07</b>	<b>1.00</b>	<b>1.02</b>	1.86	-
3	16.00	11.80	3.13	1.45	10.40	15.16	1.73	1.86	1.89	-	-
4	8.50	6.26	1.66	1.31	5.50	8.01	<b>1.09</b>	<b>1.02</b>	-	-	-
5	8.70	6.36	1.68	1.29	5.59	8.14	<b>1.07</b>	-	-	-	-
6	9.30	6.83	1.81	1.20	6.00	8.74	-	-	-	-	-
7	<b>1.10</b>	1.28	4.84	10.48	1.46	-	-	-	-	-	-
8	1.60	<b>1.14</b>	3.32	7.19	-	-	-	-	-	-	-
9	11.00	8.18	2.17	-	-	-	-	-	-	-	-
10	5.10	3.78	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	1.40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

<sup>a</sup> – Полужирным курсивом выделены значения F-критерия для пар сравнения, различия между которыми недостоверны. Fst(v<sub>1</sub>=200;v<sub>2</sub>=∞) для 5% = 1.19; для 1% = 1.28; Fst(v<sub>1</sub>=∞;v<sub>2</sub>=∞) для 5% = 1.00; для 1% = 1.00.

### Заключение

Таким образом, результаты расчета обобщенных дисперсий на основе корреляционных матриц для выбранного комплекса признаков продемонстрировали достоверные различия между большинством выборок (выявленные ранее методами корреляционного и факторного анализов) и позволили, в частности, предположить, что в популяциях ксеропикт, населяющих биотопы с одинаковым уровнем урбанизации, формируется близкая структура морфометрической изменчивости, стойко сохраняющаяся во времени.

**Благодарности.** Животный материал из Килийского р-на Одесской обл. и Бахчисарайского р-на АР Крым любезно предоставлен для анализа А.Н. Шкляруком, за что автор ему искренне благодарен.

### Список литературы

1. Северцов А.С. Внутривидовое разнообразие как причина эволюционной стабильности // Журн. общ. биол. – 1990. – Т. 51, № 5. – С. 579-589.



2. Животовский Л.А. Меры популяционной изменчивости комплекса количественных признаков // Журн. общ. биол. – 1980. – Т. 41. – № 2. – С. 177-191.
3. Лихарев И.М., Раммельмейер Е.С. Наземные моллюски фауны СССР. – М.:Л., 1952. – 512 с.
4. Шилейко А.А. Наземные моллюски надсемейства Helicoidea / Фауна СССР. Моллюски. – Т.3, вып.6. – Л.: Наука, 1978. – 384 с.
5. Сверлова Н.В., Хлус Л.Н., Крамаренко С.С. и др. Фауна, экология и внутривидовая изменчивость наземных моллюсков в урбанизированной бреде. – Львов, 2006. – 226 с.
6. Лакин Г.В. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
7. Хлус Л.М., Олійник О.Д. Конхологічна мінливість *Xeropicta krynickii* Kryn. (кореляційний аналіз) // Біорізноманіття як ключовий елемент збалансованого розвитку: регіональний аспект. Матер. Всеукр. конф. молодих вчених. Миколаїв, 30-31 жовтня 2003 р. – Миколаїв: МДУ, 2003. – С.210-213.
8. Хлус Л.М., Олійник О.Д. Структура конхологічної мінливості локальної популяції *Xeropicta krynickii* (Geophila: Hygromiidae) в урболандшафті // Биоразнообразие и роль зооценоза в естественных и антропогенных экосистемах: Матер. III Междунар. науч. конф. – Днепропетровск: Изд-во ДНУ, 2005. – С. 225-227.

## KONCHOLOGICAL VARIABILITY OF *XEROPICTA KRYNICKII* KRYN. (ANALYSIS OF GENERALIZED DISPERSIONS)

L.N. Khlus

Chernovtsy National  
University named after  
Yuriy Fedkovich

Chernovtsy, Kotsyubinskiy Str., 2,  
58000, Ukraine,

e-mail: khlus\_k@rambler.ru

The structure of variability of metrical konchological parameters of 12 populations of land mollusk *Xeropicta krynickii* Kryn. (Geophila: Hygromiidae) from urban and non urban biotopes of the southern part of Ukraine has been studied. As it has been established in the populations from the biotopes with the similar level of urban transformation the similar structure of morfometrical variability is formed. Generalized dispersion is proven to be an informative exponent of konchological variability of the species.

Key words: *Xeropicta krynickii* Kryn., konchological variability, generalized dispersion.

## ВОЗРАСТНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ В РАКОВИНЕ ДВУСТВОРЧАТОГО МОЛЛЮСКА *ABRA OVATA* (LAMELLIBRANCHIA: VENERIDA: SCROBICULARIIDAE)

**А.Ю. Варигин**

Одесский филиал  
Института биологии  
южных морей НАН Украины

Украина, 65125, Одесса,  
ул. Пушкинская, 37

e-mail: seallife\_1@mail.ru

Сезонный характер формирования возрастных элементов в раковине двустворчатого моллюска *Abra ovata* был изучен с помощью измерения индекса краевого прироста, который представляет собой отношение расстояния от последнего возрастного элемента (кольца задержки роста на внешней поверхности раковины) до края раковины к расстоянию между двумя последними возрастными элементами. Задержка роста, которая отмечается на раковине в виде кольца, происходит у этого моллюска один раз в год в зимний период. С помощью подсчета сезонных колец задержек роста на раковине можно определять возраст *Abra ovata*.

Ключевые слова: *Abra ovata*, сезонная задержка роста, индекс краевого прироста, возраст.

---

### Введение

Двустворчатый моллюск *Abra ovata* (Philippi, 1836) широко распространен в Средиземном, Черном и Азовском морях. Он достаточно устойчив к дефициту кислорода в воде и выдерживает опреснение до 5 ‰ [1]. В Северном Причерноморье *A. ovata* является типичным представителем бентоса рыхлых грунтов различных лиманов. Этот небольшой по размеру моллюск (высота раковины не превышает 14 мм) ведет подвижный образ жизни, активно перемещаясь в верхнем заиленном слое грунта, используя для питания подвижные вытягивающиеся сифоны. В Причерноморских лиманах *A. ovata* достигает значительной численности и, обладая тонкостенной раковиной, является излюбленным кормовым объектом для промысловых рыб [2].

Пространственная структура поселений, а также количественные показатели развития *A. ovata* в различных частях ареала хорошо изучены в связи с его высокой кормовой ценностью для осетровых рыб [3, 4]. Между тем, данных о возрастной структуре поселений этих моллюсков пока еще недостаточно, в виду отсутствия надежного способа определения их возраста. Целью этой работы было изучение характера формирования слоев роста в раковине *A. ovata* с тем, чтобы получить доказательства сезонного характера их образования. С помощью подсчета возрастных элементов на раковине этого моллюска можно определить как индивидуальный возраст особей, так и параметры возрастной структуры его поселений.

**Материал и методы.** Для детального изучения особенностей формирования слоев роста в раковине *A. ovata* был выбран Сухой лиман, расположенный в 20 км к юго-западу от Одессы. До 1957 года лиман был отделен от моря песчаной косой и использовался как рыбохозяйственный водоем [5]. Затем он был соединен с морем судоходным каналом и в южной глубоководной его части был сооружен порт и судоремонтный завод [6]. Вторая часть лимана, находящаяся севернее паромной переправы, представляет собой мелководный бассейн, вытянутый в северо-западном направлении. Здесь преобладают глубины 1–2 м, а грунты представлены черными илами. В южной и северной частях лимана пробы моллюсков отбирали весной (апрель), летом (июнь) и осенью (октябрь) 2006 года, а также зимой (февраль) 2007 года. Моллюсков собирали на илистом грунте на глубине 1.5 м с помощью рамки (размером 20×20 см), обтянутой мельничным газом. Собранный материал промывали через набор сит с минимальным размером ячеек 1 мм.

Для определения характера образования возрастных элементов на раковине в каждой выборке моллюсков определяли индекс краевого прироста. Для этого под биноклярным микроскопом с помощью окуляр-микрометра измеряли два параметра. Первый из них  $L_i$  – это расстояние от последнего возрастного элемента (кольца задержки роста на внешней поверхности раковины) до края раковины, а второй –  $L_n$  измеряли как расстоя-

ние между двумя последними возрастными элементами. Индекс краевого прироста  $I$  вычисляли по формуле:

$$I = L_j / L_n$$

По характеру изменения индекса  $I$  можно определить время образования возрастных элементов на раковине исследуемых моллюсков, так как в серии последовательных определений в разные сезоны года индекс краевого прироста проявляет циклические колебания. Так, его максимальные значения отмечают время формирования возрастного элемента, а последующее резкое снижение означает появление нового краевого прироста [7].

### Результаты и обсуждение

В 2006 г. сборы моллюсков проводили в начале апреля сразу после схода льда, который до конца марта покрывал поверхность лимана. Исследования показали, что в это время на краю раковины собранных моллюсков был хорошо заметен тонкий и довольно ломкий прирост белого цвета. Как видно из данных, представленных в таблице, индекс краевого прироста  $I$  для исследованных экземпляров *A. ovata* весной 2006 года составлял  $0.312 \pm 0.026$ . Затем по мере роста моллюсков за изученный период индекс  $I$  достиг значения  $0.835 \pm 0.041$ .

Таблица

**Изменение индекса краевого прироста у *Abra ovata* за период с апреля 2006 г. по февраль 2007 г.**

Период: мес., год	Индекс краевого прироста $I$
Апрель 2006	$0.312 \pm 0.026$
Июнь 2006	$0.542 \pm 0.044$
Октябрь 2006	$0.653 \pm 0.035$
Февраль 2007	$0.835 \pm 0.041$

Максимальное значение индекса  $I$  отмечено в феврале 2007 года. Отсюда следует, что задержка роста, отраженная на раковине в виде кольца, происходит у *A. ovata* один раз в год в зимний сезон при низкой температуре воды. Дело в том, что для Одесского региона северо-западной части Черного моря с учетом годового хода температуры воды зимний гидрологический сезон приходится на январь, февраль и март [8].

Таким образом, регулярно образующиеся структурные элементы на внешней поверхности раковины *A. ovata* могут адекватно отражать возраст моллюска. Основная проблема в использовании предложенного метода определения возраста *A. ovata* состоит в том, что сезонные кольца задержек роста у этих моллюсков различимы лишь под бинокулярным микроскопом. Исключение составляли особи, собранные в южной части лимана. В этом случае антропогенный пресс, который испытывают изучаемые моллюски в пределах акватории Ильичевского судоремонтного завода, привел к тому, что сезонные кольца на поверхности их раковин стали видны невооруженным глазом. Дело в том, что в связи с ремонтными работами, которые постоянно проводятся на заводе, вода в этой части Сухого лимана характеризуется повышенным содержанием железа. При детальном изучении моллюсков *A. ovata*, собранных в акватории, прилегающей к заводу, на поверхности их раковин были обнаружены четкие кольца задержки роста бурого цвета. По-видимому, окислы железа, присутствующие в морской воде в акватории завода, придали кольцам задержки роста обитающих там моллюсков такой характерный цвет.

Следует заметить, что одновозрастные особи *A. ovata*, собранные в акватории судоремонтного завода, отличались достоверно меньшими размерами по сравнению с моллюсками, выросшими в северной мелководной части Сухого лимана. Так, средняя высота раковины трехлеток *A. ovata*, выросших в южной части лимана, составляла  $8.9 \pm 0.48$  мм, а в северной –  $13.2 \pm 0.62$  мм. Однако определение возраста этих более мелких экземпляров проводилось без применения бинокулярного микроскопа в виду наличия у них на поверхности раковины явно выраженных возрастных элементов – бурых колец задержки роста.



### Выводы

Изучение характера изменчивости индекса краевого прироста у *A. ovata* показало, что задержка роста, которая отмечается на раковине в виде кольца, в условиях северо-западной части Черного моря происходит у этого моллюска один раз в год в зимний период. С помощью подсчета сезонных колец задержек роста на внешней поверхности раковины можно определять возраст *A. ovata*. Явно выраженные годовые кольца образуются у особей, выросших в антропогенно трансформированной среде.

### Список литературы

1. Золотарев П.Н., Литвиненко Н.М., Терентьев А.С. Исследование структуры донного сообщества западной части Азовского моря с помощью метода экологических аномалий в бентали морских водоемов // Тр. ЮГНИРО. – 1995. – Вып. 41. – С. 68–71.
2. Гринбарт С.Б. Зообентос лиманов северо-западного Причерноморья, как кормовая база промысловых рыб // Тр. 1-й ихтиол. конф. по изуч. морских лиманов северо-западной части Черного моря. – Кишинев, 1960. – С. 135–147.
3. Синегуб И.А. Макрзообентос Сухого лимана и смежной части Черного моря // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2002. – Вып. 1 (6). – С. 338–345.
4. Махмудов А.М. О химическом составе бентоса Среднего и Южного Каспия // Зоол. журн. – 1964. – Т. 43, вып. 9. – С. 1265–1275.
- Лосовская Г.В. Об изменениях донной фауны Сухого лимана после соединения его с морем // Биологические проблемы океанографии южных морей. – Киев: Наук. думка, 1969. – С. 56–59.
- Старушенко Л.И., Бушуев С.Г. Причерноморские лиманы Одесщины и их рыбохозяйственное использование. – Одесса: Астропринт, 2001. – 152 с.
- Золотарев В.Н. Склерохронология морских двустворчатых моллюсков – Киев: Наук. думка, 1989. – 112 с.
- Доценко С.А. Сезонная изменчивость основных гидрологических параметров в Одесском регионе северо-западной части Черного моря // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2002. – Вып. 1 (6). – С. 47–57.

## AGE-DEPENDENT ELEMENTS IN A SHELL OF BIVALVE MOLLUSK *ABRA OVATA* (LAMELLIBRANCHIA: VENERIDA: SCROBICULARIIDAE)

**A.Yu. Varigin**

The Odessa branch of Institute  
of Biology of Southern Seas  
NAS of Ukraine

Pushkinskay Str., 37, Odessa,  
65125, Ukraine

e-mail: sealife\_1@mail.ru

Seasonal character of formation of age-dependent elements in a shell of bivalve *Abra ovata* was studied by measuring of index of boundary increment which is a relation of distance from the last age-dependent element (rings of growth inhibition on the external surface of shell) to the edge of shell to distance between two last age-dependent elements. The inhibition of growth, which is marked on a shell as a ring, takes place for this mollusk one time in a year in a winter period. By the count of seasonal rings of growth inhibition on a shell it is possible to determine an age of *Abra ovata*.

Key words: *Abra ovata*, seasonal inhibition of growth, index of boundary increment, age.

## МАЛАКОФАУНА ГОРОДОВ ПЕНЗЫ И ЗАРЕЧНОГО (СРЕДНЕЕ ПОВОЛЖЬЕ, ЛЕСОСТЕПНАЯ ЗОНА)<sup>1</sup>

**О.В. Булавкина,  
Т.Г. Стойко**

*Пензенский  
государственный  
педагогический  
университет  
им. В.Г.Белинского*

*Россия, 440026 г. Пенза,  
ул. Лермонтова, 37*

*e-mail: tgstojko@mail.ru*

В урбанизированных биотопах г. Пензы и г. Заречного обнаружено 45 видов наземных моллюсков. Из них в собственно городских экосистемах – только 27. Шесть новых видов появилось в результате антропохории. Наибольшее разнообразие и обилие моллюсков наблюдается в биотопах, приближенных к естественным, и/или имеющих связь с ними. Малакофауна расположенных даже рядом городов может существенно отличаться, из-за различной истории их формирования (различие исходных биотопов и сообществ, условия застройки и пр.). В наиболее обедненных детритом биотопах (огороды, клумбы, кладбища) преобладают синантропы и растительные эврибионты. В связи с тем, что г. Заречный и микрорайон Арбеково г. Пензы относительно молодые, видовой состав наземных моллюсков еще достаточно богат. Однако наблюдаются явные тенденции к его уменьшению, вплоть до полного выпадения большинства аборигенов этих территорий.

Ключевые слова: урбанизированная среда, малакофауна, малакоценозы, инвазионные виды.

### Введение

Развитие городов и сел вносит изменения в состав и существование природных сообществ. Особенно остро это отражается на отдельных видах, которые во многих случаях снижают свою численность или вовсе исчезают. Многие городские местообитания настолько резко изолированы друг от друга транспортными путями и постройками, что их можно рассматривать как островные. Почвы, климат, антропогенные загрязнители (в т.ч. биоциды), растительность, другие пищевые ресурсы и наличие специфических структурных элементов в отдельных городских местообитаниях имеют более или менее сильные различия, что во многих случаях ведет к образованию характерных зооценозов.

Изменяются и естественные биотопы, окружающие города. Когда-то богатые видами биоценозы обедняются. В черте города могут в различной форме существовать остатки негородских экосистем (лесов, лесопосадок, кустарников, рощ, полей, лугов, болот и т. д.). Эти места особенно важны для заселения городских озелененных территорий как «очаги», «перевалочные пункты» и связующие элементы. В то же время такие местообитания, как обочины дорог на улицах, скверы, клумбы и т.п. практически полностью утрачивают связь с природными биогеоценозами [1].

Изучение наземных моллюсков урбанизированной среды представляет большой интерес для оценки состояния городских биотопов на момент исследования и во времени [2]. Кроме того, некоторые улитки, будучи переносчиками паразитов человека и животных, и вредителями культурных растений требуют особого исследования.

Фауна и биотопическое распределение наземных моллюсков в условиях города систематически изучалось в России [3, 4, 5, 6, 7 и др.], Беларуси и Украине [8, 9 и др.]. Малакофауна городов Пензенской области ранее упоминалась только в рамках общих фаунистических исследований наземных брюхоногих [10, 11].

Цель работы – определить видовой состав и особенности малакоценозов в городских биотопах.

### Материал и методика

В период с 2006-2008 гг. исследовали малакокомплексы двух городов Пензенской области: Пензы и Заречного, которые расположены на левом и правом берегах р. Суры. Арбековский и Ахунский лесные массивы, входящие в состав этих городов относятся к разным лесным геоботаническим районам. В г. Пензе моллюсков собирали в разных городских биотопах: парке им. В.Г. Белинского, Комсомольском парке в заводском районе, Ботаническом саду им. И.И. Спрыгина, на берегу старицы р. Суры в Ахунах и в районе

<sup>1</sup> Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ АН России 07-04-00187

Маяка, на территориях Станции юннатов и зоопарка, в огородах частного сектора, и в пригороде – на нераспаханном остепненном лугу в Ухтинке. В г. Заречном исследовали улиток в Восточном и Центральном парках.

Структуру сообществ моллюсков изучали в наименее нарушенных участках городов: в лесопарке г. Заречного, а также в микрорайоне Арбеково г. Пензы – на велотреке и в Арбековском лесопарке. Малакоценоз лесопарка г. Заречного сравнивали с сообществом улиток пригородного Ахунского леса. При этом количественные пробы (25? 25 см) отбирали по общепринятой методике [12]. Для анализа сообществ использовали следующие показатели: число видов, обилие организмов (экз./м<sup>2</sup>), степень сходства (по индексам Жаккара и Серенсена).

### Результаты и обсуждение

В биотопах урбанизированной среды обнаружено 45 видов наземных моллюсков из 22 семейств, что отражает практически весь известный состав малакофауны Пензенской области. В городских биотопах отмечено 27 видов брюхоногих (25 – в Пензе, 4 – в Заречном), а в лесопарках – 33 (32 – в Пензе, 21 – в Заречном (табл. 1).

Таблица 1

Распределение наземных моллюсков по биотопам городов Пензы и Заречного

№	Вид	Лесопарк Заречного	Арбековский лесопарк	Велотрек	Парки, ботсад и пустыри	Огороды, кладбища	Ухтинка
1	2	3	4	5	6	7	8
1	<i>Carychium minimum</i> Muller, 1774	+	+				
2	<i>C. tridentatum</i> (Risso, 1826)	+	+				
3	<i>Succinea putris</i> (Linnaeus, 1758)	+	+				
4	<i>Succinella oblonga</i> (Draparnaud, 1801)		+	+			+
5	<i>Oxyloma elegans</i> (Risso, 1826)				+		
6	<i>Cochlicopa lubrica</i> (Muller, 1774)	+	+	+			
7	<i>C. lubricella</i> (Ziegler in Porro, 1838)		+	+			
8	<i>C. nitens</i> (Gallenstein, 1852)		+	+			
9	<i>Acanthinula aculeata</i> (Muller, 1774)	+	+				
10	<i>Vallonia costata</i> (Muller, 1774)	+	+				+
11	<i>V. pulchella</i> (Muller, 1774)		+	+			+
12	<i>V. excentrica</i> (Sterki in Pilsbry, 1893)			+			+
13	<i>Pupilla muscorum</i> (Linnaeus, 1758)		+	+			
14	<i>Vertigo antivertigo</i> (Draparnaud, 1801)	+					
15	<i>V. pusilla</i> Muller, 1774	+	+				
16	<i>V. pygmaea</i> (Draparnaud, 1801)			+			
17	<i>V. substriata</i> (Jeffreys, 1830)	+					
18	<i>Vertilla angustior</i> (Jeffreys, 1830)	+	+				
19	<i>Columella edentula</i> (Draparnaud, 1805)	+	+				
20	<i>C. columella</i> (G. Martens, 1830)		+				
21	<i>Truncatellina cylindrica</i> (Ferussac, 1807)		+				
22	<i>Merdigera obscura</i> (Muller, 1774)		+				
23	<i>Chondrula tridens</i> (Muller, 1774)						+
24	<i>Cochlodina laminata</i> (Montagu, 1803)		+				
25	<i>Bulgarica cana</i> (Held, 1836)		+				
26	<i>Punctum pygmaeum</i> (Draparnaud, 1801)	+	+				
27	<i>Discus ruderatus</i> (Ferussac, 1821)	+	+				
28	<i>Aegopinella minor</i> (Stabile, 1864)		+				
29	<i>Perpolita petronella</i> (L. Pfeiffer, 1853.)	+	+				
30	<i>P. hammonis</i> (Strom, 1765)	+	+				
31	<i>Oxychilus alliarius</i> (Miller, 1822)				+		
32	<i>O. draparnaudi</i> (Beck, 1837)				+		
33	<i>Vitrina pellucida</i> (Muller, 1774)	+	+				
34	<i>Zonitoides nitidus</i> (Muller, 1774)	+	+	+		+	



1	2	3	4	5	6	7	8
35	<i>Euconulus fulvus</i> (Muller, 1774)	+	+				
36	<i>Cepaea vindobonensis</i> (C.Pfeiffer, 1828)			+	+		
37	<i>Fruticicola fruticum</i> (Muller, 1774)	+	+				
38	<i>Pseudotrachia rubiginosa</i> (A.Schmidt, 1853)	+	+	+		+	+
39	<i>Euomphalia strigella</i> (Draparnaud, 1801)	+	+	+		+	
40	<i>Limax maximus</i> Linnaeus, 1758					+	
41	<i>Deroceras agreste</i> (Linnaeus, 1758)		+			+	
42	<i>D. reticulatum</i> (Muller, 1774)					+	
43	<i>Arion fasciatus</i> (Nilsson, 1823)		+	+		+	
44	<i>Helix lucorum</i> Linnaeus, 1758				+		
45	<i>Helix pomatia</i> Linnaeus, 1758					+	

Большинство моллюсков, обнаруженных в городах распространены по всей области. В Пензе отмечены, как гигрофильные мягкотелые (*P. rubiginosa*, *Z. nitidus*, *C. nitens*), так и мезоксерофилы (*C. tridens*, *P. muscorum*, *V. excentrica*), но в основном малакофауна представлена мезофильными улитками.

В ходе работы были выявлены виды, не встречающиеся в других местах области (*O. alliarius*, *O. draparnaudi*, *C. vindobonensis*, *H. pomatia* и *H. lucorum*) и редкие (*M. obscura* и *C. columella*). Из них три – новые для Среднего Поволжья: *M. obscura*, *C. vindobonensis* и *H. lucorum*. Мердигера темная – стенобионтный вид отмечен в Арбековском лесопарке на участках менее подверженных рубкам из-за сильно пересеченной местности. *C. columella* – малоизученный вид на территории Пензенской области. В литературных источниках он отмечен для горного Крыма, Закавказья, горных систем Средней Азии и Сибири.

Пять видов сухопутных моллюсков из г. Пенза – инвазионные: *C. vindobonensis*, *H. lucorum*, *H. pomatia*, *O. alliarius*, *O. draparnaudi*. Первый вид в литературе указан для лесостепной и степной зон Восточно-европейской равнины, степей Крыма и предгорий Кавказа [13]. В Центральной части России нам известно обитание *C. vindobonensis* в окрестностях г. Орел [14], в Белгородской области, где он приурочен исключительно к реликтовым растительным сообществам [15] и в п. Инжавино Тамбовской обл. У нас особи цепи австрийской были найдены на пустыре в микрорайоне Арбеково. Второй вид, *H. lucorum*, живёт на территории Станции юннатов и граничащего с ней зоопарка. Естественный ареал этого моллюска – горный Крым, черноморское побережье Кавказа (к северу от Сочи), Колхидская низменность и окаймляющие горные хребты, Армения, Шемаха и Талыш [13]. В Пензу *H. lucorum*, вероятно, был завезён как коллекционный материал любителями или вместе с южными растениями. Оба вида неплохо прижились в городе, более того их численность постоянно растёт, так как хищников, представленных в естественном ареале, здесь у этих улиток нет. Факторы, ограничивающие их более широкое распространение, скорее всего, – изоляция мест обитания от природных биотопов и климатические условия естественных биотопов нашей области.

Остальные три инвазионных вида отмечены редкими находками в разных частях города (см. табл. 1). Отдельные их особи не формируют устойчивых популяций на территории Пензы.

**Лесопарк Заречного.** Этот массив отделен от окружающего его Ахунского леса сплошным забором, что ограничивает расселение моллюсков. Однако из города с током реки периодически выносятся отдельные особи улиток.

В лесопарке отмечен 21 вид наземных раковинных моллюсков из 13 семейств (см. табл. 1. Среди прибрежной растительности пруда живут янтарки, зараженные сосальщиком *Leucochloridium paradoxum*. Наибольшее разнообразие (19) и обилие (до 1729 экз./м<sup>2</sup>) улиток наблюдается в оврагах, где создаются особый микроклимат и скопления детрита [16]. Наименьшая плотность населения (от 634 экз./м<sup>2</sup>) приходится на ровные площадки смешанного леса, где преобладают сосны.

В качественных сборах на участке сосняка улитки вообще не обнаружены. Этот факт скорее объясняется малой пригодностью сосновых лесов для жизнедеятельности моллюсков: тонким слоем хвойной подстилки и наличием в ней веществ – танинов, препятствующих разложению хвои [17].

При сравнении с соседним, Ахунским лесом малакофауна лесопарка оказалась беднее (табл. 2). В различных биотопах города не обнаружены следующие виды: *S. oblonga*, *O. elegans*, *C. laminata*, *B. cana*, *C. nitens*, *C. lubricella*, *M. obscura*.

Таблица 2

Видовой состав наземных моллюсков в г. Заречном (З) и Ахунском лесу (А)

№	Вид	З	А	№	Вид	З	А
1	<i>Carychium minimum</i>	+	+	15	<i>V. pusilla</i>	+	+
2	<i>Carychium tridentatum</i>	+	+	16	<i>Vertilla angustior</i>	+	+
3	<i>Succinea putris</i>	+	+	17	<i>Columella edentula</i>	+	+
4	<i>Succinella oblonga</i>	–	+	18	<i>Merdigera obscura</i>	–	+
5	<i>Oxyloma elegans</i>	–	+	19	<i>Discus ruderratus</i>	+	+
6	<i>Cochlodina laminata</i>	–	+	20	<i>Punctum pygmaeum</i>	+	+
7	<i>Bulgarica cana</i>	–	+	21	<i>Zonitoides nitidus</i>	+	+
8	<i>Cochlicopa lubrica</i>	+	+	22	<i>Euconulus fulvus</i>	+	+
9	<i>C. nitens</i>	–	+	23	<i>Vitrina pellucida</i>	+	+
10	<i>C. lubricella</i>	–	+	24	<i>Bradybaena fruticum</i>	+	+
11	<i>Acanthinula aculeata</i>	+	+	25	<i>Pseudotrichia rubiginosa</i>	+	+
12	<i>Vallonia costata</i>	+	+	26	<i>Euomphalia strigella</i>	+	+
13	<i>Vertigo antivertigo</i>	+	+	27	<i>Perpolita hammonis</i>	+	+
14	<i>V. substriata</i>	+	+	28	<i>P. petronella</i>	+	+

В биотопах лесопарка средние показатели разнообразия моллюсков также ниже (854 экз./м<sup>2</sup>), чем Ахунского леса (1045 экз./м<sup>2</sup>). Здесь наблюдается ярко выраженное уменьшение плотности населения улиток на выровненных площадках леса относительно оврагов.

В то же время в Ахунском лесу такой чёткой зависимости числа и обилия видов от рельефа нет. Так наибольшая плотность моллюсков отмечена не в оврагах, как в городском лесу, а в небольших понижениях и старых участках леса (до 4320 экз./м<sup>2</sup>).

**Арбековский лесопарк г. Пензы.** В краевой зоне Арбековского лесопарка, на опушке которого строятся городские коттеджи, отмечено 32 вида наземных моллюсков (табл. 1). В основном они, предпочитают влажные места обитаний. В то же время виды *P. muscorum* и *T. cylindrica* обычны для открытых сухих или умеренно сухих биотопов. Условия жизни для моллюсков в Арбековском лесопарке на некоторых участках мало изменились после того, как его большая территория стала рекреационной зоной. Об этом свидетельствует и видовое богатство, и разнообразие сообщества гастропод, а также сохранение в менее измененных участках широколиственного леса таких стенобионтов, как *C. columella*, *M. obscura*, *C. laminata*, *B. cana*. Подобные малакокомплексы характерны для лесных биотопов области.

При выяснении степени изменения малакофауны в тех биотопах, которые были отделены от природной среды и вошли в состав города, высчитали степень сходства комплексов улиток Арбековского лесопарка и велотрека. Значение индекса Серенсена составило 48%. Общие для этих территорий следующие виды: *V. pulchella*, *P. muscorum*, *C. lubrica*, *C. nitens*, *Z. nitidus*, *P. rubiginosa*.

Сообщества моллюсков лесопарков микрорайона Арбеково и Заречного, принадлежащих разным лесным геоботаническим районам, отличаются (индекс Жаккара 60%). Следовательно, в каждом отдельном городе сообщество моллюсков формируется по своему сценарию в зависимости от населения окружающих его естественных биотопов.

**Велотрек.** В микрорайоне Арбеково на велотреке в количественных пробах отмечено 13 видов наземных моллюсков. На исследуемой площади наблюдается переход от умеренно сухих биотопов (сухой луг, посадка вязов) к влажным участкам (заболоченный луг и осинник). Поэтому на территории велотрека можно встретить как виды, хорошо переносящие засушливые периоды – *C. lubricella*, *V. excentrica*, *V. pygmaea*, *P. muscorum*, так и влаголюбивые – *C. nitens*, *Z. nitidus*, *P. rubiginosa*. Плотность населения здесь достаточно велика (на лугу до 1232 экз./м<sup>2</sup>), по сравнению с иными обследованными городскими местообитаниями моллюсков. Эти участки редко посещают горожане. В недалеком прошлом они входили в состав близлежащего луга и леса. Выпадение из этих сообществ мягкотелых видов, характерных для подобных биотопов, объясняется практически полной их изоляцией от природных мест обитания.

На территории велотрека, а также на близлежащем пустыре, обнаружена полиморфная популяция *C. vindobonensis*. Инвазионный вид впервые был отмечен здесь в 1998 году. С тех пор популяция увеличилась, и теперь отдельные особи встречаются далеко за его пределами: в соседних дворах, на велотреке, газонах вдоль автомобильной, железной дороги и на клумбах.

Степень сходства комплексов улиток велотрека и Арбековского лесопарка (индекс Серенсена) 48%. На велотреке, который изолирован от природной среды больше, чем лесопарк, малакофауна беднее. Общие для этих территорий только следующие виды: *V. pulchella*, *P. muscorum*, *C. lubrica*, *C. nitens*, *Z. nitidus*, *P. rubiginosa*. Виды, обнаруженные только на велотреке, по-видимому, обитатели ранее существовавших на этой территории степных биотопов.

**Ухтинка** – район на севере г. Пенза, где сохранились остепненные склоны и овраги. Рядом к жилым постройкам прилегают возделываемые огороды, поля, огороженные березовыми лесополосами. На склонах одного из оврагов, Попова в изобилии найдены раковины мезоксерофильного вида *Ch. tridens*. Этот моллюск характерен для степных биотопов лесостепной зоны, хотя в числе редких видов встречается и в Подмосковье. Хондрула трехзубая отмечена еще в четырех никогда не распахиваемых местах области. Вместе с ней в составе сообщества улитки хорошо переносящие дефицит влаги *S. oblonga*, *V. excentrica* и мезофильные *V. costata*, *V. pulchella*. На дне Попова оврага, где протекает ручей, сокрытый невысоким, редким ивняком, обитает гигрофильный моллюск *P. rubiginosa*. Таким образом, в Ухтинке обнаружено шесть видов мягкотелых с различными требованиями к уровню влаги, что обеспечивается благодаря особенностям овражных биотопов. Сохранение на склонах *Ch. tridens* стало возможным, из-за отсутствия прямого антропогенного влияния на среду его обитания.

**Парки.** Самое высокое число (13) и обилие (1530 экз./м<sup>2</sup>) видов моллюсков среди городских парков представлено в заброшенном овраге парка им. В.Г. Белинского. В другом парке Пензы, расположенном в заводском районе, видов улиток меньше (4) и обилие ниже (425 экз./м<sup>2</sup>). Здесь присутствует инвазионный вид *O. alliarius*.

В Восточном парке (г. Заречный) обнаружено четыре вида и достаточно высокое обилие (569 экз./м<sup>2</sup>) моллюсков. В этом парке имеется сеть небольших озер, что повышает общий уровень влажности участка в связи с чем, число благоприятных ниш для жизни наземных моллюсков возрастает. В Центральном парке г. Заречного, который со всех сторон окружен асфальтированными дорогами и, где ежегодно удаляется опавшая листва, ветки, моллюски не обнаружены. Парк испытывает огромную рекреационную нагрузку – половина его территории занята аттракционами, а в другой части, много тропинок, где люди отдыхают и выгуливают собак.

**Огороды и кладбища.** Такие агробиотопы, как огороды и клумбы, а также кладбища наиболее рукотворны, и между ними прослеживаются некоторые общие черты: земляные насыпи, искусственные посадки, почти полное отсутствие естественного травяного покрова и растительных остатков. На огородах и клумбах – это еще и периодический полив культурных растений, а соответственно и увлажнение почвы.

Здесь преобладают растительноядные виды, а в тех местах, где не производится уборка листьев влаголюбивые детритофаги. Чаще всего это синантропные виды слизней. Так на территории кладбища были обнаружены многочисленные слизни *L. maximus*, *D. reticulatum* и *A. fasciatus*. Первый вид предположительно завезен в город, поскольку отмечен только здесь. В огородах преобладает слизень *D. reticulatum*, реже встречаются *D. agreste* и *A. fasciatus*. Из улиток на огородах в частном секторе встречаются как мезоксерофильный *E. strigella* и мезофильный *F. fruticum*, так и гигрофильные *Z. nitidus* и *P. rubiginosa*. Сочетание видов с разными экологическими требованиями в пределах небольшого участка обусловлено созданием человеком (обработка почвы, полив, высадка пригодных в пищу моллюскам растений) разнообразных условий.

Таким образом, в связи с тем, что Пензенская область расположена в лесостепной зоне Среднего Поволжья, и здесь встречаются как лесные, так и характерные для степных участков виды моллюсков, эта особенность проявляется и в составе городской фауны. В то же время в городах меняется не только ландшафт и колебания влажности, но и такие условия, как освещенность, температура, источники пищи, поэтому здесь сильно преобразована привычная для улиток среда обитания. Сохранение преимущественно небольшого числа эврибионтных видов улиток и слизней приводит к значительному обеднению

и перестройке существующих экосистем; стенобионтные виды переходят в разряд редких и совсем исчезают из биоценозов.

В урбанизированных биотопах Пензы и Заречного обнаружено 45 видов наземных моллюсков. Из них в собственно городских экосистемах – только 27. Шесть новых видов появилось в результате антропохории. Наибольшее число видов и обилие моллюсков наблюдается в биотопах, наиболее приближенных к естественным, и/или имеющих связь с ними. Малакофауна расположенных даже рядом городов может существенно отличаться, из-за различной истории их формирования (различие исходных биотопов и сообществ, условия застройки и пр.). В наиболее обедненных детритом биотопах (огороды, клумбы, кладбища) преобладают синантропы и растительностные эврибионты. В связи с тем, что г. Заречный и микрорайон Арбеково г. Пензы относительно молодые, видовой состав наземных моллюсков еще достаточно богат. Однако наблюдаются явные тенденции к его уменьшению, вплоть до полного выпадения большинства аборигенов этих территорий.

### Список литературы

1. Клауснитцер Б. Экология городской фауны. – М.: Мир, 1990. – 246 с.
2. Гребенников М.Е. Почвенные моллюски в зоне влияния Среднеуральского медеплавильного завода // Материалы 4 (14) Всерос. совещ. по почвенной зоологии «Экологическое разнообразие почвенной биоты и биопродуктивность почв». – Тюмень, 2005. – С. 94-95.
3. Шиков Е.В. Фауна наземных моллюсков населенных пунктов Валдайской возвышенности и сопредельных территорий // Зоол. ж. – 1979. – Т. 58, № 7. – С. 969-976.
4. Шилейко А.А. Наземные моллюски (Mollusca, Gastropoda) Московской области // Почвенные беспозвоночные Московской области. – М.: Наука, 1982. – С. 144-169.
5. Сачкова Ю. В., Валкин И. Ю., Валкин Ю. М. Материалы по фауне наземных брюхоногих моллюсков (Mollusca, Gastropoda) Ульяновской области // Природа Симбирского Поволжья. – Ульяновск, 2001. – Вып. 2. – С. 134-140.
6. Шахматова Р. А., Подолецкая С. В. К изучению фауны наземных моллюсков Нижегородской области // Зоологические исследования в регионах России и сопредельных территорий. Материалы Международной конференции. – Н. Новгород: НГПУ, 2002. – С. 55-63.
7. Удалой А.В., Новиков Е.А. Фауна наземных моллюсков антропогенных ландшафтов г. Томска и прилегающих территорий // Современные проблемы и достижения аграрной науки в животноводстве, растениеводстве и экономике. Сборник трудов региональной науч.-практ. конф. посвящ. 10-летию Томского с.-х. института НГАУ. – Томск: ТСХИ, 2003. – С. 209-213.
8. Сверлова Н.В., Хлус Л.Н., Крамаренко С.С. и др. Фауна, экология и внутривидовая изменчивость наземных моллюсков в урбанизированной среде. – Львов: Государственный природо-ведческий музей НАН Украины, 2006. – 226 с.
9. Иванькова А.Ф., Земоглядчук К.В. Наземные моллюски в урбанизированных и природных ландшафтах Брестского района // Влияние антропогенных факторов на состояние и динамику экосистем Полесья. – Брест: БрГУ им. А.С. Пушкина, 2001. – С. 123.
10. Булавкина О.В. Материалы по фауне наземных раковинных моллюсков Пензенской области (Часть 1) // Известия Пензенского государственного педагогического университета имени В.Г. Белинского. Сектор молодых ученых. – Пенза: ПГПУ, 2007. – № 3 (7). – С. 263-267.
11. Булавкина О.В., Стойко Т.Г. Дополнения к фауне наземных моллюсков (Pulmonata, Gastropoda) Среднего Поволжья (Пензенская область) // Поволжский экологический журнал, 2007. – № 3. – С. 245-249.
12. Лихарев И.М., Раммельмейер Е.С. Наземные моллюски фауны СССР. – М.; Л.: АН СССР, 1952. – 511 с.
13. Кантор Ю.И., Сысоев А.В. Каталог моллюсков России и сопредельных стран. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2005. – 625 с.
14. Николаев В.А., Наземные моллюски центра Среднерусской возвышенности // Вопросы биологии животных. – Курск: Курский госпединститут, 1974. – Т. 29 (122). – С. 143-151.
15. Снегин Э.А. Использование видов наземных моллюсков в качестве индикаторов реликтовых ценозов // Вестник Житомирского педагогического университета. – Житомир: ЖДУ им. И. Франка, 2002. – Вып. 10. – С. 128-129.
16. Шиков Е.В. Влияние рельефа и озёрно-речной сети на современное распространение моллюсков в центре Русской равнины // Новые данные по систематике и экологии моллюсков. – Л.: АН СССР, 1985. – С. 44-66.
17. Байдашников А.А. Наземные моллюски Закарпатской области и их распространение по основным ландшафтам и растительным сообществам // Новые данные по систематике и экологии моллюсков. Тр. Зоол. ин-та АН СССР. – Л.: АН СССР, 1985. – Т. 135. – С. 44-66.



## THE MALACOFUNA OF PENZA AND ZARECHNY TOWNS (MIDDLE VOLGA REGION, FOREST-STEPPE NATIVE ZONE)

O.V. Bulavkina,  
T.G. Stoiko

*Penza V.G. Belinsky State  
Pedagogical University*

*Lermontova Str., 37, Penza,  
440026, Russia*

*e-mail: tgstojko@mail.ru*

Forty five species of terrestrial mollusks were found in urban biotopes of Penza and Zarechny. Among them only 27 species are dwelling in towns. Six new species appeared in the towns as a result of antropohory. The species diversity and abundance of mollusks are highest in biotopes, which are close to natural places and /or have connections with them. The malacofauna of towns, which are situated close to each other, may be different because of different history of their formation. Sinantropes and everybiont species, which eat predominately grass, are prevalent in the biotopes poorest in detrit. Since towns Zarechny and Penza (Arbecovo-district) are young the number of species of terrestrial mollusks is rather high. However there is an evident trend of decreasing community complexity up to absolute fall out of most of aborigine species from this territory.

Key words: urban environment, malacofauna, terrestrial mollusks, invasion species.

## СООБЩЕСТВА ПАУКОВ (ARANEI) ПОМЕЩЕНИЙ НЕКОТОРЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ И ЖИЛЫХ ДОМОВ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЛАНДШАФТНОГО РАЙОНА г. ЧЕРНОВЦЫ

**М.М. Федоряк<sup>1</sup>,  
Л.В. Брушневская<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Черновицкий национальный университет им. Ю. Федьковича

Украина, 58002, г. Черновцы,  
ул. Л. Украинки, 25

e-mail: mariyafed@yahoo.com

<sup>2</sup>Государственная экологическая инспекция в Черновицкой области

Украина, 58000, г. Черновцы,  
ул. Маяковского, 25  
e-mail: ecoinsp@chv.ukrpack.net

В составе сообществ пауков исследованных помещений различного предназначения выявлено не менее 50 видов (34 определены до вида, 16 – до рода по ювенильным экземплярам) из 28 родов и 17 семейств, в том числе 42 – в жилых домах, 25 видов – в помещениях предприятий. Проанализирована структура сообществ пауков; указаны специфические для помещений промышленных предприятий и жилых домов виды. Наиболее перспективными видами для биоиндикации техногенного загрязнения воздуха помещений следует считать виды рода *Pholcus* Walckenaer, 1805.

Ключевые слова: Aranei, сообщества, помещения, предприятия.

### Введение

Исследование сообществ пауков европейских городов начато во второй половине XX века [1-5]. Этот вопрос менее изучен для территории бывшего Советского Союза, и только отдельные работы посвящены исследованию аранеокомплексов жилых и хозяйственных построек Украины [6-8]. Работы, касающиеся изучения пауков помещений промышленных предприятий, нам не известны. В то же время ускорение темпов урбанизации, влияние промышленных предприятий на состояние воздушных бассейнов городов, сокращение биологического разнообразия, необходимость поиска животных-биоиндикаторов состояния окружающей среды обуславливают актуальность подобных исследований.

### Объекты и методы исследования

Исследования проводили на основе материала, собранного в осенне-летний период 2007-2008 годов в производственных и административных помещениях, складах и других помещениях трех предприятий, а также жилых домов (ЖД) Центрального ландшафтного района г. Черновцы. По данным статистического ежегодника Украины, население г. Черновцы, по состоянию на 2006 год, составило 243 тыс. человек, площадь – свыше 153 км<sup>2</sup>. Город находится на границе раздела двух физико-географических областей – Прут-Днестровского междуречья (Лесостепная природная зона) и Прикарпатья (Украинские Карпаты), в средних широтах умеренного пояса между 48°15'-48°24' с. ш. и 25°52'-26°00' в. д. Среднегодовая температура составляет 7.9°C. Особенностью г. Черновцы, определяющей характер загрязнения и формирования геохимических аномалий, является наличие предприятий, формирующих промышленные узлы и микрорайоны в пределах ландшафтных районов города [9], в одном из которых – Центральном – были проведены наши исследования.

Исследовали производственные и непроизводственные помещения следующих предприятий: ОАО «Черновицкий хлебокомбинат №1» (ОАО ЧХК), ОАО «Черновицкий завод «Индустрия»» (ОАО ЧЗИ), ОАО «Кирпичный завод №1» (ОАО КЗ № 1). Указанные предприятия выбрасывают в атмосферу 10 (ОАО КЗ № 1), 11 (ОАО ЧЗ «Индустрия») и 13 (ОАО ЧХК) загрязняющих веществ и принадлежат к первой, третьей и второй группам опасности соответственно.

### Результаты и их обсуждение

В составе сообществ пауков исследованных помещений различного предназначения нами выявлено 50 видов из 28 родов и 17 семейств, в том числе 25 видов – в помещениях предприятий, 42 – в жилых домах (табл. 1). Номенклатура таксонов дана по N.I. Platnick [10].

Таблица 1

#### Индекс относительного обилия (Ia) при сравнении сообществ пауков помещений промышленных предприятий и жилых домов

Вид	Доля вида в населении пауков (%)				Ia
	"ЧХК №1"	"ЧЗИ"	"КЗ №1"	ЖД	
1	2	3	4	5	6
Scytodidae					
<i>Scytodes thoracica</i> (Latr., 1802)		0.9	0.5	2.0	0.1-1
Pholcidae					
<i>Pholcus alticeps</i> Spassky, 1932		12.2		2.4	12.5
<b><i>Ph. opilionoides</i> (Schrank, 1781) <sup>a</sup></b>		0.9	0.5		0.1-1
<i>Ph. phalangoides</i> (Fuess., 1775)	77.0	25.2	29.7	43.6	100.0
<b><i>Ph. ponticus</i> Thorell, 1875</b>	0.8		8.6		0.1-1
Dysderidae					
<i>Harpactea rubicunda</i> (C.L. Koch, 1838)			0.5	0.2	0.1-1
Nesticidae					
<b><i>Nesticus cellulanus</i> (Clerck, 1758)</b>		10.4			6.3
Theridiidae					
<i>Achaeearanea tepidariorum</i> (C.L. Koch, 1841)	5.6	25.2	9.0	5.2	25.0
<i>Steatoda castanea</i> (Clerck, 1758)	1.6	4.4	10.1	8.9	25.0
<i>St. grossa</i> (C.L. Koch, 1838) <sup>б</sup>				8.1	0.1
<i>St. bipunctata</i> (Linn., 1758)				1.2	0.1
<i>St. paykulliana</i> (Walck., 1806)				0.6	0.1
<i>St. triangulosa</i> (Walck., 1802)	6.4	5.2	1.4	1.8	0.1-1
<i>Steatoda</i> sp. Sundevall, 1833	1.6	0.9	0.5	1.2	0.1-1
<i>Theridion</i> sp. Walck., 1805			0.5		0.1
Linyphiidae					
<i>Lepthyphantes leprosus</i> (Ohlert, 1867)	0.8			6.9	0.1-1
<i>L. nebulosus</i> (Sund., 1830)			0.9	0.2	0.1-1
<i>Lepthyphantes</i> sp. Menge, 1866			0.9	0.2	0.1-1
<i>Linyphia triangularis</i> (Clerck, 1758)				0.4	0.1
<i>Neriere montana</i> (Clerck, 1758)				0.2	0.1
<i>Neriere</i> sp. Blackwall, 1833		0.9		0.2	0.1-1
<i>Diplostyla concolor</i> (Nider, 1834)				0.2	0.1
<i>Episinus</i> sp. Walck. in Latr., 1809		0.9			0.1
<i>Erigone dentipalpis</i> (Wider, 1834)				0.2	0.1
Tetragnathidae					
<i>Metellina segmentata</i> Clerck, 1758				0.4	0.1
<i>Metellina</i> sp. Chamb. et Ivie, 1941				0.2	0.1
Araneidae					
<i>Araneus marmoreus</i> Clerck, 1758				0.2	0.1
<i>Araneus</i> sp. Clerck, 1758				0.8	0.1
<i>Zilla</i> sp. C.L. Koch, 1834				0.2	0.1
Pisauridae					
<i>Pisaura mirabilis</i> (Clerck, 1758)				0.4	0.1
Agelenidae					
<i>Agelena</i> sp. Walck., 1805				0.4	0.1
<i>Tegenaria agrestis</i> (Walck., 1802)				0.2	0.1
<i>T. atrica</i> C.L. Koch, 1843				0.2	0.1
<i>T. domestica</i> (Clerck, 1758)		0.9	20.7	5.1	18.8
<i>T. pagana</i> C.L. Koch, 1840				0.2	0.1
<b><i>T. ferruginea</i> (Panzer, 1801)</b>			8.6		0.1

1	2	3	4	5	6
<i>Tegenaria</i> sp. Latr., 1804	4.0	6.1	6.8	2.4	0.1-1
Dictynidae					
<b><i>Dictyna civica</i> (Lucas, 1849)</b>	0.8				0.1
<i>Nigma</i> sp. Lehtinen, 1967				0.2	0.1
Amaurobiidae					
<i>Amaurobius ferox</i> (Walck., 1830)		4.4		0.2	0.1-1
<i>Amaurobius</i> sp. C.L. Koch, 1837				0.2	0.1
Anyphaenidae					
<u><i>Anyphaena accentuata</i> (Walck, 1802)</u>				0.2	0.1
Clubionidae					
<i>Clubiona</i> sp. Latreille, 1804	0.8			0.6	0.1-1
<u><i>Cheiracantium mildei</i> L. Koch, 1864</u>				0.8	0.1
<i>Cheiracantium</i> sp. C.L. Koch, 1839				0.4	0.1
Philodromidae					
<u><i>Philodromus cespitum</i> (Clerck, 1757)</u>				0.2	0.1
<i>Philodromus</i> sp. Walck., 1826				0.2	0.1
Lycosidae					
<i>Pardosa</i> sp. C.L. Koch, 1847	0.8	0.9	1.4	2.6	0.1-1
Salticidae					
<u><i>Sitticus pubescens</i> (Fabr., 1775)</u>				0.2	0.1
<i>Sitticus</i> sp. Simon, 1901		0.9	0.5		0.1-1

а – жирным шрифтом выделены виды, специфичные для помещений предприятий;

б – подчеркиванием выделены виды, специфичные для помещений жилых домов.

