

УДК 55:57:58:59:61:91  
ISSN 2500-2961

3.2016

СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ  
ТЕХНОЛОГИИ

Издается с 2011 г.

**ИЗДАТЕЛЬ:**

Московский  
педагогический  
государственный  
университет

**ПИ № ФС 77–63324**  
от 09.10.2015 г.

Электронная версия журнала:  
[www.mpgu.ru](http://www.mpgu.ru)

**Адрес редакции:**  
109240, Москва,  
ул. В. Радищевская,  
д. 16–18

## Редакционная коллегия

**М.В. Костина** – д-р биол. наук, доцент; профессор кафедры биологии и биотехнологии, Институт биологии и химии МПГУ (*гл. редактор*).

**З.И. Гордеева** – канд. геогр. наук, профессор; профессор кафедры экологии и природопользования географического факультета, МПГУ (*зам. гл. редактора*).

**Е.О. Королькова** – канд. биол. наук; доцент кафедры биологии и биотехнологии, Институт биологии и химии МПГУ (*отв. секретарь*).

**С.Р. Аллаhverдиев** – д-р биол. наук, профессор; профессор кафедры лесной индустрии лесного факультета, Бартынский государственный университет, Турция.

**В.В. Бобров** – канд. биол. наук; ст. научный сотрудник лаборатории сохранения биоразнообразия и использования биоресурсов, Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, г. Москва.

**В.Н. Бурдь** – д-р хим. наук; декан факультета биологии и экологии, Гродненский государственный университет им. Янки Купалы, Республика Беларусь.

**В.П. Викторов** – д-р биол. наук; зав. кафедрой ботаники, Институт биологии и химии МПГУ.

**О.В. Галанина** – канд. биол. наук; доцент кафедры биогеографии и охраны природы, Институт наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета.

**В.Б. Дорохов** – д-р биол. наук; зав. лабораторией нейробиологии сна и бодрствования, Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, г. Москва.

**В.И. Ерошенко** – канд. пед. наук, доцент; зав. кафедрой экологии и природопользования географического факультета, МПГУ.

**А.С. Зернов** – д-р биол. наук; профессор кафедры высших растений биологического факультета, МГУ им. М.В. Ломоносова.

**И.В. Лягузова** – д-р биол. наук, ст. научный сотрудник; ведущий научный сотрудник лаборатории экологии растительных сообществ, Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, г. Санкт-Петербург.

**Н.О. Минькова** – канд. биол. наук, доцент; директор медиацентра, Российский государственный социальный университет, г. Москва.

**С.К. Пятунина** – канд. биол. наук, доцент; директор Института биологии и химии, МПГУ.

**О.В. Созинов** – канд. биол. наук, доцент; зав. кафедрой ботаники, Гродненский государственный университет им. Янки Купалы, Республика Беларусь.

**Т.М. Лысенко** – д-р биол. наук, доцент; ст. научный сотрудник лаборатории проблем фито-разнообразия, Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти Самарской обл.

**В.С. Фридман** – канд. биол. наук; ст. научный сотрудник лаборатории экологии, биологических инвазий и охраны природы кафедры высших растений биологического факультета, МГУ им. М.В. Ломоносова.

**А.В. Чернов** – д-р геогр. наук, профессор; член Президиума Московского центра Русского географического общества; ведущий научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории эрозии почв и русловых процессов им. Н.И. Маккавеева географического факультета, МГУ им. М.В. Ломоносова.

**А.В. Щербаков** – д-р биол. наук; ведущий научный сотрудник лаборатории экологии, биологических инвазий и охраны природы кафедры высших растений биологического факультета, МГУ им. М.В. Ломоносова.

**М.С. Яблоков** – канд. биол. наук; директор, Полистовский государственный заповедник, Псковская обл.

**В.И. Яшквичев** – д-р хим. наук, профессор; профессор кафедры экологии и природопользования географического факультета, МПГУ.

ОПЫТ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ ТЕРРИТОРИЙ

*Д.Г. Груммо, Н.А. Зеленкевич,  
О.В. Созинов, Е.В. Мойсейчик*

Оценка эффектов восстановления гидрологического режима  
верхового болота Ельня (Беларусь) для биологического  
разнообразия и ресурсов ягод. . . . . 5

ИССЛЕДОВАНИЯ АНТРОПОГЕННО-ИЗМЕНЕННЫХ  
ЭКОСИСТЕМ И УРБЭКОЛОГИЯ

*И.С. Жебрак, И.А. Ерема, Ю.А. Бахар*

Влияние фунгицидов, фосфорной муки, кислотности почвы  
на интенсивность микоризации клематиса тангутского. . . . . 20

*Н.В. Каргаполов*

Геохимические исследования в городских экосистемах . . . . . 31

*А.В. Рыжая, Е.И. Гляковская*

Членистоногие-фитофаги, повреждающие зеленые  
насаждения г. Гродно (Беларусь). . . . . 38

*А.В. Семенютина, А.А. Долгих,  
В.И. Панов, А.К. Зеленьяк*

Интродукция как способ повышения биоразнообразия  
и обогащения дендрофлоры аридных территорий . . . . . 47

*А.В. Терешкин, В.Н. Филатов*

Мониторинг состояния кустарников в зеленых насаждениях  
г. Саратова . . . . . 55

*А.Ш. Хужахметова*

Изучение и отбор сортов фундука для защитных лесонасаждений  
деградированных ландшафтов Нижнего Поволжья. . . . . 63

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ОБЗОРЫ

*О.Н. Ткаченко*

Генетические корреляты агрессивности у человека:  
обзор литературы . . . . . 68

НАШИ АВТОРЫ. . . . . 87

CONTENTS . . . . . 92

EXPERIENCE ENVIRONMENTAL STUDY AREAS

<i>D. Grummo, N. Zeliankevich, O. Sozinov, E. Maiseichyk</i> Evaluation for biodiversity and berries resources of effects recovery hydrological regime of raised bogs Yelnya (Belarus) . . . . .	5
---	---

ANTHROPOGENICALLY MODIFIED ECOSYSTEMS  
AND URBAN ECOLOGY

<i>I. Zhebrak, I. Yarema, Y. Bahar</i> Fungicides, phosphoric flour, acidity of soil influence on the intensity of mycorrhization <i>