Значения индекса относительного обилия  $I_a$  по [11] показывают, что в помещениях промышленных предприятий Центрального микрорайона города к видам, встречающимся повсеместно и везде обильным ( $I_a = 20.1-100.0$ ) принадлежат: *Ph. phalangioides* (Pholcidae), *Ach. tepidariorum* и *St. castanea* (Theridiidae). К видам, встречающимся повсеместно и локально многочисленным ( $I_a = 10.1-20.0$ ) принадлежат *Ph. alticeps* и *T. domestica*.

Среди перечисленных видов (табл. 1), семнадцать удалось обнаружить только в жилых домах и ни разу – в помещениях предприятий. Следует, однако, отметить, что большинство находок указанных видов были единичными и их, вероятно, следует считать случайными членами сообществ, попавшими из соседних биотопов. При этом представители только трех видов составляли от 1 % до 8 % общего количества собранных пауков: *Ch. mildei* (3 ♂, 1 ♀), *St. bipunctata* (1 ♀, 5 juv), *St. grossa* (16 ♂, 7 ♀, 18 juv). В то же время 5 видов пауков было обнаружено нами исключительно в помещениях предприятий: *D. civica* (1 ♂), *N. cellulanus* (2 ♂, 1 ♀, 9 juv), *Ph. opilionoides* (2 ♀), *Ph. ponticus* (3 ♂, 10 ♀, 12 juv), *T. ferruginea* (1 ♂, 5 ♀, 13 juv). При этом *D. civica* выявлена в единичном экземпляре на «ЧХК № 1». *N. cellulanus* и *T. ferruginea* обнаружены в составе сообществ пауков отдельных предприятий – «ЧЗ Индустрия» и «КЗ № 1» соответственно. Указанные виды рода *Pholcus* выявлены на 2 из 3 обследованных предприятий. Таким образом, наиболее перспективными видами для исследования с целью применения в качестве биоиндикаторов техногенного загрязнения воздуха помещений следует считать *Ph. opilionoides* и *Ph. ponticus*.

Структуру сообществ пауков помещений предприятий и жилых домов Центрального промышленного микрорайона г. Черновцы анализировали с помощью общепринятых при проведении эколого-фаунистических исследований индексов [12, 13] (табл. 2).

Приведенные индексы отображают особенности структуры исследованных сообществ, главной из которых можно считать наибольшее число видов, обитающих в жилых домах, и обуславливающее максимальный показатель видового разнообразия Шеннона для этих сообществ ( $H_i=2.3$ ). Максимальным показателем индекса видового разнообразия Симпсона характеризуются сообщества пауков «ЧЗ Индустрия» и «КЗ № 1», в со-



стае которых при значительно меньшем числе видов доля немногочисленных видов также значительно ниже (~50 % против 76 % в жилых домах). Существенное количественное преобладание в сообществах пауков помещений промышленных предприятий немногих обильных видов проявляется высокими значениями индекса доминирования на фоне относительно низких показателей индекса выровненности. Так, для «ЧХК № 1», где из 126 экземпляров 11 видов 97 – *Ph. phalangioides*, значение индекса доминирования Симпсона максимально, а индекса выровненности Пиелу – минимально для исследованных помещений.

Таблица 2

**Структура сообществ пауков помещений исследованных промышленных предприятий и жилых домов**

Помещения	Число видов	Индекс видового разнообразия Шеннона (H <sub>i</sub> )	Индекс видового разнообразия Симпсона	Индекс доминирования Симпсона	Индекс выровненности Пиелу
ОАО «Черновицкий хлебокомбинат»	11	0.99	1.66	0.60	0.41
ОАО «Черновицкий завод «Индустрия»»	16	2.11	6.11	0.16	0.76
ОАО «Кирпичный завод №1»	17	1.79	5.74	0.18	0.63
Жилые дома	42	2.29	4.58	0.22	0.61

Сопоставление биотопов по видовому составу их аранеофаун проведено с помощью коэффициента сходства Жаккара по [12] (табл. 3).

Таблица 3

**Показатели коэффициента сходства Жаккара исследованных аранеокомплексов**

Помещения	ОАО «ЧХК»	ОАО «ЧЗИ»	ОАО «КЗ № 1»	Жилые дома
ОАО «Черновицкий хлебокомбинат»		7	8	9
ОАО «Черновицкий завод «Индустрия»»	0.35		11	12
ОАО «Кирпичный завод № 1»	0.40	0.50		12
Жилые дома	0.21	0.26	0.26	

В правом верхнем углу – количество общих видов, в левом нижнем – значение коэффициента сходства Жаккара

Установлено, что фауна жилых домов обладает наибольшей специфичностью. Максимальным сходством обладают сообщества пауков «ЧЗ Индустрия» и «КЗ № 1».

**Выводы**

1. В составе сообществ пауков исследованных помещений различного предназначения выявлено 50 видов из 28 родов и 17 семейств, в том числе 42 – в жилых домах, 25 – в помещениях предприятий.

2. Специфическими для помещений исследованных предприятий Центрального ландшафтного района г. Черновцы являются: *T. ferruginea*, *N. cellulanus*, *Ph. ponticus*. Наиболее перспективными видами для использования в качестве биоиндикаторов техногенного загрязнения воздуха помещений следует считать виды рода *Pholcus* Walckenaer, 1805.

**Список литературы**

1. Vaselova-Zdarkova E. Synanthrope spinnen in der Tschechoslowakei // Scenk. Boil. – 1966. – N 47 (1) Frankfurt am Main. – S. 73-75.



2. Schaefer M. Welche Faktoren beeinflussen die Existenzmöglichkeit von Artropoden eines Stadtparks – untersucht am Beispiel der Spinnen (Araneida) und Weberknechte (Opilioniada) // Faun.-okol. Mitt. – 1973. – № 4. – S. 305-318.
3. Heimer S. Zur Spinnenfauna eines Gartens am ostlichen Stadtrand von Altenburg // Abh. Ber. Naturkundl. Mus. «Mauritanum» Altenburg. – 1978. – № 10. – S. 171-180.
4. Okologisch-faunistische Untersuchungen an Araneae in Grunanlagen Leipzigs / R. Koslowski, B. Kuckelkorn, B. Pfuller und and. // Wiss. Z. Karl-Marx-Univ., Leipzig, Math.-Naturwiss. R. – 1980. – Bd. 29. – S. 561-566.
5. Spiders (Arachnoidea, Aranei) of Warsaw and Mazovia / E. Krzyzanowska, A. Dziabaszewski, B. Jackowska, W. Starega // Memorabilia Zool. – 1981. – Vol. 34. – P. 87-110.
6. Леготай М.В. Комплекс синантропных пауков Закарпаття // III съезд Укр. энтомолог. общ.-ва. Тез. докл. – Киев, 1987. – С. 109-110.
7. Евтушенко К.В. Эвсинантропные пауки Черниговского полесья // Известия Харьковско-го энтомологического общества. – 2000. – Т. 8, вып. 2. – С. 184-185.
8. Ковблюк Н.М. Пауки жилищ человека в Крыму // Актуальные вопросы современной биологии. – Симферополь: Таврия, 2000. – С. 82-83.
9. Ландшафти міста Чернівці: Монографія / За редакцією В.М. Гуцуляка. – Чернівці: Руга, 2006. – 168 с.
10. Platnick N.I. 2008 The world spider catalog, version 8.0. American Museum of Natural History, online at <http://research.amnh.org/entomology/spiders/catalog/index.html>
11. Березин М.Б., Бейко В.Б., Березина Н.В. Анализ структурных изменений населения шмелей (*Bombus*, *Apidae*) Московской области за последние 40 лет // Зоол. журн. – 1996. – Т. 75, вып. 2. – С. 212-219.
12. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. – М.: Мир, 1992. – 184 с.
13. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. – М.: Наука, 1982. – 287 с.

## COMMUNITIES OF SPIDERS (ARANEI) OF SOME ENTERPRISES AND DWELLING BUILDINGS OF CENTRAL LANDSCAPE REGION OF CHERNOVTSY CITY

M. Fedoriak<sup>1</sup>,  
L. Brushnivs'ka<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Ju. Fedkovich Chernivtsi  
National University*

*L. Ukrainki Str., 25, Chernovtsi,  
58002, Ukraine  
e-mail: mariyafed@yahoo.com*

<sup>2</sup> *State ecological inspection in  
Chernivtsi region*

*Maiakovskogo Str., 25, Chernovtsi,  
58000, Ukraine  
e-mail: ecoinsp@chv.ukrpack.net*

50 species (34 were identified till species level, 16 – till generic according to juveniles) from 28 genera and 17 families were found in the spider communities of buildings of industrial enterprises and dwellings of central landscape region of Chernovtsi city, among them 42 were in dwelling houses and 25 – in enterprises. The structure of investigated communities has been analyzed. The specific species for buildings of industrial enterprises and dwellings are indicated, some of them could be suggested as bioindicators of air pollution.

Key words: Aranei, communities, buildings, enterprises.

## ЭКОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ПОЛИМОРФИЗМ ИМАГО КОЛОРАДСКОГО ЖУКА НА ТЕРРИТОРИИ БАШКОРТОСТАНА<sup>1</sup>

**Г.В. Беньковская**

*ГУ РАН Институт  
биохимии и генетики  
Уфимского научного центра*

*Россия, 450054, Уфа,  
пр. Октября, 71*

*e-mail: bengal2@yandex.ru*

Фенетический анализ ряда выборок имаго колорадского жука, собранных на территории Башкортостана, с использованием фенотипического рисунка покровов имаго показал, что по интегральному признаку интенсивности меланизации можно выделить три основных морфотипа, определяемых как ахромисты (А-тип), меланисты (М-тип) и промежуточный тип (П-тип). Сопоставление данных по динамике частот встречаемости морфотипов с данными по изменению уровня чувствительности к инсектицидам из классов ФОС и пиретроидов показало, что за прошедшие годы на территории Башкортостана наблюдался ускоренный рост как резистентности, так и доли ахромистов в составе популяций вида. Это обстоятельство привело к предположению о лежащих в основе наблюдаемого феномена адаптивных преимуществах, присущих А-типу имаго. Для проверки этого предположения в ряде экспериментов и наблюдений получены данные, характеризующие основные морфотипы с позиции оценки их адаптивности.

Ключевые слова: колорадский жук, полиморфизм, морфотипы, адаптивность.

### Введение

Полиморфизм и его функциональное значение в расселении колорадского жука на территории евразийского континента привлекают внимание к себе в первую очередь в связи с попытками повышения точности прогнозов развития и распространения резистентности у этого вида к средствам защиты растений. Стремительное завоевание им новых территорий и многократное нарастание численности этого вида классифицируется как уникальный по своим масштабам и последствиям «экологический взрыв» [1].

На многих примерах было показано, что отдельные, иногда мелкие особенности и признаки оказывают влияние на адаптивный потенциал особей, отражаясь на их жизнеспособности и плодовитости. Гены и генетические комплексы, контролирующие проявление этих признаков, считаются плейотропными. Для многих из них генетические основы раскрыты не до конца, и перспективы изучения их еще очень велики. Количественные признаки, к которым относится и степень пигментации покровов животных, обеспечиваются активностью ряда полиморфных генов [2, 3]. Рисунок покровов взрослого колорадского жука – один из таких признаков.

Многими исследователями отмечена связь уровня устойчивости колорадского жука к современным инсектицидам с особенностями окраски покровов имаго [4-9]. Результаты многолетних наблюдений и экспериментов свидетельствуют о том, что изменчивость рисунка покровов имаго имеет наследственную основу, однако очевидно, что этот признак контролируется несколькими сложными генетическими системами [10-13]. Анализ отдельных вариаций элементов рисунка покровов имаго привел нас к мысли о сбалансированном полиморфизме по признаку степени меланизации в природных популяциях, сопряженном с дифференциацией жизненных стратегий особей, относящихся к трем выделенным морфотипам – меланистам, ахромистам и промежуточному типу [14, 15]. Динамика соотношения частот встречаемости свидетельствовала о нарастании доли ахромистов в составе населения колорадского жука на территории Башкортостана, одновременно с которым был отмечен рост уровня резистентности к фосфорорганическим и пиретроидным инсектицидам [9, 16]. Полученные доказательства повышенной относительной приспособленности имаго, относящихся к морфотипу ахромистов (А-тип), к воздействию инсектицидов, заставили выдвинуть предположение о существовании ряда различий в эколого-физиологических характеристиках морфотипов. Работа посвящена проверке этого предположения.

<sup>1</sup> Работа выполнена при частичной грантовой поддержке РФФИ: №08-04-97015-р\_поволжье\_a.

### Объект и методы исследования

Методы наблюдений в природных условиях.

*Фенологические учеты выхода имаго.* Изменения частот встречаемости имаго всех выделяемых морфотипов оценивали в полевых условиях на частных посадках картофеля в Иглинском районе, методом маршрутного учета. Имаго собирали с растений картофеля по диагональной линии участка через каждые 10-15 метров в начале периода массового выхода имаго летней генерации и через неделю. Общий объем выборки при трехкратной повторности в каждом учете составлял не менее 70 особей. Для собранных имаго проводили феногетический анализ и рассчитывали доли каждого морфотипа.

*Оценка ассортативности спаривания имаго.* Во время маршрутного учета с растений собирали спаривающихся имаго. Феногетический анализ проводили отдельно для каждой пары.

*Учет распределения имаго по ярусам.* Было выбрано 3 модельных участка картофеля, по 10 растений на каждом. Верхний ярус каждого растения определялся на высоте от 50 до 100 см. от уровня почвы, нижний – от уровня почвы до 50 см. На каждом растении в период массового выхода и откладки яиц перезимовавшими имаго проводили сбор особей по ярусам с последующим феногетическим анализом.

Методы лабораторных экспериментов.

*Оценка реакции на освещение.* При оценке реакции на освещение жуков распределяли по чашкам Петри (по 5 жуков в каждой чашке, 3х-кратная повторность для каждого морфотипа), сверху прикрытым темной бумагой. Через 10 минут бумагу убрали и в течение 5 минут наблюдали за реакцией жуков (определяли направленность движения по отношению к источнику света). Рассчитывали количество движущихся к источнику света имаго для каждой минуты наблюдений.

*Оценка реакции на пищевой стимул.* При оценке реакции на пищевой стимул использовали Т-лабиринт, в который помещали каждого жука отдельно и наблюдали за его поведением. Регистрировали начало двигательных реакций и время, за которое он добрался до корма. Для каждого морфотипа в эксперименте было взято по 5 особей.

*Оценка физиологических реакций на температурные стрессы.* Имаго колорадского жука подвергали кратковременным температурным стрессам (+50°C или -10°C). При оценке реакции на тепловой стресс жуков индивидуально сажали в чашку Петри, которую помещали в термостат с прозрачной дверцей и наблюдали за поведением. Регистрировали время наступления фазы гиперактивности и теплового оцепенения. После наступления теплового оцепенения экспозицию прекращали. Гибель учитывали через сутки.

При оценке реакции на холодовой стресс жуков индивидуально сажали в чашку Петри и помещали в холодильную камеру на 5 минут. После прекращения экспозиции регистрировали время начала двигательной реакции, восстановление двигательной активности, полный выход из оцепенения. Выживаемость учитывали через сутки.

В каждом эксперименте для каждого морфотипа брали имаго в 5-кратной повторности (1 особь/чашка Петри).

*Оценка чувствительности к действию инсектицидов.* Чувствительность перезимовавших имаго колорадского жука, собранных в июне 2006 г. в 15 районах Республики Башкортостан, к действию инсектицидов в диагностических концентрациях оценивали в лабораторных экспериментах. Диагностические концентрации (соответствуют удвоенной концентрации, при которой гибель обработанной группы составляет 95%) подбирали в предварительных лабораторных экспериментах. Имаго обрабатывали топикальным методом рабочими растворами инсектицидов в дозе 1 мкл / особь. Растворы наносили микрошприцем марки МШ-1 в выемку на переднегрудь имаго. После обработки насекомых рассаживали в чашки Петри по 20 особей в двух повторностях для каждого варианта обработки. Обработанных жуков кормили чистыми листьями картофеля. Учет гибели вели через 72 часа. При этом описывали морфотипы выживших, погибших и парализованных имаго.

В экспериментах использовались инсектициды из разных групп:

- пиретроиды: дельтаметрин (децис КЭ, 25 г/л, Авенгис Кроп Саенсис Г.м.б.х., Германия), эсфенвалерат (сэмпей, КЭ 50 г/л; Ниппон Сода, Япония), λ – цигалотрин (каратэ, КЭ 50 г/л, Байер Кроп Сайенс АГ, Германия).

- фосфорорганические инсектициды: фосмет (фталофос, КЭ 20%), малатион (карбофос) СП (100 г/кг; ФГУП ВНИИХСЗР), пиримифос-метил (актеллик, КЭ 500 г/л; Сингента Кроп Протекшн АГ, Австрия).
- нерестиоксины: бенсултап (банкол, СП 50%; Takeda Chemical Industries Ltd., Япония).
- неоникотиноиды: тиаметоксам (актара, ВДГ 250 г/кг; Сингента Кроп Протекшн АГ, Австрия), ацетамиприд (моспилан, РП 200 г/кг, Ниппон Сода ЛТД, Япония).
- фенилпиразолы: фипронил (регент, КЭ 25 г/л, Сингента Кроп Протекшн АГ, Австрия).

*Измерение фенолоксидазной активности и уровня содержания катехоламинов.*

Измерение ДОФА-оксидазной активности. В работе использовался модифицированный метод оценки фенолоксидазной активности Е. Ю. Животенко и др. [17]. Гемолимфу имаго колорадского жука в экстрагирующем буфере трис-НС1 0.05 М, рН 7.5, 1 мМ дитиотрейтола (ДТТ, Мерск, Германия) и 0.05 мл/л тритона X-100 (Triton X-100, Мерск, Германия) при соотношении количества биоматериала и экстрагирующего буфера (трис-НС1 0.05 М, рН 7.2) 1:20 центрифугировали 10 мин при 12000 г на центрифуге К-24. В супернатанте определяли содержание белка по методу Бредфорда [18] и ДОФА-оксидазную активность. Реакционная смесь для измерения ДОФА-оксидазной активности состояла из 3 мл 0.05 М Na-ацетатного буфера, рН 5.0, содержащего L-β-3,4-дигидроксифенилаланин (L-DOPA, ICN Biomedical Inc., США) в количестве 1 мг/мл. Реакцию начинали добавлением к смеси 50 мкл гомогената, инкубация длилась 5 мин при 37°C. Количество образовавшегося в результате реакции дофахрома измеряли на спектрофотометре СФ-46 при 475 нм. ДОФА-оксидазную активность выражали приростом оптической плотности в минуту в перерасчете на концентрацию белка (ед. акт./мин·мг белка).

Измерение активности тирозиназы. Для определения активности тирозиназы использовался аналогичный спектрофотометрический метод. В реакционную смесь в качестве субстрата вносили L-тирозин (1 мг/мл) (L-tyrosine, Merck, Германия), инкубация длилась 30 мин.

Определение уровня содержания катехоламинов. Проводили в гомогенатах, как целых особей, так и отдельных органов и тканей, при соотношении количества биоматериала и экстрагирующего буфера (трис-НС1 0.05 М, рН 7.2) 1:20 по модифицированной нами методике Н.А. Вилковой [19]. При этом гомогенат после центрифугирования в количестве 100 мкл вносили в 1.5 мл дистиллированной воды, добавляли 1.5 мл 0.1 М раствора NaOH, после встряхивания вносили 0.25 мл раствора Фолина (Folin-Ciocalteu's phenol reagent, Merck, Германия), предварительно разбавленного в 10 раз. Измерения проводили на спектрофотометре СФ-46 при длине волны 750 нм, в качестве контроля использовали ту же реакционную смесь без внесения гомогената (его заменяли равным количеством экстрагирующего буфера). Для расчета концентрации катехоламинов в растворе предварительно построена калибровочная кривая по адреналину.

Вычисление средних величин с ошибкой, определение достоверности различия по критерию Стьюдента проводили принятыми методами [20].

## Результаты и их обсуждение

Развитие имаго, относящихся к морфотипам ахромистов и меланистов, в природных условиях проходит с разной скоростью, о чем свидетельствуют результаты фенологических учетов выхода из почвы особей летней генерации.

Сравнение частот встречаемости имаго выделенных морфотипов при учетах с промежутком в 7 суток могло помочь установить, с одинаковой ли скоростью происходит в природных условиях развитие особей, относящихся к разным морфотипам.

Результаты учетов представлены в табл. 1.

Таблица 1

### Результаты фенологических учетов выхода имаго колорадского жука летней генерации

№ учета	Доли морфотипов, %			Соотношение полов, %	
	М	П	А	самки	самцы
1	52.87±5.61	44.20±5.05	2.90±0.87	63.57±1.20	35.90±2.63
2	36.83±20.37	59.63±18.29	3.50±1.5	58.47±8.14	41.46±8.13

В целом состояние этой генерации можно оценить по соотношению в выборках самок и самцов. К моменту второго учета их соотношение было близким к равному. Это оз-



начает, что различия в скорости развития имаго не вызваны какими-либо нарушениями в структуре популяции.

По результатам первого учета (табл. 1), проведенного в начале выхода имаго летней генерации, преимущественную долю в выборке составили меланисты (М). Несколько ниже доля особей промежуточного типа (П). Доля ахромистов (А) составила 2,90 %. Следующий учет, проведенный через неделю, показал, что преимущественную долю составляют особи промежуточного типа (П). Эти данные свидетельствуют о различиях в скорости развития имаго разных морфотипов, что можно отнести к их биоэкологическим особенностям.

Различия в развитии имаго, по нашим предположениям, могут затрагивать и процессы репродукции. Самым простым способом проверки этого предположения является выявление ассортативности спаривания.

Среди собранных во время спаривания (*in copulo*) имаго были обнаружены все три морфотипа. 78 пар, для которых было зарегистрировано спаривание, по соотношению самок и самцов различных морфотипов распределились таким образом (табл. 2), что достаточно редкими были сочетание самцов А-типа и самок П-типа, а также самок А-типа и самцов М-типа.

Таблица 2

**Ассортативность скрещивания перезимовавших имаго колорадского жука в природных условиях**

Варианты скрещивания	Самки	Самцы	Число пар	Доля пар в общей выборке, %
1	А	А	2	2.6
2	А	П	8	10.2
3	А	М	3	3.8
4	П	А	3	3.8
5	П	П	24	30.8
6	П	М	12	15.4
7	М	А	-	-
8	М	П	13	16.7
9	М	М	13	16.7

Частота встречаемости ахромистов в модельной выборке составила всего 11.5% (8.3 % для самок и 3.2 % для самцов). Наибольшая частота отмечена для имаго П-типа – 53.2% (25% для самок и 28.2% для самцов). Для меланистов эта величина составила, соответственно, 35.3% (14.5 для самок и 16.5 для самцов). Эти значения могли бы означать, что ахромисты просто не смогут образовать пары из-за низкой встречаемости, особенно это касалось самцов. Тем не менее, из образованных ими 5 пар 2 составили пары ахромистов, 3 – пары ахромистов с самками промежуточного типа, но ни одной пары «ахромист – меланистка» зарегистрировать не удалось, хотя самок-меланисток встретилось в выборке почти вдвое больше, чем ахромисток.

Это является, видимо, свидетельством того, что в природных условиях активную роль при спариваниях исполняют самцы, и по нашим наблюдениям именно самцы А-типа реализуют ассортативность при спаривании. Установление механизмов ассортативности, а также других особенностей репродукции имаго разных морфотипов требует дальнейших исследований.

Поведенческие стереотипы имаго, относящихся к различным морфотипам, свидетельствуют о существовании полиморфизма по реактивности на различные стимулы.

В лабораторном эксперименте определяли скорость реакции имаго на освещение после непродолжительного периода темноты. В день эксперимента мы пользовались естественным освещением из окна, причем свет из-за облачности был рассеянным. При таких условиях имаго М-типа никакой реакции в течение первых пяти минут наблюдений не проявляли. В то же время движение в направлении источника света уже на первой минуте эксперимента было зарегистрировано для 10% ахромистов и такой же доли особей промежуточного типа, а на третьей минуте эксперимента на свет реагировало более 35% ахромистов и 30 % особей П-типа. Результаты свидетельствуют о том, что для них характерен более низкий порог чувствительности к яркости освещения, чем для меланистов.

Ранее гелиотропизм имаго колорадского жука был отмечен [21], но без соотнесения с морфотипами.

В условиях деляночного эксперимента на модельных растениях картофеля было установлено, что имаго, относящиеся к разным морфотипам, предпочитают разные ярусы растений картофеля. Имаго А-типа отмечены только в нижнем ярусе. Меланисты (М) в нашем эксперименте были обнаружены только в верхнем ярусе. Для имаго промежуточного типа такого предпочтения не отмечено.

Физиологические характеристики, касающиеся чувствительности к различным стимулам, должны касаться и более сложных актов поведенческой активности [22]. В эксперименте, проводившемся в лабораторных условиях (табл.3) имаго, помещенные в Т-лабиринт со свежими листьями картофеля без предварительного голодания, реагировали на пищевой стимул (запах свежих листьев картофеля) с разной скоростью. Быстрее всех начинали двигаться имаго промежуточного типа, они же быстрее достигали корма. Медленнее всех реагировали ахромисты (А). Продолжительность во времени от начала реакции до достижения корма больше всего оказалась у особей промежуточного типа.

Таблица 3

#### Реакция имаго колорадского жука на пищевой стимул

Фенотип	Время начала двигательной реакции, мин	Время достижения корма, мин
А	7.94±2.08* . **	9.73±1.05* . **
П	0.68±0.59	3.39±0.57
М	4.08±1.03	5.39±1.86

\* - достоверные различия средних для А и П-типов, \*\* - для А и М-типов.  $p \leq 0.05$ .

В эксперименте, проводившемся после 2-х недельной старваии (табл. 4), эти соотношения в скорости резко изменились.

Таблица 4

#### Влияние старваии имаго колорадского жука на скорость пищевых реакций

Фенотип	Время начала двигательной реакции, мин	Время достижения корма, мин
А	0.48±0.22* . **	2.50±0.47**
П	1.11±0.30	2.39±0.70
М	1.06±0.44	5.20±0.98

\* - достоверные различия средних для А и П-типов, \*\* - для А и М-типов.  $p \leq 0.05$ .

Максимальной скоростью реакции отличались ахромисты (А). Для меланистов (М) отмечена самая низкая скорость достижения корма. Поведенческая реакция, которую мы зарегистрировали у ахромистов, может свидетельствовать об их более высокой приспособленности к временному недостатку пищи.

В следующем эксперименте мы оценивали чувствительность имаго различных морфотипов к резким изменениям температуры.

В лабораторных экспериментах нам удалось установить, что у имаго М и П-типа при тепловом стрессе гораздо быстрее наступает фаза гиперактивности (табл. 5); в то же время тепловое оцепенение у них наступает достоверно позже, чем у ахромистов (А). У меланистов фазу гиперактивности и тепловое оцепенение отмечали несколько раньше, чем у особей промежуточного типа. Гибель особей М-типа при переживании теплового стресса выражалась в процентном отношении меньшими величинами, чем у А-типа. Наибольшей чувствительностью к тепловому воздействию, судя по этому показателю, обладали особи промежуточного типа.

Более высокая устойчивость к холодovому стрессу отмечена у имаго А-типа. Развитие фаз холодovого стресса в наших условиях наблюдать было невозможно, поэтому о чувствительности к резкому снижению температуры мы судили по разнице во времени восстановления двигательной активности после наступления холодovого оцепенения (табл. 6).

По времени начала двигательной реакции меланисты (М) и ахромисты (А) достоверно отличаются от особей промежуточного типа. Ахромисты (А) быстрее восстанавливают двигательную активность, чем значительно отличаются от меланистов. Время полного выхода из оцепенения было больше у меланистов (М), что позволяет говорить о бо-



лее высокой чувствительности к холодовому воздействию. Это подтверждается значениями смертности, зарегистрированной через сутки после экспозиции. Результат этого эксперимента служит косвенным доказательством более высокого адаптивного потенциала особей А-типа. Способность переносить резкие похолодания, а в природных условиях – утренние заморозки в начале летнего сезона имеет большое значение в период, когда имаго активно спариваются и откладывают яйца.

Таблица 5

**Фазы развития теплового стресса у имаго колорадского жука (t экспозиции +60°C)**

Фенотип	Время наступления гиперактивности, мин	Время наступления теплового оцепенения, мин	Гибель через сутки после экспозиций, %
А	0.87±0.43*. **	6.20±2.39*. **	60
П	0.24±0.12	9.08±2.45	80
М	0.2±0.06	8.70±2.98	50

\* - достоверные различия средних для А и П-типов, \*\* - для А и М-типов. p ≤ 0.05.

Таблица 6

**Фазы восстановления активности после холодового стресса у имаго колорадского жука (t экспозиций –10°C, время экспозиций 5 мин.)**

Фенотип	Время начала двигательной реакции, мин	Восстановление двигательной активности, мин	Время полного выхода из оцепенения, мин	смертность через сутки, %
А	1.30±0.18*	7.05±2.84**	13.03±3.97**	0
П	2.09±0.85	10.80±5.13	11.53 ± 5.21	20
М	1.32±0.34*	12.006±4.07	16.084 ± 2.33	40

\* - достоверные различия средних для А и П-типов, \*\* - для А и М-типов. p ≤ 0.05

Кратковременное тепловое воздействие оказало различные эффекты на плодовитость имаго А- и М-типа. У самок А-типа плодовитость в 2 с лишним раза превышала тот же показатель для самок М-типа: за 15 суток наблюдений самки А-типа отложили 1.8 кладок/самку, а самки М-типа 0.8 кладок/самку. Выживаемость личинок в потомстве имаго А-типа, перенесших тепловой стресс, также оказалась выше, чем в потомстве имаго М-типа. 50% личинок, вышедших из яиц, отложенных самками А-типа, дожили до III возраста, тогда как все потомство самок М-типа, перенесших тепловой стресс, погибло при линьке на II возраст.

Поскольку чувствительность к резким изменениям температуры обусловлена рядом генетически предопределенных свойств нервной системы, а также покровов, установление различий между морфотипами имаго – вероятное подтверждение их генетических различий.

Основная проблема, из-за которой колорадский жук остается объектом пристального внимания, является быстрое формирование устойчивости к инсектицидам. Установив ряд различий в чувствительности к воздействию абиотических и биотических факторов, мы должны были проверить, есть ли различия между морфотипами имаго и по чувствительности к инсектицидам.

В эксперименте, проведенном на имаго из 15 районов Башкортостана, установлены различия в чувствительности ко всем группам испытанных инсектицидов. Не наблюдалось смертности под действием диагностических концентраций пиретроидных препаратов (дециса и сэмпая) только для имаго, относящихся к ахромистам. Для них же отмечено минимальное значение смертности при действии диагностических концентраций ФОС. Для меланистов характерно отсутствие парализованных особей в вариантах с неоникотиноидами. По результатам этого эксперимента оценивалась также относительная приспособленность морфотипов имаго к действию инсектицидов уже в каждой из обследованных локальных популяций [23]. В итоге были рассчитаны средние для всех обследованных 15 выборок имаго значения относительной выживаемости λ и относительной приспособленности ω (табл. 7).

Показатель выживаемости λ, рассчитанный по результатам оценки чувствительности к инсектицидам, наибольшее значение принимает для ахромистов. Выживаемость



как меланистов, так и особей промежуточного типа, достоверно ниже. Различия по этому показателю для имаго П- и М-типов в то же время недостоверны.

Таблица 7

**Приспособленность морфотипов имаго колорадского жука  
к действию инсектицидов**

Показатели	Ахромисты	Промежуточный тип	Меланисты
Относительная выживаемость, $\lambda$	0.82±0.18	0.61±0.23	0.57±0.25
Относительная приспособленность, $\omega$	1.0	0.74	0.69

Относительная приспособленность ( $\omega$ ) к действию инсектицидов из групп пиретроидов, ФОС, неоникотиноидов, фенилпиразолов, соответственно, выше у ахромистов, чем у имаго П- и М-морфотипов.

Считается распространенной гипотеза, согласно которой ферментные генотипы и экологические характеристики являются субъектами разных направлений естественного отбора [24]. Хочется, однако, заметить, что в качестве характеристик «ферментных генотипов» (имеются в виду аллозимные спектры полиморфных ферментов) далеко не всегда выбираются ферментные системы, одновременно маркирующие как метаболические, так и фенетические различия между особями. Нам представляется оправданным использование для сопоставления характеристик ферментативной системы, причастной к регуляции уровня содержания катехоламинов в органах и тканях насекомых – фенолоксидазной системы, включающей функционально различающиеся компоненты: тирозиназу и ДОФА-оксидазу [14, 25, 26].

В эксперименте с оценкой чувствительности к действию инсектицидов одновременно определяли уровни активности фенолоксидаз и содержания катехоламинов в гемолимфе имаго различных морфотипов. В контроле и в опытных вариантах спустя 10 суток после обработки диагностической концентрацией одного из инсектицидов изменения относительно контроля свидетельствуют о различиях между морфотипами как в отношении реактивности ферментов фенолоксидазного комплекса, так и в динамике уровня содержания катехоламинов (табл. 8).

Таблица 8

**Изменение уровня активности фенолоксидаз и содержания катехоламинов  
в гемолимфе имаго колорадского жука после токсического стресса  
(10 сут. после воздействия)**

Морфотип	Пол	Активность тирозиназы, усл. ед. /мин·мг белка		Активность ДОФА-оксидазы, усл. ед. /мин·мг белка		Содержание катехоламинов, мг/мл·мг белка	
		контроль	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт
Ахромисты	Самки	0.0008± 0.00009	0.00082± 0.0001	0.0029± 0.0002	0.0026± 0.0008	4.65± 2.2	13.31± 2.6***
	Самцы	0.0002± 0.000021	0.0009± 0.0001*	0.0006± 0.00004	0.0003± 0.00002*	8.13±0.9	3.89±0.3*
Меланисты	Самки	0.0013± 0.0001	0.0002± 0.00001**	0.005± 0.0002	0.0012± 0.00009**	8.23±0.8	5.99±0.3*
	Самцы	0.00025± 0.00005	0.0006± 0.0001**	0.0012± 0.0002	0.0007± 0.0002*	5.97±1.3	9.77± 2.65*

Достоверность различия с контрольными вариантами: \* –  $p \leq 0.05$ ; \*\* –  $p \leq 0.01$ ; \*\*\* –  $p \leq 0.001$ .

Как следует из полученных результатов, самки А-типа долго (на протяжении 10 суток) сохраняют повышенный уровень содержания катехоламинов в гемолимфе. Вероятно, это обусловлено сохранением высокой активности тирозиназы и почти в 2 раза более низким, чем у самок М-типа, исходным уровнем активности ДОФА-оксидазы. Динамика изменений активности тирозиназы и уровня катехоламинов различна не только у особей одного пола, но разных морфотипов. Отмеченные различия между самками и самцами одного морфотипа позволяют считать, что гормональный статус, и особенно – различия в уровне метаболизма гонадотропинов, могут быть основной причиной такой разницы [27].



Таким образом, фенетический полиморфизм имаго колорадского жука оказывается своеобразной маркерной характеристикой, и с ним сопряжены многообразные виды биохимического, физиологического, поведенческого полиморфизма, имеющие жизненно важное значение.

### Заключение

Оценка приспособленности фенотипов колорадского жука свидетельствует об их дифференцированной жизнеспособности. Тем не менее, адаптивной ценностью обладают все фенотипы. Проявляется это в разных условиях и обеспечено явлением сбалансированного полиморфизма.

Выявленные эколого-физиологические особенности имаго колорадского жука, относящихся к разным морфотипам, свидетельствуют о полиморфизме жизненных стратегий, позволяющем поддерживать высокий адаптивный потенциал в локальных популяциях вида.

### Список литературы

1. Фасулати С.Р. Адаптация колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera, Chrysomelidae) и устойчивые к нему сорта картофеля в условиях Ленинградской области // Тез. докл. XII съезда Русского энтомологического общества. – Санкт-Петербург, 2002. – С. 357.
2. Лобашев М.Е., Инге-Вечтомов С.Г. Физиологическая генетика. – Л.: Медицина, 1976. – 472 с.
3. Иванов В.И., Барышникова Н.В., Билева Дж.С. и др. Генетика. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. – 638 с.
4. Фасулати С.Р. Полиморфизм и популяционная структура колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* Say в Европейской части СССР // Экология. – 1985. – № 6. – С. 50-56.
5. Климец Е.П. Выявление чувствительности колорадского жука к действию инсектицидов с помощью фенотипов // Фенетика природных популяций. Тез. докл. – М., 1988. – С. 111-117.
6. Васильева Г.И., Фасулати С.Р., Шевченко Н.М. и др. Фенотипическая структура популяций колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera, Chrysomelidae) как показатель развития их резистентности к пиретроидным инсектицидам / Тез. докл. XII съезда Русского энтомологического общества. – Санкт-Петербург, 2002. – С. 55-56.
7. Беньковская Г.В., Удалов М.Б., Поскряков А.В., Николенко А.Г., Феногенетический полиморфизм колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* Say и его чувствительность к инсектицидам на территории Башкирии // Агрехимия. – 2004. – №12. – С. 23-28.
8. Вилкова Н.А., Сухорученко Г.И., Фасулати С.Р. Стратегия защиты сельскохозяйственных растений от адвентивных видов насекомых-фитофагов на примере колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera, Chrysomelidae) // Вестник защиты раст. – СПб: ВИЗР, ИЦЗР. – 2005, № 1. – С. 3-15.
9. Удалов М.Б. Структура популяции колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* Say на Южном Урале. Дисс. ... канд. биол. наук. – Уфа: Институт биохимии и генетики УНЦ РАН, 2006. – 177 с.
10. Присный А.В. Механизмы изменчивости рисунка переднеспинки колорадского жука // Изв. Харьковского энтомолог. о-ва. – 1993. – Т. 1, вып. 1. – С.87-105.
11. Гриценко В.В., Глотов Н.В., Орлинский Д.Б. Эколого-генетический анализ изменчивости центральных элементов рисунка переднеспинки у колорадского жука (*Leptinotarsa decemlineata*) // Зоол. журн. – 1998. – Т. 77. – № 3. – С. 278 – 284.
12. Беньковская Г.В., Удалов М.Б., Хуснутдинова Э.К. Генетическая основа и фенотипические проявления резистентности колорадского жука к фосфорорганическим инсектицидам // Генетика. – 2008. – Т.44, № 5. – С.638-644.
13. Zhang J., Goyer C., Pelletier Y. Environmental stresses induce the expression of putative glycine-rich insect cuticular protein genes in adult *Leptinotarsa decemlineata* (Say) // Insect Mol. Biol. – 2008. – V. 17, № 3. – P. 209-216.
14. Беньковская Г.В. Дифференциация жизненных стратегий и фенотипы имаго *Leptinotarsa decemlineata* Say // Особь и популяция. Материалы IX Всероссийского популяционного семинара. Уфа, 2-6 октября 2006 г. – Уфа, 2006. – Ч. 1. – С. 23-28.
15. Беньковская Г.В., Никоноров Ю.М. Полиморфизм рисунка покровов имаго колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera: Chrysomelidae) на Южном Урале // Любичевские чтения. 2008. Современные проблемы эволюции (сборник докладов). – Ульяновск: УЛГПУ, 2008. – Т. 2. – С 198-204.
16. Леонтьева Т.Л., Беньковская Г.В., Удалов М.Б. Экологические проблемы резистентности колорадского жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say) к инсектицидам в Башкортостане // Энтомологические исследования в Северной Азии. Материалы VII Межрегион. совещ. энтомологов Сибири

и Дальнего Востока (в рамках Сибирской зоол. конф.). 20-24 сентября 2006 года. – Новосибирск, 2006. – С. 359-360.

17. Животенко Е.Ю., Кутузова Н.М., Филиппович Ю.Б. Изменение активности монофенол-монооксигеназы в онтогенезе комнатных мух и тутового шелкопряда // Онтогенез. – 1987 – Т. 18, № 2. – С. 208-211.

18. Скоупс Р. Методы очистки белков. – М.: Мир, 1985. – С. 342.

19. Вилкова Н.А. Методические рекомендации по изучению и оценке форм картофеля на устойчивость к колорадскому жуку – М.: РАСХН, 1993. – 48 с.

20. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.

21. Ушатинская Р.С. Состояние активной жизнедеятельности и физиологического покоя колорадского жука, их место и роль в жизненном потенциале вида // Колорадский картофельный жук. – М.: Наука, 1981. – С. 202-250.

22. Слоним А.Д. Экологическая физиология животных. – М.: Высшая школа, 1971. – 447 с.

23. Солбриг О., Солбриг Д. Популяционная биология и эволюция. – М.: Мир, 1982. – 488 с.

24. Bossart J.I., Scriber J.M.. Maintenance of ecologically significant genetic variation in the tiger swallowtail butterfly through differential selection and gene flow // Evolution (USA). – 1995. – V. 49, № 6. – P. 1163-1171.

25. Беньковская Г.В, Поскряков А.В., Сухорукова О.В. и др. Связь индукции активности фенолоксидазной системы и реализации фенотипической реакции у *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera, Chrysomelidae) // Тез. XII съезда РЭО. – С.-Пб, 2002. – С. 38.

26. Сухорукова О.В. Участие ферментов фенолоксидазного комплекса в защитных реакциях насекомых. – Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Уфа, 2002. – 24 с.

27. Груntenко Н.Е. Взаимодействие гонадотропинов и биогенных аминов в контроле адаптации имаго дрозифилы к стрессующим условиям (генетико-физиологические аспекты). – Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. – Новосибирск, 2008. – 34 с.

## ECOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL FEATURES AND POLYMORPHISM OF COLORADO POTATO BEETLE ADULTS IN BASHKORTOSTAN

G.V. Benkovskaya

*Institute of Biochemistry  
and Genetics of Ufa Scientific  
Centre of RAS*

*Pr. Octyabrya, 71, Ufa,  
450054, Russia*

*e-mail: bengal2@yandex.ru*

Phenetic analysis by cover spot pattern phenes of some adult Colorado beetle excerpts collected from Bashkortostan territory showed the opportunity of distinguishing three major morph types of adults, defined as the achromatists (A-type), melanists (M-type) and intermediate (I-type) morphs. Comparison of the morph types frequency dynamics and changes of susceptibility to pyrethroid and organophosphorous insecticides level revealed accelerated increase both of the resistance level and achromatists portion in the population structure of Colorado potato beetle in Bashkortostan. The circumstance led to a suggestion about the adaptive advantages, which are inherent to A-type adults as the basis of phenomenon observed. To test the suggestion we had got the experimental data characterizing morph types by their adaptiveness.

Key words: Colorado potato beetle, polymorphism, morph types, adaptiveness.

## АГРЕССИВНОСТЬ САМОК-ОСНОВАТЕЛЬНИЦ *POLISTES DOMINULUS* (HYMENOPTERA, VESPIDAE), ГНЕЗДЯЩИХСЯ НА РАСТЕНИЯХ В ЧЕРНОМОРСКОМ БИОСФЕРНОМ ЗАПОВЕДНИКЕ

**Л.Ю. Русина,  
Е.С. Орлова,  
М.П. Богуцкий**

*Херсонский государственный университет*

*Украина, 73000, г. Херсон,  
ул. 40 лет Октября, 27*

*e-mail: lirulina@yandex.ru*

В экспериментальных условиях была смоделирована встреча чужих самок *Polistes dominulus* и определения ими своего социального статуса. Проанализирована роль морфометрических (размеры тела, окраска), физиологических (состояние яичников, размеры гнезда, состояние расплода) и временных (сроки гнездования) параметров в агрессивном поведении. Показано, что размеры тела и состояние репродуктивной системы не влияют на социальный статус самки. Предполагается, что на ранних этапах гнездования агрессивное поведение маркируется окраской мезонотума. Отмечено, что самки разных морфотипов имеют различные стратегии по выращиванию расплода. Обсуждается роль полиморфизма у ос-полистов.

Ключевые слова: ресоциальные осы, *Polistes dominulus*, Vespidae, агрессивность, полиморфизм, морфотип.

### Введение

Широкое распространение и высокая численность ос-полистов (Hymenoptera, Vespidae, *Polistes* Latr.) позволяет использовать их как модельные объекты в самых разнообразных исследованиях, популяционных в том числе. Возможность прижизненной идентификации фенотипов окраски и меланиновых рисунков у самок-основательниц ос-полистов облегчает изучение полиморфных систем у этих ресоциальных насекомых.

Оса *Polistes dominulus* (Christ) – один из самых распространенных в южных и центральных районах Палеарктики представителей примитивных общественных ос-веспид. На юге Украины ее гнезда, прикрепленные с помощью стебелька к растениям, встречаются в пограничной полосе тростниково-разнотравных зарослей, на микросклонах неподалеку от колков и в злаково-полынных понижениях на *Phragmites australis* Trin., *Elytrigia elongata* Nevski, *Artemisia marschalliana* Spreng, *Tanacetum vulgare* L. др. Гнездится эта оса также в разнообразных укрытиях антропогенного происхождения: в металлических трубах, на чердаках домов, под навесами крыш зданий, в ульях и т.д. На участках обитания гнезда располагаются поодиночке или скоплениями.

В наших исследованиях показан дифференцированный выбор среды обитания особями разных морфотипов, влияющий на пространственно-этологическую структуру популяции *P. dominulus* как в Нижнем Приднепровье [1, 2], так и в Крыму [3]. На пике численности популяции, гнездящейся на растениях, отчетливо выражены различия в частотах окраски мезонотума между самками-основательницами, склонными к одиночному гнездованию и к гнездованию в скоплениях [2]. Самки, маркированные разными признаками окраски мезонотума и клипеуса, предпочитают разный способ основания семьи (гаплотрозы – одиночная самка или плеотрозы – группа самок) [2, 3]. Получены данные, что самки-основательницы с темными вариантами окраски клипеуса характеризуются высокой агрессивностью. Подселяясь в чужую семью после разрушения их собственного гнезда хищниками, они подчиняют самку-резидента [1]. Однако в этом исследовании, выполненном на живых осах, не были учтены некоторые важные морфометрические показатели, в частности, размеры тела и степень развития репродуктивной системы самок.

В настоящей работе ситуация узурпации моделировалась в эксперименте по ссаживанию самок в лабораторных условиях. Это позволило получить материал для более детального анализа агрессивности самок-основательниц разных морфотипов в разные периоды развития гнездового расплода.

## Материал и методы

### Место исследований и анализ специфики развития семьи.

Поиск гнезд гаплотропических самок *P. dominulus* проводили 10 и 24 мая 2008 г. на территории бывшего кордона Журки Ивано-Рыбальчанского участка Черноморского биосферного заповедника (ЧБЗ). Площадь района исследования составила около 2 га. Каждую из самок-основательниц, отловленных на 56 гнездах, маркировали индивидуальным цветным кольцом. Заполняли гнездовую карту, подсчитывая число ячеек в гнезде, а также число и долю разных категорий расплода (яиц, личинок, куколок) [1].

### Описание окраски и меланинового рисунка.

Вариации окраски клипеуса, мезосомы (функциональной груди) и метасомы (функционального брюшка) 56 самок *P. dominulus* определяли визуально, сверяясь с эталонным рисунком (рис. 1). Связь между окраской самок-основательниц и склонностью к доминированию или подчинению оценивали при помощи критерия  $\chi^2$ .

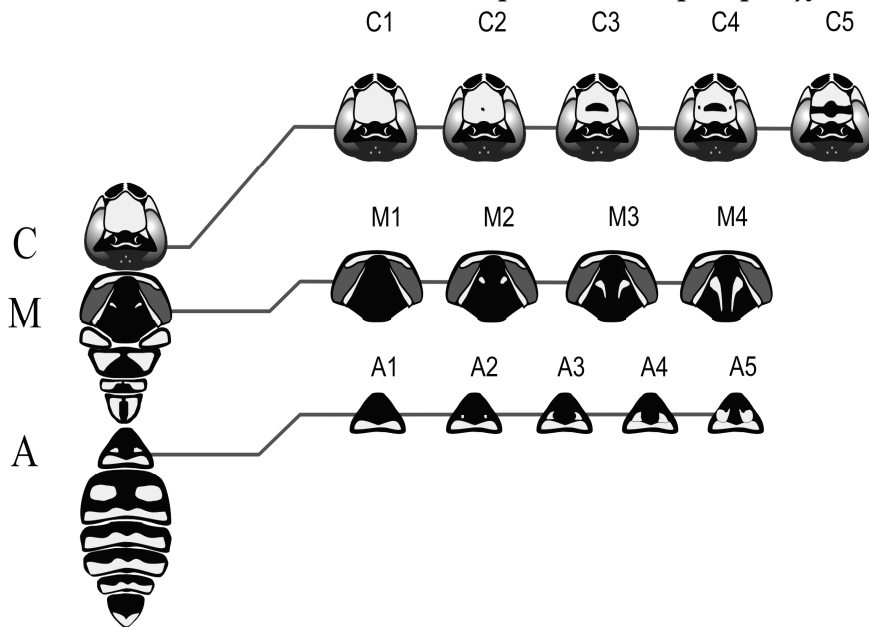


Рис. 1. Вариации окраски самки *P. dominulus*. С – клипеус, М – мезонотум, А – первый тергит брюшка [2]

### Эксперимент по определению социальных рангов самок-основательниц.

До проведения тестов самок, отловленных 10 мая (1-я группа – 26 самок) и 25 мая (2-я группа – 30 самок) вместе с их гнездами помещали в садки, каждую отдельно. Гнездо приклеивали к проволоке, которую прикрепляли к крышке сосуда. В качестве корма предлагали 5 % раствор меда, живых гусениц листоверток и нимф прямокрылых. Насекомых, предназначенных в корм осам, предварительно обездвигивали, сдавливая пинцетом в области головы. Ставили также сосуды с водой.

Для получения данных о социальном поведении гаплотропических самок их ссаживали попарно на нейтральной территории – в специально отведенных садках (для первой группы без гнезд, для второй – с чужим гнездом). Подбор пар осуществлялся случайным образом.

В течение 30 минут после ссаживания регистрировали все виды взаимодействий методом протоколирования с помощью символов. Контакты между самками были разделены на следующие категории:

1. Слабые взаимодействия: а) приближение одной самки к другой; б) броски; в) касания антеннами.

2. Сильные взаимодействия – схватки (самки дерутся, приподнявшись на задних ногах, затем обычно падают с гнезда). Такое поведение отмечено у многих видов полистов (по-английски его именуют «falling fight behaviour» [4]).

3. Типичное доминантное поведение (агрессивное взаимодействие средней силы): а) доминирование над головой партнера (контактирующие особи располагаются напротив друг друга, доминантная особь ощупывает усиками и покусывает мандибулами голову

подчиненной самки); б) доминирование над грудью (доминирующая оса касается антеннами или наносит удары по груди и основаниям крыльев подчиненной особи).

4. Антагонистические взаимодействия: а) преследование и захват челюстями конца брюшка другой особи, б) захват мандибулами крыльев; в) нападение с использованием жала.

5. Субординатное поведение – подчиненная самка опускает усики, прижимает тело к субстрату.

6. Уход от контакта – отстранение или резкое отскакивание от приближающегося партнера во избежание прямого взаимодействия; наблюдается чаще всего в поведении подчиненных самок или у особей с еще неустановившимися отношениями доминирования-подчинения.

7. Предложение содержимого зобика – наблюдается в поведении как подчиненных, так и доминантных особей. Капля жидкости отчетливо видна.

#### Оценка репродуктивных характеристик.

Исследование анатомических особенностей яичников самок проводили сразу после экспериментов по ссаживанию. В каждой из 6-ти овариол определяли число готовых к откладке яиц, число развивающихся яиц, число оформленных ооцитов и число деградирующих яиц. Сравнение репродуктивных характеристик самок, различающихся по окраске клипеуса, проведено с помощью однофакторного анализа (тест Краскела-Уоллиса) и попарного сравнения по тесту Данна.

#### Определение размеров.

Для сравнения размеров 55 гаглоплотротичных самок-основательниц разных рангов и разных окрасочных морф использовались приготовленные по специальным методикам [5, 6] препараты голов и крыльев. В программе Corel Draw 8.0, используя сканированные компьютерные изображения голов и крыльев ос, определяли следующие линейные размеры: максимальную ширину (HW) головы, а также длину и ширину 1-й и 2-й пары крыльев (соответственно – WgIL, WgIW, WgIIL, WgIIW) (рис. 2).

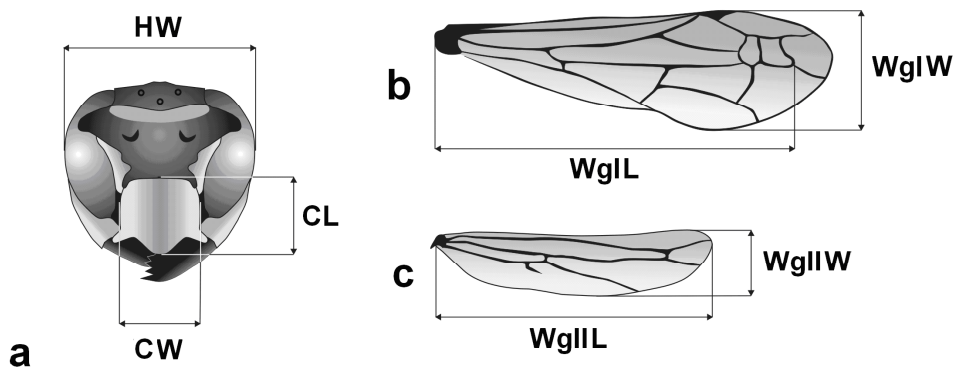


Рис. 2. Схема измерений параметров головы и крыльев *P. dominulus* [2]. а – голова, б – 1-я пара крыльев, с – 2-я пара крыльев. HW, CL, CW, WgIL, WgIW, WgIIL, WgIIW – обозначения см. Материал и методы

Описание выборочного распределения признаков в тексте и в таблицах указывали в случае нормального распределения в виде среднего  $M \pm$  среднеквадратическое отклонение  $SD$ ; а в случае ненормального распределения параметров –  $Me$  [25; 75] ( $Me$  – медиана; 25 и 75 – 1-й и 3-й квартили). Для сравнения самок двух независимых выборок по размерам тела использовали критерии Стьюдента (в случае нормального распределения признаков) или Манна–Уитни (в случае ненормального распределения признаков); для сравнения связанных выборок применяли тест Уилкоксона; множественное сравнение проводили по критерию Данна [7].

### Результаты исследования

#### Гнездовая активность самок-основательниц разных морфотипов.

Гнезда первой выборки, собранные 10 мая 2008 г. невелики по размерам, в среднем,  $25 \pm 9$  ячеек ( $n = 26$ ). В центральных ячейках находились яйца, а некоторые перифериче-

ские ячейки оставались пустыми. Среднее число яиц в гнезде –  $13 \pm 6$ , наполняемость гнезда яйцами составила  $49.9 \pm 9.3\%$ .

В этой выборке гнезда самок, маркированных признаками окраски мезонотума М2, больше по размерам, чем гнезда самок М3 ( $33 \pm 6$  против  $24 \pm 9$  – тест Манна-Уитни:  $p < 0.05$ ). Размеры гнезд у самок с разными вариантами окраски клипеуса сходны. Вместе с тем, у самок светлых вариантов окраски клипеуса С1-С2 выше наполняемость гнезда яйцами, чем у С3 (медиана 54 [46; 59] против 49 [42; 55] – тест Манна-Уитни:  $p < 0.05$ ).

В гнездах второй выборки, собранных 25 мая 2008 г. ( $n = 30$ ), было в среднем  $55 \pm 9$  ячеек, имелись все категории расплода: яйца ( $16 \pm 5$ ), личинки 1-3 возраста ( $5 \pm 3$ ), 4-5 возраста ( $6 \pm 3$ ), куколки (1.7 [0; 3]), часть ячеек оставалась пустой ( $26 \pm 8$ ).

У самок с разной окраской мезонотума размеры гнезд и характер расплода (число и доля разных категорий) были сходными. Вместе с тем, обнаружена корреляция между размерами гнезда, числом личинок 4-5 возраста, с одной стороны, и признаками окраски клипеуса самок-основательниц, с другой ( $r_s = 0.38$ ,  $n = 30$ ,  $p < 0.05$  и  $r_s = 0.40$ ,  $n = 30$ ,  $p < 0.05$ , соответственно). Самки с темным вариантом клипеуса С5 имели более крупные гнезда, чем самки светлых вариантов С2 (тест Манна-Уитни:  $p < 0.05$ ). В гнездах самок С5 было больше личинок 4-5 возрастов, чем у С1 (тест Манна-Уитни:  $p < 0.05$ ).

#### Связь окраски и размеров.

Самки с разной окраской мезонотума не различались между собой по размерам. Однако, самки С4-С5 были крупнее, чем самки С1-С2, по ширине головы и длине крыльев (тест Данна: по HW и по WgI L – оба  $p < 0.01$ , по WgII L –  $p < 0.05$ ). Самки С3 уступали С4-С5 по длине крыла WgI L (тест Данна:  $p < 0.05$ ) (табл. 1). Самки С1-С2 и С3 по размерам не различались.

Таблица 1

**Размеры самок-основательниц *P. dominulus* с разной окраской клипеуса**  
( $M \pm SD$  или Me [25; 75])

Параметры	Варианты окраски клипеуса			Тест Краскела-Уоллиса, H	Попарное сравнение групп по критерию Данна		
	1 С1-С2 (N = 27)	2 С3 (N = 16)	3 С4-С5 (N = 12)		1 и 2	2 и 3	1 и 3
WgI L	$11.0 \pm 0.52$	$10.9 \pm 0.52$	$11.4 \pm 0.42$	9.22 (n.s.)	n.s. <sup>a</sup>	**б	**
WgI W	$4.0 \pm 0.17$	$4.0 \pm 0.22$	$4.2 \pm 0.22$	3.66 (n.s.)	n.s.	n.s.	n.s.
WgII L	$8.9 \pm 0.40$	$8.8 \pm 0.45$	$9.2 \pm 0.35$	6.75 (n.s.)	n.s.	n.s.	*
WgII W	$2.1 \pm 0.12$	$2.1 \pm 0.13$	$2.1 \pm 0.13$	1.68 (n.s.)	n.s.	n.s.	n.s.
HW	$3.7 \pm 0.10$	$3.8 \pm 0.12$	$3.8 \pm 0.11$	8.89 (n.s.)	n.s.	n.s.	**

\* -  $p < 0.05$ ; \*\* -  $p < 0.01$ ; \*\*\* -  $p < 0.001$   
n.s. – статистически незначимые различия

#### Развитие яичников у самок разных морфотипов.

Самки с разной окраской мезонотума по состоянию репродуктивной системы не различались.

Особенности развития репродуктивной системы у самок, маркированных разными признаками окраски клипеуса, приведены в табл. 2.

Обработка данных по числу яиц, готовых к откладке, числу развивающихся яиц, а также сформировавшихся ооцитов у самок с разными вариантами окраски клипеуса, с помощью однофакторного анализа (критерий Краскела-Уоллиса), показала, что самки первой выборки (10 мая) различались по числу сформировавшихся ооцитов. По остальным параметрам статистически значимых различий не выявлено.

Однако попарное сравнение (критерий Данна) показало, что среди особей первой выборки самки с более темными вариантами окраски клипеуса С4-С5 имели больше готовых к откладке яиц, чем самки светлых вариантов окраски С1-С2 (табл. 2). У самок С3 развивающихся яиц было меньше, чем у самок С1-С2. Самки С3 уступали по количеству сформировавшихся ооцитов самкам С1-С2 и С4-С5. Во второй выборке (25 мая) самки С3 имели меньше готовых к откладке яиц, чем самки С4-С5, самки С4-5 – больше развивающихся ооцитов, чем самки С1-С2.

**Состояние репродуктивной системы гаплетротичных самок разных морфотипов на разных этапах сезонного развития, ( $M \pm SD$  или  $Me$  [25; 75])**

Параметры	Варианты окраски клипеуса			Тест Краскела-Уоллиса, $H$	Сравнение групп по критерию Данна		
	1 C1–C2	2 C3	3 C4–C5		1 и 2	2 и 3	1 и 3
10 мая 2008 г.							
Число яиц готовых к откладке	5±1	5±3	7±1	4.11 (n.s.)	n.s.	n.s.	*
Число развивающихся ооцитов	10±2	7±2	9±3	4.95 (n.s.)	*	n.s.	n.s.
Число сформированных ооцитов	36±7	27 (27.35)	40±6	6.63*	*	*	n.s.
25 мая 2008 г.							
Число яиц готовых к откладке	3±2	3±1	4 (4, 5)	5.31 (n.s.)	n.s.	*	n.s.
Число развивающихся ооцитов	8 (7, 8)	9±3	10±1	4.69 (n.s.)	n.s.	n.s.	*
Число сформированных ооцитов	33 (32.42)	37±14	45 (33.48)	2.64 (n.s.)	n.s.	n.s.	n.s.

Агрессивность гаплетротичных самок-основательниц разных морфотипов.

Из общего числа протестированных самок доминанты составили по мезонотуму: М2 – 44.2 %, М3 – 55.8 %, а по клипеусу: С1 – 22.2 %, С2 – 25.6 %, С3 – 22.2 %, С4 – 2.2%, С5 – 27.8 %. Соответственно, подчиненные по мезонотуму: М2 – 55.8 %, М3 – 44.2 %; по клипеусу: С1 – 17.8 %, С2 – 50.0 %, С3 – 13.3 %, С4 – 2.2%, С5 – 16.7 %. Эти значения были использованы как ожидаемые распределения.

При ссаживании самок, различающихся по окраске мезонотума, распределение социальных рангов оказалось сдвинутым по сравнению с ожидаемым. В начале мая подчиненными особями чаще становились самки со светлым вариантом мезонотума М3 ( $\chi^2 = 7.38$ ;  $df = 1$ ,  $p = 0.007$ ), а в конце мая тенденцию занимать подчиненный статус имели самки с темным вариантом мезонотума ( $\chi^2 = 29.37$ ;  $df = 1$ ,  $p < 0.001$ ). Распределение социальных рангов у самок с разными вариантами окраски клипеуса в обеих выборках не отличалось от ожидаемого.

Доминантные и подчиненные самки не различались по размерам (тест Уилкоксона: все  $p > 0.05$ ) и по уровню развития репродуктивной системы (тест Уилкоксона: все  $p > 0.05$ ).

Однако, при углубленном анализе обнаруживается более сложная картина. В парах, где доминантами выступали С5, а подчиненными С2, доминанты имели более развитые яичники, чем подчиненные (тест Уилкоксона: для числа яиц, готовых к откладке и числа сформированных ооцитов – все  $p < 0.05$ ). Однако, в тех случаях, когда доминантами оказались С2, а подчиненными С5, более развитые яичники имели подчиненные, т.е. опять же самки С5 (тест Уилкоксона: для числа яиц, готовых к откладке и числа сформированных ооцитов – все  $p < 0.05$ ). По размерам самки таковых выборок не отличались (тест Уилкоксона: все  $p > 0.05$ ). Т.о. вне зависимости от социального статуса самки С5 всегда имели более развитые овари, чем самки С2.

### Обсуждение

Как и у многих других животных [8, 9 и др.], у ос-полистов существует полиморфизм по адаптивным стратегиям, маркированный признаками окраски [1, 2, 3]. Известно, что самки начинают гнездиться не одновременно [10]. Наши данные косвенно подтверждают это положение и дополняют его тем, что система полиморфизма окраски также имеет отношение к временной организации изменчивости. Если принять во внимание тот факт, что самки разных морфотипов в начале мая сходны по числу готовых к откладке и развивающихся яиц и кроме того ежедневная скорость постройки ячей и откладки яиц у самок на ранних этапах гнездования в общем сходна, то самки М2 должны были загнездиться раньше, чем самки М3, поскольку именно у первой группы особей были наиболее крупные гнезда. Отметим, что в начале мая подчиненными особями чаще становились именно самки М3. Кроме того, при плеометрозе (неопубликованные данные) доля  $\alpha$ -самок с мезонотумом М2 в этом году была в 2 раза выше, чем у подчиненных. Вместе с



тем, в конце мая увеличилась доля подчиненных среди М2. Размеры гнезд у самок с разными вариантами окраски мезонотума оказались сходными. Эти самки были близки как по размерам тела, так и по степени развития яичников. Есть основания полагать, что окраска мезонотума может маркировать агрессивное поведение особей только на ранних этапах гнездования.

Что касается окраски клипеуса, то в начале мая у самок С3, имеющих самую низкую наполняемость гнезда яйцами, оказались также слабо развиты яичники, по-видимому, эти самки и загнездились позже. Отметим, что самки С3 составили около 60 % низкоранговых особей при плеометрозе, в то время как их доля среди гаплетротичных самок – 32 % (неопубликованные данные). Самки С4-С5 имели на ранних этапах развития семьи наибольшие значения числа сформировавшихся ооцитов. Последнее, по-видимому, обеспечивает им преимущества в развитии семьи и позволяет иметь в последней декаде мая более крупные гнезда и большее число личинок.

Если самки разных морфотипов выходят из оцепенения и прилетают к месту гнездования не одновременно, то последнее обстоятельство должно значительно усиливать разницу в уровне эндокринной активности самок и, следовательно, в степени развития их яичников [11, 12]. Следует отметить, что в дальнейшем самки разных морфотипов проявляют неодинаковые стратегии выращивания расплода. Так, самки С5 по сравнению с самками светлых вариантов окраски С1 и С2, имеют более крупные гнезда, в которых выращено больше личинок 4-5 возраста.

В эксперименте самки разных рангов оказались сходными по размерам тела и по уровню развития яичников. Это позволяет предположить, что в ситуации узурпации гаплетротичной самкой чужого гнезда ни один, ни другой признак не определяет напрямую социальный статус самки.

Эти данные сопоставимы с более ранними результатами, полученными Розелером [13] на этом же виде. Самки разных рангов не различались по размерам тела. При удалении яичников  $\alpha$ -самки не теряли своего доминирующего статуса. По мнению Розелера, решающим фактором в отношении статуса является концентрация ювенильного гормона в гемолимфе насекомых, т.е. активность прилежащих тел.

Несколько иные данные были получены Туриллацци и Парди [14]. В плеометротичных семьях  $\alpha$ -самки *P. dominulus* из семей, состоящих из 2 основательниц, чаще, чем  $\beta$ -особи, были больше по ширине головы, груди и скутума, а также по длине крыльев. По данным Тиббетс и Дейла [15] рисунок на клипеусе самки коррелирует с ее статусом.

В наших исследованиях, корреляция между окраской (брюшка и клипеуса) и статусом самки была обнаружена только на пике численности вида в Нижнем Приднепровье [2].

По данным настоящего исследования устойчивой связи агрессивности самок с определенными вариантами окраски не прослеживается, поскольку на разных этапах жизненного цикла склонность к подчиненному статусу проявляли самки различного фенотипа. Полученная картина свидетельствует о сложности системы полиморфизма у полистов. Такие факторы как окраска, размеры и развитие яичников несомненно влияют на агрессивность самок, но на это влияние накладываются множество других факторов, среди которых можно назвать условия зимовки самок, специфику пищевых ресурсов, погодные условия начальных этапов гнездования и многое другое. Сложный динамичный характер этой системы может объяснять тот факт, что в разные периоды сезонного развития семьи и в разные годы, а также в разных точках ареала, роль этих отдельно взятых признаков проявляется в разной мере. Этим же, по-видимому, можно объяснить и противоречивый характер данных, полученных разными исследователями.

Наличие сложных пространственно-временных закономерностей полиморфизма отмечали многие исследователи [8]. Дальнейшее накопление такого рода данных должно приблизить нас к пониманию того, как функционирует столь сложная живая система как популяция.

#### Список литературы

1. Русина Л. Ю., Гилёв А. В., Скороход О. В. и др. Сезонная динамика фенотипической структуры популяций бумажной осы *Polistes dominulus* (Christ) (Hymenoptera, Vespidae) // Энтомологический обзор. – 2006. – Т. 85, вып. 1. – С. 39-48.



2. Русина Л. Ю., Гилев А. В., Скороход О. В. и др. Связь окраски осы *Polistes dominulus* с пространственно-этологической структурой ее популяции в Нижнем Приднепровье // Успехи соврем. биол. – 2007а. – Т.127, вып. 2. – С. 157-165.
3. Русина Л. Ю., Русин И. Ю., Старр Х. К. и др. Способы основания семьи самками различных морфотипов у бумажных ос-полистов (Hymenoptera, Vespidae, Polistes) // Энтомолог. обозр. – 2007 б. – Т. 86, вып. 4. – С. 750-772.
4. West-Eberhard M. J. The social biology of Polistine wasps // Misc. Publ. Mus. Zool., Univ. Michigan. – 1969. – Vol. 140. – P. 1-101.
5. Длусский Г. М., Федосеева Е. Б., Томпсон Л. Ч. Изменчивость муравьев *Solenopsis richteri* и *S. wagneri* (Hymenoptera, Formicidae): статистический анализ морфологических признаков // Успехи соврем. биол. – 1998. – Т. 118, вып. 3. – С. 283-298.
6. Перфильева К. С. Аномалии крыльев у половых особей муравьев (Hymenoptera, Formicidae) с разной стратегией брачного поведения // Зоол. журн. – 2000. – Т. 79, вып. 11. – С. 1305-1312.
7. Гланц С. Медико-биологическая статистика. – М. Практика, 1999. – 459 с.
8. Сергиевский С. О. Полиморфизм как универсальная адаптивная стратегия популяций // Тр. Зоол. Ин-та АН СССР. – 1987. – Т. 160. – С. 41-58.
9. Креславский А. Г. Экологическая структура популяций и организация изменчивости // Бюлл. МОИП. – 1984. – Т. 89, вып. 5. – С. 687-696.
10. Roseler P.-F. Endocrine basis of dominance and reproduction in polistine paper wasps // Experimental behavioral ecology / Eds. B. Holldobler, M. Lindauer. – Sinauer: Sunderland, 1985. – P. 259-270.
11. Roseler P.-F., Roseler I., Strambi A. Influence of insect hormones on the establishment of dominance hierarchies among foundresses of the paper wasp, *Polistes gallicus* // Behav Ecol Sociobiol. – 1984. – Vol. 15. – P. 133-142.
12. Roseler P.-F., Roseler I., Strambi A. Studies of the dominance hierarchy in the paper wasp, *Polistes gallicus* (L.) (Hymenoptera: Vespidae) // Monitore zool ital. (N. S.). – 1986. – Vol. 20. – P. 283-290.
13. Roseler P.-F. Reproductive competition during colony establishment // The social biology of wasps / Eds. K.G. Ross, R.W. Matthews. – New York: Cornell University Press, 1991. – P. 309-335.
14. Turillazzi S., Pardi L. Body size and hierarchy in polygynic nests of *Polistes gallicus* (L.) (Hymenoptera Vespidae) // Monitore zool. ital. (N.S.). – 1977. – Vol. 11. – P. 101-112.
15. Tibbets E. A., Dale J. // A socially enforced signal of quality in a paper wasp // Nature. – 2004. – Vol. 432. – P. 218-222.

## AN AGGRESSIVENESS OF *POLISTES DOMINULUS* FOUNDRESSES (HYMENOPTERA, VESPIDAE) NESTING ON PLANTS IN THE BLACK SEA RESERVE

L.Y. Rusina, E.S. Orlova,  
M.P. Bogutsky

*Kherson State University*

40 Let Oktyabrya Str., 27,  
Kherson, 73000, Ukraine

e-mail: lirusina@yandex.ru

The meeting of alien foundresses of *Polistes dominulus* and the process of social status determination were simulated under experimental conditions. The role of morphometric (size, color), physiological (ovary development, nest size, brood development) and temporal (nesting period) parameters in the aggressive behavior was analyzed. It was shown that the body size and reproductive system didn't influence female social status. It was supposed that aggressive behavior was marked by mesonotum color pattern at early colony stages. It was marked that females of different morphotypes had different strategies of brood rearing. The role of polymorphism in *Polistes* wasps is discussed.

Key words: resocial wasps, *Polistes dominulus*, Vespidae, aggressiveness, polymorphism, morphotype.

## СОСТАВ ФАУНЫ ПЧЕЛ (HYMENOPTERA, APOIDEA) СТЕПНЫХ УЧАСТКОВ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ ОХРАНЫ

**Е.Н. Дугина**

*Сумской государственной  
университет  
имени А.С.Макаренко*

*Украина, 40002, г. Сумы,  
ул. Роменская, 97*

Сделан сравнительный анализ апидофаун трех степных участков с различным уровнем охраны. Сравнимые участки отличаются наличием редких стенотопных и олиголектических видов. Другие различия в составе их фаун не существенны.

Ключевые слова: пчелиные, степи, охраняемые территории.

---

### Обоснование проблемы

Общеизвестно, что заповедные территории играют существенную роль в сохранении биоразнообразия растений и животных, в том числе и Apoidea. Многие исследования на Украине посвящены изучению апидофауны конкретных заповедных территорий. Из немногих работ, посвященных сравнению состава апидофауны территорий с различным режимом заповедности, известна статья Л.П. Ромасенко [1], в которой анализируется фауна пчел-мегахилид охраняемых и неохраняемых территорий Украины. Существенно, что при этом отмечается слабое различие в составе фаун этих территорий.

В данной работе мы попытались проанализировать состав фауны Apoidea трех степных участков, которые находятся в двух смежных районах лесостепной части Сумской области и несколько различаются уровнем охраны.

### Материал и методика

Исследования апидофауны проводились в 2004-2008 гг. в Сумской области Украины на трех степных участках: отделении Украинского государственного степного заповедника «Михайловская целина» (Лебединский район), Могрицком ландшафтном заказнике местного значения (Сумской район), степном участке в окрестностях пгт. Сад (Сумской район).

Отделение Украинского государственного степного заповедника «Михайловская целина» – единственный остаток луговой степи в Лесостепной зоне Украины. Общая его площадь – 202.48 га, из них 167 га разнотравной целинной степи, остальная территория занята залежами, лугами и болотом. Территория заповедника постепенно зарастает кустарниками и деревьями. По периметру находится взрослая дубовая лесополоса.

Территория Могрицкого ландшафтного заказника находится в пределах Сумской возвышенной лесостепи. Заказник (15.2 га) и прилежащие к нему участки охватывают эродированный остепненный склон высокого коренного берега р. Псел. Здесь находятся меловой карьер, овраги и балки, а также узкая полоса поймы, занятые преимущественно травянистой растительностью (луговые степи и материковые луга). Уникальным для области заказник делают преобладающие в нем на меловых отложениях кальцефитные луговые степи. С момента организации заказника (1995 г.) здесь запрещен выпас овец и крупного рогатого скота, а также выкос трав, ограничены и другие виды хозяйственной деятельности.

Территория степного участка (около 9 га) в окр. пгт. Сад относится к сельскохозяйственным неудобьям и представляет собой балку и остепненный склон долины р. Сухоносовка (приток 3-го порядка р. Псел). В настоящее время здесь проводится ограниченный выпас у подножия склонов, местами сенокосение.

Сбор пчел проводился методом индивидуального отлова. Частично использовались сборы из коллекции И.В. Синицы, за что автор выражает ему искреннюю благодарность. Автор также выражает большую благодарность Н.П. Кнышу за всяческую под-

держку в проведении исследований.

При определении галиктид использовалась система Ю.А. Песенко [2], при определении шмелей и шмелей-кукушек – система Т. Павликовского [3], при определении ос-талльных пчел – система Ч. Миченера [4].

### Результаты исследований

Данные о фауне пчел трех степных участков сведены в таблицу.

Таблица

#### Фаунистический состав пчел степных участков с различным уровнем охраны

Род и вид	Заповедник «Михайловская целина»	Заказник «Могрицкий»	Участок возле с. Сад
1	2	3	4
<b>Andrena Fabricius, 1775</b>			
<i>A. assimilis</i> Radoszkowski, 1876	+	+	+
<i>A. abberans</i> Eversmann, 1852	+		+
<i>A. bimaculata</i> (Kirby, 1802)		+	
<i>A. carbonaria</i> (Linnaeus, 1767)	+	+	
<i>A. cineraria</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	
<i>A. chrysopyga</i> Schenck, 1853	+		
<i>A. curvungula</i> Thomson, 1870		+	+
<i>A. dorsata</i> (Kirby, 1802)	+	+	+
<i>A. enslinella</i> Stöckert, 1924	+		
<i>A. falsifica</i> Perkins, 1915			+
<i>A. flavipes</i> Panzer, 1799	+	+	+
<i>A. florivaga</i> Eversmann, 1852			+
<i>A. fulvago</i> (Christ, 1791)		+	
<i>A. hattorfiana</i> (Fabricius, 1775)	+	+	+
<i>A. helvola</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	
<i>A. haemorrhoea</i> (Fabricius, 1781)	+	+	+
<i>A. gelriae</i> van der Vecht, 1927	+	+	
<i>A. labiata</i> Fabricius, 1771		+	
<i>A. limata</i> Smith, 1853	+	+	+
<i>A. minutuloides</i> Perkins, 1914	+	+	+
<i>A. minuta</i> (Kirby, 1802)	+	+	+
<i>A. marginata</i> Fabricius, 1776			+
<i>A. nanaeformis</i> Noskiewicz, 1924	+		
<i>A. nitida</i> (Muller, 1776)	+	+	
<i>A. ovatula</i> (Kirby, 1802)	+	+	+
<i>A. polita</i> Smith, 1847	+	+	+
<i>A. praecox</i> (Scopoli, 1763)	+	+	+
<i>A. propinqua</i> Schenck, 1859		+	+
<i>A. potentilla</i> Panzer, 1809			+
<i>A. rufizona</i> Imhoff, 1834	+		
<i>A. thoracica</i> (Fabricius, 1775)		+	
<i>A. trimmerana</i> (Kirby, 1802)			+
<i>A. vaga</i> Panzer, 1799	+	+	+
<i>A. varians</i> (Rossi, 1792)		+	
<i>A. ventralis</i> Imhoff, 1866	+	+	+
<b>Melitturga Latreille, 1809</b>			
<i>M. clavicornis</i> (Latreille, 1806)	+		
<b>Panurgus, Panzer, 1806</b>			
<i>P. calcaratus</i> (Scopoli, 1763)	+	+	+
<b>Panurginus Nylander, 1848</b>			
<i>P. labiatus</i> (Eversmann, 1852)			+
<b>Colletes Latreille, 1882</b>			
<i>C. cunicularius</i> (Linnaeus, 1761)		+	+
<i>C. daevisanus</i> Smith, 1846	+		
<i>C. fodiens</i> (Fourcroy, 1785)		+	



Продолжение таблицы

1	2	3	4
<b>Camptopoeum Spinola, 1843</b>			
<i>C. frontale</i> (Fabricius, 1804)		+	
<i>C. marginatus</i> Smith, 1846		+	
<b>Hyleus Fabricius, 1793</b>			
<i>H. angustatus</i> (Schenck, 1859)		+	
<i>H. annulatus</i> (Linnaeus, 1758)		+	
<i>H. communis</i> Nilander, 1852	+	+	+
<i>H. variegatus</i> (Fabricius, 1798)		+	
<b>Seladonia Robertson, 1918</b>			
<i>S. confusa</i> (Smith, 1853)		+	
<i>S. gavarnica</i> (Perez, 1903)		+	
<i>S. kessleri</i> Bramson, 1879	+	+	
<i>S. leucahenea</i> (Ebmer, 1972)	+	+	
<i>S. subaurata</i> (Rossi, 1792)		+	
<i>S. seladonia</i> (Fabricius, 1794)	+	+	+
<i>S. tumulorum</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+
<b>Lasoiglossum Curtis, 1833</b>			
<i>L. discum</i> (Smith, 1853)	+	+	+
<i>L. majus</i> (Nilander, 1852)	+	+	+
<i>L. prasinum</i> (Smith, 1848)		+	
<i>L. xantopus</i> (Kirby, 1802)	+	+	+
<i>L. subfasciatum</i> (Imhoff, 1832)		+	
<i>L. zonulum</i> (Smith, 1848)	+	+	+
<b>Halictus Latreille, 1804</b>			
<i>H. compressus</i> (Walckenaer, 1802)	+	+	
<i>H. maculatus</i> Smith, 1848	+	+	+
<i>H. quadricinctus</i> (Fabricius, 1776)	+	+	+
<i>H. rubicundus</i> (Christ, 1791)	+	+	+
<i>H. sajo</i> (Bluthgen, 1923)	+	+	+
<i>H. simplex</i> Bluthgen, 1923	+	+	+
<i>H. sexcinctus</i> (Fabricius, 1775)	+	+	+
<b>Rhopitoides Schenck, 1861</b>			
<i>Rh. canus</i> (Eversmann, 1852)		+	+
<b>Evyleus Robertson, 1902</b>			
<i>Ev. albipes</i> (Fabricius, 1781)	+	+	+
<i>Ev. aeratus</i> (Kirby, 1802)		+	
<i>Ev. fulvicornis</i> (Kirby, 1802)		+	+
<i>Ev. pauxillus</i> (Schenck, 1853)	+	+	+
<i>Ev. linearis</i> (Schenck, 1870)	+	+	
<i>Ev. sexstrigatus</i> (Schenck, 1869)		+	
<i>Ev. sabulosus</i> Herrmann and Doczkal, 1999		+	
<i>Ev. nitidulus</i> (Fabricius, 1804)		+	+
<i>Ev. morio</i> (Fabricius, 1793)		+	+
<i>E. malachurus</i> (Kirby, 1802)	+	+	+
<i>Ev. calceatus</i> (Scopoli, 1763)	+	+	+
<i>Ev. politus</i> (Schenck, 1853)	+	+	+
<i>Ev. tricinctus</i> (Schenck, 1874)		+	
<i>Ev. laticeps</i> (Schenck, 1870)		+	
<i>Ev. interruptus</i> (Panzer, 1798)		+	
<b>Rhopites Spinola, 1808</b>			
<i>Rh. quinquespinosus</i> Spinola 1808	+	+	+
<b>Sphecodes Latreille, 1804</b>			
<i>Sp. gibbus</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+
<b>Melitta Kirby, 1802</b>			
<i>M. leporina</i> (Panzer, 1799)	+	+	+
<i>M. haemorrhoidalis</i> (Fabricius, 1775)	+	+	+



Продолжение таблицы

1	2	3	4
<i>M. tricineta</i> Kirby, 1802	+	+	+
<i>M. wancowiczi</i> (Radoszcowski, 1890)	+		
<b><i>Dasipoda</i> Latreille, 1802</b>			
<i>D. hirtipes</i> (Fabricius, 1793)	+	+	+
<b><i>Megachile</i> Latreille, 1802</b>			
<i>M. apicalis</i> Curtis, 1828	+	+	+
<i>M. centuncularis</i> (Linnaeus, 1758)	+		+
<i>M. ericetorum</i> Lepeletier, 1841			+
<i>M. lagopoda</i> (Linnaeus, 1761)	+	+	
<i>M. ligniseca</i> (Kirby, 1802)	+	+	
<i>M. versicolor</i> Smith, 1844	+	+	
<b><i>Trachusa</i> Panzer, 1804</b>			
<i>T. byssina</i> (Panzer, 1798)	+		
<b><i>Anthidium</i> Fabricius, 1804</b>			
<i>A. punctatum</i> Latreille, 1809		+	
<i>A. florentinum</i> (Fabricius, 1775)			+
<b><i>Icteranthidium</i> Michener, 1948</b>			
<i>Ich. laterale</i> (Latreille, 1809)		+	
<b><i>Osmia</i> Panzer, 1806</b>			
<i>O. coerulescens</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+
<i>O. rufa</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+
<b><i>Hoplitis</i> Klug, 1807</b>			
<i>H. mocsari</i> Friese, 1895		+	
<i>H. adunca</i> (Panzer, 1798)	+	+	+
<b><i>Eucera</i> Scopoli, 1770</b>			
<i>E. alternans</i> (Brulle, 1832)		+	
<i>E. interrupta</i> Baer, 1850		+	+
<i>E. longicornis</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+
<i>E. rufipes</i> Smith, 1879	+		+
<b><i>Anthophora</i> Latreille, 1803</b>			
<i>A. retusa</i> (Linnaeus, 1758)		+	+
<b><i>Nomada</i> Scopoli, 1770</b>			
<i>N. fulvicornis</i> Fabricius, 1793	+	+	+
<b><i>Tetraloniella</i> Ashmead, 1899</b>			
<i>T. fulvescens</i> (Giraut, 1863)		+	
<i>T. ruficornis</i> (Fabricius, 1804)		+	
<i>T. salicariae</i> (Lepeletier, 1841)	+	+	+
<b><i>Xylocopa</i> Latreille, 1802</b>			
<i>X. valga</i> Gerstaecker, 1872	+	+	+
<b><i>Bombus</i> Latreille, 1802</b>			
<i>B. argillaceus</i> (Scopoli, 1763)			+
<i>B. confusus</i> Schenck, 1859	+		+
<i>B. armeniacus</i> Radoszkowski, 1877	+		
<i>B. humilis</i> Illiger, 1806	+	+	+
<i>B. hortorum</i> (Linnaeus, 1761)	+	+	+
<i>B. lapidarius</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+
<i>B. lucorum</i> (Linnaeus, 1761)	+	+	+
<i>B. muscorum</i> (Fabricius, 1775)	+	+	
<i>B. silvarum</i> (Linnaeus, 1761)	+	+	+
<i>B. terrestris</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+
<i>B. pascuorum</i> (Scopoli, 1763)	+	+	+
<i>B. pomorum</i> (Panzer, 1805)	+	+	+
<i>B. ruderarius</i> (Muller, 1776)	+	+	+
<i>B. veteranus</i> (Fabricius, 1793)	+		



Окончание таблицы

1	2	3	4
<b><i>Psithyrus</i> Lepeletier, 1832</b>			
<i>Ps. bogemicus</i> (Seidl, 1837)	+	+	+
<i>Ps. barbutellus</i> (Kirby, 1802)	+	+	+
<i>Ps. campestris</i> (Panzer, 1801)	+	+	+
<i>Ps. rupestris</i> (Fabricius, 1793)	+	+	+
<i>Ps. vestalis</i> Geoffroy, 1785	+	+	+
Всего семейств/родов/видов	6/23/89	6/26/111	6/23/83

Фауна пчел заповедника «Михайловская целина» представлена 89 видами, 23 родами, а степного участка без какого-либо режима охраны – 83 видами, 23 родами. Отличия в целом незначительные. Наибольшим видовым разнообразием характеризуется апидофауна Могрицкого ландшафтного заказника. Здесь выявлено 111 видов, относящихся к 26 родам. Это находит свое объяснение в своеобразии форм рельефа, почв и растительности данного участка, а также в довольно низком уровне антропогенного воздействия. 24 вида пчел встречаются только на территории заказника, 7 видов отмечено только в заповеднике и 5 видов – только в окр. пгт. Сад. Все три исследуемых степных участка отличаются локальными стенотопными видами, а также олиголектическими видами, связанными в своем распространении с трофическим растением. 56 видов являются общими для трех степных участков. Это преимущественно эвритопные массовые виды.

В апидофауне Могрицкого заказника присутствуют редкие для Полесья и Лесостепи Украины степные виды средиземноморского происхождения, распространенные в этих природных зонах локально: *Camptopoeum frontale* (Fabricius, 1804), *Icteranthis laterale* (Latreille, 1809), *Hoplitis mocsari* Friese, 1895, *T. ruficornis* (Fabricius, 1804), *Seladonia gavarnica* (Perez, 1903). Могрицкий ландшафтный заказник лежит на северной границе их ареала. Находки этих видов делают заказник уникальным для региона в отношении апидофауны.

На территории заказника выявлены виды, включенные в Красную Книгу Украины [8]: *Bombus muscorum* (Fabricius, 1775), *Xylocopa valga* Gerstaecker, 1872, *Rhopitoides canus* (Eversmann, 1852).

Интересны сведения по биологии *Hoplitis mocsary* – редкого для Полесья и Лесостепи летнего вида, локально встречающегося в стациях луговых степей, узкого олиголекта на *Linum*. Самки и самцы наблюдались нами на цветках *Linum flavum* L. Эта пчела строит гнезда одалдного (зависимого) типа и выстилает ячейки гнезда лепестками льна желтого. Из литературных источников [5] известно, что самки для построения гнезда предпочитают занимать уже существующие полости в почве. По нашим наблюдениям, самки данного вида самостоятельно изготовляли полости для гнезда в рыхлом меловом субстрате.

Нужно отметить особую находку малоизвестного на Украине *Eucera alternans*. Есть указания на нахождение этого вида в Харьковской области в позапрошлом веке [6, 7]. Мы наблюдали его на территории Могрицкого ландшафтного заказника 24.07.2008 на *Centaurea pseudophrygia* С.А. Меу на меловом склоне балки.

Из трех сравниваемых территорий фауна шмелей и шмелей-кукушек наиболее богато представлена в заповеднике «Михайловская целина». Кроме обычных и повсеместно встречающихся видов здесь найдены нечасто встречающийся *Bombus confusus*, красно-книжные *B. veteranus*, *B. muscorum*, *B. pomorum*, а также *B. armeniacus*, имеющий статус исчезающего вида [8]. 5.06.1977 одна самка этого вида была собрана И.Н. Синицей в степной части заповедника на *Chamaecytisus ruthenicus* Klaskova. Более поздних находок этого вида в заповеднике не было.

В другой части заповедника на влажном лугу были собраны редкий по всему своему ареалу альпийский олиголектический вид *Andrena rufizona* (21.07.2000, луг, 3♀♀ на *Geranium pratense* L.) и также редкий олиголектический *Melitta wancowiczi* (13.08.2008, луг, 6♀♀ на *Campanula* sp.), представленный к следующему изданию Красной книги Украины.

В окр. пгт. Сад интересны находки редких степных олиголектических *Andrena potentilla* (24.04.20005, 1♀, 1♂, остепненная балка, на *Potentilla arenaria* Borkh.) и *Andrena*



*marginata* (4.08.2006, остепненная балка, 4♀♀ на *Scabiosa ochroleuca* L.). *Bombus argillaceus* (6.05.2004, остепненная балка, 1♀ на *Chamaecytisus ruthenicus*) – обычный или массовый вид в южных районах Украины, часто встречающийся уже в Харьковской области, но для более северных областей Украины его находки единичны. Здесь же отмечены «краснокнижные» виды шмелей – *B. confusus* и *B. potorum*.

### Выводы

Наибольшим видовым разнообразием отличается апидофауна Могрицкого ландшафтного заказника [9]. Различия в составе фауны двух других участков не существенны. Очевидно, снижение антропогенного пресса способствует сохранению редких стенотопных и олиголектических видов, которые в противном случае первыми выпадают из фаунистического списка. Все три степных участка являются своеобразными резерватами не только обычных и массовых видов, но также редких стенотопных и олиголектических видов Apoidea.

### Литература

1. Romasenko L.P. Comparative characteristic of fauna of Megachilid bees of Reservations and other territories of Ukraine // Changes in fauna of Wild bees in Europe / J. Banaszak (ed.). – Bydgoszcz: Pedagog. Univ., 1995. – P. 65-74.
2. Bees of the family Halictidae (excluding Sphecodes) of Poland: taxonomy, ecology, bionomics / Pesenko Yu.A., Banaszak J., Radchenko V.G. et al. – Bydgoszcz: Wyd. Uczel. Wyższej Szkoły Pedagog. w Bydgoszczy, 2000. – Poz. 856.
3. Pawlikowski T. Pszczolowate – Apidae. Klucze do oznaczania owadów Polski. – Toruń: Ofic. Wydawn. Turpress, 1996. – Cz. 24. – S. 3-56.
4. Michener Ch. The bees of the World. – Baltimore; London: J. Hopkins Univ. Press, 2000. – 913 p.
5. Дугіна О.М. До фауни диких бджіл та джмелів (Hymenoptera, Apoidea) філіалу Українського державного степового заповідника «Михайлівська цілина» // Заповідна справа в Україні. – Т. 11, вип. 2. – С. 34-36.
6. Banaszak J., Romasenko L. Megachilid Bees of Europe (Hymenoptera, Apoidea, Megachilidae). – Pedagogical University of Bydgoszcz, 1998. – 239 p.
7. Иванов П.П. Перечень перепончатокрылых Hymenoptera, Monotrocha, встречающихся в окрестностях г. Купянска // Тр. об-ва испыт. природы Харьков. ун-та. – 1872. – Т. 6. – С. 151-166.
8. Ярошевский В.А. Материалы для энтомологии Харьковской губернии // Тр. об-ва испыт. природы при Харьковском ун-те. – 1881. – Т. 15. – С. 105-144.
9. Червона книга України. Тваринний світ. – Київ: «Українська енциклопедія» ім. М.П. Бажана, 1994. – 464 с.
10. Карпенко К.К., Книш М.П., Родінка О.С., Вакал А.П., Пархоменко В.В., Ковтун В.А. Могрицький ландшафтний заказник (Сумська обл.) // Природничі науки: Зб. наук. праць / Сумський пед. ін-т. – Суми, 2004. – С.37-42.

## BEE FAUNA (HYMENOPTERA, APOIDEA) OF STEPPE TERRITORIES WITH DIFFERENT LEVEL OF PROTECTION

Y.N. Dugina

Sumy state pedagogical  
university named  
after A.S. Makarenko

Romenskaja Str., 97, Sumy,  
40002, Ukraine

The comparative study of Apoidea faunas of three steppe territories with different level of protection has been done. These territories differ in rare stenotopic and oligolectic species. The other differences in their fauna are not important.

Key words: Apoidea, steppe, protected territories.



## ГОРОДСКИЕ СООБЩЕСТВА ШМЕЛЕЙ (HUMENOPTERA: APIDAE: BOMBUS) И УСЛОВИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ИХ СУЩЕСТВОВАНИЯ

**И.Б. Коновалова**

Государственный  
природоведческий музей  
НАН Украины

Украина, 79008, г. Львов,  
ул. Театральная, 18

e-mail: iren@museum.lviv.net

Проведены исследования фауны и экологии шмелей, обитающих в крупных городах западных областей Украины. На основании анализа данных о видовом составе сообществ, структуре доминирования, фенологических ритмах развития, биотопических и фуражных предпочтениях шмелей, сделаны следующие выводы: (1) ядро сообществ шмелей в урбанизациях составляют несколько экологически пластичных видов; (2) фенология городских популяций шмелей отличается от естественной и определяется степенью антропогенного воздействия; (3) благополучие популяций шмелей зависит от правильной стратегии озеленения и использования зеленой зоны города. Обсуждается значение различных структур зеленой зоны для сохранения численности и видового разнообразия шмелей. Приводится список фуражных растений, играющих важную роль в выживании шмелей в городских условиях.

Ключевые слова: сообщество шмелей, урбанизация, зеленая зона, цветковые ресурсы.

### Введение

Урбанизация ландшафтов сопровождается значительной трансформацией окружающей среды, связанной с воздействием на естественную растительность, мезоклимат, гидрологический режим и другие параметры территории. Этот процесс неуклонно ускоряется в мировом масштабе, поэтому, первостепенной задачей для экологов является его осознание и всестороннее изучение для разработки научно-обоснованных подходов к решению проблем, порождаемых урбанизацией ландшафтов. В результате урбанизации меняется общее видовое разнообразие, численность и распределение популяций отдельных видов, структура биоценозов; наблюдается, так называемая, гомогенизация биоты [1, 2]. Урбанизация, в зависимости от своей интенсивности и пространственного масштаба анализируемых фактов, может привести как к увеличению, так и к уменьшению видового богатства организмов разных таксономических групп. На интенсивно урбанизированных территориях видовое разнообразие для всех групп организмов имеет тенденцию к уменьшению [3]. Однако воздействие умеренной степени урбанизации на разных группах сказывается различно: некоторым таксонам может благоприятствовать появление новых (антропогенных) мест обитания [4, 3].

Как известно, шмели являются одними из наиболее эффективных природных опылителей в экосистемах умеренной климатической зоны. Мутуалистические взаимоотношения шмелей и цветковых растений способствуют сохранению и развитию общего биоразнообразия в экосистемах, повышая их сбалансированность и устойчивость. Социальный образ жизни, высокая организация жизнедеятельности семей, широкая экологическая валентность ряда видов, способность к быстрому освоению новых кормовых ресурсов позволяют шмелям выживать в условиях крайне неблагоприятных для других пчел, в том числе в крупных городах. Однако, в последние десятилетия по всему миру наблюдается уменьшение разнообразия и снижение численности шмелей, особенно в антропогенных ландшафтах [5, 6]. Причины этого явления еще не до конца выяснены и требуют тщательного изучения.

Задача наших исследований состояла в сборе и обобщении информации о популяциях шмелей в городах умеренной климатической зоны Украины. Целью было выяснить, как влияет жизнедеятельность человека на саму возможность существования шмелей в городах, и какие простейшие шаги можно предпринять для создания, либо поддержания условий, способствующих их выживанию.

### Материал и методика

Исследования проводились в 2005-2008 гг., преимущественно на территории западных областей Украины: в областных центрах, городах Львов, Луцк, Тернополь, Ужго-



род, Черновцы, а также в ряде крупных районных центров соответствующих областей. Изучали видовой состав сообществ шмелей, относительную численность популяций видов, особенности фенологической ритмики, фуражные предпочтения видов и особей, а также распределение фауны в пределах местообитаний в условиях города. С целью максимального сокращения ущерба, который мог быть причинен фауне в результате исследований, отлов особей с их последующей фиксацией, производился в исключительных случаях. Малое количество видов, обитающих в городе, и небольшая численность особей, наблюдаемых одновременно на том или ином исследуемом участке фуражной растительности, обеспечили возможность произвести основную часть исследований путем визуальных наблюдений. Изменения в структуре и численности сообществ шмелей отслеживали с ранней весны до поздней осени. Относительную численность популяций определяли: весной – методом маршрутных учетов перезимовавших самок; летом – методом локального учета фуражирующих особей всех каст за единицу времени. Проведение таких учетов было целесообразным лишь на территории крупных непрерывных участков зеленой зоны города, таких, как парки и лесопарки. Особое внимание уделяли имеющимся цветковым ресурсам, в том числе, представленным декоративными растениями, их количественному и качественному составу, срокам высадки и фенологии цветения.

В данной статье анализируются данные, собранные в крупных городах с высокой степенью урбанизации ландшафтов. Фауна шмелей городских окраин не принималась во внимание, поскольку эта территория представлена большей частью полуприродными ландшафтами и агробиоценозами.

### Результаты

Основными условиями, благоприятствующими разнообразию и численности фауны шмелей в любых экосистемах, являются наличие подходящих мест для гнездования и обилие кормовых ресурсов. Разнообразие фуражных видов растений и непрерывная последовательность их цветения на протяжении сезона являются жизненно важными факторами, обеспечивающими успешное развитие шмелиных семей-колоний, завершающееся воспроизводством новой генерации [7, 8].

Видовое разнообразие шмелей, обитающих в городских условиях, ниже, чем в природных биоценозах той же географической зоны, а структура их сообществ определяется степенью урбанизации территории [9, 10, 11, 12]. Как правило, в городах доминируют виды шмелей, которым свойственна высокая экологическая пластичность. В исследованных нами городах, ядро сообществ шмелей в различных типах биотопов составляют три вида, меняющиеся местами в структуре доминирования, в зависимости от условий обитания: *B. pascuorum* (Scop.), *B. terrestris* (L.), *B. lucorum* (L.). *B. pascuorum* в городах является самым многочисленным и встречается повсюду, где есть условия для обитания шмелей. Это эврибионтный вид, способный гнездиться в разнообразных местах, как на поверхности почвы, так и высоко над поверхностью, используя покинутые гнезда мелких пернатых в полостях многоэтажных построек. Кормовой рацион вида включает подавляющее большинство фуражных растений шмелей, произрастающих в городе. К тому же, его гнездовой период значительно «растянут» в сезоне, что позволяет ему использовать более широкий спектр фуражной флоры. Такие виды *B. terrestris* и *B. lucorum* гнездятся всегда подземно, чаще в опустевших мышиных норах. Обладая коротким хоботком, они фуражируют на растениях с неглубокими цветками; при этом развивают самые крупные семьи в сравнении с другими видами; способны к дальним полетам, продвигаясь высоко над поверхностью земли [13], что дает им преимущество в освоении новых участков зеленой зоны для гнездования и питания.

Численность видов *B. lapidarius* (L.), *B. hortorum* (L.), *B. pratorum* (L.) и *B. hypnorum* (L.), в масштабах целого города ниже, чем трех предыдущих, а их биотопическое распределение обусловлено определенными экологическими факторами. Обитание *B. pratorum* и *B. hypnorum* в природе тесно связано с лесами [7], и в городе они поселяются преимущественно на территориях с древесными насаждениями. Они обычны в старых парках, лесопарках, где хорошо развит подлесок, в ботанических садах, в жилых кварталах города с приусадебными садами. Перезимовавшие самки этих видов появляются раньше других, в марте–апреле, а в мае–первой половине июня, когда численность их семей приближается к максимуму, могут доминировать в некоторых биотопах за счет совокупного количе-

ства отродившихся рабочих особей. Популяции длинно-хоботкового вида *B. hortorum* распределены в урбаноценозах неравномерно, как и в естественных ценозах, что определяется наличием специфических кормовых ресурсов – растений со «шмелиным» типом цветка, т.е. с глубоким трубчатым венчиком. Произрастание в городе клевера лугового является обязательным условием для развития колоний вида в июне-июле. В тех урбаноценозах, где этого растения недостаточно, вид приспособился к более позднему в сезоне основанию гнезд, при условии наличия высококачественных подходящих для него ресурсов, зацветающих во второй половине лета и осенью (например, *Galeopsis*, *Impatiens*, *Hosta*).

*B. ruderarius* (Muller), *B. sylvarum* (L.), и *B. humilis* Illiger, в городах встречаются редко и ближе к их периферии, поскольку обитание этих видов связано с обширными открытыми пространствами, занятыми травяной и кустарниковой растительностью, а кормовой рацион включает ряд луговых цветковых видов растений.

Что касается шмелей-кукушек (подрод *Psithyrus* Lapeletier, 1832), в крупных городах их видовое разнообразие ниже, а относительное обилие значительно меньше, чем в естественных биоценозах той же климатической зоны. Мы отмечали брачный лет нескольких видов в отдельных лесопарковых биотопах городов, однако, наблюдать весеннее поведение самок, предшествующее захвату гнезд шмелей-хозяев, нам, к сожалению не удалось. На наш взгляд, причинами низкой численности видов-инквилинов могут быть низкая численность локальных популяций видов-хозяев и рассеянное распределение гнезд, что усложняет для шмелей-кукушек их поиск. Наиболее часто встречаемым видом в городах является *B. campestris* (Panzer), паразитирующий преимущественно в гнездах *B. pascuorum*.

Часть популяций шмелей имеет возможность существовать в центральной части города и в районах новостроек, приспособляясь к различным типам урбатопов: пустырям, приусадебным садам, скверам. Важное значение в условиях города приобретают железнодорожные насыпи, склоны которых предоставляют шмелям многочисленные и разнообразные фуражные ресурсы, места для гнездования и для зимовки самок.

Фенологические ритмы жизненного цикла шмелей в условиях города (появление перезимовавших самок, основание гнезд, завершение развития колоний) опережают таковые в естественных биоценозах в среднем на 2 недели. Одновременно наблюдается «растяжение» периода функционирования колоний некоторых видов (*B. pascuorum*) за счет большого разброса во времени начальных этапов развития индивидуальных семей. Также, наблюдается смещение периода гнездования некоторых видов (*B. hortorum*) в сторону позднего лета. Оба факта подтверждаются нередко наблюдаемой фуражировочной активностью рабочих шмелей и самок-основательниц, со слабо изношенными крыльями, поздним летом и осенью. Одной из причин таких явлений, очевидно, является теплый мезоклимат крупных городов, с одной стороны способствующий ускорению темпов онтогенеза насекомых, а с другой – продлению периода вегетации растений [14]. Большое значение для поздно основанных колоний имеет возобновление кормовых ресурсов ближе к завершению естественного сезона вегетации, как за счет высаживания декоративных культур, так и вследствие отрастания периодически срезаемого травянистого покрова газонов, скверов и парков.

Кормовые цветковые ресурсы шмелей в исследованных урбаноценозах включают ряд дикорастущих и культурных видов растений, а также декоративные формы травянистых, кустарниковых и древесных видов, используемых для озеленения городов (таблица). Мы выделяем три группы растений, играющих важную роль в успешном выживании популяций шмелей в условиях крупных городов, разместив их в таблице в порядке фенологических ритмов цветения. К группе дикорастущих видов растений, имеющих первостепенное значение для шмелей, относим такие, которые обильно произрастают во всех исследованных городах, нетребовательны к типу почвы, устойчивы к антропогенным воздействиям и обеспечивают большинство городских видов шмелей высококачественными цветковыми ресурсами в критические периоды развития семей. Эти же виды являются первостепенными для шмелей и в естественных ценозах. Представители единственного рода древесных растений из этой группы – ива (*Salix*) – являются облигатными цветковыми ресурсами для ранневесеннего питания перезимовавших самок шмелей по всей умеренной климатической зоне [7]. К группе дикорастущих растений, важных для фуражировки



шмелей на видовом и индивидуальном уровнях, относим еще около 30 видов, произрастающих в исследованных городах.

Таблица

**Виды цветковых растений, играющие важную роль в питании шмелей в крупных городах умеренной климатической зоны Украины**

Дикорастущие виды первостепенного значения	Дикорастущие виды важного значения	Культурные, декоративные и используемые для озеленения виды
<i>Salix spp.</i>	<i>Ficaria verna</i> Huds.	<i>Crocus spp.</i>
<i>Glechoma hederacea</i> L.	<i>Tussilago farfara</i> L.	<i>Hyacinthus orientalis</i> L.
<i>Lamium purpureum</i> L.	<i>Primula veris</i> L.	<i>Prunus domestica</i> L.
<i>Lamium maculatum</i> (L.) L.	<i>Pulmonaria spp.</i>	<i>Ribes nigrum</i> L.
<i>Lamium album</i> L.	<i>Taraxacum officinale</i> Webb. ex Wigg.	<i>Malus domestica</i> Borkh.
<i>Symphytum officinale</i> L.	<i>Ajuga reptans</i> L.	<i>Rhododendron spp.</i>
<i>Trifolium pratense</i> L.	<i>Vinca minor</i> L.	<i>Syringa vulgaris</i> L.
<i>Trifolium repens</i> L.	<i>Chelidonium majus</i> L.	<i>Delphinium spp.</i>
<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pall.	<i>Vicia sepium</i> L.	<i>Lonicera sp.</i>
<i>Ballota ruderalis</i> Sw	<i>Geranium phaeum</i> L.	<i>Jasminum sp.</i>
<i>Arctium spp.</i>	<i>Plantago media</i> L.	<i>Rosa spp.</i>
<i>Carduus crispus</i> L.	<i>Rubus idaeus</i> L.	<i>Tilia spp.</i>
<i>Galeopsis pubescens</i> Bess.	<i>Rosa canina</i> L.	<i>Antirrhinum majus</i> L.
	<i>Aegopodium podagraria</i> L.	<i>Digitalis purpurea</i> L.
	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	<i>Tropaeolum minus</i> L.
	<i>Knautia arvensis</i> (L.) Coult.	<i>Spiraea alba</i> Du Roi.
	<i>Galeopsis tetrachit</i> L.	<i>Spiraea japonica</i> L.
	<i>Prunella vulgaris</i> L.	<i>Symphoricarpus rivularis</i> Suksdorf
	<i>Centaurea jacea</i> L.	<i>Aquilegia vulgaris</i> L.
	<i>Rubus spp.</i>	<i>Stachys byzantina</i> C. Koch
	<i>Leonurus cardiaca</i> L.	<i>Centaurea spp.</i>
	<i>Vicia cracca</i> L.	<i>Impatiens balsamina</i> L.
	<i>Anchusa officinalis</i> L.	<i>Helianthus annuus</i> L.
	<i>Geranium pratense</i> L.	<i>Alcea rosea</i> L.
	<i>Salvia verticillata</i> L.	<i>Oenothera suaveolens</i> Desf.
	<i>Stachys palustris</i> L.	<i>Aconitum spp.</i>
	<i>Mentha arvensis</i> L.	<i>Hosta spp.</i>
	<i>Eupatorium cannabinum</i> L.	<i>Dahlia pinnata</i> Cav.
	<i>Impatiens glandulifera</i> Royle.	
В пределах 20 видов	Около 30 видов	В пределах 40 видов

Среди древесных и кустарниковых растений, используемых для озеленения улиц, скверов, парковых аллей, активно используются шмелями различные виды и декоративные сорта шиповника (*Rosa*), снежниковый приречный (*Symphoricarpus rivularis*), таволга (*Spiraea*), декоративные сорта рододендрона, липа (*Tilia*), сирень (*Syringa*), жимолость (*Lonicera*). Приусадебные сады и газоны в жилых многоэтажных кварталах предоставляют шмелям значительную часть весенних и раннелетних ресурсов, цветущих плодово-ягодных культур, а также, сезонный спектр декоративных сортов травянистых мелитофильных растений (см. таблицу). Длинно-трубчатые цветки некоторых декоративных растений (энотера, петуния, гвоздика) посещаются исключительно самцами шмелей, в частности *B. hortorum*, для питания.

Таким образом, около 90 видов дикорастущей, культурной и декоративной флоры в комплексе составляют такую кормовую базу, которая позволяет популяциям шмелей выживать в условиях крупных городов умеренной климатической зоны Украины.

### Обсуждение

Масштаб озеленения крупных городов зависит от ряда причин: физико-географической зоны, в которой расположен населенный пункт, геолого-морфологической структуры ландшафта, возраста города, профиля промышленности,

планировки жилых кварталов, а также от количества культурных, оздоровительных, спортивных и образовательных учреждений, вблизи которых, как правило, сохраняются обширные территории зеленой зоны.

Старинные городские парки, особенно лесопарки, отличаются сложным рельефом, разновозрастным древостоем, наличием древесного опада и мощного слоя подстилки, неухоженных и не вычищенных зарослей кустарников, многолетних злаковых трав. Все эти факторы способствуют успешному гнездованию мелких млекопитающих и птиц, и, следовательно, ряда видов шмелей, использующих опустевшие норы и гнезда для создания собственных гнезд, либо гнездящихся на поверхности почвы среди трав. Здесь имеются и подходящие условия для зимовки самок шмелей, а разнообразная дикорастущая и декоративная флора обеспечивает высококачественную пищу для многих видов пчел. Американские исследователи К. Мак-Фредерик и Г. Ле-Бун [12], изучая сообщества шмелей в парках Сан-Франциско, обнаружили, что структура сообществ шмелей определяется не величиной территории парка, а конкурентными межвидовыми взаимоотношениями, то есть отрицательно ассоциируется с обилием доминирующего вида. В то же время, численное обилие сообщества положительно связано как с количеством и площадью фрагментов естественных биотопов в парке, так и со степенью «открытости» окружающего ландшафта. Парки, с более естественной территорией, предоставляют шмелям больше мест для гнездования и больше цветковых ресурсов, а открытость окружающего ландшафта способствует увеличению радиуса фуражировочной активности [12].

Недавние исследования в Европе и Америке [4, 15, 16] показали, что городские приусадебные сады (urban domestic gardens), связанные непосредственно с жилыми районами, формируют основную часть зеленой зоны в больших и малых городах. Такие сады могут играть жизненно важную роль в поддержании биоразнообразия на урбанизированных территориях. Сады предоставляют не только многообразие мест для устройства гнезд различными видами шмелей [16], но и обеспечивают высокую плотность и разнообразие цветущих растений. Пыльца, собранная шмелями в садах, более разнородна по составу, чем собранная в иных местах зеленой зоны города, и, получая качественное белковое питание, семьи шмелей (на примере *B. terrestris*) развиваются здесь быстрее и достигают большего размера [17]. В исследованных городах Украины, приусадебные сады подобного типа характерны только для частной одноэтажной застройки. Однако, с некоторым приближением, к этой категории могут быть причислены зеленые насаждения с цветниками, расположенные в жилых кварталах многоэтажных новостроек, где население традиционно выращивает плодово-ягодные культурные растения и множество сортов декоративной флоры. Неоспоримую роль в обеспечении адекватных условий для существования шмелей играют, также, ботанические сады. Современные культурные сорта цветковых растений зачастую менее продуктивны в отношении нектара и пыльцы, чем их природные аналоги [18]. Однако, их эффективность в качестве фуражных растений пчел в урбаноценозах состоит в том, что период их цветения по срокам и общей продолжительности, плотность цветущих растений и площадь, занятая ими, определяются исключительно человеком и, при желании озеленителей, могут достигать значительных величин.

Большой урон населению шмелей наносит фрагментация ландшафтов и биотопов [5, 6, 19, 20]. Известно, что малые изолированные популяции подвержены угрозе исчезновения из-за инбридинга, деградации местообитаний, а также под действием стохастических явлений [21]. Величина эффективной популяции у социальных насекомых на несколько порядков ниже, чем наблюдаемая [8]. Так, вид шмелей, который кажется многочисленным (с учетом рабочих особей в середине сезона развития семей), может иметь очень небольшую эффективную популяцию (перезимовавшие самки – потенциальные основательницы семей). В этой связи, мы считаем необоснованным утверждение З. Ф. Ефремовой [9] о том, что «численность некоторых видов шмелей в городах, большая, чем в природе». Часто наблюдаемое обилие рабочих шмелей на отдельных участках растительности (факт, приведенный вышеуказанным автором) – обычное явление, связанное с особенностями фуражировочного поведения этих пчел [8]. В антропогенных ландшафтах, особенно в городах, кратковременное возрастание фуражировочной активности касты рабочих на массово цветущих видах растений, свидетельствует лишь об их первостепенном значении для шмелей в условиях недостатка кормовых ресурсов и значительной фрагментации биотопов [22]. Поскольку, семья шмелей является производной одной пары родителей, что связано с моногамией самок большинства видов [23], для поддержания



жизнеспособной популяции длительное время, очевидной является необходимость обеспечения достаточной территории для обитания десятков семей вида. Полагают, что единственной семье шмелей требуется для фуражировки территория радиусом не меньше, чем в 1 км [8]. Однако, наличие больших монолитных территорий зеленой зоны в городах весьма проблематично. Для благополучного существования городских метапопуляций шмелей, их локальное исчезновение должно компенсироваться возможностью заселения новых участков зеленой зоны перезимовавшими, свободно мигрирующими самками [8].

Фрагментация биотопов в урбанонозах усугубляется наличием непреодолимых препятствий для передвижения шмелей, таких, как крупные автомагистрали, плотная застройка, промышленные комплексы [24]. Во всех исследованных нами городах существуют изолированные участки зеленой зоны, где наблюдается обилие цветковых ресурсов, однако, отсутствуют какие-либо признаки обитания шмелей. Результаты изучения голландскими учеными [25] особенностей взаимодействий городских популяций насекомых показали, что связанные между собой фрагменты «зеленых» биотопов в центре города с большей вероятностью посещаются насекомыми с периферии города, чем изолированные фрагменты. Таким образом, полуприродные, достаточно крупные территории периферии города могут оказывать положительное влияние на присутствие фауны во внутренних районах города. Предполагается, что связанность биотопов внутренних городских районов и предместий способствует внутривидовым миграциям.

Некоторые авторы полагают, что воздействие структуры ландшафта на численное обилие шмелей гораздо сильнее по отношению к видам со средней величиной колонии, чем к видам, образующим малые либо крупные колонии [26]. Это мнение основано на том, что виды, фуражирующие на средней дальности от гнезд, в большей степени подвержены воздействию фрагментации биотопов, поскольку величина колонии обуславливает пространственный масштаб использования кормовых ресурсов. В связи с определенными трудностями экспериментальных исследований, до сих пор не существует единого мнения о возможной дальности фуражировочных полетов шмелей. Считается, что отдельные виды (*B. terrestris*, *B. lucorum*) могут путешествовать на расстояние нескольких километров от гнезда [27, 8], другие же (*B. pascuorum*, *B. sylvarum*, *B. rudericus*, *B. muscorum*) фуражируют вблизи гнезд, оставаясь в пределах от нескольких десятков до нескольких сотен метров [28, 29]. В любом случае, все виды шмелей предпочитают собирать цветочные ресурсы не слишком далеко от мест гнездования, если они имеются в достаточном количестве [7, 8].

Важную роль для зимовки, гнездования и фуражировки шмелей в урбанонозах играют пустыри и неудобья, особенно с пересеченным рельефом. Виды, гнездящиеся под землей, приурочены к ландшафту, испещренному земляными насыпями, валами, крутыми склонами, гнездящиеся на поверхности – к участкам дерновинно-злаковой растительности [7, 30]. Краевые местообитания, такие как кустарниковые насаждения вдоль дорог и травянистые обочины, имеют особенно важное значение для поддержания биоразнообразия в ландшафтах, сильно видоизмененных деятельностью человека [31]. В исследованных городах, нами отмечена интенсивная фуражировка шмелей на травянистых газонах вдоль автомагистралей, которые зарастают клеверами луговым и ползучим – ценными источниками нектара и пыльцы для многих видов шмелей. Значительная протяженность газонов не позволяет озеленителям одновременно скашивать весь травяной покров, что благотворно сказывается на наличии ресурса от момента зацветания до середины осени.

Совокупность экологических факторов в урбанонозах не соответствует экологическому преференту шмелей, относящихся к группе редких видов. Однако, бывают исключения (касающиеся преимущественно малых городов с одноэтажной застройкой), обусловленные благоприятным сочетанием особенностей планировки и благоустройства города. Так, в городе Мукачево (районный центр Закарпатской области) нами была обнаружена популяция степного вида *B. argillaceus* (Scopoli), очень редкого для западных областей Украины [32].

В то время, как в странах ЕС для поддержания видового разнообразия пчел в агро- и урбанонозах приходится создавать специальные биотопы, где пчелы могли бы гнездиться и фуражировать, у нас достаточно сохранять уже существующие участки зеленой зоны городов, добавив к этому разумное планирование озеленения новостроек, усовершенство-

вание видового состава растений, используемых в качестве декоративных и активную пропаганду конкретных экологических знаний среди населения, в первую очередь среди учащихся школ. Экологической безграмотностью можно объяснить ежегодное выжигание многолетних дерновинных злаков в городах и предместьях. Палы чаще устраивают на железнодорожных насыпях, дамбах, обочинах дорог, склонах и опушках - как раз на тех участках, которые имеют первостепенное значение для зимовки и гнездования пчел, и где произрастает основная и наиболее ценная часть фуражной флоры. Зачастую, огонь перебрасывается на заросли кустарников и лесопосадки.

Очевидно, следует воспользоваться опытом, существующим в мире. Различные экологические инициативы, которые широко освещаются в Интернете [33, 34], в первую очередь полагаются на участие детей и студентов, для которых разработаны доступные и интересные программы участия в национальных действиях по инвентаризации и сохранению локальных фаун. Информация, поступающая от энтузиастов, активно используется учеными для создания баз данных о разнообразии, биотопическом распределении и кормовых предпочтениях пчел (в первую очередь шмелей). Западное общество охотно воспринимает новые идеи, связанные с усовершенствованием мер по сохранению биоразнообразия в антропогенных условиях. Например, участки, подвергающиеся у нас упомянутым искусственным пожарам, в западных «инициативах» рекомендуются к охране, как особенно ценные для фауны насекомых [6, 20, 30]. Рекомендации специалистов по улучшению качества этих территорий (высаживание кустарников, посев дерновинных злаков и смеси многолетних трав, цветки которых предпочитают пчелы), находят практический отзыв у населения.

Для решения проблемы сокращения потерь в биоразнообразии, М. Розенцвейг предложил новый научный подход [35], назвав его «экология примирения» (reconciliation ecology). Одна из главных идей этого направления состоит в том, чтобы вернуть организмы в их естественные ареалы без «изгнания» человека из ландшафта. Мы разделяем точку зрения К. Мак-Фредерика и Г. Ле-Буна [12] о том, что эту идею можно использовать в деле сохранения городских сообществ шмелей, для чего необходимо предпринять последовательные шаги в изучении экологических факторов, оказывающих воздействие на наиболее уязвимые виды.

### Заключение

Исходя из всего выше изложенного, мы делаем следующие выводы.

1. На урбанизированных территориях способны выживать популяции немногих видов шмелей, с численным преобладанием нескольких экологически пластичных видов-генералистов.
2. Фенологические ритмы развития городских популяций шмелей отличаются от таковых в естественных биоценозах, изменяясь в соответствии с антропогенными воздействиями.
3. Предполагается, что опасность исчезновения изолированных популяций шмелей в городах можно уменьшить, сохраняя имеющиеся участки зеленой зоны и разумно планируя новые мероприятия по озеленению. Создание «коридоров», связывающих фрагменты зеленых урбатопов между собой и с пригородными территориями будет способствовать межпопуляционным миграциям шмелей и других насекомых.
4. Озеленение городов должно осуществляться на научной основе с привлечением квалифицированных специалистов и разработкой программ, направленных на сохранение разнообразия растительных и животных сообществ.
5. Огромный ущерб фауне шмелей (в числе прочих насекомых) в городах и пригородной зоне причиняет весенне-осеннее выжигание участков, занятых дерновинными злаками, особенно на склонах. Поскольку при этом гибнет множество зимующих самок шмелей, такие действия, ежегодно повторяемые, могут привести к значительному сокращению численности городских популяций шмелей, вплоть до полного их уничтожения.

### Список литературы

1. McKinney M. L. Urbanization as a major cause of biotic homogenization // Biological Conservation. – 2006. – Vol. 127, Is. 3. – P. 247-260.



2. Kuhn I., Klotz S. Urbanization and homogenization – comparing the floras of urban and rural areas in Germany // *Biological Conservation*. – 2006. – Vol. 127, Is. 3. – P. 292-300.
3. McKinney M. L. Effects of urbanization on species richness: a review of plants and animals // *Urban Ecosystems*. – 2008. – Vol. 11, № 2. – P. 161-176.
4. Smith R. M., Gaston K. J., Warren P. H., Thompson K. Urban domestic gardens: environmental correlates of invertebrate abundance // *Biodiversity and Conservation*. – 2006. – Vol. 3. - 175-205.
5. Kearns C. A., Inouye D. W., Waser N. M. Endangered mutualism: The conservation of plant-pollinator interactions // *Annual Review of Ecology and Systematics*. - 1998. – Vol. 29. – P. 83-112.
6. Steffan-Dewenter I., Potts S. G., Packer L. Pollinator diversity and crop pollination services are at risk // *Trends in Ecology and Evolution*. – 2005. – Vol. 20, № 12. – P. 651-652.
7. Alford D. V. *Bumblebees*. – London: Davis-Poynter, 1975. – 352 p.
8. Goulson D. *Bumblebees. Their behaviour and ecology*. – New York: Oxford University Press, 2003. – 235 p.
9. Ефремова З. А. Шмели антропогенных ландшафтов Среднего и Нижнего Поволжья // *Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. биол.* – 1986. – Т. 91, вып. 3. – С. 71-73.
10. Еремеева Н. И. Влияние факторов городской среды на структуру населения шмелей // *Сибирский экологический журнал*. – 2002. – № 4. – С. 441-448.
11. Eremeeva N. I., Sushchev D. V. Structural changes in the fauna of pollinating insects in urban landscapes // *Russian Journal of Ecology*. – 2005. – Vol. 36, № 4. – P. 259-265.
12. McFrederick Q. S., LeBuhn G. Are urban parks refuges for bumble bees *Bombus* spp. (Hymenoptera, Apidae)? // *Biological Conservation*. – 2006. – Vol. 129, Is. 3. – P. 372-382.
13. Kreyer D., Oed A., Walther-Hellwig K., Frankl R. Are forests potential landscape barriers for foraging bumblebees? Landscape scale experiments with *Bombus terrestris* agg. and *Bombus pascuorum* (Hymenoptera, Apidae) // *Biological Conservation*. - 2004. - Vol. 116, Is. 1. – P. 111-118.
14. Colding J., Lundberg J., Folke C. Incorporation green-area user groups in urban ecosystem management // *Ambio: a Journal of the Human Environment*. – 2006. – Vol. 35., Is. 5. – P. 237-244.
15. Gaston K. J., Smith R. M., Thompson K., Warren P. H. Urban domestic gardens (II): experimental tests of methods for increasing biodiversity // *Biodiversity and Conservation*. – 2005. – Vol. 14, Is. 2. – P. 395-413.
16. Osborne J. L., Martin A. P., Shortall C. R., Todd A. D., Goulson D., Knight M. E., Hale R. J., Sanderson R. A. Quantifying and comparing bumblebee nest densities in gardens and countryside habitats // *Journal of Applied Ecology*. – 2007. – Vol. 45, Is. 3. – P. 784-792.
17. Goulson D., Hedges W. O. H., Derwent L. C., Stout J. C. Colony growth of the bumblebee, *Bombus terrestris*, in improved and conventional agricultural and suburban areas // *Oecologia*. – 2002. – Vol. 130. – P. 267-273.
18. Comba L., Corbet S. A., Barron A., Bird A., Collinge S., Miyazaki N., Powell M. Garden flowers: insect visits and the floral reward of the horticulturally-modified variants // *Ann. Bot.* – 1999. – Vol. 83. – P. 73-86.
19. Carvell C., Roy D. B., Smart S. M., Pywell R. F., Preston C. D., Goulson D. Declines in forage availability for bumblebees at a national scale // *Biological Conservation*. – 2006. – Vol. 132. – P. 481-489.
20. Kosior A., Celary W., Olejniczak P., Fijal J., Krol W., Solarz W., Plonka P. The decline of the bumblebees and cuckoo bees (Hymenoptera: Apidae: Bombini) of Western and Central Europe // *Oryx*. – 2007. – Vol. 41, Is. 1. – P. 79-88.
21. Hanski I., Gilpin M. Metapopulation dynamics: brief history and conceptual domain // *Biol. J. Linn. Soc.* – 1991. – Vol. 42. – P. 3-16.
22. Malfi R., Williams N. M. The impact of urbanization on bumblebee populations in southeastern Pennsylvania // *Abstracts of the Mid-Atlantic Ecology Conference «Management of landscapes and ecosystems»*. – March 17-18, 2007. – York, Pennsylvania: MAESA, 2007. – P. 5.
23. Schmid-Hempel R., Schmid-Hempel P. Female mating frequencies in *Bombus* spp from Central Europe // *Insectes Sociaux*. – 2000. – Vol. 47, № 1. – P. 36-41.
24. Bhattacharya M., Primack R. B., Gerwein J. Are roads and railroads barriers to bumblebee movements in a temperate suburban conservation area? // *Biological Conservation*. – 2003. – Vol. 109, Is. 1. – 37-45.
25. Snep R. P. H., Opdam P. F. M., Baveco J. M., WallisDeVries M. F., Timmermans W., Kwak R. G. M., Kuypers V. How peri-urban areas can strengthen animal populations within cities: a modelling approach // *Biological Conservation*. – 2006. – Vol. 127, Is. 3. – P. 345-355.
26. Rundlof M., Nilsson H., Smith H. G. Interacting effects of farming practice and landscape context on bumblebees // *Biological Conservation*. – 2008. – Vol. 141, Is. 2. – P. 417-426.
27. Cresswell J. E., Osborne J. I., Goulson D. An economic model of the limits to foraging range in central place foragers with numerical solutions for bumblebees // *Ecol. Entomol.* – 2000. – Vol. 25. – P. 249-255.



28. Walter-Hellwig K., Frankl R. Foraging distances of *Bombus muscorum*, *Bombus lapidarius* and *Bombus terrestris* (Hymenoptera, Apidae) // J. Insect Behav. – 2000a. – Vol. 13, Is. 2. – P. 239-246.
29. Walter-Hellwig K., Frankl R. Foraging habitats and foraging distances of bumblebees, *Bombus* spp. (Hymenoptera, Apidae), in an agricultural landscape // J. App. Entomol. – 2000b. – Vol. 124. – P. 299-306.
30. Kells A. R., Goulson D. Preferred nesting sites of bumblebee queens (Hymenoptera: Apidae) in agroecosystems in the UK // Biological Conservation. – 2003. – Vol. 109, Is. 2. – P. 165-174.
31. Hopwood J. L. The contribution of roadside grassland restorations to native bee conservation // Biological Conservation. – 2008. – Vol. 141, Is. 10. – P. 2632-2640.
32. Konovalova I. B. The first record of *Bombus argillaceus* (Scopoli, 1763) (Hymenoptera, Apidae, Bombini) from the Transcarpathians' Lowland // Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Біологія. – 2008. – Вип. 23. – С. 180-181.
33. Biodiversity Action Plans (BAP). – Режим доступа: <http://www.ukbap-reporting.org.uk/plans/whatbap.asp>.
34. Urban Biodiversity Corridors aka Hedgerows // Good Nature Notes. – Good Nature Publishing Company. – Режим доступа: <http://goodnaturepublishing.blogspot.com/2006/12/urban-biodiversity-corridors-aka.html>.
35. Rosenzweig M. L. Loss of speciation rate will impoverish future diversity // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. - 2001. – Vol. 98. – P. 1504-1510.

## URBAN COMMUNITIES OF BUMBLEBEES (HYMENOPTERA: APIDAE: *BOMBUS*) AND ENVIRONMENTAL CONDITIONS FOR THEIR EXISTANCE

I.B. Konovalova

State Museum of Natural  
History, NAS of Ukraine

Teatralna Str. 18, Lviv, 79008,  
Ukraine

e-mail: [iren@museum.lviv.net](mailto:iren@museum.lviv.net)

The research of fauna and ecology of bumblebees in urban habitats has been carried out in large cities of the western regions of Ukraine. On the basis of the data analysis of species composition of the communities, dominance structure, phenological rhythms of development, habitat and foraging preferences of bumblebees, the following conclusions have been made: (1) the core of the bumblebee community consists of a few ecologically flexible species; (2) phenological rhythms of urban populations differ from those in natural habitats and depend on the level of anthropogenic pressure; (3) the welfare of bumblebee populations in urban habitats depends on the right strategy of green zone management. The importance of different structures of green zone in maintaining bumblebee abundance and species diversity is discussed. A list of forage plants essential for bumblebee survival in urban habitats is given.

Key words: bumblebee community, urban habitat, green zone, flower resources.

## АНТРОПОГЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ФАУНЫ МОШЕК (DIPTERA, SIMULIIDAE) УКРАИНСКОГО ПОЛЕСЬЯ

**Е.Б. Сухомлин,  
А.П. Зинченко,  
В.С. Теплюк**

Вольнский национальный  
университет  
имени Леси Украинки

Украина, 43025, г. Луцк,  
пр. Воли, 13

e-mail: skb@univer.lutsk.ua;  
simulium@rambler.ru

Фауна Simuliidae Украинского Полесья насчитывает 43 вида из 12 родов (*Stegopterna*, *Byssodon*, *Cnetha*, *Nevermannia*, *Eusimulium*, *Schoenbaueria*, *Wilhelmia*, *Boophthora*, *Odagmia*, *Archesimulium*, *Argentisimulium* и *Simulium*). Последние исследования не подтвердили обитание на изучаемой территории 6 видов (*C. pallipes*, *N. angustitarsis*, *W. pseudoequina*, *Od. deserticola*, *Od. rotundata*, *Sim. venustum*) и доказали обитание 19 ранее не встречавшихся видов. В мелиоративных каналах зарегистрировано 25 видов мошек из 9 родов, из которых 11 видов, принадлежащих к 6 родам, ранее не отмечались в водотоках данного типа.

Ключевые слова: мошки, фауна, преимагинальные стадии, антропогенные изменения, Украинское Полесье.

### Введение

Общеизвестно, что хозяйственная деятельность оказывает существенное влияние на окружающую среду. Особенностью природных условий Украинского Полесья является то, что оно находится в зоне избыточного увлажнения. Поэтому высокий уровень развития сельскохозяйственного производства не возможен без применения мелиорации. Влияние человека на фауну и биологию гидробионтов, в том числе мошек, различно. Создание широкой сети мелиоративных каналов в Украинском Полесье способствовало расширению ареалов и увеличению относительной численности симулиид [1, 2, 3]. В последнее десятилетие интенсивное развитие сельского хозяйства и промышленности приводит к загрязнению проточных водоемов отходами производства, а это, в свою очередь, уменьшает видовое разнообразие и численность мошек.

Материалом для написания данной работы послужили сборы и наблюдения за фауной мошек, которые проводились с 1983-2008 гг. на территории Украинского Полесья. За это время были обследованы крупные, средние, малые реки, ручьи и мелиоративные каналы. Сбор материала производился путем маршрутных исследований и на стационарных пунктах. Сбор водных фаз осуществляли по методикам И.А. Рубцова [4] и З.В. Усовой [5]. В теплый период (с марта по октябрь) сбор личинок и куколок производился один раз в 5-6 дней, в зимнее время (с ноября по февраль) – один раз в месяц. Для успешного обнаружения личинок и куколок были исследованы участки водотоков с быстрым течением (перекаты) и медленным, плавным течением (плесы). Для диагностики видов использовали соответствующие определители [6, 7, 8, 9].

Изучение мошек Украинского Полесья в целом длится более 70 лет. Начиная с 1930 года усилия ученых были направлены на исследование видового состава преимагинальных фаз развития мошек и установления медико-ветеринарного значения кровососов. В 60-е годы на данной территории было выявлено 30 видов мошек, принадлежащих к 11 родам: *Cnephia pallipes*, *Bys. maculata*, *Cn. verna*, *N. angustitarsis*, *N. latigonia*, *N. lundstromi*, *E. aureum*, *E. angustipes*, *Sch. nigra*, *Sch. pusilla*, *W. balcanica*, *W. equina*, *W. lineata*, *W. pseudoequina*, *B. erythrocephala*, *Od. deserticola*, *Od. frigida*, *Od. ornata*, *Od. rotundata*, *Arg. noellery*, *Sim. morsitans*, *Sim. paramorsitans*, *Sim. posticatum*, *Sim. promorsitans*, *Sim. reptans*, *Sim. rubtzovi*, *Sim. rostratum*, *Sim. shevtshenkovae*, *Sim. truncatum*, *Sim. venustum* [10, 11, 12].

Изучению Центрального и Киевского Полесья в 70-е годы посвящены работы Л.И. Лебедевой [13, 14], Житомирского Полесья – З.В. Усовой [15]. Ими установлено обитание в Полесье 35 видов и подвидов мошек; выявлены места выплода, сроки вылета первой генерации и высказано мнение о способах зимовки мошек.

Последние 20 лет (с 1983 по 2007 г.) сотрудниками Волынского национального университета имени Леси Украинки проводится комплексное изучение фауны и биологии всех фаз развития мошек в пределах Украинского Полесья [16, 17, 18, 19]. Сейчас фауна Simuliidae исследуемого региона насчитывает 43 вида из 12 родов, которые приведены в таблице.

Таблица

**Относительная численность преимагинальных фаз развития мошек  
на территории Украинского Полесья, %**

№ п/п	Вид	Тип водотока									
		Большие реки		Средние реки		Малые реки		Ручьи		Мелиоративные каналы	
		ИД	ИВ	ИД	ИВ	ИД	ИВ	ИД	ИВ	ИД	ИВ
1	<i>Stegopterna trigonia</i>	-	-	-	-	0.5	6.5	0.6	2.7	0.3	2.9
2	<i>Byssodon maculata</i>	1.1	18.8	3.9	29.4	-	-	-	-	-	-
3	<i>Cnetha verna</i>	-	-	-	-	1.2	25.7	-	-	3.1	34.3
4	<i>Nevermannia volhynica</i>	-	-	1.3	31.8	1.6	35.7	5.0	55.1	1.7	15.9
5	<i>N. latigonia</i>	-	-	-	-	0.4	10.5	1.5	35.3	3.6	23.6
6	<i>N. lundstromi</i>	-	-	-	-	1.9	34.9	3.5	41.2	0.3	9.5
7	<i>Eusimulium aureum</i>	-	-	-	-	0.4	11.7	7.6	33.4	0.2	19.3
8	<i>E. angustipes</i>	-	-	-	-	1.3	23.8	4.6	45.1	-	-
9	<i>E. securiforme</i>	-	-	-	-	2.1	47.3	2.3	41.8	-	-
10	<i>Schoenbaueria nigra</i>	12.3	42.7	4.1	26.4	-	-	-	-	-	-
11	<i>Sch. pusilla</i>	13.1	35.1	4.5	19.5	-	-	-	-	-	-
12	<i>Sch. raastadi</i>	0.5	11.6	-	-	-	-	-	-	-	-
13	<i>Sch. subpusilla</i>	0.9	15.2	0.2	6.8	-	-	-	-	-	-
14	<i>Sch. sukhomlinae</i>	1.3	18.8	0.8	8.4	-	-	-	-	-	-
15	<i>Wilhelmia balcanica</i>	-	-	-	-	0.2	2.8	-	-	-	-
16	<i>W. equina</i>	-	-	4.6	13.4	11.2	28.6	2.8	19.7	2.0	27.8
17	<i>W. lineata</i>	-	-	5	12.8	0.5	5.8	0.2	6.7	-	-
18	<i>Boophthora chelevini</i>	14.1	69.2	14.2	76.1	16.9	69.4	7.3	84.5	5.1	56.4
19	<i>B. erythrocephala</i>	35.1	78.1	19	85.4	26.6	82.6	13.4	76.8	30.4	91.3
20	<i>Odagmia frigida</i>	-	-	-	-	2.8	32.8	10.1	54.6	2.9	21.3
21	<i>Od. intermedia</i>	7.1	31.5	3.2	23.8	3.4	31.7	6.1	38.4	-	-
22	<i>Od. ornata</i>	10.6	67.7	6.6	68.9	6.3	77.6	15.2	85.3	16.0	63.5
23	<i>Od. pratorum</i>	-	-	-	-	3.5	38.1	8.3	57.6	1.6	25.7
24	<i>Archesimulium tuberosum</i>	-	-	-	-	0.5	1.3	-	-	-	-
25	<i>Argentisimulium dolini</i>	-	-	0.3	18.5	0.9	29.3	2.1	27.1	5.6	43.8
26	<i>Arg. bechningi</i>	-	-	-	-	0.1	12.7	-	-	0.2	7.5
27	<i>Arg. noellery</i>	-	-	2	24.3	0.6	20.9	2.7	34.2	1.2	12.8
28	<i>Arg. palustre</i>	-	-	0.2	11.3	0.3	12.4	0.1	9.7	-	-
29	<i>Sim. abbreviatum</i>	-	-	-	-	0.1	1.3	-	-	-	-
30	<i>Simulium curvistylus</i>	-	-	0.6	8.4	0.3	7.6	-	-	5.8	17.1
31	<i>Sim. hibernale</i>	-	-	1.1	15.4	1.3	16.8	-	-	-	-
32	<i>Sim. kachvorjani</i>	-	-	2.3	26.7	0.3	13.9	-	-	0.7	12.8
33	<i>Sim. longipalpe</i>	-	-	0.4	16.4	0.2	8.7	-	-	1.3	10.6
34	<i>Sim. morsitans</i>	2.7	46.2	11	69.1	1.2	15.7	3.8	26.3	2.5	17.1
35	<i>Sim. paramorsitans</i>	-	-	7.9	54.2	4.8	47.9	-	-	11.4	29.3
36	<i>Sim. posticatum</i>	-	-	-	-	1.1	13.4	0.1	10.9	0.3	14.3
37	<i>Sim. promorsitans</i>	-	-	3.3	24.8	1.2	21.5	-	-	-	-
38	<i>Sim. reptans</i>	1.2	31.5	-	-	-	-	-	-	-	-
39	<i>Sim. rubtzovi</i>	-	-	-	-	0.1	5.1	-	-	-	-
40	<i>Sim. rostratum</i>	-	-	-	-	0.1	6.8	-	-	-	-
41	<i>Sim. schevtshenkovae</i>	-	-	3.5	28.7	3.6	35.1	-	-	-	-
42	<i>Sim. simulans</i>	-	-	-	-	2.1	26.8	2.3	29.7	0.9	14.3
43	<i>Sim. truncatum</i>	-	-	-	-	0.4	9.1	0.4	11.5	3.1	8.2

ИД – индекс доминирования; ИВ – индекс встречаемости.

Современные исследования не подтвердили обитание в Украинском Полесье 6 видов: *C. pallipes*, *N. angustitarsis*, *W. pseudoequina*, *Od. deserticola*, *Od. rotundata*, *Sim. venustum*.

За последние 20 лет найдено 19 новых видов из 9 родов, которые ранее не были отмеченные в регионе: *St. trigonia*, *N. volhynica*, *E. securiforme*, *Sch. suchomlinae*, *Sch. subpusilla*, *Sch. raastadi*, *B. chelevini*, *Od. intermedia*, *Od. pratorum*, *Arch. tuberosum*, *Arg. bechningi*, *Arg. dolini*, *Arg. palustre*, *Sim. abbreviatum*, *Sim. curvistylus*, *Sim. hibernale*, *Sim. kachvorjani*, *Sim. longipalpe*, *Sim. simulans*.

Изменение видового состава мошек Украинского Полесья (рис.) произошло вследствие изменения мест обитания преимагинальных фаз: частичного зарастания и заиливания рек и мелиоративных каналов; возведения гидротехнических сооружений и, как следствие, утраты проточности; периодической очистки русел рек и мелиоративных каналов от растительности.

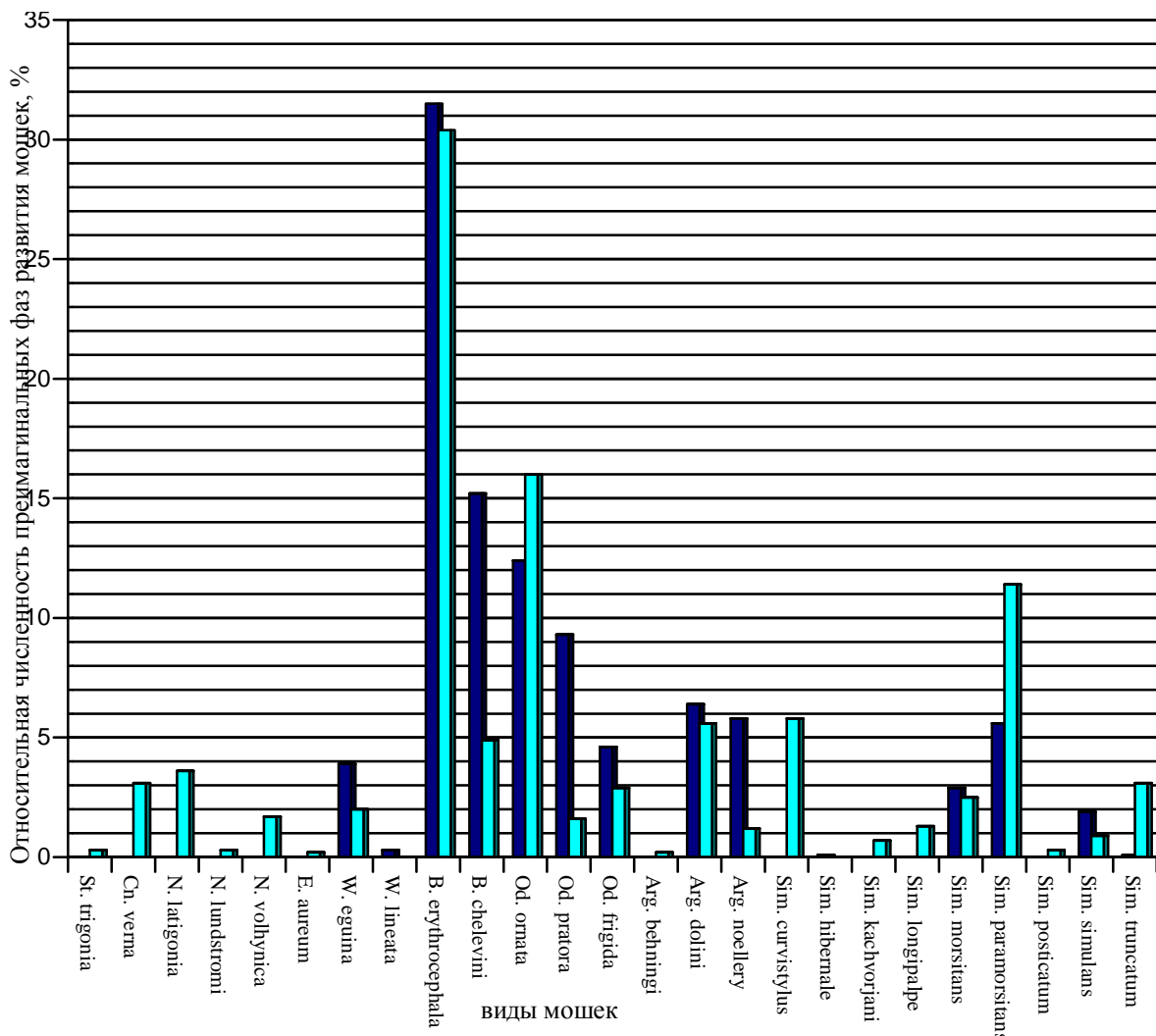


Рис. Относительная численность мошек в мелиоративных каналах Украинского Полесья (1986-2007 гг.)

- – Относительная численность преимагинальных фаз развития мошек за период 1986-2000 гг.
- – Относительная численность преимагинальных фаз развития мошек за период 2003-2007 гг.

Мелиоративные каналы, как один из видов искусственных водоемов, на сегодняшний день остаются основным местом развития наиболее активных кровососов. В этом типе водотоков зарегистрировано 25 видов мошек из 9 родов. Из них 11 видов, принадлежащих к 6 родам, ранее не были отмечены в водотоках данного типа. По последним данным (2000-2007 гг.) в мелиоративных каналах доминирует (ИД – 30.4 %) *B. erythrocephala*; субдоминантное (ИД – 16.0-11.4 %) положение занимают *Od. ornata* и *Sim. paramorsitans*; относительно многочисленны (ИД – 5.8-1.2 %) 13 видов – *Cn. verna*,

*N. latigonia*, *N. volhynica*, *W. equina*, *B. chelevini*, *Od. pratora*, *Od. frigida*, *Arg. dolini*, *Arg. noellery*, *Sim. curvistylus*, *Sim. longipalpe*, *Sim. truncatum* и *Sim. morsitans*; низкую численность (ИД – 0.9-0.1 %) имеют 9 видов: *St. trigonia*, *N. lundstromi*, *E. aureum*, *W. lineata*, *Arg. behningi*, *Sim. hibernale*, *Sim. kachvorjani*, *Sim. posticatum* и *Sim. simulans*, что отображено на рисунке.

В целом, ядро фауны Simuliidae в мелиоративных каналах составляют виды рода *Voophthora* (35.3 % всех собранных особей), которые повсеместно (95 % обследованных каналов) встречались в водотоках данного типа. Широко распространенные на исследуемой территории виды родов *Odagmia* и *Simulium*, которые соответственно составляют 20.5 % и 26.0 % от общего количества собранных особей. Реже в мелиоративных каналах встречаются виды родов *Cnetha*, *Nevermannia*, *Wilhelmia* и *Argentisimulium*. Их численность незначительная и составляет, соответственно, 3.1%, 5.6 %, 2.0 % и 7.0 %. В мелиоративных каналах на территории Украинского Полесья локально распространен (ИВ – 2.9%) и малочислен (ИД – 0.3 %) вид *St. trigonia*.

В последние годы четко обособливается группа синантропных видов мошек. Эти виды населяют крупные, средние, малые реки, ручьи, мелиоративные каналы, которые расположены вблизи населенных пунктов и имеют определенный уровень органического или химического загрязнения. Неизменным для них остается одно условие – достаточно высокий уровень растворенного в воде кислорода (не ниже 50 %). К синантропным мы отнесли 7 видов мошек из 5 родов: *Sch. nigra*, *Sch. pusilla*, *B. erythrocephala*, *Od. ornata*, *Arg. dolini*, *Sim. curvistylus*, *Sim. paramorsitans*.

Таким образом, не смотря на антропогенное давление, в целом фауна мошек Украинского Полесья обогащается новыми видами. На современном этапе зарегистрировано 43 вида. За последние 20 лет найдено 19 новых для исследуемой территории видов. Массовым видом, который хорошо приспосабливается к условиям антропогенного пресса и повсеместно распространен на территории Украинского Полесья, является *B. erythrocephala*.

#### Список литературы

1. Ковбан В.З. Биология гнуса Украинского Полесья // Ветеринарная энтомология и акарология. – М., 1983. – С. 87-92.
2. Ковбан В.З. Эколого-биологические исследования компонентов гнуса в зоне мелиорации Полесья УССР и ущерб, причиняемый им животноводству // IX конф. УРНОП: Тез. докл. – К., 1980. – Ч. 2. – С. 137-138.
3. Сухомлин Е.Б. Влияние хозяйственной деятельности на фауну и биологию мошек // Успехи энтомологии в СССР: Двукрылые. – СПб., 1986. – С. 234-236.
4. Рубцов И.А. Мошки (сем. Simuliidae) // Фауна СССР. Двукрылые. – М.; Л., 1956. – Т. 6, вып. 6. – 860 с.
5. Усова З.В. Фауна мошек Карелии и Мурманской области (Diptera, Simuliidae). – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1961. – 286 с.
6. Каплич В.М., Сухомлин Е.Б., Усова З.В., Скуловец М.В. Фауна и экология мошек Полесья. – Минск: Ураджай, 1992. – 264 с.
7. Каплич В.М., Усова З.В. Кровососущие мошки лесной зоны. – Минск: Ураджай, 1990. – 176 с.
8. Фауна и экология мошек Полесья / Каплич В.М., Сухомлин Е.Б., Усова З.В., Скуловец М.В. – Минск: Ураджай, 1992. – 264 с.
9. Янковский А.В. Определитель мошек (Diptera: Simuliidae) России и сопредельных территорий (бывшего СССР). – СПб., 2002. – 570 с.
10. Ковбан В.З. Изучение видового состава кровососущих мошек и некоторых вопросов фенологии и экологии их в условиях Полесья УССР // Ветеринария. – 1967. – № 15. – С. 62-63.
11. Усова З.В. О биологии мошек (Diptera, Simuliidae) Украинского полесья // Биологические основы освоения, реконструкции и охраны животного мира Белоруссии. – Минск, 1976. – С. 259-260.
12. Шевченко А.К. Фауна и экология мошек (Diptera, Simuliidae) Украины // Проблемы паразитологии: Тр. 6 науч. конф. паразитологов УССР. – Киев, 1969. – Ч. 2. – С. 197-198.
13. Лебедева Л.И. К фауне мошек (Diptera, Simuliidae) полесья Украины // Вестн. зоологии. – 1969. – № 3. – С. 64-67.
14. Лебедева Л.И. Кровососущие мошки (Diptera, Simuliidae) центральной части Украинского полесья // Проблемы паразитологии: Тр. 7 науч. конф. паразитологов УССР. – К., 1972. – Ч. 1. – С. 469-471.



15. Усова З.В. Фауна мошек (Diptera, Simuliidae) Украины // Реферативная информация о законченных научно-исследовательских работах в вузах УССР. – Киев, 1974. – Сер. Биол. – Вып. 8. – С. 35-36.

16. Зінченко О.П. Особливості екології кровосисних мошок у ландшафтах Волинського Полісся, що зазнали антропогенних змін. // Вестник зоології. – Київ. – 2004. – № 18. – С. 55- 57.

17. Зінченко О.П., Сухомлін К.Б. Біотопічний розподіл кровосисних мошок в антропогенних ландшафтах Західного Полісся // Науковий вісник ВДУ. Біологічні науки. – Луцьк. – 2004. – № 5. – С. 43-46.

18. Зінченко О.П., Сухомлін К.Б. Екологічні групи кровосисних мошок Волинського Полісся. // Природа Західного Полісся та прилеглих територій: Тези наук.-практ. конф. Луцьк, 22-24 вересня 2005 р. – Луцьк: РВВ «Вежа» Волинського держ. ун-ту ім. Лесі Українки, 2005. – С. 156-158.

19. Сухомлін К.Б., Зінченко О.П., Теплюк В.С. Сучасний стан фауни мошок меліоративних каналів Волинського Полісся. / Озера та штучні водойми України: сучасний стан й антропогенні зміни. Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції, 22-24 травня 2008 р. / Відп. ред. Ф.В. Зузук. – Луцьк: РВВ „Вежа” Волинського національного університету імені Лесі Українки, 2008. – С. 327-330.

## ANTHROPOGENIC CHANGES OF FAUNA OF BLACKFLIES (DIPTERA, SIMULIIDAE) IN UKRAINIAN POLISSYA

K.B. Sukhomlin,  
O.P. Zinchenko,  
V.S. Tepluk

Volynsk National University

Voli Str., 13, Lutsk, 43025,  
Ukraine,

e-mail: [skb@univer.lutsk.ua](mailto:skb@univer.lutsk.ua);  
[simulium@rambler.ru](mailto:simulium@rambler.ru)

Fauna of Simuliidae of the Ukrainian Polesye includes 43 species from 12 genera (*Stegopterna*, *Byssodon*, *Cnetha*, *Nevermannia*, *Eusimulium*, *Schoenbaueria*, *Wilhelmia*, *Boophthora*, *Odagmia*, *Archesimulium*, *Argentisimulium* and *Simulium*). Last researches have not confirmed dwelling in studied territory of 6 species (*C. pallipes*, *N. angustitarsis*, *W. pseudoequina*, *Od. deserticola*, *Od. rotundata*, *Sim. venustum*) and also have proved dwelling of 19 species earlier not met. In meliorative channels 25 kinds of midges from 9 genes are registered; among them 11 species belonging to 6 genes were not marked earlier in waterways of given type.

Key words: black flies, fauna, immature stages, anthropogenic changes, Ukrainian Polesye.

## ЧЛЕНИСТОНОГИЕ В ГНЕЗДАХ МУХОЛОВКИ-БЕЛОШЕЙКИ В НАГОРНОЙ ДУБРАВЕ (ХАРЬКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

**И.П. Леженина<sup>1</sup>,  
В.Н. Грамма<sup>1</sup>,  
А.Б. Чаплыгина<sup>2</sup>,  
Н.А. Савинская<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Харьковский национальный аграрный университет им. В.В. Докучаева

Украина, 62482, Харьковская обл., Харьковский р-н, п/о "Коммунист - 1"

<sup>2</sup>Харьковский национальный педагогический университет им. Г.С. Сковороды

Украина, 61002, г. Харьков, ул. Артема, 29

Изучались членистоногие в гнездах мухоловки-белошейки, размещенных в искусственных дуплянках. Зарегистрировано 126 таксонов из четырех классов: Arachnida, Crustacea, Diplopoda, Insecta. Наиболее многочисленными и разнообразными были насекомые. Выявленных членистоногих можно разделить на такие группы: 1) облигатные нидиколы; 2) факультативные нидиколы; 3) паразитоиды нидиколов; 4) насекомые, принесенные в гнездо как корм для птенцов; 5) лесные виды насекомых, использующие дуплянки как временное укрытие.

Ключевые слова: мухоловка-белошейка, гнезда, членистоногие, нидиколы, посетители, корм.

### Введение

Гнезда птиц являются ядром своеобразной гетеротрофной консорции, где живут и развиваются многочисленные членистоногие. Это ядро образуют хозяева гнезда — взрослые птицы и птенцы, а также гнездовая подстилка [1]. Работы, посвященные обитателям гнездовой подстилки, малочисленны, что связано с определенными трудностями в сборе и обработке материала, который зачастую представлен фрагментами членистоногих из разных классов и отрядов. В работе, посвященной двукрылым — обитателям гнезд птиц в Белгородской области [1], основной материал представлен из гнезд канюка и серой цапли. То есть гнезд многолетнего использования, которые помимо насекомых, трофически связанных с хозяевами, а также облигатных нидиколов, насыщаются многочисленными сапротрофными видами, их хищниками, паразитоидами. Гнездо как среда обитания беспозвоночных изучалась Романцовым и др. [2] в Присамарье, где объектом изучения были гнезда скворца обыкновенного. Для нас эта работа представляет интерес, так как изучались птицы-дуплогнездники. В биоценозе гнезд скворца обыкновенного выявлены три трофические группы беспозвоночных — хищники, сапрофаги и паразиты. Значительную часть населения гнездовой подстилки составили панцирные клещи, личинки блох и мух-кровососок. Из хищников в подстилке самыми многочисленными были жуки-стафилины *Microglossa nidicola*. Сведения о круглошовных двукрылых в гнездах воробьиных птиц Центрального Черноземья представлены С.П. Гапоновым [3], который приводит 21 вид из 8 семейств. Клопы, заселяющие птичьи гнезда, рассматриваются в монографии А.Н. Кириченко [4]. Анализ довольно богатого видового состава клопов из гнезд сорокопута и врановых птиц говорит о том, что значительная их часть — представители герпетобия, питающиеся семенами растений, растительным детритом или использующие гнезда для зимовки. В Харьковской области изучалась роль пауков в пищевом рационе птенцов [5] мухоловки-белошейки, что для нас особенно интересно в плане настоящей работы. Анализ видового состава пауков показал, что птицы собирают корм в различных ярусах дубравы, преимущественно на опушках, размер пауков сильно варьирует.

### Материал и методика

Нами исследовались гнезда мухоловки-белошейки из искусственных дуплянок, размещенных в нагорной дубраве правого берега реки Северский Донец в Харьковской области. Гнезда собирались в июне 2007 г. после слета птенцов. В лабораторных условиях из гнезд выбирались все беспозвоночные, личинки двукрылых ставились на выведение.



Всего было исследовано около 50 гнезд. Один из основных врагов мухоловки-белошейки – соя лесная, которая хищничает, разоряя гнезда птиц. Она использует дуплянки также в период размножения – выводит и выкармливает потомство. Заселяет дуплянки уже занятые птицами, предварительно уничтожив население гнезда. В год исследования 8–10 % гнезд мухоловки-белошейки было уничтожено соней.

Следует сделать акцент, что видовой состав членистоногих, зарегистрированных в дуплянках, отражает гетеротрофное население консорции гнезда мухоловки-белошейки на климаксовой стадии сукцессии, то есть в период вылета птенцов и начала разрушения гнезда.

### Результаты и обсуждение

Всего в гнездах мухоловки-белошейки было зарегистрировано 126 таксонов из 4 классов – паукообразных, ракообразных, многоножек и насекомых. Наиболее многочисленными и разнообразными были насекомые: зарегистрированы представители 12 отрядов. Определение материала проводили Грамма В.Н. и Леженина И.П. Список членистоногих приводится ниже.

Таблица

**Консортивные связи членистоногих-обитателей гнездовой подстилки мухоловки-белошейки в нагорной дубраве Харьковской области**

Название вида	Число особей	Консортивная группа					
		1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Arachnida</b>							
1. <i>Aranea</i> sp.	9				+		
<b>Pseudoscorpiones</b>							
2. Chernetidae: <i>Chelifer cancroides</i>	1 im.		+				
<b>Crustacea</b>							
<b>Isopoda</b>							
3. Porcelionidae: <i>Porcelio scaber</i> L.	12 im.		+				
<b>Diplopoda</b>							
<b>Polydesmida</b>							
4. Polydesmidae: <i>Polydesmus scabratus</i> C.K. Koch	2 im.		+				
<b>Julida</b>							
5. Julidae: <i>Julus</i> sp.	6 im.		+				
<b>Insecta</b>							
<b>Odonata</b>							
6. Cordulidae: <i>Somatochlora metallica</i> Vand.	2 im.				+		
<b>Blattoptera</b>							
7. Blattellidae: <i>Ectobius lapponicus</i> L.	6 im.		+				
<b>Orthoptera</b>							
8. Tettigonidae: <i>Tettigonia viridissima</i> L.	1 im.				+		
<b>Homoptera</b>							
9. Cicadinea: Cicadellidae sp.	1 im.				+		
<b>Heteroptera</b>							
10. Miridae: <i>Mirmecoris gracilis</i> R. Sahlb.	1 im.				+		
11. Aradidae: <i>Aradus</i> sp.	1 im.		+				
Lygaeidae:							
12. <i>Rhyporochromus pini</i> L.	1 im.		+				
13. <i>Aphanus rolandri</i> L.	1 im.		+				
14. Pyrrhocoridae: <i>Pyrrhocorus apterus</i> L.	4 im.+11 larv.		+				
15. Pentatomidae: <i>Pentatoma rufipes</i> L.	8 im.+5 larv.				+		
<b>Coleoptera</b>							
Carabidae:							
16. <i>Notiophilus palustris</i> Duft.	1 im.				+		
17. <i>Pterostichus</i> sp.	1 im.				+		
18. <i>Calathus</i> sp.	1 im.				+		
19. <i>Harpalus latus</i> L.	1 im.				+		
20. <i>Harpalus tardus</i> Pz.	1 im.				+		





Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8
21. <i>Harpalus luteicornis</i> Duft.	1 im.				+		
Histeridae:							
22. <i>Gnathoncus schmidti</i> Rtt.	1 im.		+				
23. <i>G. buyssoni</i> Auz.	1 im.		+				
24. <i>Saprinus rugifer</i> Pk.	1 im.		+				
25. <i>Margarinotus cardaverinus</i> Hoffm.	1 im.		+				
26. <i>Hister sp.</i>	5 larv.		+				
Silphidae:							
27. <i>Silpha sp.</i>	1 im.		+				
28. <i>Necrophorus sp.</i>	2 im.+2 larv.		+				
Staphylinidae:							
29. Staphylinidae sp.	1 im.		+				
30. <i>Oxyporus rufus</i> L.	1 im.		+				
31. <i>Ocypus compressus</i> Marsh.	1 im.		+				
32. <i>Ocypus sp.</i>	1 im.		+				
33. <i>Philonthus sp.</i>	1 im.		+				
34. <i>Tachinus marginatus</i> Gyll.	1 im.						
35. <i>Aleochara sparsa</i> Heer.	4 im.		+				
Scarabaeidae:							
36. <i>Onthophagus vacca</i> L.	2 im.		+				
37. <i>Anomala dubia</i> Scop.	1 im.				+		
38. <i>Anisoplia sp.</i>	1 im.				+		
39. <i>Phyllopertha horticola</i> L.	7 im.				+		
40. <i>Melolontha melolontha</i> L.	1 im.				+		
Dermestidae:							
41. <i>Dermestes lardarius</i> L.	5 im.		+				
42. <i>Dermestes sp.</i>	17 larv.		+				
43. <i>Anthrenus sp.</i>	1 im.		+				
Cantharidae:							
44. <i>Cantharis sp.</i>	2 im.				+		
45. <i>Cantharis livida</i> var. <i>rufipes</i> Hbst.	2 im.				+		
46. <i>Rhagonycha sp.</i>	1 im.				+		
47. <i>Malthinus flaveolus</i> Pk.	1 im.				+		
48. Melyridae: <i>Dasytes sp.</i>	1 im.+ 1 larv.		+				
49. Anobiidae: <i>Dorcatoma dresdensis</i> Hbst.	1 im.						+
Elateridae:							
50. <i>Lacon murinus</i> L.	2 im.				+		
51. <i>Selatosomus aeneus</i> L.	3 im.				+		
52. <i>S. impressus</i> F.	1 im.				+		
53. <i>Agriotes sp.</i>	2 im.				+		
54. <i>Prosternon tessellatum</i> L.	1 im.				+		
55. <i>Elater sp.</i>	2 im.		+		+		
56. <i>Elater sanguinolentus</i> Schrnk.	1 im.		+		+		
57. <i>E. pomonae</i> Steph.	3 im.		+		+		
58. <i>Melanotus crassicollis</i> Er.	20 im.				+		
59. <i>Athous hirtus</i> Hbst.	1 larv.				+		
60. <i>Athous jejunos</i> Ksw.	1 im.				+		
61. Eucnemidae: <i>Eucnemis capucina</i> Ahrens	1 im.						
62. Cryptophagidae: <i>Henoticus serratus</i> Gyll.	1 im.		+				
Coccinellidae:							
63. <i>Adalia decimpunctata</i> L.	1 im.				+		
64. <i>Synharmonia conglobata</i> L.	1 im.				+		
65. <i>Calvia quatuordecimpunctata</i> L.	1 im.				+		
66. <i>Anatis ocellata</i> L.	1 im.				+		
67. Lathridiidae: <i>Corticaria transversalis</i> Gyll.	2 im.		+				
68. Lagriidae: <i>Lagria hirta</i> L.	3 im.				+		
69. Mordellidae: <i>Mordella sp.</i>	1 im.		+				



Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8
Alleculidae:							
70. <i>Omophlus proteus</i> Kirsch.	1 im.				+		
71. <i>Cteniopus</i> sp.	1 im.				+		
72. Tenebrionidae sp.	1 im.						+
73. Meloidae: <i>Lytta vesicatoria</i> L.	2 im.				+		
Cerambycidae:							
74. <i>Phymatodes lividus</i> Rossi	1 im.						+
75. <i>Stenocorus quercus</i> Gotz.	7 im.					+	
76. <i>Strangalina attenuata</i> L.	1 im.				+		
77. <i>Leiopus nebulosus</i> L.	2 im.						+
78. <i>Saperda scolaris</i> L.	1 im.					+	
79. Chrysomelidae: <i>Galeruca tanaceti</i> L.	1 im.				+		
Curculionidae:							
80. <i>Otiorrhynchus</i> sp.	6 im.				+		
81. <i>Omius</i> sp.	8 im.		+				
82. <i>Foucattia squamulata</i> Hbst.	1 im.						+
83. <i>Curculio</i> sp.	1 im.				+		
<b>Hymenoptera</b>							
84. Tenthredinidae sp.	1 im.+ 2 larv.				+		
85. <i>Macrophya</i> sp.	1 im.				+		
Apoidea:							
86. Megachilidae	1 гнездо					+	
87. <i>Halictus</i> sp.	1 im.				+		
88. <i>Psythirus</i> sp.	1 im.					+	
89. <i>Prosopis</i> sp.	1 im.					+	
90. Parasitica	4 pup.			+			
91. Ichneumonidae sp.	4 im.			+			
92. Vespidae: <i>Vespa crabro</i> L.	2 im.						+
Formicidae:							
93. <i>Dolychoderus quadripunctatus</i> L.	1 im.		+				
94. <i>Formica</i> sp.	1 im.				+		
95. <i>Camponotus</i> sp.	1 im.					+	
96. <i>Myrmica</i> sp.	1 im.						+
97. <i>Lasius</i> sp.	больше 50		+				
98. <i>Lasius alienus</i> Forster	43 im.		+				
99. <i>L. fuliginosus</i> Latr.	1 im.		+				
<b>Mecoptera</b>							
100. Panorpidae: <i>Panorpa communis</i> L.	2 im.				+		
<b>Neuroptera</b>							
101. Chrysopidae: <i>Chrysopa</i> sp.	1 larv.						+
Lepidoptera:							
102. Lepidoptera sp.	2 larv.				+		
103. Noctuidae sp.	4 im.				+		
Geometridae:							
104. Geometridae sp.	1 larv.				+		
105. <i>Biston</i> sp.	1 im.				+		
106. Orgiidae: <i>Ocneria dispar</i> L.	5 larv.					+	
107. Tortricidae: <i>Tortrix viridana</i> L.	1 im.				+		
<b>Diptera</b>							
108. Tipulidae sp.	1 im.				+		
Tabanidae:							
109. Tabanidae sp.	5 im.				+		
110. <i>Hybomitra</i> sp.	2 im.				+		
111. <i>Tabanus</i> sp.	14 im.				+		
Stratiomyidae:							
112. <i>Chloromyia formosa</i> Scop.	4 im.				+		
113. <i>Stratiomys</i> sp.	1 im.				+		

1	2	3	4	5	6	7	8
114. Asilidae: <i>Machimus</i> sp.	1 im.				+		
115. Dolichopodidae sp.	1 im.				+		
Syrphidae:							
116. <i>Chrysotoxum</i> sp.	3 im.				+		
117. <i>Helophilus pendulus</i> L.	1 im.				+		
118. <i>Myathropa florea</i> L.	1 im.				+		
119. <i>Xylota segnis</i> L.	1 im.				+		
120. Muscidae sp.	1 im.				+		
Calliphoridae							
121. Calliphoridae sp.	1 im.+ 27 pup.	+					
122. <i>Protocalliphora azurea chrysorrhoea</i> Mg.	5 im.	+					
123. <i>Protocalliphora</i> sp.	3 im.	+					
124. Sarcophagidae sp.	5 im.				+		
125. Tachinidae sp.	6 im.				+		
126. <b>Siphonaptera</b> : Cerathophillidae sp.	много	+	+				

*Примечание:* 1 – облигатные нидиколы; 2 – факультативные нидиколы; 3 – паразитоиды нидиколов; 4 – корм для птенцов; 5 – насекомые, использующие дуплянки как временное укрытие, в том числе и для окукливания; 6 – статус членистоногих не определен.

Для характеристики населения подстилки мы пользовались классификацией В.А. Кривохатского и Э.П. Нарчук [1], которая является результатом совмещения ряда классификаций и, по нашему мнению, отражает разнообразные связи членистоногих с живой и неживой частями консорции. Выявленных членистоногих можно разделить на такие группы: 1) облигатные нидиколы; 2) факультативные нидиколы; 3) паразитоиды нидиколов; 4) насекомые, принесенные в гнездо как корм для птенцов; 5) лесные виды насекомых, использующие дуплянки как временное укрытие, в том числе, для окукливания; 6) статус не определен (см. табл.).

К первой группе относятся гематофаги – кровососущие личинки *Protocalliphora azurea* (Diptera: Calliphoridae) и блохи из семейства Cerathophillidae.

Факультативные нидиколы достаточно многочисленны. Это обитатели гнездовой подстилки – сапротрофы: многоножки (Diplopoda), клопы (Lygaeidae, Pyrrhocoridae), тараканы (*Ectobius lapponicus*), и хищники – стафилины (Staphylinidae), ложноскорпионы (*Chelifer cancroides*), а также виды, трофически связанные с трупами – мертвояды (Silphiidae), кожееды (Dermestidae), и карапузики (Histeridae), которые хищничают в мертвых остатках. Последние три семейства этой консортивной группы обычны в гнездах, где были погибшие птенцы, в том числе уничтоженные соней лесной.

Существенную часть членистоногих в гнездах составляют насекомые, пойманные на корм птенцам – это стрекозы (Odonata), кузнечики (*T. viridissima*), цикадки (Homoptera), лесные виды жуков-щелкунов (Elateridae), жужелицы (Carabidae), божьи коровки (Coccinellidae), клопы-слепняки (Miridae), гусеницы и имаго чешуекрылых (Lepidoptera), двукрылые, из которых наиболее многочисленными были слепни (Tabanidae).

Как место для окукливания дуплянки использовали гусеницы непарного шелкопряда (*O. dispar*). Часто в гнездовой подстилке обнаруживались муравьи, обитающие на деревьях.

### Заключение

Таким образом, гнезда птиц являются местом обитания разнообразных членистоногих, изучение этой гетеротрофной консорции, может существенно дополнить сведения о пищевом рационе птенцов и о видовом составе лесных насекомых, которые редко попадают при обычных методах сбора. Из редких видов отметим *Malthinus flaveolus* Pk., *Dorcatoma dresdensis* Hbst., *Eucnemis capucina* Ahr., *Henoticus serratus* Gyll.

### Список литературы

1. Кривохатский В.А., Нарчук Э.П. Двукрылые (Diptera) – обитатели гнезд птиц в заповеднике «Лес на Ворскле» (Белгородская область) // Энтомологическое обозрение. – 2001. – Т. 80, вып. 2. – С. 383–397.



2. Романцев Н.С., Кораблев А.М., Чернышенко А.В. К изучению трофических связей членистоногих, населяющих гнезда дуплогнездных птиц // Вопросы степного лесоведения и научные основы лесной рекультивации земель. – Днепропетровск: ДГУ, 1985. – С. 145–148.

3. Гапонов С.П. Круглошовные двукрылые (Diptera, Cyclorhina) в гнездах воробьиных птиц (Aves, Passeriformes) в Центральном Черноземье // Место и роль двукрылых насекомых в экосистемах. Сб. науч. тр. – СПб, 1997. – С. 35–36.

4. Кириченко А.Н. Настоящие полужесткокрылые Европейской части СССР (Hemiptera). Определитель и библиография. – М.; Л.: АН СССР, 1951. – 424 с.

5. Полчанинова Н.Ю., Присада И.А. Пауки в пищевом рационе птенцов мухоловки-белошейки (*Ficedula albicollis* Temm.) в нагорных дубравах Харьковской области // Изв. Харьков. энтомол. о-ва. – 1994. – Т. 2, вып. 4. – С. 146–149.

## ARTHROPODA IN NESTS OF MUSCICAPA ALBICOLLIS IN HIGHLAND OAK-GROVE (KHARKOV REGION)

I.P. Lezhenina,  
V.N. Gramma,  
A.B. Tchapligina,  
N.A. Savinskaya

*Kharkiv national agrarian university  
named by  
W.W. Dokuchaev*

*p/o "Kommunist-1", Kharkiv Dist.  
Kharkov Area, 62482, Ukraine*

*Kharkiv national Pedagogic University  
named by S. Skovoroda*

*Art'oma Str., Kharkiv, 61002, Ukraine*

Arthropods were studied in nests of muscicapa albicollis situated in man-made starling-houses. 126 taxons from four classes (Arachnida, Crustacea, Diplopoda, Insecta) were recorded. Insects were the most numerous and various. The revealed arthropoda can be divided in following groups: 1) obligate nidicols; 2) optional nidicols; 3) nidicol's parasitoids; 4) insects as a feed for nestlings; 5) forest species of insects that use starling-houses as a temporary shelter.

Keywords: muscicapa albicollis, nests, arthropods, nidicols, visitors, feed.

## АНАЛИЗ НЕОДНОРОДНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ПТИЦ ГОРОДА БИЙСКА АЛТАЙСКОГО КРАЯ

**Е.А. Беликова**

*Институт систематики и экологии животных СО РАН*

*Россия, 630091, г. Новосибирск, ул. Фрунзе, 11*

На основе анализа материалов количественных учетов птиц проведенных в городе Бийске Алтайского края с января 2003 года по январь 2005 года дана пространственно-временная классификация и структура сообществ птиц, изучена сила воздействия факторов среды и их сочетаний на население птиц.

Ключевые слова: население птиц, обилие, пространственно-временная классификация, структура, тип населения.

### Материалы и методы

Терминология.

*Население птиц* (сообщество птиц) – совокупность особей всех видов птиц, зарегистрированных на рассматриваемой территории.

*Неоднородность населения птиц* – территориальная изменчивость (различия) населения, определяемая факторами среды.

*Обилие* – число особей одного или группы видов в пересчете на единицу площади или расстояния (обычно на 1 км<sup>2</sup> территориального выдела любого ранга).

*Пространственно-временная классификация населения птиц* – классификация используемая для выявления наиболее общих особенностей распределения населения птиц на исследуемой территории и формирования представлений о факторах среды и природных режимах, оказывающих влияние на население.

*Пространственно-временная структура населения птиц* – общий характер территориальных изменений сообществ птиц, определяемый сходством их видового состава и обилия особей. Демонстрируется структурным графом, иллюстрирующим величину сходства и основные направления изменений сообществ птиц в зависимости от структурообразующих факторов среды.

*Тип населения птиц* – население, относящиеся к одному типу пространственно-временной классификации сообществ.

Анализ неоднородности населения птиц города Бийска и его окрестностей осуществлен на основе матрицы коэффициентов сходства по группам вариантов орнитокомплексов, усредненных в соответствии с выделенными сезонными аспектами. Классификацию проводили при помощи метода кластерного анализа по коэффициентам сходства Жаккара [6] для количественных признаков [3].

Таксономические единицы, включающие более пяти вариантов населения птиц, дробились повторно. При этом принимались только те разбиения, которые объяснялись факторами среды или их сочетаниями (природно-антропогенными сочетаниями).

Все показатели по таксонам классификации рассчитаны как средние, с учетом сезонных аспектов.

Таксоны классификации могут иметь так называемую нулевую, далее неделимую, подгруппу. В них входят виды, о распределении которых по данной выборке нецелесообразно что-либо добавить, кроме отнесения к данной группе. Часть природных режимов может повторяться в разных сочетаниях, что отражает сходство в списках предпочитаемых местообитаний разных классов и трансгрессию в распределении видов.

Основные направления изменений сообществ птиц в зависимости от структурообразующих факторов среды иллюстрируются с помощью структурных графов. Структурный граф строится по матрице средних коэффициентов сходства орнитокомплексов, относящихся к таксонам классификации того или иного ранга, методом корреляционных плеяд [4]. Для построения структурного графа оставляются межгрупповые связи выше порога, выбираемого так, чтобы граф наилучшим образом иллюстрировал выявленные тренды и его можно было построить в двухмерном пространстве.

Факторы среды или природные режимы, выявленные при классификации населения и построении структурных графов, отражаются выделенными градациями по силе проявления факторов и их сочетаний.

### Результаты и обсуждение

Расчеты проведены в среднем по выявленным сезонным аспектам, с учетом температуры. Для каждого выделенного таксона классификации рассчитаны усредненные показатели населения птиц. В классификации для каждого таксона приведены первые три лидирующих вида (по убыванию среднего обилия), их доля в населении (%) и основные суммарные показатели сообществ, соответственно, плотность населения (особей/км<sup>2</sup>), биомасса (кг/км<sup>2</sup>), видовое и через косую черту фоновое богатство (число фоновых видов, обилие которых не менее 1 особи/км<sup>2</sup>). Далее приведены преобладающие (доминирующие) по числу особей типы фауны, представители которых составляют 10% и более от общего обилия птиц.

#### *Пространственно-временная классификация орнитокомплексов*

**1. Лесной тип населения** (лидируют, в %: пухляк – 27, большая синица – 16, зяблик – 10; плотность населения, в среднем, 308 особей/км<sup>2</sup>; биомасса – 13 кг/км<sup>2</sup>; всего 50 видов, в т.ч. фоновых 29 видов; представителей европейского, сибирского и транспалеарктического типов фауны – 49, 34, 14).

##### Подтипы:

1.1 – **зимнего лесного населения** (большая синица 33, пухляк 31, большой пестрый дятел 7; 92; 9; 11/9; европейского и сибирского типов 53 и 39).

1.2 – **предзимнего и предвесеннего лесного населения** (пухляк 40, ополовник 19, большая синица 18; 283; 9; 23/14; сибирского, транспалеарктического и европейского типов 45, 27 и 26).

1.3 – **весенне-летнего лесного населения** (зяблик 18, пухляк 17, лесной конек 8; 378; 17; 43/26; европейского и сибирского типов, транспалеарктов 57, 27 и 10).

1.4 – **осеннего лесного населения** (пухляк 36, большая синица 35 и московка 14; 363; 12; 17/15; европейского и сибирского типов 57 и 38).

**2. Полевой тип населения** (полевой воробей – 14, пухляк – 13 и чечетка – 6; 308; 43; 55/38; европейского типа – 47, транспалеарктического – 24 и сибирского – 23).

##### Подтипы:

2.1 – **предзимнего населения полей** (пухляк – 24, большая синица – 23 и ополовник – 19; 295; 34; 17/15; европейского, сибирского и транспалеарктического типов – 46, 26 и 24);

2.2 – **зимнего населения полей** (чечетка – 56, полевой воробей – 14 и черная ворона – 8; 117; 11; 14/8; сибирского, европейского типов и транспалеарктов – 56, 28 и 15).

2.3 – **предвесеннего населения полей** (черная ворона – 23, серая ворона – 14 и грач 12; 369; 125; 19/14; европейского транспалеарктического и сибирского типов – 74, 15 и 11).

2.4 – **населения полей весны-первой половины лета** (лесной конек – 12, полевой воробей – 12 и грач – 8; 377; 44; 46/37; европейского, транспалеарктического и сибирского типов – 53, 23 и 11).

2.5 – **населения полей второй половины лета** (полевой воробей – 30, чиж – 12 и чечетка – 10; 320; 27; 26/25; транспалеарктического, европейского и сибирского типов – 41, 39 и 12).

2.6 – **осеннего населения полей** (пухляк – 63, полевой воробей – 17 и большая синица – 3; 301; 13; 19/14; сибирского, транспалеарктического и европейского типов – 65, 21 и 14).

**3. Промышленно-селитебный** (домовый воробей – 31, полевой воробей – 26 и большая синица – 16; 1673; 150; 74/23; транспалеарктический – 59, европейский – 23 и средиземноморский – 15).

##### Подтипы:

3.1 – **подтип городской застройки** (домовый воробей – 39, сизый голубь – 19 и полевой воробей – 17; 2149; 211; 40/15; транспалеарктического, европейского и средиземноморского типов – 58, 22 и 19);



- 3.1.1 – класс осенне-зимнего населения городской застройки (домовый воробей – 34, большая синица и сизый голубь – 26 и 19; 2840; 278; 22/13; транспалеарктического, европейского и средиземноморского типов – 49, 30 и 19);
- 3.1.2 – класс предвесеннего населения городской застройки (домовый воробей – 35, большая синица и полевой воробей – 22 и 19; 1346; 125; 16/12; транспалеарктического, европейского и средиземноморского типов – 54, 28 и 16);
- 3.1.3 – класс весенне-летнего населения городской застройки (домовый воробей – 49, полевой воробей и сизый голубь – по 20; 1724; 173; 30/15; транспалеарктического и средиземноморского типов – 72, 20);
- 3.2 – **подтип населения диффузной застройки** (полевой воробей – 49, большая синица и домовый воробей – 15 и 9; 1040; 70; 74/33; транспалеарктического и европейского типов – 62, 27);
- 3.2.1 – класс предзимне-зимне-предвесеннего населения диффузной застройки (полевой воробей 44, большая синица 24 и домовый воробей 8; 914; 63; 40/22; транспалеарктического и европейского типов – 53, 34);
- 3.2.1.1 – подкласс предзимне-зимне-предвесеннего населения садов (полевой воробей – 54, большая синица – 24 и домовый воробей – 5; 648; 37; 25/13; транспалеарктического и европейского типов – 59 и 35);
- 3.2.1.2 – подкласс предзимне-зимне-предвесеннего населения районов одноэтажной застройки (полевой воробей – 48, большая синица – 20 и домовый воробей – 11; 1452; 98; 24/17; транспалеарктического и европейского типов – 59, 27).
- 3.2.1.3 – подкласс предзимне-зимне-предвесеннего населения промышленной зоны среди сосново-березовых лесов (большая синица – 32, полевой воробей и сорока – 23 и 9; 642; 52; 34/23; европейского, транспалеарктического и сибирского типов – 49, 35 и 15).
- 3.2.2 – класс весенне-летне-осеннего населения диффузной застройки (полевой воробей – 53, домовый воробей – 10 и большая синица – 9; 1134; 76; 63/32; транспалеарктического и европейского типов – 67, 23);
- 3.2.2.1 – подкласс весенне-летне-осеннего населения садов (полевой воробей – 77, горихвостка-лысушка и грач - по 4; 1059; 60; 32/19; транспалеарктического и европейского типов – 82, 16);
- 3.2.2.2 – подкласс весенне-летне-осеннего населения районов одноэтажной застройки (полевой воробей – 48, домовый воробей – 17 и большая синица – 11; 1706; 119; 19/17; транспалеарктического, европейского и средиземноморского типов – 68, 18 и 11).
- 3.2.2.3 – подкласс весенне-летне-осеннего населения промышленной зоны среди сосново-березовых лесов (полевой воробей 25, большая синица 15 и пухляк 9; 637; 49; 59/40; европейского, транспалеарктического и сибирского типов – 46, 39 и 12).

Представленной классификацией аппроксимируется 71% дисперсии коэффициентов сходства между рассматриваемыми сообществами птиц.

Сходство рассматриваемых вариантов населения на уровне типов обусловлено совокупностью факторов, сопряженных с пространственной неоднородностью среды. Деление на подтипы определяется, главным образом, влиянием сезонной теплообеспеченности и связанной с ней ритмикой жизни птиц, а для населения естественных ландшафтов еще и влиянием облесенности и закустаренности. Влияние сезонной теплообеспеченности ярче всего прослежено в населении полей-перелесков и сосново-березовых приречных борах. Деление на классы возможно было провести только в подтипах населения городской застройки и диффузной застройки, причем население последней делится еще и на подклассы, обусловленное усиливающимся влиянием на население птиц теплообеспеченности внутри кварталов городской и диффузной застройки. В целом изменения облика населения птиц в первую очередь определяются пространственными различиями, и лишь затем – сезонным развитием природы.

#### *Пространственно-временная структура и организация населения птиц*

Схема (граф), отображающая пространственно-временную структуру на плоскости, построена в ранге подтипа. Порог значимости связей задан как среднее по всей матрице

коэффициентов сходства орнитокомплексов, равное 19 единицам. Межклассовые связи ниже заданного порога считались незначимыми и на графе не отображены (рис.). Исключения составляют классы, не имеющие сверхпорогового сходства с остальной совокупностью; для них показана максимальная из имеющихся связей.

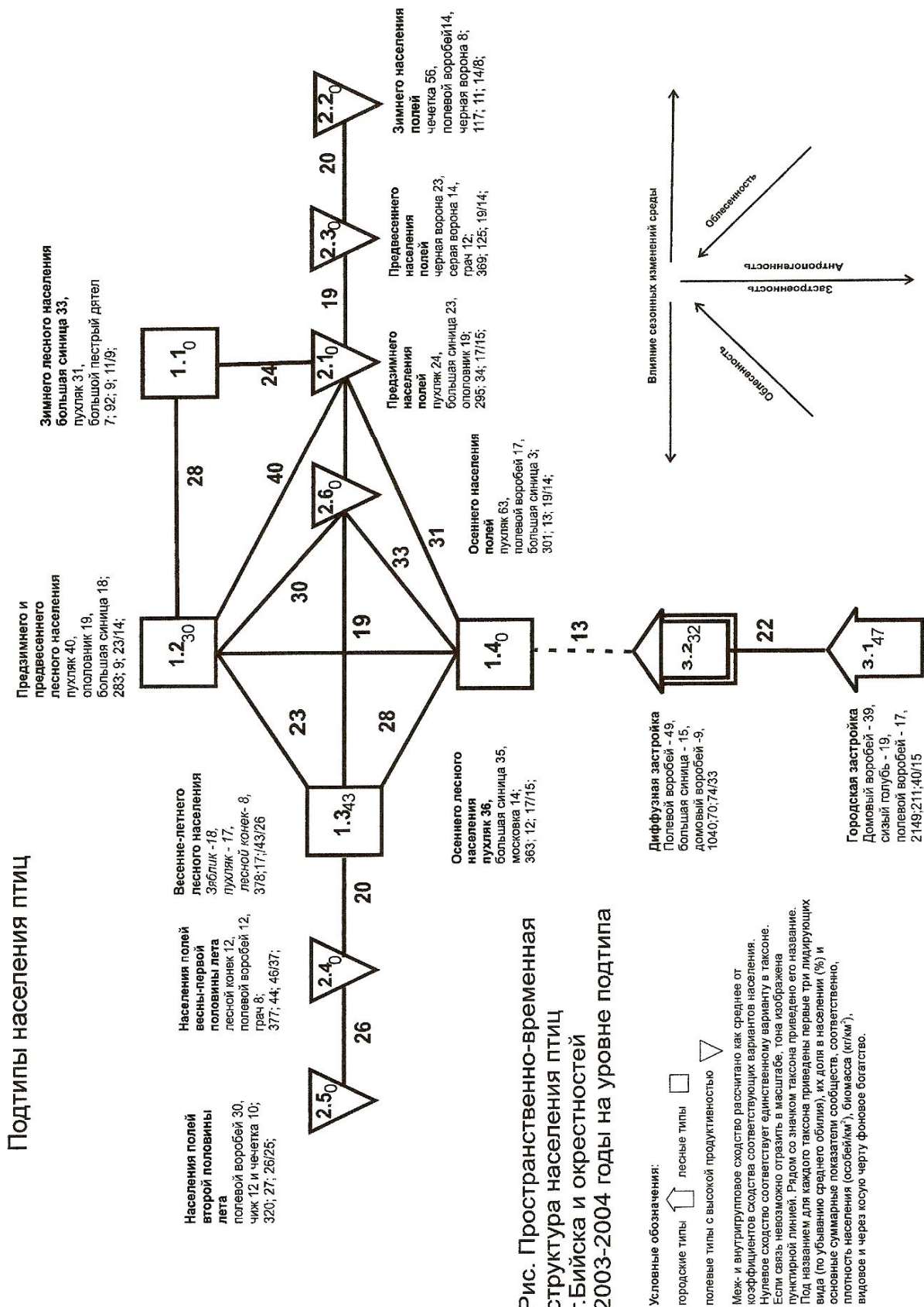


Рис. Пространственно-временная структура населения птиц г.Бийска и окрестностей 2003-2004 годы на уровне подтипа





На графе видно, что сообщества полевые и диффузной застройки, сменяются населением лесных местообитаний. Подтипы диффузной застройки и городской застройки объединяющие сообщества птиц всех городских местообитаний незначимо связаны с населением птиц окрестностей, но тесно связаны между собой. Антропогенное влияние определяющее неоднородность населения птиц возрастает от лесов к полям, и от диффузной застройки к городской.

Население лесов и полей-перелесков связано внутри типов сильными связями и представлено четырьмя и шестью подтипами соответственно. Между лесными и полевыми сообществами имеются прочные связи во все периоды и максимальные связи в предзимнее и зимнее время.

Показатели плотности населения в подтипах рассматриваемого графа снижаются с уменьшением антропогенности и застроенности. Несомненное влияние оказывают и сезонные изменения среды.

В целом граф в естественных местообитаниях четко разделяется на две половины: население птиц холодного и теплого времени года. Максимальные показатели плотности отмечены для населения лесов и полей в период весенне-летних изменений, минимальные – для зимнего периода. Причем колебание плотности более выражено в лесах (в 4 раза), что связано со снижением кормности в зимней период и откочевкой многих особей поближе к городу. Обратный процесс наблюдается в зимне-весеннее время, когда многие особи на гнездование прилетают в лесные местообитания. Наименьшие показатели обилия отмечаются в лесных сообществах, а наибольшие – в городской застройке, что связано, в основном, с наличием кормов антропогенного происхождения.

Показатели общего числа отмеченных видов убывают с уменьшением застроенности, а также с увеличением сезонной теплообеспеченности. В незастроенных ландшафтах велико общее число отмеченных видов в весенне-летнее время, и уменьшается в остальные сезоны в три-четыре раза. Подобным же образом изменяется количество фоновых видов. При этом в населении птиц влияние облесенности на изменение числа всех видов и фоновых видов незначительно.

По составу лидеров все ряды сообществ различаются и сменяются при переходе от одного к другому. В весенне-летнее и осенне-зимнее время их состав в рядах подтипов лесов и полей схож между собой. Особенно он близок в предзимнее время. В орнитокомплексах же городских и диффузных типов весь год лидируют одни и те же виды, по сезонам меняется лишь их доля.

Таким образом, изменения облика населения птиц определяются, в первую очередь, пространственными различиями, и во вторую – сезонными изменениями природы. Большая теплообеспеченность в весенне-летний период приводит к возрастанию видового, фонового богатства, а также плотности населения большинства местообитаний.

Все выявленные при выяснении классификации и структуры населения птиц факторы заданы для оценки силы и общности их связи с неоднородностью орнитокомплексов, отраженной матрицей коэффициентов сходства (табл.). В наибольшей степени на пространственно-временную дифференциацию населения птиц влияют: антропогенные факторы, в том числе застроенность (в большей степени этажность), теплообеспеченность в частности пространственная динамика, облесенность. Пространственная динамика теплообеспеченности, % асфальтового покрытия, и застроенность наиболее скоррелированы, так как выше всего в городских местообитаниях, причем круглый год. Облесенность и закустаренность укрытость, также сильно скоррелированы, что отражается в наибольшей концентрации зимующих и гнездящихся птиц близ кустарников и деревьев. Менее важны, по сравнению с уже названными факторами, особенность чердачных перекрытий, застроенность промышленными сооружениями. Значимость кормности, сезонной теплообеспеченности, распашки, и рудеральности невелики, по сравнению с остальными факторами. Всеми выявленными факторами и режимами (по структуре и классификации) учитывается 83% дисперсии (коэффициент корреляции 0.91).

В число наиболее значимых факторов, определяющих неоднородность орнитокомплексов в течение года в г. Бийске и окрестностях, как и в лесостепи Приобья [5], среднегорьях Центрального Алтая [1], южной тайге Среднего Урала [2], входят антропогенное влияние, облесенность и теплообеспеченность. Но для Бийска и окрестностей характерно меньшее влияния фактора кормности как естественной так и искусственной.



Пространственная теплообеспеченность и укрытость местообитаний влияет больше, чем сезонная теплообеспеченность на характер населения по природным аспектам.

Таблица

**Оценка силы и общности связи среды и неоднородности населения птиц  
г. Бийска и окрестностей**

Факторы	Учтенная дисперсия, %
Антропогенное влияние	57
% асфальтового покрытия	47
застроенность	35
в т.ч.: этажность	35
особенность чердачных перекрытий	19
застроенность промышленными сооружениями	12
распашка	4
рудеральность	3
Теплообеспеченность	49
в т.ч.: пространственная динамика	48
сезонная динамика	1
Облесенность	37
Закустаренность	23
Укрытость	21
Кормность	3
Все факторы	79
Режимы по структуре	69
Режимы по классификации	72
Все факторы и режимы	83

### Заключение

Пространственно-временная структура населения птиц Бийска и его рекреационной зоны отражает нарастание значимости сезонных изменений среды от застроенных урболандшафтов к лесам и далее к полуоткрытым местообитаниям и изменения облика населения по градиентам застроенности, антропогенному влиянию в целом и облесенности в частности.

Наиболее значимо определяет пространственно-типологическую неоднородность населения птиц г. Бийска и его окрестностей антропогенное влияние, а именно, сочетание таких факторов, как процент асфальтового покрытия, этажность, особенности чердачных перекрытий и застроенность промышленными сооружениями, распашка и рудеральность. На втором месте по значимости находится теплообеспеченность, вслед за которой, по убыванию значимости, следуют облесенность, закустаренность, укрытость и кормность. Всего вышеназванными факторами снимается 79% дисперсии признаков (коэффициент корреляции – 0,89).

### Список литературы

1. Бочкарева Е.Н. Пространственно-временная организация населения птиц Центрального Алтая: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Новосибирск, 2005. – 24 с.
2. Ливанов С.Г. Пространственно-временная организация населения птиц южной тайги Среднего Урала // Исследования природы в заповедниках Урала. Висимский заповедник: Информационные материалы. – Свердловск, 1990. – С. 22-25.
3. Наумов Р.Л. Птицы в очагах клещевого энцефалита: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 1964. – 19 с.
4. Терентьев П.В. Метод корреляционных плеяд // Вестник Ленингр. ун-та. Сер. биол. – 1959. – № 9. – С. 137-141.
5. Цыбулин С.М. Птицы диффузного города (на примере Новосибирского академгородка). – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1985. – 163 с.
6. Jaccard P. Lois de distribution florale dans la zone alpine // Bull. Soc. Vaund. Sci. Nat. – 1902. – Vol. 38. – P. 69-130.



## THE ANALYSIS OF HETEROGENEITY OF THE POPULATION OF BIRDS OF THE BIISK CITY, ALTAY TERRITORY

**E.A. Belikova**

*Institute of Systematics and  
Ecology of Animals SB RAS*

*Frunze Str., 11, Novosibirsk,  
630091, Russia*

On the basis of the analysis of materials of quantitative accounts of birds carried out in Biisk, Altay territory from January, 2003 till January, 2005 space-time classification and structure of communities of birds are given, intensity of influence of factors of environment and their combinations at the population of birds is studied.

Key words: the population of birds; heterogeneity of the population of birds; abundance; space-time classification and structure of the population of birds; type of the population.

## К РАСПРОСТРАНЕНИЮ РЕДКИХ ВИДОВ ПТИЦ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

**А.Ю. Соколов,  
А.С. Шаповалов**

*ФГУ ГПЗ «Белогорье»*

*Россия, 309342, пос. Борисовка Белгородской обл., пер. Монастырский, 3*

В сообщении приводятся данные по встречам и распространению 27 охраняемых видов птиц на территории заповедника «Белогорье» и природного парка «Ровеньский» (Белгородская область), определяется их современный статус для ООПТ и региона в целом. Для отдельных видов рассматривается степень возможного отрицательного или положительного влияния антропогенных и естественных факторов на их типичные местообитания в условиях Белгородской области. Исследования проводились в 2007-2008 гг.

Ключевые слова: распространение, статус редких видов птиц, типичные местообитания, особо охраняемые природные территории (ООПТ).

### Введение

В условиях значительного антропогенного пресса проблема охраны редких и легко уязвимых представителей фауны в настоящее время существенно обострилась. Во многом этому способствовали и продолжают способствовать увеличение рекреационной нагрузки, внедрение новых сельскохозяйственных технологий, рост популярности частных таксидермических коллекций (в которые чуть ли не в первую очередь десятками и, даже, сотнями попадают «краснокнижные» виды) и ряд других факторов.

Для принятия действенных мер, направленных на охрану редких видов животных (в частности птиц) и их местообитаний необходимо иметь четкое представление об их распространении, сроках пролета и местах пролетных скоплений, располагать хотя бы экспертной оценкой их численности на территории региона. Применительно к авифауне Белгородской области, имеющаяся на сегодняшний день информация по многим видам довольно скудна [1] и требует дополнений.

Ряд интересных данных, существенно дополняющих уже опубликованные, был собран в ходе полевых исследований, проведенных в 2007-2008 г. сотрудниками заповедника «Белогорье» на особо охраняемых природных территориях (ООПТ) области, а также в отдельных, представляющих особый орнитофаунистический интерес районах.

### Материал и методика

В первую очередь исследованиями были охвачены участки заповедника «Белогорье» – «Лес на Ворскле», «Острасьевы Яры», «Стенки-Изгорья», «Ямская Степь» и территория природного парка «Ровеньский». Кроме этого регулярно посещались 4 искусственных водоема: хвостохранилище Лебединского горно-обогатительного комбината (далее – ЛГОК), рыбхозы в окрестностях с. Великомихайловка и пос. Белый Колодезь Новоскольского района, а также пруд у с. Успенка Губкинского района. Всего было осуществлено 10 выездов на указанные участки и точки: 08-12.08.2007 г., 04-06.09.2007 г., 26-29.10.2007 г., 29.03-02.04.2008 г., 28.04-02.05.2008 г., 19-22.05.2008 г., 11-14.06.2008 г., 14-18.07.2008 г., 04-06.08.2008 г. и 30.08-03.09.2008 г.

Основным методом исследований были визуальные наблюдения; при необходимости использовался полевой бинокль (12? 45). На участках заповедника «Лес на Ворскле», «Ямская Степь», а также в пойме р. Айдар (природный парк «Ровеньский»), помимо этого, были проведены маршрутные учеты птиц на неограниченной полосе с пересчетом данных на площадь по средним дальностям обнаружения, [2]. Протяженность маршрутов составила: в дубраве («Лес на Ворскле») – 2 км; в пойме р. Ворскла («Лес на Ворскле») – 3 км; на степном участке («Ямская степь») – 2 км; в пойме р. Айдар (природный парк «Ровеньский») – 4 км.

Все параметры найденных во время обследования территорий гнезд и кладок (включая размеры яиц) занесены в стандартные карточки описания гнезд. На гнездовом участке филина собраны также погадки с целью выяснения пищевого рациона в 2008 г.

В настоящей сводке приводится информация по встречам и находкам на территории Белгородской области 13 видов птиц, занесенных в Красную книгу РФ, 12 видов из Красной книги Белгородской области, а также 2 видов, являющихся потенциальными кандидатами на внесение в региональную Красную книгу. Принадлежность населенных пунктов к административным районам области приводится при первом упоминании.

### Результаты исследований

Для удобства представления данных, собранных в ходе исследований, мы сочли целесообразным разделить зарегистрированные виды птиц на 5 групп в зависимости от характера их пребывания и статуса на ООПТ и сопредельных территориях Белгородской области.

К категории «Пролетные» нами отнесено 6 видов.

Скопа – *Pandion haliaetus* L. По всей видимости, представители данного вида относительно регулярно появляются во время весеннего и осеннего пролетов на водоемах области. В основном эту птицу привлекает большое количество рыбопродуктивных прудов. Нами скопа встречена 06.09.2007 г на хвостохранилище ЛГОКа и 29.04.2008 г. на пруду у с. Успенка. Об относительном постоянстве встреч свидетельствуют данные и других авторов [1, 3].

Степной лунь – *Circus macrourus* Gm. В настоящее время на территории области, видимо, является довольно редкой пролетной птицей. Нами был встречен единственный раз (06.09.2007 г.) на границе территории ЛГОКа и участка «Ямская Степь».

Кобчик – *Falco vespertinus* L. В ходе исследований гнездящиеся птицы данного вида нами не регистрировались. Во многом это можно объяснить существенным дефицитом построек врановых, бесспорно являющихся основными поставщиками гнезд для кобчика (и для пустельги) в условиях Черноземья [4]. Практически повсюду нами отмечена низкая численность серой вороны и сороки, колонии грача встречены только в населенных пунктах, т.е. в местах, не пригодных для гнездования этого сокола. На пролете кобчик отмечен 11.08.2007 г. (1 особь в окрестностях пос. Нагольное Ровеньского района) и 02.05.2008 г. (7-8 особей в окрестностях с. Нижняя Серебрянка того же района).

Поручейник – *Tringa stagnatilis* Bechst. Отмечен только на пролете: на степных озерах в окрестностях с. Нижняя Серебрянка – 12.08.2007 г., 01.05 и 13.06.2008 г. – 3, 5 и 1 особь, соответственно; на рыбхозе в окрестностях поселка Белый Колодезь – 29.04.2008 г. – 1 особь; на хвостохранилище ЛГОКа – 11.06 и 16.07.2008 г., по 1 особи; на рыбхозе в окрестностях с. Великомихайловка – 15.07.2008 г. – 2 особи. В годы с благоприятными условиями (достаточная увлажненность луговых участков) вероятно возможны отдельные случаи гнездования, в частности, в окрестностях с. Нижняя Серебрянка.

Большой кроншнеп – *Numenius arquata* L. С учетом специфики условий местообитаний и высокой чувствительности к фактору беспокойства со стороны человека гнездование данного вида на территории Белгородской области маловероятно. Нами зарегистрирована единственная встреча на осеннем пролете: одиночная птица встречена 02.09.2008 г. на хвостохранилище ЛГОКа.

Лебедь-кликун – *Sygnus cygnus* L. Данный вид не внесен в красную книгу Белгородской области, хотя фигурирует в региональных Красных книгах других областей Черноземья. Мы считаем целесообразным внесение кликуна в следующее издание Красной книги Белгородской области. Нами 3 особи этого вида отмечены 30.10.2007 г. на одном из озер в окрестностях с. Нижняя Серебрянка.

К категории «Залетные» нами отнесены 4 вида.

Черный аист – *Ciconia nigra* L. В последние 3 года встречи представителей данного вида на юге Черноземья значительно участились. Неоднократно он был встречен на территории Воронежской области [5, не опубликованные данные автора; С.Ф. Сапельников, устное сообщение; С.Л. Соболев, устное сообщение]. На территории Белгородской области залетные черные аисты также регистрировались нами неоднократно. Одиночные птицы наблюдались 10-12.08.2007 г. и 06.08.2008 г. в окрестностях с. Нижняя Серебрянка. 02.09.2008 г. на участке «Ямская степь» встречено одновременно 3 птицы.



Стрепет – *Tetrax tetrax* L. Встреча этой птицы 29.08.2007 г. у границы участка «Ямская степь», вероятно, является единственной достоверно зарегистрированной за последние 20-30 лет. Ее едва ли можно рассматривать кроме как случайный залет.

Пеганка – *Tadorna tadorna* L. В настоящее издание региональной Красной книги данный вид не внесен, но является потенциальным кандидатом в следующее ее издание [1]. Нами эта утка неоднократно встречена на хвостохранилище ЛГОКа: 29.04.2008 г. – пара (самец и самка), 20.05.2008 г. – одиночная птица, 21.05, 02 и 03.09.2008 г. – пара. Возможно, в данном случае имела место попытка гнездования, однако какими-либо конкретными сведениями на этот счет мы не располагаем.

Черноголовый хохотун – *Larus ichthyaetus* Pall. Данный вид также не внесен в Красную книгу Белгородской области, но при этом включен в список видов, охраняемых на территории России [6]. Вероятно, черноголовый хохотун регистрируется впервые как для территории Белгородской области, так и для всего Черноземья. Встречи имели место 02.05.2008 г. (4 птицы на рыбхозе у пос. Нагольное) и 11.06.2008 г. (2 птицы на хвостохранилище ЛГОКа).

2 вида отнесены к категории «Зимующие» (= кочующие зимой).

Беркут – *Aquila chrysaetos* L. Единственная встреча этого орла имела место 31.03.2008 г.: молодая (судя по характерной окраске оперения) птица была встречена у границы участка «Ямская Степь».

Серый сорокопуд – *Lanius excubitor* L. По всей видимости, не представляет особой редкости на территории области в период зимних кочевок (с конца октября по конец марта). Нами встречи зарегистрированы 28.10.2007 г. (1 птица на участке «Острасьевы Яры»), 29.10.2007 г. (3 птицы в окрестностях с. Нижняя Серебрянка), 29.03.2008 г. (1 птица в окрестностях с. Успенка).

Следующие 3 вида, вероятно, нерегулярно гнездятся на территории Белгородской области, хотя в ходе наших исследований такие случаи достоверно не были зарегистрированы.

Ходулочник – *Himantopus himantopus* L. Этот кулик отмечен нами в апреле-июне 2008 г. на степных озерах в окрестностях с. Нижняя Серебрянка (максимально до 12 особей), на рыбхозе у пос. Нагольное (до 7 особей) и на рыбхозе в окрестностях пос. Белый Колодезь (2 особи). Возможно, имели место попытки гнездования на рыбопродуктивных прудах, однако из-за позднего их заполнения водой кладки птиц, находящиеся недалеко от уреза воды, однозначно были обречены на гибель.

Большой веретенник – *Limosa limosa* L. О гнездовании этого кулика в окрестностях с. Нижняя Серебрянка сообщалось ранее [7]. Нами в данном районе большой веретенник неоднократно был встречен весной 2008 г. (до 15 птиц). 01-02.05.2008 г. державшиеся здесь птицы проявляли выраженное территориальное поведение, однако случаи размножения в этот год нами не отмечены. Кроме этого одиночные птицы были встречены 05.09.2007 г. и 15.07.2008 г. на рыбхозе у с. Великомихайловка.

Малая чайка – *Larus minutus* Pall. Случаев гнездования нами не отмечено. Скопление пролетных малых чаек (10-15 особей) наблюдалось нами 02.09.2008 г. на хвостохранилище ЛГОКа.

В настоящее время можно говорить о стабильном гнездовании на территории Белгородской области – 12 из отмеченных нами охраняемых видов. И если 6 из них имеют локальное распространение и низкую численность (по экспертной оценке от 1 до 10 пар), то численность остальных 6 видов значительно выше, а распространённость в регионе шире (за редким исключением).

Курганник – *Buteo rufinus* Cretzsch. Достоверно гнездование на территории Белгородской области впервые зарегистрировано в 2007 г. на участке «Ямская Степь» [8], хотя по наличию гнездовых построек на участке данной пары, по крайней мере, попытки размножения, видимо, имели место и ранее. В 2008 г. размножение было благополучным, правда, гнездо покинул только 1 птенец. Встречи курганника в других районах области [1] в прежние годы, а также в 2008 г. (одна особь этого вида встречена нами 15.07.2008 г. в Новоскольском районе, когда птицы в Ямской Степи еще держались еще гнездовом участке) позволяют предполагать наличие и других размножающихся пар.

Орлан-белохвост – *Haliaeetus albicilla* L. Одно из немногих в Белгородской области (если не единственное) жилых гнезд этого хищника известно в Борисовском районе

(окрестности рыбхоза «Борисовский»). В 2007 г. оно было обследовано С.Ф. Сапельниковым. В 2008 г. нами на данном участке вновь была отмечена размножающаяся пара. Кроме этого молодые особи (в наряде 2-летнего возраста) неоднократно были встречены нами вблизи крупных водоемов: одиночные птицы – 10.08 и 30.10.2007 г. на оз. Лиман (окрестности с. Нижняя Серебрянка), 26.10.2007 г. на рыбхозе в окрестностях с. Великомихайловка и 30.10.2007 г. на рыбхозе у пос. Нагольное. 30.08.2008 г. на этом же рыбхозе наблюдались одновременно 2 птицы. 31.03.2008 г. на хвостохранилище ЛГОКа были встречены 1 взрослый орлан и 1 молодой.

Серый журавль – *Grus grus* L. Непосредственно во время исследований достоверные случаи благополучного размножения серого журавля нами не отмечены, хотя вероятность такового, в частности на участках «Лес на Ворскле» и «Стенки Изгорья», в 2008г имела место, что подтверждается устными сообщениями других сотрудников заповедника «Белогорье». Нами были зарегистрированы следующие встречи серого журавля: 10.08.2007 г. – 2 особи в пойме р. Айдар (в окрестностях пос. Бережный Ровеньского района), 30.04.2008 г. – 1 особь в пойме р. Ворскла («Лес на Ворскле»), 02-03.09.2008 г. – 28 особей на границе участка «Ямская Степь» и территории ЛГОКа.

Малая крачка – *Sterna albifrons* Pall. Гнездование зарегистрировано в 2008 г. на хвостохранилище ЛГОКа, где 10.06 отмечены 4 пары. У одной пары кладка (законченная) содержала 2 яйца и у трех – по 1 яйцу. Успешность размножения не прослежена.

Филин – *Bubo bubo* L. Размножающаяся пара отмечена нами на территории природного парка «Ровеньский» в окрестностях пос. Ровеньки. На момент обследования рядом с гнездовой нишей были обнаружены 2 взрослых птенца. Характер гнездовой ниши позволяет предположить, что она занимается птицами не первый год.

Просянка – *Emberiza calandra* L. По всем признакам гнездящаяся пара наблюдалась нами в окрестностях рыбхоза у пос. Нагольное в мае 2008 г. В мае 2001 г. в этом же месте поющий самец просянки был встречен С.А. Букреевым.

Лебедь-шипун – *Cygnus olor* Gm. По всей видимости, на водоемах области, помимо местных, регулярно встречаются птицы из более северных районов. Нами в это время отмечен на хвостохранилище ЛГОКа, рыбхозах в окрестностях поселков Нагольное и Белый Колодезь, на пруду у с. Успенка. Пары с выводками отмечены в 2007 г. на оз. Лиман в окрестностях с. Нижняя Серебрянка (2 пары; 11 и 7 птенцов) и на рыбхозе в окрестностях с. Великомихайловка (2 пары; 7 и 5 птенцов). В 2008 г. выводки с молодыми птицами не отмечены.

Огарь – *Tadorna ferruginea* Pall. Эта утка чаще встречается на юге Белгородской области. В 2008 г. огари были отмечены нами в районах, где ранее не регистрировались: 01.04 – пара на рыбхозе «Борисовский», 29.04 – пара на пруду у с. Успенка; 19.05, 10.06, 02 и 03.09 – на хвостохранилище ЛГОКа; 29.04, 21.05 и 15.07 – на рыбхозе в окрестностях пос. Белый Колодезь. Последний участок был единственным, где в 2008 г. было зарегистрировано достоверное размножение огарей, но и в этом случае (отмеченом 21.05) у пары был только 1 птенец. В остальных случаях наблюдались исключительно взрослые птицы, иногда образующие довольно крупные скопления (40 особей одновременно держались на пруду у пос. Нагольное 22.05.2008 г.). Возможно, нормальному размножению в потенциально пригодных местах препятствует фактор чрезмерного беспокойства со стороны человека.

Орел-карлик – *Hieraaetus pennatus* Gm. В условиях Белгородской области для данного вида характерно довольно равномерное распространение практически по всей ее территории. Основными населяемыми стациями являются многочисленные нагорные и байрачные дубравы, значительно реже – пойменные леса. Нами в 2007-2008 г. по всем признакам размножающиеся птицы отмечены на участках «Лес на Ворскле», «Стенки Изгорья», в балке, примыкающей с запада к участку «Ямская Степь», в пойме р. Айдар в окрестностях с. Нижняя Серебрянка, в окрестностях пос. Кочегуры Чернянского района.

Козодой – *Caprimulgus europaeus* L. В силу специфики образа жизни козодой, вероятно, регистрируется далеко не во всех районах, на территории которых гнездится. Нами в гнездовой период представители этого вида были отмечены на участке «Стенки Изгорья» и в окрестностях урочища Воловиков Яр (природный парк «Ровеньский»).

Малая мухоловка – *Siphia parva* Vechst. Одним из типичных местообитаний вида в условиях юга Черноземья являются различные типы дубрав. С учетом наличия в Белгородской области достаточного количества нагорных дубрав можно предположить, что



большой редкости малая мухоловка здесь представлять не должна. Нами одна пара отмечена на учетном маршруте в дубраве на участке «Лес на Ворскле». Кроме этого пролетная особь (самец) наблюдалась 30.08.2008 г. в окрестностях урочища Воловиков Яр.

Усатая синица – *Parus biarmicus* L. Самая крупная гнездовая группировка данного вида находится в окрестностях с. Нижняя Серебрянка, где по экспертной оценке в 2008 г. гнезилось 20-30 пар. Возможно гнездование на водоемах и в других районах области. В частности, выводок усатых синиц встречен нами 15.07.2008 г. на рыбхозе в окрестностях с. Великомихайловка. Кроме этого кочующие птицы (4-5 особей) были встречены 28.10.2007 г. на рыбхозе «Борисовский».

### Заключение

В наименее благополучном положении в условиях Белгородской области находятся стенотопные виды, виды с высокой требовательностью к гнездовым участкам и кормовым территориям, а также виды, особенно чувствительные к фактору беспокойства. Меры и пути их охраны, помимо непосредственной охраны самих птиц, должны быть направлены на сохранение их местообитаний и минимизацию антропогенного воздействия на эти территории.

### Список литературы

1. Красная книга Белгородской области. Редкие и исчезающие растения, грибы, лишайники и животные. Официальное издание / Общ. науч. ред. А.В. Присный. – Белгород, 2005. – 532 с.
2. Равкин Ю.С. К методике учета птиц в лесных ландшафтах // Природа очагов клещевого энцефалита на Алтае. – Новосибирск: Наука, 1967. – С. 66-75.
3. Вакуленко А.Г., Бёме И.Р. Хищные птицы урочищ г.Белгорода // Изучение и охрана хищных птиц Северной Евразии. Мат-лы V международной конференции по хищным птицам Северной Евразии. – Иваново: ИвГУ, 2008. – С. 202-203.
4. Нумеров А.Д., Венгеров П.Д., Сапельников С.Ф. и др. Пример образования многовидового поселения птиц в результате гнездостроительной деятельности врановых // Экология врановых в естественных и антропогенных ландшафтах. Материалы VIII Международной конференции по врановым птицам. – Москва - Ставрополь, 2007. – С. 39-43.
5. Соколов А.Ю. Птицы Бобровского Прибитюжья // Труды Воронежского государственного заповедника. – Воронеж, изд-во ВГПУ, 2007 – Вып.25. – С. 133-193.
6. Красная книга Российской Федерации (Животные). – М.: АСТ – Астрель, 2001. – 864 с.
7. Сарычев В.С. Материалы по некоторым редким видам птиц Воронежской области // Редкие виды птиц и ценные орнитологические территории Центрального Черноземья. – Липецк, 1999. – С.69-71.
8. Сапельников С.Ф., Власов А.А., Шаповалов А.С. Гнездование курганника на особо охраняемых природных территориях Курской и Белгородской областей // Материалы регион. совещ. «Проблемы ведения Красной книги». – Липецк: ЛГПУ, 2008. – С. 99-102.

## TO DISTRIBUTION OF RARE SPECIES OF BIRDS IN TERRITORY OF THE BELGOROD REGION

A.Yu. Sokolov,  
A.S. Shapovalov

*FOB The State Natural Reserve «Belgorie»*

*Monastyrskiy Line., 3, Borisovka Settl., Belgorod Area, 309324, Russia*

In this report the information about registrations and distribution of 27 rare bird species in the «Belgorie» Reserve and Rovensky Natural Park (Belgorod Region) is presented and the contemporary status of this species in the specially protected areas is determined. For some species a degree of possible negative or positive influence of antropogenic and natural factors on typical bird habitats in Belgorod Region is considered. The investigations had been conducted in 2007-2008.

Key words: distribution, status of rare bird species, typical habitats, specially protected areas.



## ВЛИЯНИЕ АКТИВАЦИИ МОБИЛЬНЫХ ТЕЛЕФОНОВ СТАНДАРТА GSM НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ МОЗГА ЧЕЛОВЕКА

**С.В. Побаченко,  
А.В. Пономарев**

*Томский государственный  
университет*

*Россия, 634050, г. Томск,  
пр. Ленина, 36*

*e-mail: sev1po@tsu.ru*

Представлены результаты экспериментальных исследований по влиянию активации мобильного телефона системы GSM на функциональную активность мозга человека. Установлено, что после окончания активации мобильного телефона наблюдается значимое повышение уровня спектральной мощности в параметрах ЭЭГ в диапазоне частот 2-4 Гц и 6-8 Гц в срединных отведениях на стороне расположения телефона. Кроме того выявлено, что минутное воздействие мобильного телефона оказывает угнетающее влияние на степень сопряженности вариаций параметров фоновых электромагнитных полей КНЧ диапазона и ЭЭГ человека.

Ключевые слова: естественный электромагнитный фон, сотовый телефон, электроэнцефалограмма, синхронный мониторинг.

### Введение

Электромагнитные поля (ЭМП) окружающей среды оказывают существенное влияние на живые тела, в том числе и на организм человека. Принято считать, что естественнофоновые вариации электромагнитных полей диапазона шумановских и альвеновских резонансов, формируемые комплексом гелио-геофизических факторов играют принципиальную роль обязательного, постоянно действующего фактора, который является ритмозадающим для обеспечения стабильного ритмостаза живых организмов [1-4].

В последние более чем полвека наблюдаются процессы модификации естественно-го электромагнитного фона в связи с развитием технологий в промышленности, связи и коммуникации, которые могут оказывать влияние и на сложившиеся механизмы ритмо-регулирования живых организмов. В связи с этим актуализируется проблема нормального существования организмов и сообществ в условиях, отличающихся от эволюционно детерминированного естественного электромагнитного фона.

В настоящее время широкое распространение получил еще один источник техногенного электромагнитного поля – сотовая связь. На основании имеющегося на сегодняшний день большого количества данных можно констатировать, что сам факт влияния излучения мобильных телефонов на живые тела не вызывает сомнений [5, 6]. Однако механизмы данного вида воздействий остаются неопределенными. Принято рассматривать непосредственные эффекты влияния излучения на функционирование систем жизнеобеспечения организма, в первую очередь – термические воздействия, которые опосредованы, в основном, высокочастотными излучениями мобильных телефонов. Однако, и именно этот аспект наиболее выражен при действии неионизирующих излучений, – это так называемое «информационное» воздействие, которое может иметь дистанционный и отсроченный характер. В данном контексте значительный интерес представляет проблема воздействия низкочастотных модуляций излучений сотовых телефонов стандарта GSM на биоритм мозговой активности. Стандарт GSM был выбран в связи с его широким распространением, а так же в связи с тем, что при организации канала связи «телефон – базовая станция» используется множественный доступ с временным разделением, вследствие этого можно выделить частоты 217 Гц, 8.35 Гц и в некоторых случаях 2 Гц, которые совпадают с частотами собственной биоэлектрической активности головного мозга человека (гамма-, альфа-, дельта-ритм) [7-9].

В связи с этим целью проведенных исследований было выявление особенностей воздействия электромагнитного поля, излучаемого сотовым телефонным аппаратом, на параметры ЭЭГ-активности и на степень сопряженности флуктуаций спонтанной электрической активности головного мозга с вариациями фоновых КНЧ электромагнитных полей диапазона первой моды шумановского резонанса.

### Методика проведения исследований

В экспериментах использовался метод синхронного, координированного по времени мониторинга. Для проведения мониторинга электромагнитного фона КНЧ диапазона был задействован измерительно-вычислительный комплекс, позволяющий производить прием и обработку сигналов в диапазоне частот от 0.1 до 40 Гц. [10, 11].

Функциональное состояние организма человека оценивалось на основе мониторинга характеристик электрической активности головного мозга в параметрах электроэнцефалографии (ЭЭГ). Использовались два идентичных комплекса на базе электроэнцефалографов «Мицар-ЭЭГ-03/35-201». Съем ЭЭГ велся монополярно по 19-ти отведениям, согласно стандартной схеме – «10-20». В экспериментах принимала участие группа испытуемых в количестве 8 практически здоровых человек в возрасте 20-22 года. Общая блок-схема экспериментального комплекса представлена на рис.1.

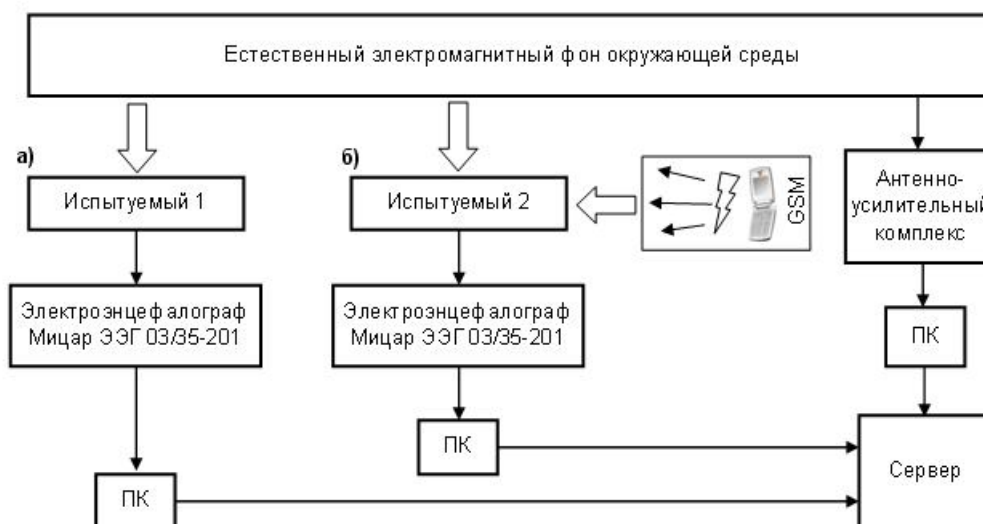


Рис. 1. Блок-схема экспериментального комплекса: а) испытуемый в состоянии спокойного бодрствования (контроль); б) испытуемый на которого оказывалось воздействие активацией сотового телефона

Воздействие производилось с помощью стандартных моделей сотовых телефонов системы GSM (несущая частота 800 МГц). Выбор данного стандарта обусловлен спецификой временной структуры организации связи системы «телефон – базовая станция», а именно, наличием временных модуляций с частотами 217 Гц, 8.35 Гц и 2 Гц.

Одновременно в эксперименте принимали участие два человека. Они находились в разных комнатах на расстоянии порядка 7 метров. При этом один из них был подвержен периодическому воздействию электромагнитного поля сотового телефона, а второй нет. Оба человека находились в расслабленном состоянии в затемненных помещениях. Испытуемый, подверженный воздействию ЭМП сотового телефона, не был информирован о начале и продолжительности воздействия. Длительность эксперимента для одной пары испытуемых составляла 43 минуты. Из этих 43 минут, в общей сумме, 10 минут составляло воздействие излучений сотового телефона и 33 минуты – без внешнего воздействия. В первые три минуты в отсутствие воздействия производилась фоновая запись ЭЭГ. По прошествии трех минут делалась отметка о начале воздействия, и на сотовый телефон, закрепленный у левого уха испытуемого, поступал звонок. Все звуки и прочие способы индикации входящего вызова на телефоне были отключены, и, таким образом, испытуемый не знал о начале звонка. Воздействие продолжалось в течение одной минуты, после чего делалась отметка об окончании воздействия и продолжалась запись ЭЭГ без внешнего воздействия, которая составляла также 3 минуты. Для второго испытуемого в течение этого же времени производился только съем фоновой ЭЭГ. После 21,5 минуты воздействие осуществлялось на второго испытуемого, а для первого испытуемого шла запись фоновой ЭЭГ. Временная структура экспериментального исследования приведена на рис. 2.

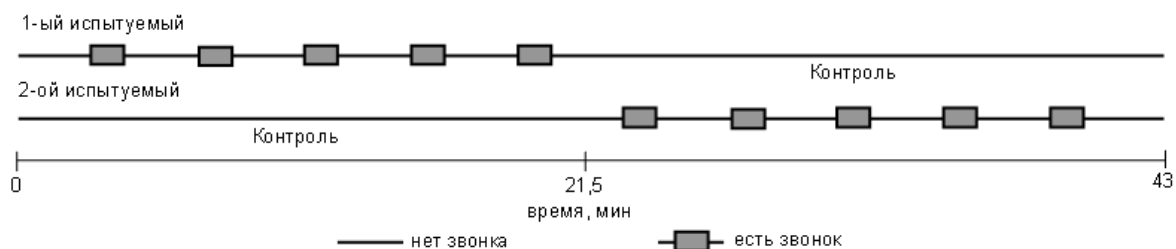


Рис. 2. Временная структура экспериментального исследования

По окончании серий экспериментов производился статистический анализ полученных данных с применением методов спектрального и корреляционного анализа. Рассчитывались значения спектральной мощности для всех отведений в фиксированных частотных диапазонах и, кроме того, вычислялись значения спектральной мощности параметров фоновых КНЧ электромагнитных полей в аналогичных частотных диапазонах. Для второй части исследований рассчитывалась функция кросс-корреляции для спектральных мощностей ЭЭГ и КНЧ полей и фиксировались максимумы на трехминутных интервалах, которые в дальнейшем использовались при анализе.

### Результаты и их обсуждение

В процессе экспериментальных исследований было реализовано пять серий исследований в различные дни и получены временные ряды значений экспериментальных данных. На первом этапе анализа временные ряды амплитудных значений были подвержены спектральному Фурье-преобразованию, на основе которого были получены ряды значений спектральной мощности в диапазонах частот 2–4 Гц и 7.5–8.5 Гц по всем каналам ЭЭГ для каждого испытуемого. Затем производилось сравнение данных для испытуемого, подверженного воздействию излучения сотового телефона, с данными для другого испытуемого, который не был подвержен внешнему воздействию, а выполнял функцию контроля.

Анализ полученных данных по динамике изменения спектральной мощности в параметрах ЭЭГ при активации мобильного радиотелефона позволяет констатировать наличие выраженных закономерностей. На рисунке 3 (а, б) представлены типичные результаты для одной пары испытуемых (диапазон частот 2–4 Гц).

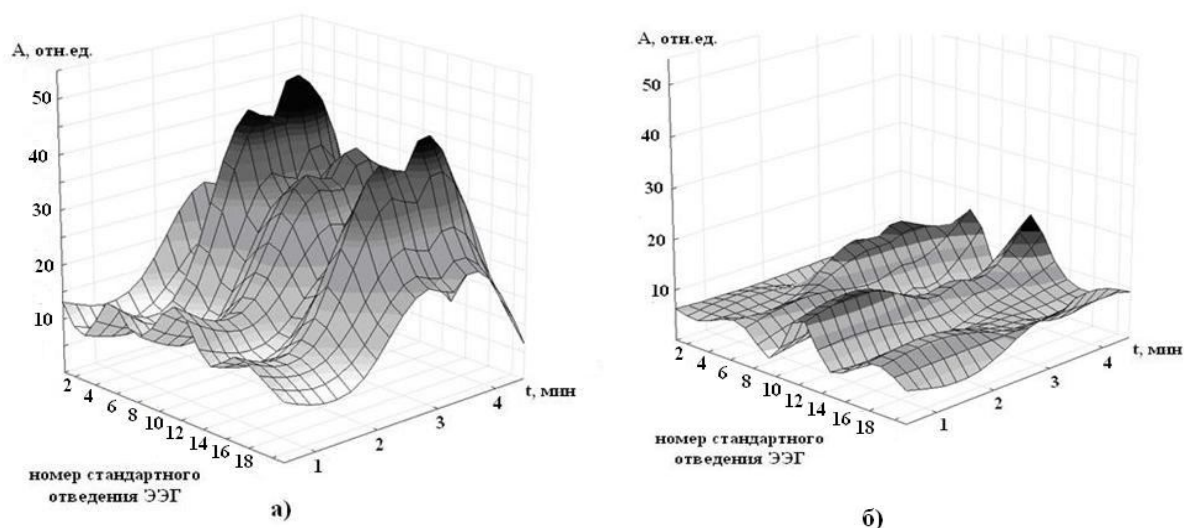


Рис. 3. Распределение амплитудных значений спектральной мощности в течение четырех минут по 19 отведениям в диапазоне частот 2–4 Гц: а) воздействие МРТ в течении одной(первой) минуты (исп. НСВ); б) контрольная запись ЭЭГ испытуемого без воздействия МРТ (исп. ПМВ)

Подобные соотношения характерны для всех пар испытуемых. На протяжении первой минуты экспериментов (фоновые записи) существенных отличий в показателях

ЭЭГ активности не отмечается (1). В момент активации сотового телефона также не происходит видимых изменений амплитудных значений спектральной мощности (2). Однако после звонка наблюдается повышение значений мощности в диапазоне частот 2–4 Гц (3), в то время как у контрольного испытуемого изменений не происходит. Примерно через минуту уровень ЭЭГ активности в данном диапазоне возвращается на исходный (4).

Аналогичные результаты получены для диапазона частот 7.5–8.5 Гц (рис. 4 а, б). Для данного частотного диапазона разница в уровне сигналов оказалась несколько ниже, чем для диапазона 2–4 Гц, но тенденции изменения активности были идентичны.

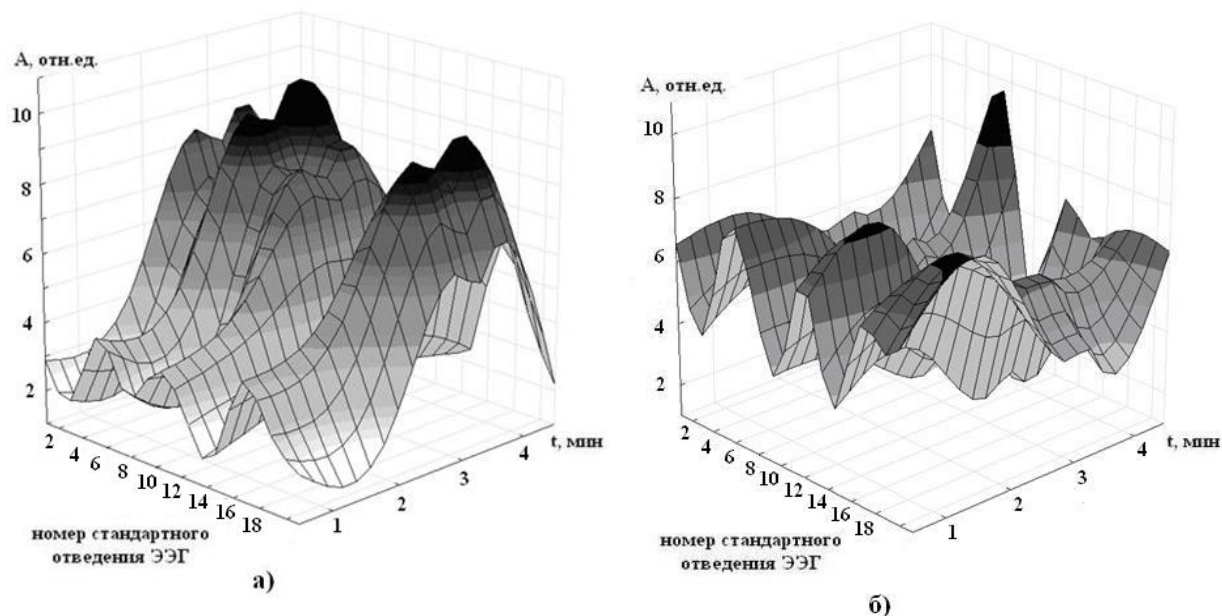


Рис. 4. Распределение амплитудных значений спектральной мощности в течение четырех минут по 19 отведениям в диапазоне частот 7.5–8.5 Гц: а) воздействие МРТ в течении одной(первой) минуты (исп. НСВ); б) контрольная запись ЭЭГ испытуемого без воздействия МРТ (исп. ПМВ)

Необходимо отметить, что подобные закономерности отмечаются и в ранее опубликованных работах [9, 12].

Изменения спектральных характеристик ЭЭГ человека, вызванные активацией мобильных телефонов в частотных диапазонах, соответствующих диапазонам флуктуаций параметров основных естественных электромагнитных полей КНЧ диапазона (шумановские резонансы) позволяют сделать предположение о влиянии данного феномена на биоритмическую активность электрогенеза мозга, связанную с регуляторным влиянием фоновых электромагнитных полей.

В связи с этим, производился кросскорреляционный анализ интерактивных изменений спектральных характеристик ЭЭГ и КНЧ электромагнитного фона для каждой пары испытуемых. Анализ проводился по всем значениям, полученным в процессе экспериментальных измерений для трехминутных интервалов, в результате чего получилось по 14 трехминутных интервалов для каждого испытуемого, из них 7 приходилось на время, в течение которого производилось воздействие излучением сотового телефона, и 7 трехминутных интервалов, в течение которых воздействия не было. На трехминутном временном интервале производилось спектральное преобразование в диапазоне частот 7.5–8.5 Гц, что соответствует диапазону изменения первой моды шумановского резонанса. На всем временном интервале в 10 секундном окне были получены значения спектральной мощности (160 значений). Далее рассчитывались значения функции кросскорреляции с выбором максимального значения. Данные рассчитывались для обоих испытуемых по всем интервалам, затем производилось сравнение полученных результатов. Сравнивались значения функции кросскорреляции для испытуемого, подверженного воздействию излучения сотового телефона и контрольного испытуемого по всем отведениям.

На рис. 5 представлены результаты одного из отведений для испытуемых ПМВ и НСВ.

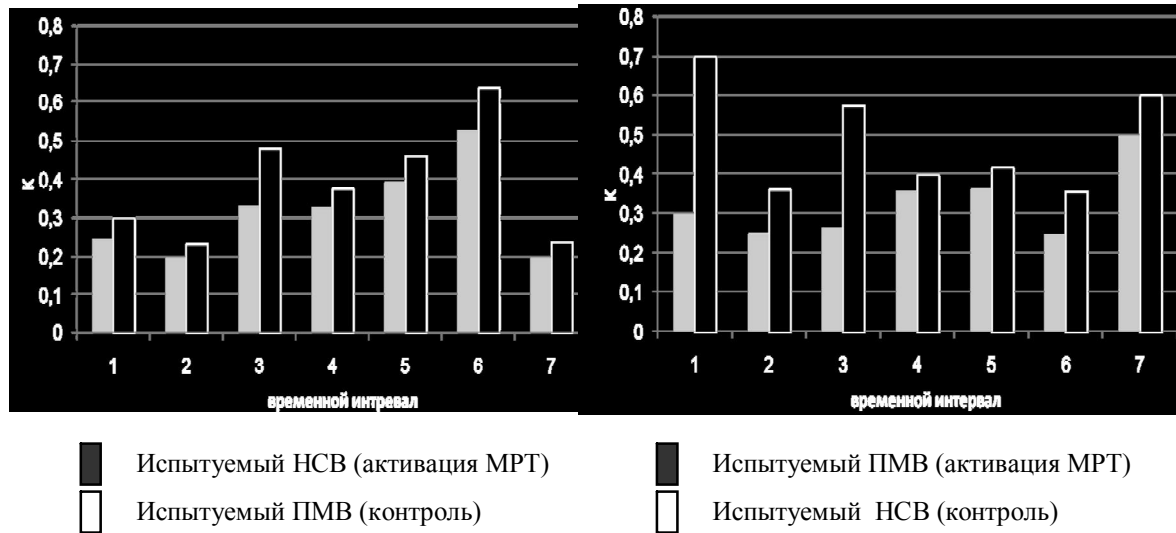


Рис. 5 Максимальные значения кросскорреляционной функции между значениями спектральной мощности ЭЭГ и КНЧ фоновых электромагнитных полей в диапазоне 7.5-8.5 Гц для отведения Т3-RF

Сравнение значений кросскорреляционной функции позволяет констатировать, что в абсолютном большинстве случаев по всему массиву данных наблюдается выраженная тенденция к уменьшению уровня сопряженности вариаций параметров электромагнитных полей диапазона первой моды шумановского резонанса и ЭЭГ человека при воздействии излучений сотового телефона.

Аналогичные результаты получились для отведения Т5-RF (рис. 6). Данные отведения были выбраны исходя из того что на них наблюдается значительное повышение уровня спектральной мощности.

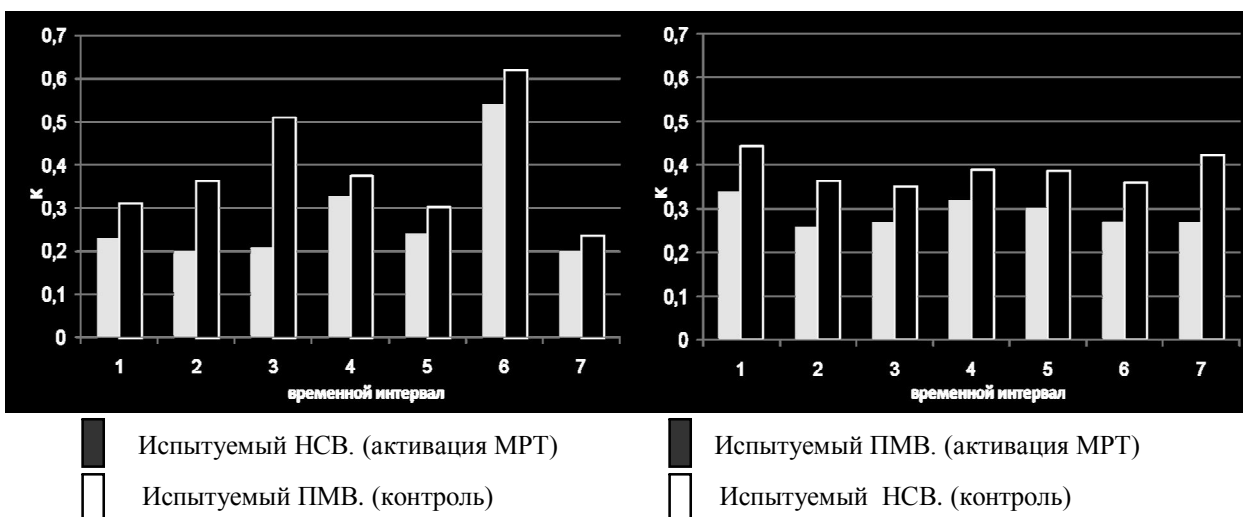


Рис. 6. Максимальные значения кросскорреляционной функции между значениями спектральной мощности ЭЭГ и КНЧ фоновых электромагнитных полей в диапазоне 7.5-8.5 Гц для отведения Т5-RF.

Анализ полученных экспериментальных данных позволяет предположить, что потенциально опасным может быть не собственно СВЧ-облучение, а влияние его временных модуляций. Это может представлять собой «шум», затрудняющий процесс биоритмической регуляции мозговой активности вариациями естественнофоновых электромагнитных полей. В связи с этим, можно рекомендовать сокращение до нижнего временного предела пользование сотовыми телефонами.



### Заключение

Установлено, что после минутной активации мобильного телефона наблюдается значимое повышение уровня спектральной мощности в параметрах ЭЭГ в диапазоне частот 2-4 Гц и 7.5-8.5 Гц, особенно явно это проявляется в срединных отведениях на стороне расположения телефона. Экспериментально подтвержден феномен увеличения электрической активности мозга человека при воздействии излучений сотового телефона стандарта GSM.

Выявлено, что минутное воздействие МРТ в большинстве случаев вызывает уменьшение уровня сопряженности вариаций параметров фоновых КНЧ ЭМП и ЭЭГ человека в диапазоне частот изменения первой моды шумановского резонанса (7.5-8.5 Гц), что вероятно может сказываться на формировании структуры биоритмической активности мозга человека.

### Список литературы

1. Владимирский Б.М., Сидякин В.Г., Темурьянц Н.А. Космос и биологические ритмы. Симферополь, – 1995. – 200 с.
2. Побаченко С.В., Колесник А.Г., Бородин А.С., Калюжин В.В. Сопряженность параметров энцефалограммы мозга человека и электромагнитных полей шумановского резонатора по данным мониторинговых исследований // Биофизика. – 2006. – Т. 51. Вып. 3. – С. 534-538
3. Колесник А.Г., Бородин А.С., Колесник С.А., Побаченко С.В. Резонансный механизм солнечно-земных связей // Изв. ВУЗов, Физика. – 2003. – № 8. – С. 23-30.
4. Побаченко С.В. Сопряженность флуктуаций параметров фоновых УНЧ-КНЧ электромагнитных полей с характеристиками мозгового электрогенеза человека при различных геофизических условиях // Вестник Томского государственного университета. – 2007. – № 297. – С. 165-168.
5. Бецкий О.В., Лебедева Н.Н., Котровская Т.И. Динамика ЭЭГ-реакций человека при воздействии электромагнитного поля мобильного телефона в начальный период его использования // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. – 2004. – № 8-9. – С. 4-10.
6. Электромагнитные поля и здоровье человека / Общ. ред. проф. Ю.Г. Григорьева. – М.: Изд-во РУДН. – 2002. – 178 с.
7. Hinrikus H., Bachmann M., Lass J. and oth. Effect of 7, 14 and 21 Hz modulated 450 MHz microwave radiation on human electroencephalographic rhythms // Int J Radiat. Biol. – 2008. – Н. 84, Vol. 1. – P. 69-79.
8. Hamblin D. L., Wood A.W. Effects of mobile phone emissions on human brain activity and sleep variables // Intern. J. Radiation Biology. – 2002. – Vol. 78, № 8. – P. 659-669.
9. Croft R.J., Hamblin D.L., Spong J., Wood A.W., McKenzie R.J., Stough C. The effect of mobile phone electromagnetic fields on the alpha rhythm of human electroencephalogram // Bioelectromagnetics. – 2008. – № 1. P. 1-10.
10. Колесник А. Г., Колесник С. А., Нагорский П.Н., Шинкевич Б.М. Радиотехнический комплекс диагностики и контроля параметров электромагнитного фона в канале Земля – ионосфера // Ионосферные исследования. – Казань, 1997. – С. 244-252.
11. Бородин А.С., Колесник С. А., Побаченко С. В., Потахов П. Ю. Программно-технический комплекс мониторинга естественной динамики функционального состояния организма человека // Ионосферные исследования. – Казань, 1997. – С. 253-257.
12. Крамаренко А. В. Сопоставление локальных изменений ЭЭГ с картой поля мобильного телефона. Харьков. Исследовательская лаборатория ООО. "Компания TREDEX. Режим доступа <http://www.dxelemedicine.com/rus/publications/microwave>.

## THE INFLUENCE OF MOBILE PHONES ACTIVATION ON HUMAN BRAIN FUNCTIONAL CONDITION

S.V. Pobachenko,  
A.V. Ponomarev

Tomsk State University

Lenin avenue, 36, Tomsk,  
634050, Russia

e-mail: [sevlpo@tsu.ru](mailto:sevlpo@tsu.ru)

The results of experimental research of influence of mobile phone (standard GSM) activation on human brain functional activity are presented. It is established that after termination of mobile phone activation a significant increase of level of spectral capacity in EEG parameters is observed in frequency range 2-4 Hz and 7-9 Hz on middle EEG channels at the side of phone location. Besides, minute mobile phone activation is revealed to have a negative influence at a level of conjugation of parameter variation of ELF range natural electromagnetic fields and human EEG.

Key words: natural electromagnetic background, mobile phone, electroencephalogram, conjugate monitoring.

## МИКРОБИОИНДИКАЦИЯ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО В АГРОЭКОСИСТЕМАХ

**И.Д. Свистова,  
Т.Ю. Сенчакова**

*Воронежский  
государственный  
педагогический  
университет*

*Россия, 394043, г. Воронеж,  
ул. Ленина, 86*

*e-mail:  
senc-tatyana@yandex.ru*

---

Исследованы биотические взаимодействия микроскопических грибов, изолированных из чернозема выщелоченного. Выяснено, что виды грибов, доминирующие в условиях агрогенной нагрузки, имеют широкий спектр антибиотического действия: они подавляют развитие других грибов, многих бактерий, актиномицетов и растений. Эти виды могут быть использованы как индикаторы для биомониторинга чернозема.

Ключевые слова: почвы, микромицеты, фунгицидная, микробиотическая и фитотоксическая активность, биомониторинг.

### Введение

Нарушение экологической среды под влиянием разного рода токсикантов – одна из важнейших проблем современности. Разработка принципов и методов ранней диагностики повреждения почвенной биоты в агроэкосистемах под воздействием пестицидов, минеральных удобрений, а также при загрязнении почвы тяжелыми металлами и нефтепродуктами представляет собой насущную задачу биологии почв. Разработка приемов почвенной биотехнологии позволит управлять почвенными процессами (снятие подкисления и фитотоксикоза, обеспечение бездефицитного баланса гумуса и т.д.).

Микробное сообщество (МСО) почвы является чутким индикатором степени антропогенной нагрузки на экосистему. Нарушения состава и структуры МСО проявляются раньше, чем изменения физико-химических свойств почвы, при более низком содержании поллютантов, чем ПДК. Наиболее удобным параметром биоиндикации служат почвенные микроскопические грибы, так как их массовая идентификация осуществляется по морфологическим признакам.

Ранее нами изучалась видовая структура микромицетов чернозема [1]. Было показано, что биоразнообразие комплекса грибов в агроэкосистемах значительно снижается по сравнению с целинными почвами, возрастает степень доминирования нескольких видов. Выявлены индикаторные виды грибов, которые доминируют в почве только при агрогенной нагрузке (многолетняя пашня, монофитоценозы, внесение высоких доз минеральных удобрений) [2, 3].

Целью работы было исследование причин накопления этих видов в интенсивных агроценозах, для чего изучали биотические связи типичных для чернозема выщелоченного видов грибов с компонентами МСО почвы и с растениями.



### Материал и методика

Объектом исследования являлись виды микромицетов, типичные для чернозема выщелоченного в агроценозах (частота встречаемости > 60 %). Изоляты поддерживали на агаризованной среде Чапека.

Для изучения фунгицидных и антибиотических свойств микромицеты выращивали на жидкой среде Чапека 10 суток. Использовали метод лунок [4]. Для этого фильтрат культуральной жидкости культуры вносили в лунку на агаризованной среде, засеянной газоном тест-объекта. В качестве тест-объектов были выбраны другие виды грибов, а также бактерий типичных для чернозема выщелоченного.

Биологический эффект проявлялся разнообразно: стерильная зона полного подавления роста, снижение спороношения, ингибирование роста мицелия и синтез пигментов, паразитизм.

Изучение фитотоксической активности почвенных микромицетов проводили методом биотестов [5]. В качестве тест-объектов использовали семена 11 растений 7 семейств: злаковые (пшеница, кукуруза, ячмень), бобовые (горох), крестоцветные (редис), сложноцветные (подсолнечник), зонтичные (морковь, укроп), пасленовые (томат, перец), маревые (свекла). Семена исследуемых тест-растений замачивали в культуральной жидкости в течение 2 часов. Ингибирующий эффект оценивали по всхожести семян и росту надземной и подземной частей проростка. Порогом фитотоксичности считали ингибирование роста более чем на 15% по сравнению с контролем (семена, замоченные в чистой воде).

### Результаты и их обсуждение

Анализ фунгицидных свойств типичных видов микромицетов позволил разделить их на 3 группы (табл. 1). Виды первой группы – *Penicillium rubrum*, *Aspergillus clavatus*, *Talaromyces flavus*, *Fusarium solani* – синтезировали фунгициды с широким спектром действия, подавляющие развитие грибов всех других групп. Односторонний антибиоз обнаружен с 13-16 видами, взаимный антибиоз проявлялся с 2-3 видами грибов этой же группы. Ни один вид грибов из других групп не подавлял рост и развитие грибов первой группы.

Таблица 1

**Характеристика фунгицидных свойств типичных видов микромицетов чернозема выщелоченного**

Группа по фунгицидной активности	Виды микромицетов
Виды с широким спектром действия	<i>Penicillium rubrum</i> , <i>Aspergillus clavatus</i> , <i>Talaromyces flavus</i> , <i>Fusarium solani</i>
Виды с ограниченным спектром действия	<i>P. funiculosum</i> , <i>A. ustus</i> , <i>A. wentii</i> , <i>A. ochraceus</i> , <i>Trichoderma koningii</i> , <i>T. harzianum</i> ,
Виды с узким спектром действия	<i>P. notatum</i> , <i>A. terreus</i> , <i>Chrysosporium sp.</i> , <i>Humicola grisea</i> , <i>P. daleae</i> , <i>Rhizopus stolonifer</i> , <i>Gliocladium virens</i> , <i>Cladosporium herbarum</i>

Вторая группа видов с ограниченным спектром фунгицидного действия включала *P. funiculosum*, *A. ustus*, *A. wentii*, *A. ochraceus*, *Trichoderma koningii*, *T. harzianum*. Эти виды ингибировали рост 4-11 других видов грибов, не относящихся к первой группе. Взаимный антибиоз и подавляющее действие на рост и развитие видов второй группы оказывали только представители этой же или первой группы.

Третью группу видов составляли *P. notatum*, *A. terreus*, *Chrysosporium sp.*, *P. daleae*, *Humicola grisea*, *Rhizopus stolonifer*, *Gliocladium virens*, *Cladosporium herbarum*. Это виды с узким спектром фунгицидного действия, не способные ингибировать развитие грибов из первой и второй групп. Для видов внутри этой группы наблюдали односторонние или взаимные антагонистические отношения. Подавляли развитие этой группы грибов 4-13 видов микромицетов из первой и второй групп.

Токсины многих видов грибов первой и второй групп обладали также высокой антибиотической активностью, угнетая рост и развитие типичных почвенных бактерий (табл. 2).



Таблица 2

**Характеристика антибиотических свойств типичных видов микромицетов  
чернозема выщелоченного**

Группа по антибиотической активности	Виды микромицетов
Виды с антибиотической активностью	<i>Penicillium rubrum</i> , <i>Aspergillus clavatus</i> , <i>Talaromyces flavus</i> , <i>Fusarium solani</i> , <i>T. harzianum</i> , <i>P. notatum</i> , <i>Gliocladium virens</i>
Виды без антибиотической активности	<i>P. funiculosum</i> , <i>A. ustus</i> , <i>A. wentii</i> , <i>A. ochraceus</i> , <i>A. terreus</i> , <i>Trichoderma koningii</i> , <i>Chrysosporium sp.</i> , <i>Humicola grisea</i> , <i>P. daleae</i> , <i>Rhizopus stolonifer</i> , <i>Cladosporium herbarum</i>

Следующим этапом работы было изучение взаимоотношений микромицетов с растениями, т.е. их фитотоксических свойств (табл.3).

Таблица 3

**Фитотоксическая активность микромицетов**

Группа по фитотоксической активности	Виды микромицетов
Виды с широким спектром действия	<i>A. clavatus</i> , <i>A. ochraceus</i> , <i>A. terreus</i> , <i>A. ustus</i> , <i>P. rubrum</i> , <i>P. funiculosum</i> , <i>Cl. herbarum</i> , <i>F. solani</i> , <i>Tal. flavus</i>
Виды с ограниченным спектром действия	<i>P. notatum</i> , <i>Ch. acremonium</i> , <i>T. koningii</i> , <i>G. virens</i> , <i>A. wentii</i> , <i>H. grisea</i>
Виды с узким спектром действия	<i>T. harzianum</i> , <i>P. daleae</i> , <i>Rh. stolonifer</i>

Широким спектром фитотоксического действия обладали виды *Aspergillus clavatus*, *A. ochraceus*, *A. terreus*, *A. ustus*, *A. wentii.*, *Penicillium rubrum*, *Cladosporium herbarum*, *Fusarium solani*, *Talaromyces flavus*, *P. funiculosum*. Они ингибировали всхожесть семян и рост надземной и подземной частей растений 4-7 семейств. Виды с ограниченным спектром фитотоксического действия (*P. notatum*, *Trichoderma koningii*, *Chrysosporium acremonium*, *Humicola insolens*) ингибировали рост и развитие 2-4 семейств растений. К узко специализированным видам относятся *P. daleae*, *Mucor hiemalis*, *Rhizopus stolonifer*, *Gliocladium virens*, *T. harzianum*.

Для выяснения органотропного действия фитотоксинов исследовали влияние на рост надземных и подземных частей одно- и двудольных растений (табл.4). Фитотоксины *Fusarium solani*, *Penicillium rubrum* преимущественно подавляли развитие корневой системы растений, в то время как *Aspergillus clavatus*, *A. ochraceus*, *A. terreus*, *A. ustus*, *A. wentii.*, *Cladosporium herbarum*, *Talaromyces flavus*, *P. funiculosum* *P. notatum* обладали системным ингибирующим действием на все ростовые процессы. Остальные виды грибов *P. daleae*, *Mucor hiemalis*, *Rhizopus stolonifer*, *Gliocladium virens* практически не влияли на данные тест-растения. А вид *T. harzianum* даже проявлял в ряде случаев стимулирующее действие на рост и развитие растений.

Таблица 4

**Ингибирование роста проростков одно- и двудольных растений, %  
(порог фитотоксичности 30%)**

Виды грибов	Пшеница		Подсолнечник	
	подземная часть	надземная часть	подземная часть	надземная часть
1	2	3	4	5
Первая группа				
<i>Aspergillus clavatus</i>	42	46	47	51
<i>A. ochraceus</i>	62	41	78	72
<i>A. terreus</i>	55	47	63	64
<i>A. ustus</i>	35	33	38	45
<i>A. wentii</i>	30	31	34	32
<i>Cladosporium herbarum</i>	37	46	57	60
<i>Fusarium solani</i>	53	41	70	38
<i>Penicillium rubrum</i>	82	78	90	87
<i>P. funiculosum</i>	26	23	31	33
<i>Talaromyces flavus</i>	43	36	89	81

1	2	3	4	5
Вторая группа				
<i>Chrysosporium acremonium</i>	24	28	28	21
<i>Humicola insolens</i>	32	20	38	44
<i>Penicillium notatum</i>	30	32	15	29
<i>Trichoderma koningii</i>	19	24	22	33
Третья группа				
<i>Gliocladium virens</i>	20	30	17	21
<i>Mucor hiemalis</i>	5	7	3	10
<i>Penicillium daleae</i>	20	19	10	12
<i>Rhizopus stolonifer</i>	4	3	1	2
<i>Trichoderma harzianum</i>	+9	4	+9	23

При сопоставлении данных о биологической активности типичных видов микромицетов агроэкосистем чернозема выщелоченного также было выделено несколько групп (табл. 5).

Таблица 5

**Сводная таблица по спектру фитотоксической и фунгицидной активности типичных видов микромицетов чернозема**

Виды грибов	Спектр действия	
	фунгицидная активность	фитотоксическая активность
<i>A. clavatus, P. rubrum, Tal. flavus, F. solani</i>	широкий	широкий
<i>P. funiculosum, A. ustus, A. ochraceus</i>	ограниченный	широкий
<i>Cl. herbarum, A. terreus</i>	узкий	широкий
<i>A. wentii, T. koningii</i>	ограниченный	ограниченный
<i>T. harzianum</i>	ограниченный	узкий
<i>G. virens, P. notatum, Ch. acremonium, H. grisea</i>	узкий	ограниченный
<i>P. daleae, Rh. stolonifer</i>	узкий	узкий

Особый интерес представляет группа микромицетов обладающих широким спектром как фунгистатического и антибиотического, так и фитотоксического действия. К ним относятся виды *Aspergillus clavatus, Penicillium rubrum, Talaromyces flavus, Fusarium solani*, несколько слабее фунгицидное действие видов *P. funiculosum, A. ochraceus* и *A. ustus*. Как показано нами ранее, именно эти виды грибов доминируют в почве интенсивных агроценозов (табл. 6).

Таблица 6

**Структура комплекса микромицетов выщелоченного чернозема природных и агрогенных экосистем**

Группа видов	Виды грибов	
	целина	агрогенная нагрузка
Доминанты	<i>Cephalosporium acremonium, Acremonium alternatum, Penicillium tardum, P. expansum, P. simplicissimus, Fusarium solani, Paecilomyces lilacinum, Trichoderma koningii</i>	<i>Penicillium rubrum?, P. daleae?, P. funiculosum, Aspergillus ustus</i>
Часто встречающиеся	<i>Aspergillus candidus, A. ustus, Botrytis cinerea, Humicola grisea, Gliocladium virens, Alternaria tenuis, Sporotrichum piluliferum, Chaetomium piluliferum</i>	<i>Talaromyces flavus?, Fusarium solani, Gliocladium virens, Aspergillus clavatus?, A. ochraceus?, Trichoderma koningii, T. harzianum?</i>
Редко встречающиеся	<i>Rhizopus stolonifer, P. funiculosum, A. wentii, A. alliaceus</i>	<i>Aspergillus wentii, A. terreus?, Humicola grisea, Chrysosporium acremonium, Penicillium notatum, Cladosporium herbarum?, Rhizopus stolonifer</i>

? – нетипичные для целины виды

Таким образом, нами показано усиление «метаболической регуляции» комплекса микромицетов в агроэкосистемах по сравнению с целинными черноземами. Синтез вторичных метаболитов с широким спектром биологического действия помогает названным видам выигрывать конкурентную борьбу в условиях агрогенной нагрузки (подкисление почвы, лимитирование и ингибирование роста грибов при накоплении однотипных растительных депозитов, поллютантов и т.п.) путем подавления развития других компонентов МСО, а также растений. Накопление этих видов грибов служит пусковым механизмом микробной сукцессии в почве, а также ведет к смене фитоценоза, следующим этапом фитосукцессии могут выступать, например, сорняки.

Виды микромицетов рода *Penicillium* (*P. rubrum*, *P. funiculosum*), рода *Aspergillus* (*A. ustus*, *A. ochraceus*, *A. clavatus*), *Fusarium solani*, *Talaromyces flavus* с широким спектром антибиотической, фунгицидной и фитотоксической активности предлагаются нами для биоиндикации чернозема выщелоченного в агроэкосистемах. Выявление этих видов в ранге доминантов указывает на превышение зоны «гомеостаза» и переход МСО в зону «стресса» или «резистентности», а также на рост фитотоксикоза чернозема [6]. Обнаруженное нами усиление «метаболической регуляции» МСО в агроэкосистемах является проявлением регуляторной и сигнальной функции почвы.

### Список литературы

1. Свистова И.Д. Биодинамика микробного сообщества почвы в антропогенных экосистемах лесостепи: Дисс. ... д-ра биол. наук. – Петрозаводск: ПетрГУ, 2005. – 479с.
2. Свистова И.Д. Формирование комплекса микроорганизмов чернозема выщелоченного в зависимости от типа агрофитоценоза / И.Д. Свистова, Л.О. Фролова, А.П. Щербаков // Сельхоз. биология. Сер. Биология растений. – 2003. – № 5. – С. 55-62.
3. Свистова И.Д. Влияние многолетнего внесения удобрений на почвенно-поглощающий комплекс и микробное сообщество выщелоченного чернозема / И.Д. Свистова, К.Е. Стекольников, А.П. Щербаков, Н.В. Малыгина // Агрехимия. – 2004. – № 6. – С. 16-23.
4. Егоров Н.А. Основы учения об антибиотиках. – М.: Изд-во МГУ, 1994. – 512 с.
5. Основы общей микологии / Под ред. В.И. Билай. – Киев: Выща школа, 1989. – 392 с.
6. Звягинцев Д.Г., Бабьева И.П., Зенова Г.М. Биология почв. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – 445 с.

## MICROBIOINDICATION OF LEACHED CHERNOZEM IN AGROECOSYSTEMS

I.D. Svistova,  
T.Yu. Senchakova

Voronezh State Pedagogical  
University

Lenina Str., 86, Voronezh,  
394043, Russia

e-mail:  
senc-tatyana@yandex.ru

Biotic interaction of microscopic fungi isolated from leached chernozem was investigated. It was found that the fungi species predominating under the conditions of agricultural impact had a wide range of antibiotic action: they inhibited the development of other fungi, many bacteria, actinomycetes and plants. These species may be used as indicators to biomonitoring of leached chernozem in agroecosystems.

Key words: soil, microscopic fungi, fungicide, microbiotic and phytotoxic activity, biomonitoring.

## РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИЕ ПРИЕМЫ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В СЕВООБОРОТАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ

**Н.В. Беседин,  
Н.П. Митина,  
Н.М. Чернышева**

*Курская государственная  
сельскохозяйственная  
академия*

*Россия, 305021, г. Курск,  
ул. К. Маркса, 70*

Применение ресурсосберегающей обработки почвы вместо вспашки при возделывании культур в полевых севооборотах, обеспечивает мелкокомковатую разделку посевного слоя и качественный посев, более полное сохранение и продуктивное использование влаги, получение устойчивых урожаев.

Ключевые слова: ресурсосберегающая обработка, дифференцированная обработка, мелкая обработка, система удобрения, севооборот, энергетическая эффективность, продуктивность, урожайность.

Ресурсосберегающие технологии обеспечивают реализацию природоохранного земледелия, позволяют избежать ухудшения экономических свойств пахотных земель, деградации почвы, рационально использовать природные ресурсы. Биологические приемы повышения плодородия, способствуют оптимизации севооборотов, сокращению числа и глубины обработок почвы, защите её от потери влаги и гумуса. В современных экономических условиях у России появилась уникальная возможность сделать качественный рынок по развитию сельскохозяйственной отрасли [2].

Обработка почвы является основной составляющей ресурсосберегающей технологии возделывания сельскохозяйственных культур.

Одним из основных направлений в области обработки почвы в нашей стране на ближайшие десять лет является широкое применение и совершенствование минимальной обработки почвы на основе использования безотвальных орудий. Необходимо иметь в виду, что стремление к минимальной обработке почвы – это не упрощение, не простая замена, например, вспашки лемешным луцением, а наоборот, разработка (или подбор) и включение в состав минимальной обработки почвы технологических операций, которые, по меньшей мере, выполнили бы полностью действия вспашки: обеспечили бы мелкокомковатую разделку посевного слоя и качественный посев, более полное сохранение и продуктивное использование влаги, эффективную борьбу с сорными растениями и др. Это должно выполняться простыми орудиями за один или несколько проходов или комбинированными агрегатами [1].

Естественно, что минимальная обработка почвы не может быть осуществлена одновременно на всей площади обрабатываемых почв, и в одинаковом исполнении. Для того, чтобы внедрить минимальную обработку с успехом, нужно подготовить объект: произвести уничтожение многолетних сорных растений, оптимизировать кислотный режим, привести в соответствие систему удобрения и систему защиты растений и др. От этого будет зависеть и исполнение технологий минимальной обработки почвы.

Таким образом, меняя одну составную часть системы земледелия, для успеха, нужно изменить, привести в соответствие все другие составные части. Меняя отвальную обработку почвы на минимальную, нельзя оставить неизменными другие компоненты

Исследования по изучению приемов ресурсосберегающей обработки почвы проводились в 1993-2003 гг. в стационарном опыте на тёмно-серых лесных почвах учебно-опытного хозяйства «Знаменское» Курской ГСХА.

Фактор обработки почвы в опыте применялся на двух уровнях:

1) *дифференцированная система обработки почвы* – разноглубинная отвальная, рекомендуемая для зоны (традиционная);

2) *мелкая мульчирующая* – применение в осенний период систематических многократных мелких рыхлений почвы на глубину 8-10 см по мере появления сорняков.

Система удобрения по полям рассчитывалась на простое воспроизводство плодородия и на планируемую урожайность культур севооборота.

Содержание уровней фактора «Система удобрения» (*органоминеральная система удобрения*) рассчитывается через соотношение применения органических и минеральных удобрений) следующее: *органическая 1* – применение только органических удобрений (навоз); *органическая 2* – использование побочной нетоварной продукции и довознесение необходимого количества органических удобрений (навоз); *органическая 3* – сидераты из многолетних трав, побочной нетоварной продукции (солома яровой пшеницы) и навоз; *органическая 4* – сидераты из однолетних трав, побочной нетоварной продукции (солома яровой пшеницы) и навоз.

Исследования проводились в севооборотах : зернопаропропашном (черный пар – озимая пшеница – сахарная свекла – кукуруза – ячмень) и зернотравяном (однолетние травы – озимая пшеница – ячмень с подсевом многолетних трав – многолетние травы – озимая пшеница). С целью максимального насыщения севооборота сидеральными культурами на вариантах органической 3 и органической 4 систем удобрений, озимая пшеница была заменена на яровую пшеницу.

Результаты представлены в таблице.

Таблица

**Энергетическая оценка технологий возделывания культур на темно-серой лесной почве (среднее 1997 – 2003 гг.)**

Варианты опыта		Севооборот			
основная обработка почвы	система удобрения	зернопаропропашной		зернотравяной	
		Э	ЭЭ	Э	ЭЭ
Вспашка	органоминеральная (контроль)	256.6	8.2	357.4	8.4
	органическая – 1	150.7	12.5	242.2	13.3
	органическая – 2	199.8	11.3	340.1	9.7
	органическая – 3	183.4	12.9	376.5	12.1
	органическая – 4	233.6	10.2	426.3	10.4
Мелкая мульчирующая	органоминеральная	264.8	8.1	385.5	9.3
	органическая – 1	152.1	13.2	239.9	15.3
	органическая – 2	187.5	10.7	328.4	11.1
	органическая – 3	167.9	13.7	375.3	12.9
	органическая – 4	212.9	10.9	441.9	11.1

Э – энергоемкость производства основной продукции, МДж/ц

ЭЭ – энергетическая эффективность

Данные таблицы показывают, что энергоемкость производства основной продукции и энергетическая эффективность изменяются в зависимости от способа обработки почвы, системы удобрения и применяемого севооборота.

В зернопаропропашном севообороте энергоемкость производства основной продукции ниже на ресурсосберегающей обработке почвы: при системе удобрения «органическая 2» – 12.3 МДж/ц, «органическая 3» – 15.5 МДж/ц, «органическая 4» – 20.7 МДж/ц. Энергетическая эффективность в этом севообороте на мелкой мульчирующей обработке почвы выше на 5.6-6.8% по сравнению со вспашкой.

Показатели энергетической эффективности ресурсосберегающей обработки почвы в зернотравяном севообороте выше на 6.7-15.0% по отношению к вспашке.

Энергетическая оценка возделывания культур подтверждает экономические результаты и доказывает целесообразность применения ресурсосберегающей обработки почвы вместо традиционной отвальной.

С каждым годом для увеличения продуктивности агроценозов требуется вкладывать всё больше невозобновляемых запасов энергии. Причём прибавки урожая (их энергетический эквивалент) не всегда превосходят применяемые для этого энергозатраты, что приводит к снижению эффективности энергозатрат.

Замена отвальной обработки почвы на мелкую мульчирующую в начале вегетации положительно сказалось на запасе доступной влаги в почве в зернотравяном севообороте, а в зернопаропропашном он находился на уровне вспашки или чуть ниже. В зернотравяном севообороте показатели доступной влаги находились в интервале 90-130 мм, что отвечает удовлетворительной.



Количество используемой влаги при вспашке и при мелкой мульчирующей обработке на всех культурах севооборота, в среднем за годы исследований отличалось незначительно.

В Центральном Черноземье ресурсосберегающая обработка предотвращает деградацию почв, улучшает влагообеспеченность растений, сглаживает дефицит влаги в период формирования репродуктивных органов.

Урожайность зерновых культур зернопаропропашного и зернотравяного севооборотов при мелкой мульчирующей основной обработке почвы находится на уровне обработки почвы вспашкой. Однако, продуктивность культур зернопаропропашного севооборота выше на 0.68-1.36 т/га зерновых единиц, чем зернотравяного.

Ресурсосберегающая основная обработка почвы обеспечивает уровень рентабельности выше на 7.4-17.1%, чем при вспашке. Коэффициент энергетической эффективности так же, как и экономические показатели, выше на вариантах с мелкой мульчирующей обработкой почвы на 5.6-15.0 % по сравнению со вспашкой.

В Центрально-Черноземном районе ресурсосберегающая обработка почвы в наибольшей мере соответствует цели и задачам рационального природопользования, позволяет успешно решать проблему ресурсосбережения – экономии материальных, трудовых и энергетических затрат при производстве растениеводческой продукции.

#### Список литературы

1. Выдрин Н.Г., Миненко Н.В. Ресурсосберегающие технологии – стратегическое направление в современном зерновом производстве // Повышение конкурентоспособности аграрного производства / Сб. науч. тр. под ред. А.И. Колобановой. – Барнаул, 2005. – С. 62-66.
2. Данкверт С.А., Орлова Л.В., Хохлов А.В., Сторожков В.А., Исаев Е.А., Рейрдан С. Внедрение сберегающих технологий – стратегия развития зерновой отрасли РФ // Аграрная Россия. – 2002. – № 6. – С. 9-13.

## MAIN RESOURCE SAVING TILLAGE TECHNIQUES IN CROP ROTATION OF THE CENTRAL CHERNOZEM REGION

N.V. Besedin,  
N.P. Mitina,  
N.M. Chernyshova

*Kursk State Agricultural  
Academy*

*K. Marksa Str., 70, Kursk,  
305021, Russia*

Using resources saving instead of plowing while cultivating crops in field crop rotation provides crumbly cutting of sowing layer and qualitative sowing, fuller conservation and productive use of moisture, obtaining of stable harvests.

Key words: resources saving, differentiated tillage, small tillage, the system fertilizers application, crop rotation, energy efficiency, productivity, crop capacity.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА САМООРГАНИЗАЦИИ И ЗАВИСИМОСТИ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СЕЛЕНСОДЕРЖАЩИХ НАНОСТРУКТУР НА ОСНОВЕ ОКСИЭТИЛЦЕЛЛЮЛОЗЫ ОТ МАССОВОГО СООТНОШЕНИЯ СЕЛЕН: ПОЛИМЕР В РАСТВОРЕ

**С.В. Валуева,  
Л.Н. Боровикова**

*Институт высокомолекулярных соединений РАН*

*Россия, 199004,  
г. Санкт-Петербург,  
Большой пр. В.О., 31*

*e-mail: diadora3@mail.ru*

С использованием комплекса оптических методов ((двойное лучепреломление в потоке (ДЛП), статическое и динамическое светорассеяние)) изучены наноструктуры, образующиеся в результате процесса восстановления ионного селена в редокс-системе селенит-аскорбат в водных растворах оксиэтилцеллюлозы (ОЭЦ), и исследована зависимость морфологических характеристик полученных наноструктур от массового соотношения селен : полимер в растворе. С использованием метода спектрофотометрии было показано, что константа скорости реакции возрастает по мере увеличения массового соотношения селен : полимер. Экспериментально зафиксирован эффект адсорбции значительного числа макромолекул (до 3200) на наночастицах селена, приводящий к формированию сверхвысокомолекулярных наноструктур, форма которых приближается к сферической, с высокой плотностью полимерной оболочки. Охарактеризовано термодинамическое состояние растворов наноструктур. Установлено, что при увеличении массовой доли селена в растворе существенно возрастает число молекул полимера, адсорбированных на поверхности наночастиц аморфного селена. В области образования устойчивых дисперсий для полимерных наноструктур рассчитаны значения свободной энергии взаимодействия макромолекула-наночастица селена. Показано, что средняя плотность наноструктуры существенно зависит от концентрации селена в растворе.

Ключевые слова: нанокomпозиты, наноструктуры, адсорбция, морфология, селен, спектрофотометрия, светорассеяние.

---

### Введение

В настоящее время можно отметить постоянно растущий интерес исследователей к проблеме синтеза наночастиц и наносистем и изучению их свойств. Наноразмерные частицы (НРЧ) в отсутствие стабилизаторов представляют собой типичные лиофобные коллоиды, характеризующиеся весьма низкой устойчивостью. Причем чисто зарядовой стабилизации НРЧ явно недостаточно, особенно в неполярных органических средах. Поэтому для повышения их устойчивости применяют самые разнообразные вещества, из которых наибольшее значение имеют высокомолекулярные соединения. В результате такой стабилизации, получившей название стерической, НРЧ будут окружены предохраняющим барьером, представляющим собой сплошной слой сольватированных полимерных цепей достаточных размеров, в результате чего, коллоидная система становится неогра-



ниченно устойчивой до тех пор, пока защитный слой остается неповрежденным. В этом смысле такие стабилизированные частицы можно рассматривать как сложные: ядро их лиофобно, а наружный слой – лиофилен.

Очевидно, что в формировании полимерных наноструктур ключевую роль играют силы дальнего действия между наночастицами и макромолекулами, а также между образующимися наноструктурами. Свойства наноструктур, не в последнюю очередь, зависят и от явлений на межфазных поверхностях наночастица-полимер, наночастица-растворитель и полимер-растворитель. Существует также обратная связь: морфология полимерных наносистем определяет характер процессов формирования наноструктур. Эти факторы в значительной мере обуславливают уникальные свойства полимерных нанокомпозитов и, в конечном счете, их применение.

Следует отметить, что практически не изучены полимер-стабилизированные наночастицы неметаллов. Особый интерес в этом плане представляют наночастицы аморфного селена (нано- $a$ - $Se^0$ ), которые обладают не только уникальными фотоэлектрическими, полупроводниковыми и рентгеночувствительными свойствами, но и исключительно широким профилем биологической активности.

В настоящей работе, с целью установления характера влияния массового соотношения  $\nu$  селен : полимер в растворе, при фиксированной ММ полимерной матрицы, на морфологические характеристики и процесс формирования наноструктур, оптическими и спектрофотометрическими методами были изучены селенсодержащие наноструктуры на основе жесткоцепных молекул оксиэтилцеллюлозы.

### Экспериментальная часть

Объектами исследования служили селенсодержащие наноструктуры, получаемые восстановлением селенистой кислоты аскорбиновой кислотой в присутствии полимерного стабилизатора – оксиэтилцеллюлозы (ОЭЦ). Молекулярная масса (ММ) полимерной матрицы составила:  $M_w = 150 \times 10^3$  (табл.). Данный полимер относится к типичным жесткоцепным полимерам. В частности, в водных средах число  $S$  мономерных звеньев в сегменте Куна для ОЭЦ составляет 30 [1].

Изучение кинетики восстановления в системе ОЭЦ-нано- $Se^0$ -вода проводили при фиксированной концентрации полимера в реакционной смеси ( $C_{OЭЦ} = 0.1 \text{ мас.}\%$ ), регистрируя изменение оптической плотности раствора спектрофотометрически при длине волны 320 нм. Массовое соотношение ( $\nu$ ) селен : полимер в реакционной смеси изменялось в широком диапазоне:  $\nu = C_{Se}/C_{ПМАК}$  ( $\nu = 0.025; 0.05; 0.1; 0.15; 0.2$ ). Зависимость логарифма оптической плотности от времени на начальном участке имела линейный характер, что соответствует псевдопервому порядку реакции [2]. Соответствие первому порядку реакции было подтверждено соответствующими зависимостями логарифма оптической плотности от времени для реакции селенистой кислоты без полимерной матрицы, что коррелирует с литературными данными для таких систем [2]. Величины константы скорости реакции формирования нанокомпозитов  $k^*$  были рассчитаны по известному методу Гуттенгейма [3], предложенному для реакций первого и псевдопервого порядков. Расчет  $k^*$  был проведен по формуле  $k^* = \ln(D_k/(D_k - D_i))/t_i$ , где  $D_k$  – оптическая плотность, характеризующая конец процесса (в нашем случае 24 часа),  $D_i$  – оптическая плотность в данный момент времени  $t_i$ . Условия проведения реакции нано- $a$ - $Se^0$  в растворе полимера выдерживались постоянными, на изменение величины  $k^*$  оказывало влияние только варьирование концентрации селена в реакционной смеси. В результате, было показано, что значение константы скорости реакции возрастает по мере увеличения массового соотношения селен : полимер (табл.).

Методом упругого (статического) рассеяния света в растворах в воде [4] определяли ММ  $M_w^*$  и среднеквадратичные радиусы инерции  $R_g^*$  наноструктур, а также по величинам второго вириального коэффициента  $A_2^*$  – их сродство к растворителю. По соотношению ММ молекул ОЭЦ и образуемых ими наноструктур вычисляли количество  $N^*$  адсорбированных макромолекул на поверхности нано- $a$ - $Se^0$ . Значения  $M_w^*$ ,  $N^*$ ,  $R_g^*$  и  $A_2^*$  представлены в таблице. Для определения приведенной интенсивности рассеяния рас-





творов  $R_\theta$  использовали фотогониодиффузомер «Fica». Длина волны падающего вертикально поляризованного света составляла  $\lambda = 546.1$  нм. Измерения проводили в интервале углов рассеяния  $\theta = 30^\circ-150^\circ$ . Очистку растворов проводили через миллипору (Milllex-HV) диаметром 0.45 мкм. Значения инкремента показателя преломления  $dn/dc$  получали из рефрактометрических измерений на приборе ИРФ-23.

Обработку экспериментальных данных светорассеяния для растворов наноструктур осуществляли методом Зимма путем двойной экстраполяции (к  $c = 0$  и  $\theta = 0$ ) зависимости  $Kc/R_\theta$  от  $\sin^2(\theta/2) + kc$  ( $K$  – калибровочная константа,  $k$  – численная константа).

На основании данных по  $M_w^*$  и среднеквадратичным радиусам инерции по формуле (1) определяли величины средней плотности наноструктур

$$\Phi^* = 3 M_w^* / 4\pi N_a R_{\text{сф}}^3, \quad (1)$$

где  $R_{\text{сф}} = 1,29 R_g^*$  [5]. Значения  $\Phi^*$  приведены в таблице.

Методом квазиупругого (динамического) светорассеяния [6] определяли средние гидродинамические размеры наноструктур  $R_h^*$  (таблица). По соотношению экспериментальных величин  $R_g^*$  и  $R_h^*$  находили значение конформационно-структурного параметра  $\rho^*$  (табл.) [6].

Оптическая часть установки для измерения динамического рассеяния света укомплектована гониометром ALV-SP (Германия) (источник света – гелий-неоновый (He-Ne) лазер Spectra-Physics с длиной волны  $\lambda = 632.8$  нм, мощностью  $\sim 20$  мВт). Корреляционную функцию интенсивности рассеянного света получали с помощью коррелятора Photo Cor-FC с числом каналов 288 (изготовитель – ЗАО «Антекс», Россия). Анализ корреляционной функции осуществляли с помощью программы обработки данных динамического светорассеяния Dynals (фирма «Гелиос», Россия).

Методом двойного лучепреломления в потоке (ДЛП) [7] по характеру градиентной зависимости величины ДЛП  $\Delta n$  оценивали молекулярную дисперсность растворов образующихся наноструктур (см. таблицу). При этом величину ДЛП  $\Delta n$  определяли в зависимости от градиента скорости вращения ротора  $g$ , концентрации раствора  $c$  и соотношения селен : полимер в системе  $v$ . Использовали титановый динамооптиметр с внутренним ротором высотой 4 см и величиной зазора между ротором и статором 0.03 см. Во избежание изменений вязкости растворов и оптических искажений, вызываемых температурным градиентом, все исследования ДЛП проводили при термостатировании при  $21^\circ\text{C}$ . Для градуировки установки применяли фенилэтиловый спирт, который обладает значительным ДЛП ( $\Delta n/g = 17 \times 10^{-12}$ ), а также – систему полистирол-бромформ. Погрешность определения характеристической величины двойного лучепреломления  $[n] = \lim_{g \rightarrow 0, c \rightarrow 0} (\Delta n / gc\eta_0)$  не превышала 10% ( $\eta_0$  – вязкость растворителя). Измерения проводили при  $g < g_k$ , где  $g_k$  – градиент скорости, при котором наступает турбулентность потока.

Экспериментальная величина  $[n]$  в общем случае, когда  $dn/dc \neq 0$ , складывается из трех эффектов:  $[n] = [n]_e + [n]_s + [n]_f$ , где  $[n]_e$  – собственная анизотропия,  $[n]_s$  – эффект микроформы,  $[n]_f$  – эффект макроформы [7]. При этом величина полной сегментной анизотропии  $[n]_s + [n]_e$  определяется равновесной жесткостью полимерной цепи и структурой элементарного звена полимера, а величина  $[n]_f$  связана с асимметрией формы частицы  $\rho$  соотношением

$$[n]_f = ((n_s^2 + 2)/3)^2 \times (M_w^* (dn/dc)^2 f(\rho)) / (30\pi RT n_s) = \text{const } M_w^* (dn/dc)^2 f(\rho), \quad (2)$$

где  $n_s$  – показатель преломления растворителя,  $T$  – абсолютная температура,  $R$  – универсальная газовая постоянная,  $f(\rho)$  – табулированная функция отношения осей жесткого эллипсоида, аппроксимирующего частицу [7].

## Результаты и их обсуждение

Результаты измерений статического светорассеяния указывают на то, что во всех системах образовались селен-содержащие наноструктуры ОЭЦ. Молекулярная масса растворенных частиц после восстановления составила от 4.4 до 480 миллионов, что соответствует адсорбции на одной наночастице от 30 до 3200 молекул ОЭЦ в зависимости от  $v$ .

Максимальное значение молекулярной массы наноструктур, и, соответственно, максимальное значение числа адсорбированных на наночастице макромолекул, достигалось при  $\nu = 0.1$  (табл.). Это может служить подтверждением высказанного ранее предположения о том, что данное массовое соотношение селен : полимер соответствует насыщению адсорбционной емкости наночастиц аморфного селена [8]. Данные статического светорассеяния позволяют также судить о термодинамическом состоянии растворов наноструктур по величине второго вириального коэффициента  $A_2^*$ . Оказалось, что его величина очень сильно изменяется при переходе от одного значения  $\nu$  к другому. Следует отметить тот факт, что при  $\nu = 0.1$  значение  $A_2^* = 0$  (что является точкой локального минимума на зависимости второго вириального коэффициента  $A_2^*$  от массового соотношения селен: полимер в растворе  $\nu$ ) – это характеризует раствор наноструктур как идеальный (табл.).

Таблица

**Константы скорости реакции и морфологические характеристики селенсодержащих наноструктур на основе оэксиэтилцеллюлозы**

$\nu$	$k^* ? 10^3, c^{-1}$	$M_w^* ? 10^{-6}$	$N^*$	$A_2^* ? 10^4, cm^3 \text{ моль} / \Gamma^2$	$R_g^*, nm$	$R_h^*, nm$	$\rho^*$	$\rho^*$	$\Phi^* ? 10^2, \Gamma / cm^3$	$-\Delta G ? 10^7 \text{ Дж} / m^2$
0	-	0.015	-	-	-	117	-	2.5	-	-
0.015	-	5.0	33	-0.5	112	205	0.6	-	0.1	1
0.025	0.3	6.0	40	-0.6	65	173	0.4	-	0.4	2
0.030	-	5.0	33	-3.0	62	163	0.4	-	0.4	2
0.040	-	4.4	29	-1.4	65	144	0.5	-	0.3	2
0.050	0.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.065	-	30	200	1.3	85	147	0.6	1.5	1	1
0.100	3.7	480	3200	0	85	147	0.6	1.4	14	1
0.150	4.0	60	400	1.2	50	136	0.4	1.2	9	3
0.200	5.4	45	300	-5.6	52	168	0.3	1.0	7	3

Представление о форме наноструктур можно получить, сопоставляя значения величин  $R_g^*$  и  $R_h^*$ . Как видно из таблицы, при низких значениях  $\nu$  гидродинамический радиус  $R_h^*$  и среднеквадратичный радиус инерции  $R_g^*$  наноструктур максимальны, повторно максимум на зависимости  $R_g^*(\nu)$  достигается при  $\nu = 0,065-0,1$ , и после этого размеры наноструктур вновь убывают. Структурно-конформационный параметр  $\rho^* = R_g^*/R_h^*$  также достигает своего максимального значения  $\rho^* = 0,6$  при  $\nu = 0,065 - 0,1$ , и это значение с определенным допущением можно считать соответствующим форме, близкой к сферической (таблица). Во всем же диапазоне  $0,015 < \nu < 0,065$  и  $\nu > 0,1$  значения структурно-конформационного параметра  $\rho^*$  являются аномально низкими, характерными или для микрогелей, или для структур, у которых практически вся масса сосредоточена в центре.

Интересно сопоставить полученные данные с результатами расчетов средней плотности наноструктур  $\Phi^*$  по формуле (1). Согласно полученным данным, во всех случаях формируются наноструктуры, плотность которых значительно (на один – три порядка) превосходит соответствующую характеристику для полимерного клубка [7] (таблица). Получается, что большие размеры наноструктур при малых  $\nu$ , и меньшие молекулярные массы полученных частиц, соответствуют наиболее низким значениям плотности частиц. Максимальная же плотность достигается при  $\nu = 0,1$ , а затем, с ростом  $\nu$ , опять убывает, что может служить косвенным доказательством того, что данное массовое соотношение селен: полимер соответствует насыщению адсорбционной емкости наночастиц аморфного селена.

Непосредственную информацию о форме наноструктур можно получить, анализируя данные по ДЛП. В приближении  $[\eta] \approx [\eta]_f$  расчет параметра формы  $p^*$  показал, что конформация наноструктур сильно отличается от гауссова клубка:  $p^* = 1?1,5$  (таблица). Известно, что в водных средах макромолекулы ОЭЦ имеют конформацию гауссова клубка [1], что было подтверждено и нашими измерениями ( $\rho_{\text{ОЭЦ}} = 2,5$ , см. таблицу). С учетом повышенной равновесной жесткости макромолекул ОЭЦ (величина сегмента Куна  $A =$



30 нм [1]), фактическая величина параметра  $p^*$  окажется заметно меньше и еще ближе к 1. Таким образом, согласно данным по ДЛП, все рассмотренные наноструктуры имеют или сферическую форму, или их форма очень слабо отличается от таковой.

На основании соотношения [9]

$$\Delta G^* = kT \ln C_e / \pi D_{\text{сф}}^2, \quad (3)$$

которое применимо в области устойчивых дисперсий для сферических наноструктур произвольной морфологии, были получены значения свободной энергии  $\Delta G^*$  взаимодействия макромолекула – наночастица в расчете на единицу площади поверхности частицы (таблица). В уравнении (3)  $c_e$  – равновесная концентрация полимера в мольных долях мономерных звеньев,  $D_{\text{сф}} = 2R_{\text{сф}}$ , ( $R_{\text{сф}} = 1,29 R_g^*$ ). Из таблицы видно, что, несмотря на значительные изменения молекулярной массы наноструктур, и возможную разницу в их морфологии при различных значениях  $\nu$ , величина свободной энергии меняется относительно слабо. Ввиду того, что величина свободной энергии определяется прежде всего типом нековалентного взаимодействия макромолекула – наночастица, можно предположить, что во всех рассмотренных случаях реализуется один их тип – гидрофобные взаимодействия неполярных фрагментов макромолекул ОЭЦ с наноселеном.

### Заключение

Во всех исследованных системах зафиксирован факт адсорбции значительного числа макромолекул ОЭЦ на наночастицах селена с формированием сверхвысокомолекулярных плотноупакованных наноструктур с формой, близкой к сферической.

Показано, что увеличение массовой доли селена в растворе до  $\nu = 0,1$  сопровождается существенным ростом ММ наноструктуры, при этом величина радиуса инерции  $R_g^*$  и гидродинамического радиуса  $R_h^*$  слабо и немонотонно зависит от концентрации селена в водном растворе. С другой стороны, средняя плотность наноструктур  $\Phi^*$  существенно зависит от концентрации селена в растворе.

Установлено, что точка  $\nu = 0,1$  является «особой», так как она соответствует точке экстремума на зависимостях молекулярно-конформационных параметров от массового соотношения селен : полимер в растворе. Вероятно, значение массового соотношения селен : полимер  $\nu = 0,1$  соответствует насыщению адсорбционной емкости наночастиц аморфного селена.

### Список литературы

1. Цветков В.Н. Жесткоцепные полимерные молекулы. – Л.: Наука, 1986. – 380 с.
2. Shaker A.M. Kinetics of Reduction of Se(IV) to Se-Sol // J. of Colloid and Interface Science. – 1996. – Vol. 180. – P. 225-231.
3. Березин И.В., Клесов А.А. Практический курс химической и ферментативной кинетики. – М.: МГУ, 1976. – 320 с.
4. Эскин В.Е. Рассеяние света растворами полимеров и свойства макромолекул. – Л.: Наука, 1986. – 288 с.
5. Pogodina N.V., Tsvetkov N.V. Structure and Dynamics of the Polyelectrolyte Complex Formation // Macromolecules. – 1997. – Vol. 30, № 17. – P. 4897-4904.
6. Berne B.I., Pecora R. Dynamic Light Scattering with Applications to Chemistry, Biology and Physics. – 2<sup>nd</sup> ed. Dover Publications Inc. Minneola. N.Y. – 2000. – 376 p.
7. Цветков В.Н., Эскин В.Е., Френкель С.Я. Структура макромолекул в растворах. – М.: Наука, 1964. – 719 с.
8. Валуева С.В., Боровикова Л.Н., Киппер А.И. Влияние соотношения компонентов комплекса селен : поливинилпирролидон на процесс формирования и морфологические характеристики наноструктур // ЖФХ. – 2008. – Т. 82, № 6. – С. 1131-1136.
9. Литманович О.Е., Паписов М.М. Влияние длины макромолекул на размер частиц металла, восстановленного в полимерном растворе // Высокомолек. соед. А. – 1999. – Т. 41, № 11. – С. 1824-1830.



## RESEARCH OF PROCESS OF SELF-ORGANIZATION AND DEPENDENCE OF MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF SELENIUM-CONTAINING NANOSTRUCTURES ON THE BASIS OF OXYETHYLCELLULOSE ON MASS RATIO SELENIUM : POLYMER IN SOLUTION

S.V. Valueva,  
L.N. Borovikova

*Institute of high-molecular  
bonds of the Russian Academy  
of Sciences*

*Bolshoy Av. V.O., 31,  
St.-Petersburg, 199004, Russia*

*e-mail: diadora3@mail.ru*

With use of a complex of optical techniques (birefringence in a stream (BRS), static and dynamic light scattering) the nanostructures formed as a result of process of reduction of ionic selenium in selenite-askorbate redox system in water solutions of oxyethylcellulose (OEC) are studied, and dependence of morphological characteristics of received nanostructures on a mass ratio selenium : polymer in a solution is investigated. With use of a method of a spectrophotometry it has been shown that the rate constant increases in process of increase of a mass ratio selenium : polymer. The effect of adsorption of significant number of macromolecules (to 3200) on the selenium nanoparticles resulting in formation of supermacromolecular nanostructures with a form close to spherical and a high density of a polymeric cover is experimentally detected. Thermodynamic condition of solutions of nanostructures is characterised. It is positioned that at increase in a mass fraction of selenium in a solution the number of molecules of the polymer adsorbed on a surface of nanoparticles of amorphous selenium essentially increases. In a field of formation of steady dispersions for polymeric nanostructures values of a free energy of interaction of macromolecule-selenium nanoparticle are calculated. It is shown that the average density of microstructure essentially depends on concentration of selenium in a solution.

Key words: nanocomposites, nanostructures, adsorption, morphology, selenium, spectrophotometry, light scattering.

# ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ЦИТРАТОВ ЦИНКА, КОБАЛЬТА, МАРГАНЦА, ЗАКИСНОГО ЖЕЛЕЗА МЕТОДОМ ИНФРАКРАСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

**Н.А. Кочеткова<sup>1</sup>, А.А. Шапошников<sup>1</sup>,  
А.В. Хмыров<sup>2</sup>, Е.А. Шенцева<sup>1</sup>,  
Л.Р. Закирова<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Белгородский государственный университет  
Россия, 308015, Белгород,  
ул. Победы, 85

<sup>2</sup> Белгородская государственная сельскохозяйственная академия  
Россия, 308503,  
Белгородская обл.,  
Белгородский р-он,  
п. Майский, ул. Вавилова, 1

Изучены ИК-спектры цитратов цинка, марганца, кобальта, закисного железа, полученных при взаимодействии лимонной кислоты с карбонатами марганца, кобальта, закисного железа и оксидом цинка в молярном соотношении 2:3.

Ключевые слова: цитраты металлов, координационные комплексы, ИК-спектры.

---

## Введение

Для восполнения дефицита микроэлементов в кормах особь интерес представляет использование хелатных комплексов микроэлементов с органическими кислотами – участниками процессов метаболизма в организме, в частности с лимонной кислотой. В настоящее время накоплен положительный опыт использования комплексных солей биометаллов с лимонной кислотой в производстве и использовании премиксов.

Лимонная (2-гидрокси-1,2,3-пропантрикарбоновая) кислота содержит донорно-активные группы: три карбоксильных и одну гидроксильную группу. Соответственно, в зависимости от условий реакции (прежде всего *pH*), при взаимодействии с катионами макро- и микроэлементов лимонная кислота может проявлять свойства моно-, би-, три- и тетраденатного лиганда. В результате такого взаимодействия можно получать различные по составу и структуре соединения, которые по разному могут влиять на продуктивные и биохимические свойства живых организмов.

Практический интерес вызывают данные о структуре получаемых в производстве премиксов цитратов биогенных металлов, т.к. уже доказано их положительное влияние на продуктивность животных, что, в свою очередь, обеспечивает экономический эффект.

## Материал и методы

Необходимые для исследования железа, цинка, кобальта, марганца цитраты были наработаны в лаборатории ООО «Агробиокорм», производителя премиксов на основе цитратов микроэлементов. Синтез исследуемых соединений осуществляли в соответствии с технологией действующего производства действием карбонатов железа, кобальта, марганца и оксидом цинка на раствор эквимолекулярного количества лимонной кислоты. Расчет реагентов вели исходя из соотношения 3 моля соли биометалла на 2 моля лимонной кислоты. *pH* окончания реакции для цитратов кобальта, марганца и цинка – 6.0-6.5; для цитрата закисного железа 3.5-4.0. Цитраты кобальта, марганца и цинка, после выпадения в осадок из реакционной массы, отделялись фильтрацией, промывались водой. Цитрат железа довольно хорошо растворимое в воде соединение. Из реакционной массы его «высаливали» ацетоном.

Структура получаемых цитратов идентифицировалась на основании содержания в получаемом продукте металла методом атомно-абсорбционной спектроскопии, на осно-

вании данных инфракрасной спектроскопии (диски с KBr), данными C, H-элементного анализа.

В таблице 1 приведены характеристики исследуемых цитратов.

### Исследование ИК-спектров.

Исследованы инфракрасные (ИК) спектры поглощения в твердом состоянии (диски с KBr) четырех образцов металло-комплексов лимонной кислоты. Спектры записаны на ИК-спектрометре Shimadzu FTIR-8000 с Фурье-преобразователем. Для сравнения в аналогичных условиях получены спектры лимонной кислоты и тринатрий цитрата.

Таблица 1

### Свойства цитратов Mn, Zn, Fe, Co

№ п/п	Наименование	Формула	Молекулярная масса	Цвет	Содержание металла теоретическое, %	Содержание металла в полученном цитрате, %
1	Кобальт лимоннокислый	$Co_3(C_6H_5O_7)_2 \cdot 2H_2O$	591.02	Розовый, аморфный порошок	29.9	28.2
2	Железо лимоннокислое (закисное)	$Fe_3(C_6H_5O_7)_2 \cdot H_2O$	563.78	Зеленоватый, аморфный порошок	29.7	27.9
3	Цинк лимоннокислый	$Zn_3(C_6H_5O_7)_2 \cdot 2H_2O$	610.34	Белый аморфный порошок	32.15	31.6
4	Марганец лимоннокислый	$Mn_3(C_6H_5O_7)_2$	543.02	Светлорозовые кристаллы	30.35	28.46

Так как полученные образцы представляют собой кристаллогидраты (кроме цитрата марганца), то перед снятием спектра в KBr их высушивали при 150°C до постоянной массы, а затем выдерживали в вакуумном эксикаторе над P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в течение 48 часов. Основные характеристические частоты исследуемых образцов представлены в табл. 2.

Таблица 2

### Характеристические частоты инфракрасных спектров лимонной кислоты, цитратов натрия, цинка, марганца, кобальта, железа

Наименование исследуемого соединения	ν OH- группы карбоновых кислот, см <sup>-1</sup>		ν OH- спиртовой группы			ν CH	ν C=O карбонильной группы алифатических карбоновых кислот, см <sup>-1</sup>				ν карбоксилат-иона, см <sup>-1</sup>	
	Свободная группа	Связанная группа (димер)	с ВМС (димеры)	Полиассоциаты	Водородная связь хелатного типа		Мономер	Димер	Внутримолекулярная водородная связь	2 полосы, которые принадлежат всей системе хелатного кольца	Асимметричные	Симметричные
Лимонная кислота	3451, 3364	3296	3496			2923	1751	1701	1651			
Тринатрий цитрат			3448	2964		2923					1595	
Цитрат железа			3471	3308	2935-2817	2922				1560	1618	
Цитрат цинка			3456		3049	2927				1560	1610	
Цитрат марганца			3421	3250	2963	2927				1560-1509		
Цитрат кобальта			3384	3268	2966	2937				1558	1625	

В ИК-спектре лимонной кислоты в диске с КВг при  $1751\text{см}^{-1}$  и  $1701\text{см}^{-1}$  обнаруживаются две интенсивных и одна слабая при  $1655\text{см}^{-1}$  полосы валентных колебаний карбонильных групп. В области  $3500\text{-}3200\text{см}^{-1}$  находится группа полос поглощения, которая связана с колебаниями различным образом ассоциированных гидроксильных групп как спиртовых, так и входящих в состав карбоксильных фрагментов молекулы кислоты. Характерным является уширенный триплет с максимумами при  $3451$ ,  $3384$  и  $3296\text{ см}^{-1}$ , принадлежащий валентным колебаниям ассоциированных гидроксильных групп. Узкий интенсивный пик при  $3496\text{ см}^{-1}$  по своему характеру соответствует валентным колебаниям свободной гидроксильной группы.

Полосы поглощения в области  $1217\text{-}1431\text{ см}^{-1}$  соответствуют деформационным колебаниям гидроксильных групп, а в области  $1130\text{-}1180\text{ см}^{-1}$  обнаруживаются интенсивные полосы поглощения, соответствующие валентным колебаниям  $\text{C-O}$  связей.

В ИК-спектре цитрата натрия в области валентных колебаний  $\text{C=O}$  групп обнаруживается одна интенсивная широкая полоса при  $1595\text{ см}^{-1}$ , соответствующая ассиметричным валентным колебаниям однокислотных анионов карбоксильных групп, группа полос поглощения валентных колебаний  $\text{OH}$ -групп преобразуется в одну широкую интенсивную полосу с максимумом при  $3448\text{ см}^{-1}$ , которую, исходя из структуры лимонной кислоты, можно отнести к валентным колебаниям третичной гидроксильной группы, участвующей в образовании внутри- и межмолекулярных ассоциатов.

В ИК-спектре цитрата цинка полоса поглощения при  $3456\text{ см}^{-1}$  практически не отличается по своей структуре от аналогичной полосы на спектре цитрата натрия при  $3448\text{ см}^{-1}$  и соответствует внутримолекулярной водородной связи спиртовой группы  $\text{OH}$ . Характеристика поглощения гидроксильных групп отличается наличием при  $3049\text{см}^{-1}$  уширенной полосы средней интенсивности, отражающей характер ассоциации гидроксильной группы в хелатных соединениях. В карбонильной области обнаруживаются две полосы, одна из которых, уширенная и более интенсивная при  $1610\text{см}^{-1}$  принадлежит двум однокислотным карбоксилат-анионам, вторая – более узкая при  $1560\text{ см}^{-1}$  соответствует аниону центральной карбоксильной группы и которую можно отнести ко всей системе хелатного цикла.

В ИК-спектре цитрата кобальта практически отсутствуют признаки свободных карбонильных групп и обнаруживается одна полоса при  $1558\text{ см}^{-1}$  с небольшой флексией, соответствующая валентным колебаниям карбоксильной группы хелатного цикла. Область валентных колебаний гидроксильных групп представлена тремя полосами с максимумами при  $3384\text{ см}^{-1}$ ,  $3266\text{ см}^{-1}$  и  $2966\text{ см}^{-1}$ , которые свидетельствуют о различных типах ассоциации  $\text{OH}$ -групп: внутримолекулярной и хелатной.

Наибольшие отличия от спектра исходной кислоты обнаруживаются в ИК-спектре цитрата марганца. В области валентных колебаний карбонильных групп расположена интенсивная полоса ассиметричных колебаний карбоксильной группы хелатного типа при  $1560\text{ см}^{-1}$  и при  $1509\text{ см}^{-1}$  и полностью отсутствуют полосы, соответствующие свободным карбонильным группам. При  $3421\text{ см}^{-1}$ ,  $3268\text{ см}^{-1}$  и  $2966\text{ см}^{-1}$  расположены полосы поглощения различным образом ассоциированных гидроксильных групп.

В ИК-спектре цитрата закисного железа в области колебаний карбонильных групп сохраняется слегка смещенная полоса валентных колебаний  $\text{C=O}$  групп при  $1618\text{ см}^{-1}$  ( $1654\text{ см}^{-1}$  в кислоте) и появляется полоса валентных колебаний карбоксильной группы хелатного типа при  $1560\text{ см}^{-1}$ . При  $3477\text{ см}^{-1}$  обнаруживается полоса поглощения, соответствующая свободной третичной гидроксильной группе, а при  $3396\text{ см}^{-1}$  - полоса поглощения, соответствующая ассоциированным гидроксильным группам. Существенно упрощается коротковолновая область.

Для всех спектров производных лимонной кислоты (в т. ч. и для самой лимонной кислоты) обнаруживается полоса поглощения при  $2922\text{-}2937\text{ см}^{-1}$ , характерная для  $\text{SH}$ -групп. Исследуемые нами цитраты марганца, цинка, железа и кобальта характеризуются сильной полосой поглощения при  $1558\text{ см}^{-1}$  и  $1560\text{ см}^{-1}$ , которая характеризует комплексы соединения с хелатной связью.

Отнесение частот к той или иной группе проводили на основании известных литературных данных [1, 2, 3, 4].

На основании данных ИК-спектров можно сделать вывод, что полученные в заданных технологических условиях цитраты цинка, железа, марганца и кобальта практи-

чески не содержат свободных карбоксильных групп, т.е. все три карбоксильные группы связаны с ионом переходного металла. Карбонильные группы кислотных остатков и третичного гидроксила также различным образом ассоциированы. Атом переходного металла координирует электронодонорные атомы, при этом образующиеся комплексы имеют хелатную (циклическую) структуру, что обусловлено координацией металло-иона одновременно несколькими донорно-активными группами лимонной кислоты (ионизированными карбоксильными группами и гидроксильной группой).

Основными факторами, определяющими состав и долю доминирующих форм в продуктах взаимодействия ионов переходных металлов с лимонной кислотой, являются *pH* раствора на заключительной стадии синтеза и соотношение концентраций реагирующих веществ.

Независимо от состава исходных образцов (в твердом состоянии), его растворение, в том числе и в желудочно-кишечном тракте животных, вызовет переход исходных форм в формы, наиболее устойчивые при *pH*, характеризующих кислотность раствора.

Высокая устойчивость доминирующих форм цитратных комплексов исследуемых металло-ионов должна обуславливать пролонгированное действие препаратов на основе исследуемых образцов [1].

#### Список литературы

1. Бранд Дж., Эглинтон Г. Применение спектроскопии в органической химии. – М.: Мир, 1967. – 279 с.
2. Казицина Л.А., Куплетская Н.Б. Применение УФ-, ИК- ЯМР и масс-спектроскопии в органической химии. – М.: Изд-во МГУ, 1977. – 240 с.
3. Сильверстейн Р., Басслер Г., Морил Т. Спектрометрическая идентификация органических соединений. – М.: Мир, 1977. – 590 с.
4. Смит А. Прикладная спектроскопия. – М.: Мир, 1982. – 328 с.

## INVESTIGATION OF STRUCTURE OF ZINC, COBALT, MANGANESE, IRON (II) CITRATES BY IR-SPECTROSCOPY

N.A. Kochetkova<sup>1</sup>, A.A. Shaposhnikov<sup>1</sup>,  
A.V. Hmyrov<sup>2</sup>,  
E.A. Shentseva<sup>1</sup>, L.R. Zakirova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Belgorod State University  
Pobedy Str., 85, Belgorod, 308015, Russia

<sup>2</sup>Belgorod State Agricultural Academy  
Vavilova Str., 1, Majskiy Settl., Belgorod Distr.,  
Belgorod Area, 308503, Russia

IR spectra of zinc citrate, manganese citrate, cobalt citrate, iron (II) citrate are researched. Citrates were obtained by the interaction between citric acid and ferrous oxide and zinc oxide in molar ratio 2:3.

Key words: metal citrates, coordinating complexes, IR spectra.



## ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ИЗОТЕРМ АДсорБЦИИ МЕТОДОМ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ

**А.М. Толмачев,  
К.М. Анучин,  
Н.Г. Крюченкова,  
Т.А. Кузнецова**

Московский  
государственный  
университет.  
Химический факультет

Россия, 119991, Москва,  
ГСП-1, Ленинские горы, МГУ,  
д. 1, стр. 3

E. mail:  
amtolmach@yandex.ru

Предложен способ количественного расчета изотерм адсорбции паров в модельной поре активного угля методом молекулярной динамики, основанный на учете микрогетерогенной структуры адсорбента. К адсорбирующему объему щелевидной модельной поры с диаметром  $\approx 3$  нм и шириной щели  $d=0,7-1,6$  нм добавляется дополнительный объем с неадсорбирующей поверхностью (объемная фаза) и рассчитываются траектории молекул в такой системе. После достижения динамического равновесия методом усреднения по времени находятся равновесные количества молекул в адсорбционной и объемной фазах. Достижение равновесия доказывается совпадением результатов при стартовом помещении всех молекул либо в адсорбционную, либо в объемную фазы. Меняя общее количество молекул, получают необходимое число точек на изотерме. При выборе эффективной ширины поры на основании теории объемного заполнения микропор рассчитанные изотермы количественно согласуются с экспериментальными.

Ключевые слова: адсорбция, изотерма адсорбции, расчет методом молекулярной динамики, модельная пора, активный уголь.

### Введение

Молекулярно динамические расчёты изотерм адсорбции проводились с помощью программы TINKER [1, 2], в которой реализован алгоритм Верле по скоростям [3], с атом-атомным потенциалом в виде универсального силового поля OPLSAA (подробное описание в [4, 5]) с уточненным нами коэффициентом взаимодействия атомов молекул адсорбатов с поверхностным углеродом. Подробное описание модели и техники расчетов приведено в [6].

Модель микропоры (рис.1), радиусом  $r = 1.7$  нм и шириной щели  $d = 0.7-1.6$  нм, помещалась в центр ячейки в форме параллелепипеда  $8 \times 8 \times d$  нм и периодическими граничными условиями. В ходе численного эксперимента молекула адсорбата могла находиться как в адсорбционной (внутри поры) так и в объемной (вне поры) фазе. В такую систему помещалось определенное (разное) количество молекул адсорбатов и проводился расчёт их траекторий. При этом следили за изменением полной энергии системы. После достижения равновесных

(флуктуирующих относительно постоянных средних значений) энергий (200-400 пс) через каждую пикосекунду подсчитывалось количество молекул в объемной фазе и с помощью специальной программы рассчитывалось среднее во времени количество молекул в объемной фазе ( $n$ ). Оказалось, что для получения постоянных средних значений  $n$  усреднение достаточно проводить на траекториях длиной от 200–400 пс до 1300–1500 пс, при этом полученные значения не зависели от того, помещались ли в начальный момент времени все молекулы в адсорбционную или газовую фазу. Это является доказательством достижения межфазового равновесия. Пример распределения молекул между фазами и внутри микропоры приведен на мгновенном снимке (рис 2).

На основании этих данных рассчитывались равновесные количества молекул в фазах ( $n$  и  $m$ ). На основании проведенных расчетов было уточнено положение границы,

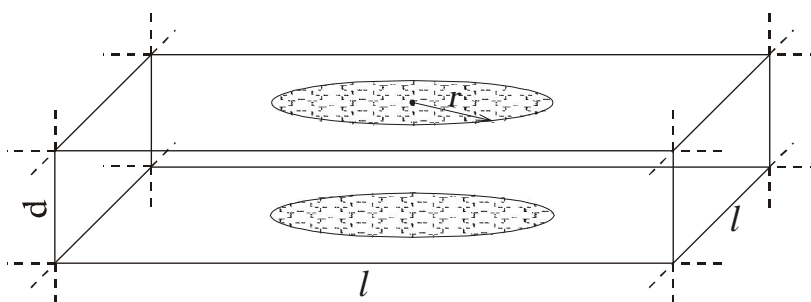


Рис. 1. Модель микропоры активного угля

разделяющей адсорбционную и объемную (объемные) фазы (краевые эффекты). Как и в феноменологической термодинамике, существует проблема: где провести границу между фазами при расчете в рамках метода полного содержания (абсолютных концентраций), поскольку адсорбционный потенциал, хотя и резко убывает с расстоянием от поверхности (в нашем случае от торцевой «поверхности» поры), но, строго говоря, действует и на бесконечно больших расстояниях от поверхности.

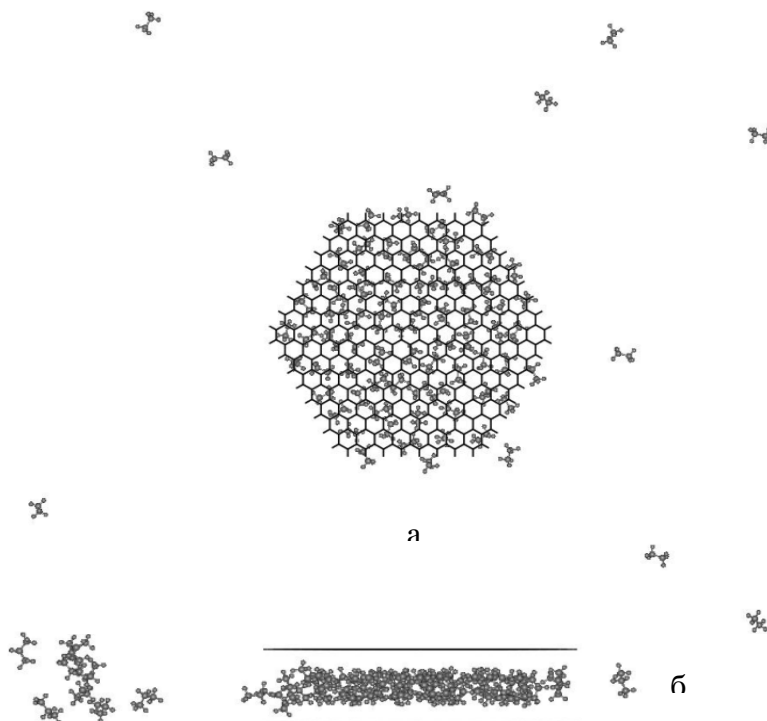


Рис. 2. Система, содержащая 60 молекул пропана:  
а – вид сверху, б – вид сбоку

мы определения границы раздела между поверхностной и паровой фазами не возникало, поскольку числа молекул в паровой фазе оставались практически постоянными в достаточно большом интервале изменения  $r$ .

При последовательном увеличении общего числа молекул, заметно превышающем предельное число молекул, которое может разместиться в адсорбционной фазе ( $m_s$ ), поверхностная фаза увеличивается в объеме и граница, отделяющая ее от паровой фазы, смещается в сторону больших  $r$ , однако при этом предельно возможные числа молекул в микропоре ( $m_s$ ) и паровой фазе ( $n_s$ ) остаются постоянными (см., например, табл. 1).

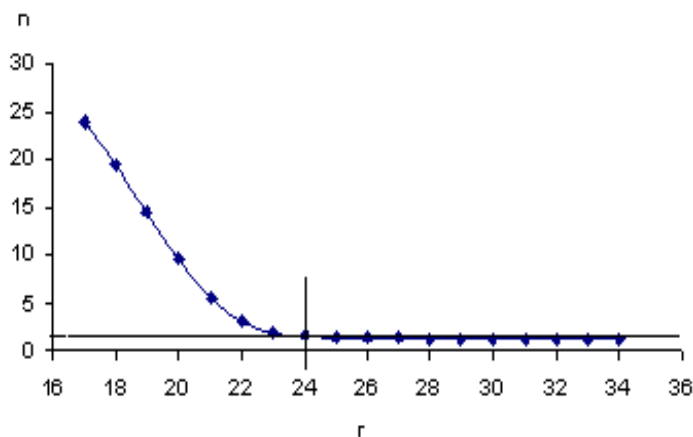


Рис. 3. Зависимость числа молекул в равновесных объемных фазах от расстояния ( $rA$ ) от центра поры

паровой фазы ограничен, особенно в случае узких пор и значения  $n$  и  $n_s$  могут, по-

В результате, в дополнение к адсорбции в щелевидной микропоре (адсорбционная фаза), отделенной от объемной фазы границей, которую мы провели в соответствии с моделью на расстоянии  $r = 1.7$  нм, адсорбция на торцевой «поверхности» поры (п.ф.), аналогичная адсорбции на «внешней» поверхности микропористых адсорбентов (адсорбция в мезопорах) также может иметь место. Границу раздела между фазой поверхностной адсорбции и паровой фазой мы проводили на основании кривых зависимости общего числа молекул ( $n$ ) в объемных фазах от расстояния от торцевой поверхности микропоры (рис.3). Как видно из рисунка, пробле-

Конечно, равновесные значения  $n$  и  $n_s$  не являются полными аналогами равновесного давления ( $P$ ) и давления насыщенного пара ( $P_s$ ), поскольку объем

видимому, зависеть от ширины щели, но их отношение с нашей точки зрения достаточно точно соответствует относительному давлению, т. е. отношению  $P$  к  $P_s$ .

Таблица 1

**Зависимость количеств молекул в адсорбционной ( $m$ ,  $m_s$ ), поверхностной (п.ф.) и паровой ( $n$ ,  $n_s$ ) фазах от общего количества молекул этана в гетерофазной системе**

Этан, пора 10А								
Число молекул	55	60	65	70	80	85	90	100
$m$ , $m_s$	52.24	56.51	58.95	61.59	66.11	68.11	70.16	70.15
$n$ , $n_s$	0.19	0.73	0.92	0.92	3.08	4.32	4.44	4.44
п.ф.	2.67	2.76	5.13	7.49	10.81	12.57	15.40	25.41

Полученные результаты подтверждают справедливость такого приближения. Действительно, определив, как описано выше, для каждой рассчитанной точки отношения  $m$  к  $m_s$  и  $n$  к  $n_s$  мы можем представить рассчитанную изотерму в координатах, в которых представляются экспериментальные изотермы (относительная адсорбция ( $a/a_0$ )- относительное давление ( $P/P_s$ )), и провести сопоставление рассчитанных и экспериментальных изотерм (данные взяты из [7]). Из рис. 4 видно, что изотерма, рассчитанная в поре шириной 0.16 нм не совпадает с экспериментальной. Поскольку, как описано выше, мы использовали при расчетах достаточно хорошо обоснованный потенциал, совпадение или несовпадение рассчитанных и экспериментальных изотерм может быть связано с тем, что в реальных микропористых углях имеется некоторое распределение пор по ширинам (и форме). Поэтому, изменяя ширину модельной поры и, тем самым, энергию адсорбции, можно добиться для некоторой эффективной поры совпадения изотерм (в некоторых случаях может понадобиться набор (двух-трех) эффективных пор).

Для расчета диаметра эффективной поры использовалась теория объемного заполнения микропор [8]. Экспериментальные данные обрабатывались с помощью уравнения Дубинина-Радушкевича:

$$\ln a_i = \ln a_{oi} - \left( \frac{RT}{E_{oi}} \right)^2 \ln^2 \frac{P_i}{P_s} \quad (1),$$

где:  $a_i$ ,  $a_{oi}$ - текущая и предельная адсорбция;  $E_{oi}$ - характеристическая энергия.

Из соответствующей линейной зависимости, построенной по экспериментальным данным для пропана, находилась  $E_{oi}$  и, далее, рассчитывалась эффективная ширина поры для угля «нуксит» по уравнению [8]:

$$l = \frac{2.4}{\beta_i E_{0,i}} \quad (2),$$

где:  $l$ -ширина щели (нм),  $\beta_i, \beta_j$  - паракоры пропана и бензола.

Оказалось, что эффективная ширина щели для угля «нуксит» равна 0.105 нм.

Как видно из рисунка 4 изотерма, рассчитанная для поре шириной 0.10нм хорошо совпадает с экспериментальными данными.

Весьма важным и с теоретической и с практической точек зрения является следующее: эффективный размер модельной поры, найденный для одного адсорбата (в нашем случае – пропана), не изменяется при переходе к другим адсорбатам и температурам для адсорбции на этом же адсорбенте (нуксит). Это демонстрируется данными для этана, приведенными на рис. 5.

Такое же количественное совпадение получено нами и для адсорбции на угле «нуксит» в поре 0.1 нм пропана, этилена, бутана и  $CO_2$ .

Таким образом, в результате проведенных исследований впервые показано, что метод гетерофазной молекулярной динамики с использованием универсального силового поля OPLSAA может быть использован для априорного расчета изотерм адсорбции паров различных веществ на микропористых активных углях в широком интервале температур на основе изотермы одного (стандартного) адсорбтива при одной температуре. Разработанный метод может быть распространен на априорные расчеты изотерм адсорбции компонентов бинарных и многокомпонентных смесей.

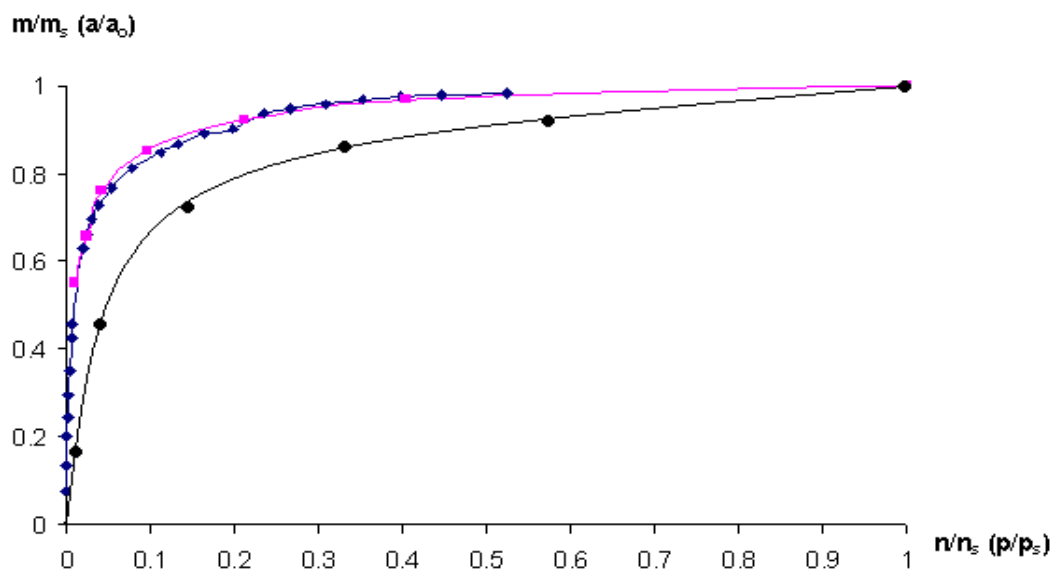


Рис. 4. Экспериментальная ( $\blacklozenge$ ) и рассчитанные в порах 1.0 ( $\blacklozenge$ ) и 1.6 нм ( $\bullet$ ) изотермы пропана

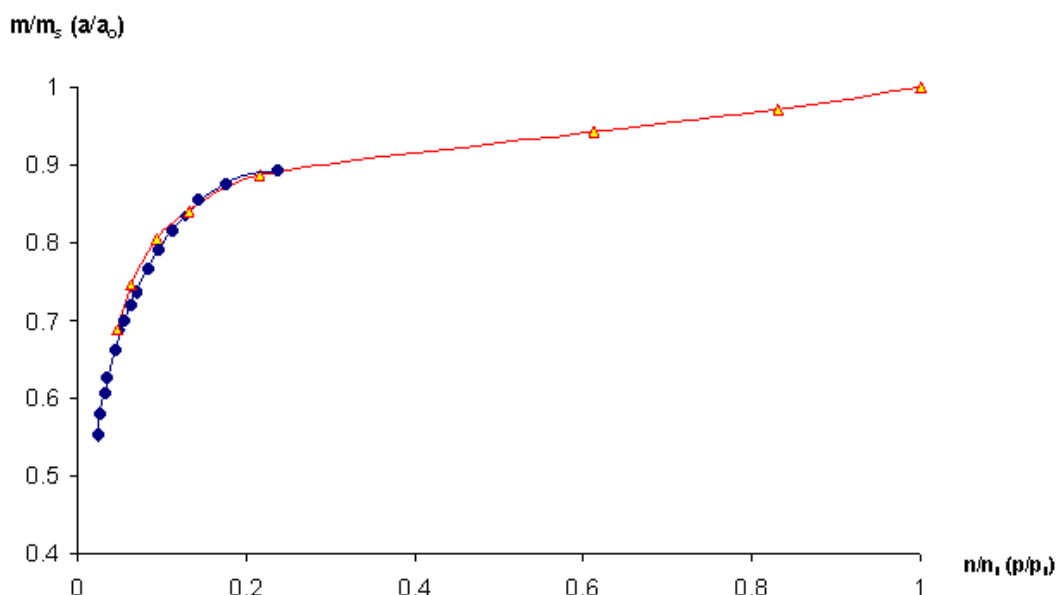


Рис. 5. Экспериментальная ( $\blacklozenge$ ) и рассчитанная в поре 1.0 нм ( $\blacktriangle$ ) изотермы этана

### Список литературы

- Peterson B.K., Heffelfinger G.S., Gubbins K.E., van Swol F. // J. Chem. Phys. – 1990. – Vol. 93. – N. 1. – P. 679.
- URL: <http://dasher.wustl.edu/tinker/>
- Verle L. Computer “Experimerns” on Classical Fluids. // Phys. Rev. – 1967. – Vol. 159. – P. 98.
- Jorgensen W.L., Maxwell D.S. Tirado-Rives J. // J. Am. Chem. Soc. – 1996. – Vol. 118. – P. 11225.
- Zhitao Xu, Harry H Lu, Peter D Tieleman // Journal of Computational Chemistry. – 2007. – Vol. 28, No. 3. – P. 689.
- Толмачев А.М., Анучин К.М., Фирсов Д.А., Фомкин А.А. // Коллоидный журнал. – 2008. – Т. 70, № 4. – С. 539.
- Szepesy. V.Illés. // Acta Chim. Hung. – 1963. – Vol. 35. – P. 37, 54, 245, 373.
- Dubin M. M. // Progress in Surface and Membrane Sci. – 1975. – Vol. 9. – P. 1.



## THEORETICAL CALCULATION OF ADSORPTION ISOTHERMS BY METHOD OF MOLECULAR DYNAMICS

A.M. Tolmachyov,  
K.M. Anuchin,  
N.G. Krjuchenkova,  
T.A. Kuznetsova

*Moscow State University  
MSU, 1/3, Leninskie Gory,  
Moscow, 11991, Russia*

*e-mail:  
amtolmach@yandex.ru*

The way of quantitative calculation of adsorption isotherms of vapours in a model pore of activated carbon by a method of molecular dynamics based on the account of microheterogeneous structure of adsorbent is offered. To the adsorbing volume of a slit-like model pore with a diameter  $\approx 3$  nm and width of a slot  $d=0,7-1,6$  nm an additional volume with non-adsorbing surface (a bulk phase) is added and trajectories of molecules in such system are calculated. After achievement of a dynamic equilibrium quantities of molecules in the adsorptive and bulk phases are found by time averaging. The achievement of equilibrium is proved by coincidence of results at a starting position of all molecules either in the adsorptive or in bulk phase. Changing total amount of molecules one obtains necessary number of points on an isotherm. At a choice of effective pore width on the base of the theory of bulk filling of micropores the calculated isotherms quantitatively correspond to the experimental ones.

Key words: sorption, sorption isotherm, calculation by molecular dynamics, model pore, activated carbon.

## ВОЗМОЖНОСТИ УЧЕБНИКА БИОЛОГИИ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНЦИИ

**Г.С. Петрищева**

Бийский педагогический  
государственный  
университет  
им. В.М.Шукшина

Россия, 659300, г. Бийск,  
Алтайский край,  
ул. Советская, 11  
e-mail: kpetrishev@mail.ru

В статье рассматривается содержание экологической компетенции, определено её место в иерархической системе компетенций; анализируются возможности текстовых и внетекстовых компонентов школьного учебника биологии для формирования экологической компетенции.

Ключевые слова: экологическая компетенция, курс биологии, школьный учебник, экологическое образование, тексты, внетекстовые компоненты.

---

Экологическое образование – необходимая составляющая общего образования школьников. Оно определяется пониманием общества нерешенных и вновь возникающих экологических проблем в состоянии окружающей среды. Формирование одних лишь экологических знаний и умений недостаточно для подготовки всесторонне развитой личности, активного и ответственного будущего гражданина страны. Время диктует необходимость введения в содержание экологического образования *экологической компетенции*.

Формирование компетенций определяет уровень современного качества образования и потому важным является поиск путей формирования компетенций при обучении в школе. Цель статьи – рассмотреть возможности школьного учебника биологии для формирования экологической компетенции.

В нормативных документах, отражающих государственную политику в области образования, а именно, в государственном стандарте, предпринята попытка реализации *компетентного подхода*, определяющего современное качество образования. При этом *компетентность* рассматривается как *способность решать проблемы, возникающие в окружающей действительности, средствами предмета* [1]. Переориентация биологического, а вместе с ним и экологического образования на компетентный подход позволяет акцентировать внимание на тех знаниях и умениях, которые наиболее значимы для формирования экологически ценностных ориентаций, востребованы в жизни самого ученика, должны использоваться им в повседневной жизни при решении практических задач.

В педагогической литературе выделяется ряд компетенций, в том числе образовательные [2]. *Образовательная компетенция* рассматривается как совокупность взаимосвязанных смысловых ориентаций, знаний, умений, навыков и опыта деятельности ученика, необходимых, чтобы осуществлять личностно и социально значимую продуктивную деятельность по отношению к объектам реальной действительности.

В состав *экологической компетенции* включают не только знания об экологических факторах, экосистемах и экологических проблемах, освоенные способы деятельности, но и опыт осуществления деятельности, позитивное отношение к ней, личностные качества, которые соответствуют эффективному решению экологических проблем [3].

Мы видим, что сущность каждой из них перекликается друг с другом. Последнюю отличает лишь экологический объект познания, способы оперирования с ним и выработка эмоционально-ценностных отношений к нему.

*Компетенция* как компонент в содержании экологического образования просматривается в виде *прогнозируемого социально-образовательного результата*. Чтобы получить его, необходимо соблюдение определенных условий учебно-воспитательного процесса. Рассмотрим эти условия и как они реализуются в современной школе.

Одним из самых важных условий этого процесса является *введение экологии как учебной дисциплины* в общеобразовательное учреждение любого типа. Анализ базисного учебного плана показал, что в настоящее время этому предмету уделено место лишь в региональной его части, а это означает, что само образовательное учреждение решает включать экологию в свой учебный план или нет. Не всегда это решение принимается в пользу данной дисциплины. В последнем случае, на наш взгляд, необходимо использовать возможности других предметов и, в первую очередь, курса биологии, содержание которого включает и некоторый объем экологических знаний и умений.

Другим условием учебно-воспитательного процесса по формированию экологической компетенции является *организация экологической деятельности учащихся*, при которой усвоенные экологические знания будут реализованы на практике. При этом у школьников произойдет выработка мировоззренческих позиций по тем или иным экологическим проблемам. Однако к этой деятельности учащихся необходимо подготовить. Осуществлять подготовку следует при использовании всех форм, методов и средств обучения. И опять мы подчеркнем, что курс биологии, в котором учащиеся системно и систематически изучают наряду с биологическим содержанием и экологическое содержание, имеет для этого большие возможности.

Основные компоненты содержания биологического образования представлены в учебнике биологии. *Знания* – в виде информации, содержащейся в текстах и иллюстративном материале, *способы учебной и творческой деятельности* в виде заданий на репродукцию деятельности, постановки творческих задач к основному тексту, ссылок на задачи в других учебных пособиях; *содержание эмоциональной и оценочной деятельности* – это обращенные к чувству ученика эмоционально насыщенные тексты. Таким же образом в учебниках биологии представлено и некоторое *экологическое содержание образования*, но в зависимости от авторской идеи учебников образовательной линии, в каждой из них в разном объеме. Наиболее широко экологическая составляющая представлена в учебниках биологии образовательной линии И.Н. Пономаревой.

Компетенции пока не предусмотрены содержательной структурой учебника биологии ни одной из линий. И все же некоторые возможности для их формирования, на наш взгляд, в учебнике по этой дисциплине имеются.

В методических работах также указывается на наличие таких возможностей у школьного учебника биологии для старшеклассников [4]. Учебник предмета «Биология» рассматривается как системообразующий элемент открытой информационно-образовательной среды, определяющий компетентностное освоение содержательного ядра учебной дисциплины в соответствии не только с принципами дидактики и предметной методики, но и принципами интерактивности, рефлексии, комбинированного использования системы различных форм обучения, комплексного применения средств мультимедиа, в единстве с УМК и внешней информационно-образовательной средой.

Педагогическое сообщество Европы, а вслед за ними и отечественные педагоги полагают, что в средней школе необходимо формирование компетенций учащихся, базирующихся на четырех ключевых основаниях: *учиться познавать, учиться делать, учиться жить и учиться быть*. По мнению ученых методистов, все эти основания должны найти отражение в учебнике биологии старшей школы [4]. Содержание такого учебника будет направлено на личностное развитие учащихся. В этом случае учебный процесс индивидуализируется, и учащиеся сами будут конструировать систему личностных смыслов по отношению к изучаемой дисциплине и изучаемому материалу, в том числе и к экологическому. Считаем, что это позволит преодолеть отчужденность ученика от изучаемого им содержания, «сделает» его участником жизни, будет способствовать самоутверждению личности школьника в обществе. Такой ученик приобретет основные компетенции, совершенствование которых будет происходить в процессе дальнейшего профессионального образования или жизнедеятельности. Следовательно, школьный



учебник должен способствовать формированию главной компетенции *учить учиться*, приобретая которую, ученик осваивает и другие жизненно важные компетенции – *учиться делать, учиться жить и учиться быть*.

В образовании ключевые компетенции определяются на основе главных целей общего образования, структурного представления социального опыта и опыта личности и основных видов деятельности ученика. Это:

1. Ценностно-смысловая компетенция
2. Общекультурная
3. Учебно-познавательная
4. Информационная
5. Коммуникативная
6. Социально-трудовая
7. Компетенция личностного самосовершенствования [2].

Полагаем, что следующей в этом списке должна стоять *экологическая компетенция*. Важность такого понимания обусловлена общечеловеческой значимостью образа жизни: поведения, практической деятельности каждого человека в окружающей среде, так как от этого зависит современное и будущее состояние планеты, на которой мы все живем. Это соответствует требованиям экологического императива и устойчивого развития общества. В связи с этим формирование *экологической компетенции* должно представлять собой одну из задач не только экологического, но и общего образования в целом и потому она должна рассматриваться не только как предметная компетенция, но также как общеобразовательная.

Утверждается, что в ключевых образовательных компетенциях получают концентрированное взаимосвязанное воплощение следующие компоненты общепредметного содержания образования:

- реальные объекты изучаемой действительности;
- общекультурные знания об изучаемой действительности;
- общекультурные умения, навыки, способы деятельности [5].

Опыт образовательной деятельности и эмоционально-ценностных отношений к *реальной изучаемой действительности* являет собой содержание образования, понимаемое как педагогически адаптированный социальный опыт, осваиваемый учениками в собственной деятельности. То есть в содержание образования входят не только *знания о действительности*, но и *сама действительность*, зафиксированная в виде минимального перечня реальных объектов, подлежащих изучению.

Следует согласиться с данным положением, ибо в содержание учебной дисциплины биологии также входят знания основ науки биологии, адаптированные к возрасту учащихся, о *реальных природных объектах* (растениях, животных, человеке, природных сообществах), процессах и явлениях, происходящих с ними. В учебнике биологии знания о них содержатся в текстах в виде информации, представленной понятиями, фактами, законами и закономерностями, в том числе и экологического характера. Внетекстовые компоненты учебника (инструктивные материалы лабораторного практикума или задания практического характера экологической направленности) предлагают учащимся работу с реальными объектами в виде натуральных живых или фиксированных препаратов на уроках или во внеурочной деятельности. Данные объекты становятся дополнительными и достоверными источниками знаний для учащихся. При изучении реальных объектов у школьников возникают определенные опыт взаимодействия с ними и эмоционально-ценностные отношения к ним, чаще всего положительные.

*Общекультурные знания об изучаемой действительности* составляют основы изучаемых наук, отечественных и мировых традиций, технологий, других сфер человеческой деятельности. Они получили отражение в учебных предметах в форме понятий, законов, принципов, методов, гипотез, теорий, которые считаются фундаментальными достижениями человечества. Предполагается, что *общекультурное содержание* должно включать *фундаментальные проблемы*, решаемые человечеством, основные *ценностные установки, смыслы* и др. компоненты, обуславливающие социальный опыт [5].

Общекультурное содержание биологии основано на обобщенном социальном опыте, накопленном специалистами: учеными биологами и экологами, производственниками



тех отраслей сельскохозяйственного производства, которые работают с объектами естественной природы или искусственно созданными человеком.

В учебнике биологии находят свое отражение проблемы различных наук: генетики, селекции, цитологии, экологии и др. Например, задания после текстов, предлагающие учащимся включиться в обсуждение проблем биоразнообразия, исчезновения редких видов растений и животных, клонирования организмов, синтеза искусственных органических веществ и др., приводит их к определенным ценностным установкам и смыслам.

*Общеучебные умения, навыки, способы деятельности*, входящие в состав ключевых образовательных компетенций, группируются педагогами в блоки соответствующих личностных качеств, подлежащих развитию:

- когнитивные (познавательные);
- креативные (творческие);
- организованность;
- коммуникативные;
- мировоззренческие [5].

Считаем возможным формирование *экологической компетенции* при развитии данных качеств в процессе использования учебника биологии.

В учебных текстах, иллюстрациях, заданиях и вопросах учебника биологии содержится материал, способствующий развитию познавательных умений: чувствовать изучаемый мир живой природы, самому ученику задавать вопросы по тексту, отыскивать причины экологических явлений, обозначать свое понимание экологического вопроса и др.

Есть в учебнике биологии и задания, способствующие развитию умения прогнозировать биологические или экологические процессы или явления, высказывать свое отношение к изучаемой экологической проблеме, свое суждение, то есть направленные на развитие творческих начал у обучающихся.

В учебно-методическом комплексе (УМК) биологии, в состав которого помимо школьного учебника входят рабочая тетрадь для ученика, книга для чтения по предмету, дидактические материалы, содержатся задания, формирующие организационно-деятельностные качества, такие как способность осознавать цели учебной экологической деятельности (например, на экскурсии), умение поставить цель и организовать ее достижение (например, подготовка и проведение опыта по экологии), самооценка (например, тест по теме с ответами) и др.

Содержание УМК биологии и, в том числе учебника, позволяют формировать у учащихся и коммуникативные качества, такие, как необходимость взаимодействия с натуральными объектами природы, нуждающимися в охране, друг с другом в ходе, например, лабораторной работы или экскурсии; с информацией, представленной в учебном комплексе по биологии и экологии (книги для дополнительного чтения, энциклопедии и др.); умение отыскивать, преобразовывать и передавать экологическую информацию; использовать в дополнение к учебнику современные телекоммуникационные технологии и др.

*Тексты* учебника биологии содержат значительный материал, определяющий эмоционально-ценностные установки ученика; есть здесь и *задания*, содержащие посыл ученика к самопознанию и самодвижению, а также *вопросы*, способствующие осознанию учеником своего места и роли в окружающем мире, в природе, государстве, *факты персонификации*, осознание значимости которых, вызывает развитие патриотических чувств, способности к толерантности и др.

Осуществленный нами ранее более подробный анализ содержания структурных компонентов учебника биологии [6], позволяет утверждать, что возможности для формирования компетенции, в том числе и экологической, у него имеются. Все вышесказанное позволяет сформулировать следующие выводы-рекомендации авторам (коллективам авторов) учебника биологии.

1. Формированию экологической компетенции при использовании учебника биологии будет способствовать включение в современный учебник биологии заданий, предусматривающих:

- самостоятельность в выполнении лабораторных, практических работ, опытов экологического содержания за счет инструктивных материалов к ним;
- включение наблюдений, исследований и проектов, требующих от учащихся планирования собственной экологической деятельности и прогнозирования предстоящих результатов;



- самостоятельность при добывании экологических знаний из учебника и других источников информации, подсказка-ориентация на которые может быть в учебнике;
  - критический анализ предлагаемого к обсуждению экологического материала;
  - разработку учеником своего (иного) содержания по конкретному экологическому вопросу, предлагаемого для обсуждения учащимся;
  - мотивацию практикования полученных экологических знаний;
  - рефлексивное осмысление прочитанного экологического материала в учебнике и др.
2. Необходимо изменить соотношение между деятельностным и информационным компонентами как биологического, так и экологического содержания учебника в сторону возрастания доли первого и превалирования продуктивного типа деятельности над репродуктивной.

#### Список литературы

1. О целях и структуре государственного стандарта // Биология в школе. – 2006. – № 5. – С. 1622.
2. Хуторской А.В. Ключевые компетенции как компонент личностно-ориентированной парадигмы образования // Народное образование. – 2003. – № 2. – С. 58-64.
3. Ермаков Д.С. Экологическая компетенция и экологическая компетентность // Актуальные проблемы и перспективы развития биологического и экологического образования: сб. материалов VI междунар. методол. семинара; Санкт-Петербург, 21-22 ноября 2006 года. – СПб.: Изд-во «Тесса», 2006. – Вып. 5. – С. 24-25.
4. Пономарева И.Н. Концептуальные основы учебника по биологии для старшей школы // Актуальные проблемы методики преподавания биологии и экологии в школе и вузе: сборник материалов междунар. науч.-практ. конф.; Москва, 8-10 ноября 2007 года. – М., 2007. – С. 134-137.
5. Хуторской А.В. Ключевые компетенции. Технология конструирования // Народное образование. 2003. – № 5. – С. 55-61.
6. Петрищева Г.С. Школьный учебник как средство развития компетентностей. – Бийск: БПГУ им. В.М. Шукшина, 2008. – 117 с.

## POSSIBILITIES OF BIOLOGY SCHOOL BOOK FOR FORMATION OF ECOLOGICAL COMPETENCE

G.S.Petrischeva

*Shukshin State Pedagogical  
University of Biysk*

*Sovetskaja Str., 11, Biysk, Altaiskiy  
Rreg, 659300, Russia*

*e-mail: kpetrishev@mail.ru*

In the article a content of ecological competence is considered, its place in hierarchical system of competences is defined; possibilities of text and out-of-text components of school textbooks on biology for formation of ecological competence are analyzed.

Key words: ecological competence, biology course, school textbook, ecological education, texts, out-of-text components.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- Анучин К.М.** – аспирант, Институт физической химии и электрохимии РАН
- Беликова Е.А.** – аспирант, Институт систематики и экологии животных СО РАН
- Беньковская Г.В.** – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, ГУ РАН, Институт биохимии и генетики Уфимского научного центра
- Беседин Н.В.** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Курская государственная сельскохозяйственная академия
- Бозуцкий М.П.** – студент, Институт естествознания Харьковского Национального университета
- Боровикова Л.Н.** – научный сотрудник, Институт высокомолекулярных соединений РАН
- Брушневская Л.В.** – соискатель, Черновицкий национальный университет имени Юрия Федьковича
- Булавкина О.В.** – аспирант, Пензенский педагогический университет имени В.Г.Белинского
- Бурченко Т.В.** – аспирант, Белгородский государственный университет
- Валуева С.В.** – кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, Институт высокомолекулярных соединений РАН
- Варигин А.Ю.** – кандидат биологических наук, научный сотрудник, Одесский филиал института биологии южных морей НАН Украины
- Васильев А.Г.** – доктор биологических наук, профессор, заведующий лабораторией, Институт экологии растений и животных УрО РАН
- Васильева И.А.** – доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, Институт экологии растений и животных УрО РАН
- Глубишева Т.Н.** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Белгородский государственный университет
- Грамма В.Н.** – кандидат биологических наук, доцент, заведующий лабораторией, Харьковский национальный аграрный университет имени В.В. Докучаева
- Дугина Е.Н.** – кандидат биологических наук, доцент, Сумской государственный педагогический университет имени А.С.Макаренко
- Закирова Л.Р.** – кандидат биологических наук, доцент, Белгородский государственный университет
- Зинченко А.П.** – кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой, Волынский национальный университет имени Леси Украинки
- Киреева И.Ю.** – кандидат биологических наук, доцент, Национальный аграрный университет Украины
- Коновалова И.Б.** – младший научный сотрудник, Государственный природоведческий музей НАН Украины
- Кочеткова Н.А.** – соискатель кафедры биохимии и фармакологии, Белгородский государственный университет
- Крюченкова Н.Г.** – кандидат химических наук, научный сотрудник, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
- Кузнецова Т.А.** – кандидат химических наук, научный сотрудник, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
- Куркина Ю.Н.** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Белгородский государственный университет



- Лазарев А.В.** – доктор биологических наук, профессор, Белгородский государственный университет
- Леженина И.П.** – кандидат биологических наук, доцент, Харьковский национальный аграрный университет имени В.В. Докучаева
- Митина Н.П.** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Курская государственная сельскохозяйственная академия
- Орлова Е.С.** – студентка, институт естествознания Харьковского национального университета
- Петрищева Г.С.** – кандидат педагогических наук, доцент, Бийский педагогический государственный университет имени В.М. Шукшина
- Побаченко С.В.** – кандидат биологических наук, доцент, Томский государственный университет
- Пономарев А.В.** – аспирант, Томский государственный университет
- Русина Л.Ю.** – кандидат биологических наук, доцент, Херсонский государственный университет
- Савинская Н.А.** – студентка, Харьковский национальный педагогический университет имени Г.С. Сковороды
- Свистова И.Д.** – доктор биологических наук, профессор, Воронежский государственный педагогический университет
- Сенчакова Т.Ю.** – аспирант, Воронежский государственный педагогический университет
- Соколов А.Ю.** – методист, районная станция юных натуралистов, г. Бобров, Воронежская обл.
- Стойко Т.Г.** – кандидат биологических наук, доцент, Пензенский педагогический университет имени В.Г.Белинского
- Сухомлин Е.Б.** – кандидат биологических наук, доцент, Волынский национальный университет имени Леси Украинки
- Теплюк В.С.** – аспирант, Волынский национальный университет имени Леси Украинки
- Толмачев А.М.** – доктор химических наук, профессор, заведующий лабораторией, Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова
- Федоряк М.М.** – кандидат биологических наук, доцент, Черновицкий национальный университет имени Юрия Федьковича
- Хлус Л.Н.** – кандидат биологических наук, доцент, Черновицкий национальный университет имени Юрия Федьковича
- Хмыров А.В.** – кандидат биологических наук, доцент, Белгородская государственная сельскохозяйственная академия
- Чаплыгина А.Б.** – кандидат биологических наук, доцент, Харьковский национальный педагогический университет имени Г.С. Сковороды
- Чернышева Н.М.** – кандидат сельскохозяйственных наук, ст. преподаватель, Курская государственная сельскохозяйственная академия
- Шаповалов А.С.** – директор, ФГУ ГПЗ «Белогорье»
- Шапошников А.А.** – доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой, Белгородский государственный университет
- Шенцева Е.А.** – кандидат биологических наук, доцент, Белгородский государственный университет

## ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

### Правила оформления статей в журнал «Научные ведомости Белгородского государственного университета» серии «Естественные науки»

В журнале «Научные ведомости БелГУ» публикуются статьи теоретического, методического и прикладного характера, содержащие оригинальный материал исследований автора (соавторов), ранее нигде не опубликованный по разделам «Науки о Земле», «Химия» и «Биология». 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 гарнитуры Times New Roman, 12 pt, с межстрочным интервалом – одинарным, красной строкой (абзац) – 1,25 см, выровненным 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 сначала инициалы, затем фамилии авторов жирным шрифтом (12 pt) с выравниванием по центру. Ниже, через два интервала, указать адрес их места работы с почтовым индексом, e-mail автора (соавторов) – обычным шрифтом (10 pt) с выравниванием по центру.

Аннотация статьи (резюме) должна располагаться ниже на два пробела от последнего адреса места работы авторов, обычным шрифтом (10 pt) с выравниванием по ширине. После аннотации необходимо указать с новой строки ключевые слова (5 – 7).

По окончании статьи на английском языке приводятся название статьи, инициалы и фамилии авторов, адреса их мест работы, аннотация и ключевые слова по тем же правилам оформления, что и на русском языке.

В статье должно четко и сжато излагаться современное состояние темы, 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 с указанием фамилии, имени, отчества, научной степени, ученого звания, места работы, должности, точного почтового адреса, контактного телефона, факса, e-mail.

К статьям, выполненным аспирантами или соискателями научной степени кандидата наук, необходимо приложить рекомендацию, подписанную научным руководителем, если он не является соавтором.

Редколлегия направляет полученные статьи на рецензирование.

Редколлегия оставляет за собой право возвратить статью на доработку.

**Условия публикации.** В течение календарного года автором (авторским коллективом) в журнале может быть опубликовано не более двух 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 серии «Естественные науки» можно получить по адресу [http://www.bsu.edu.ru:8806/dok\\_fakt.htm](http://www.bsu.edu.ru:8806/dok_fakt.htm).



### Пример оформления статьи

УДК 51-72:530.145

## ПОЛУКЛАССИЧЕСКОЕ ПРИБЛИЖЕНИЕ К ИССЛЕДОВАНИЮ ДВУМЕРНЫХ ГАМИЛЬТОНОВЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ МЕТОДА НОРМАЛЬНЫХ ФОРМ\*

Н.А. Чеканов<sup>1</sup>, В.Н. Тарасов<sup>2</sup>, Н.Н. Чеканова<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Белгородский государственный университет, 308007, г. Белгород, ул. Студенческая, 14  
e-mail: [chekanov@bsu.edu.ru](mailto:chekanov@bsu.edu.ru)

<sup>2</sup> Академия гражданской защиты Украины, 61023, г. Харьков, ул. Чернышевского, 94

<sup>3</sup> ННЦ Харьковский физико-технический институт, 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. Регулярная и стохастическая динамика. – М.: Мир, 1984. – 528 с.
2. Степановский Ю.П. Атом водорода во внешнем поле как ангармонический осциллятор // УФЖ. – 1987. – Т. 32. – С. 1316-1321.
3. Соловьев Е.А. Адиабатические инварианты и проблема квазиклассического квантования многомерных систем // ЖЭТФ. – 1978. – Т. 75, вып. 4. – С. 1261-1268.
4. Gutzwiller M.C. Chaos in Classical and Quantum Mechanics. – New York: Springer, 1990. – 432 p.
5. Henon M. Integrals of the Toda lattice // Phys. Rev. – 1974. – Vol. 9, № 4. – P. 1921-1923.

## A SEMICLASSICAL APPROACH TO THE INVESTIGATION OF THE TWO-DIMENSIONAL HAMILTONIAN SYSTEMS BY THE NORMAL FORM METHOD

N.A. Chekanov<sup>1</sup>, V.N. Tarasov<sup>2</sup>, N.N. Chekanova<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Belgorod State University, Studencheskaja Str., 14, Belgorod, 308007, Russia  
e-mail: [chekanov@bsu.edu.ru](mailto:chekanov@bsu.edu.ru)

<sup>2</sup> Civil defence Academy of Ukraine, Chernyshevsky Str. 94, Kharkov, 61023

<sup>3</sup> National Scientific Center, Kharkov Institute for Physics and Technology  
Akademicheskaj Str. 1, Kharkov, 61108

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.

												<b>Ф. СП 1</b>			
												Министерство связи Российской Федерации			
<b>АБОНЕМЕНТ</b>						<b>На</b>		газету журнал						<b>81466</b>	
НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ БЕЛГОРОДСКОГО												(индекс издания)			
ГОС. УН-ТА. ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ										Кол-во компл.					
(наименование издания)															
На 2009 год по месяцам															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
					+										+
Куда															
						(почтовый индекс)						(адрес)			
												Кому			
												линия                      отреза			
								<b>ДОСТАВОЧНАЯ</b>						<b>81466</b>	
ПВ		место		литер		<b>КАРТОЧКА</b>		(индекс издания)							
газету						<b>НАУЧНЫЕ</b>		<b>ВЕДОМОСТИ</b>							
<b>На</b>						<b>БЕЛГОРОДСКОГО</b>		(наименование издания)							
журнал						<b>ГОС. УНИВЕРСИТЕТА. ЕСТЕСТВЕННЫЕ</b>		<b>НАУКИ</b>							
Стои- мость		подписки				руб.		Кол-во компл.							
переедресовки		руб.													
На 2009 год по месяцам															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
					+										+
						Город									
						Село									
(почтовый индекс)						Область									
						Район									
код улицы						Улица									
дом		корпус		квартира		(фамилия, и. о.)									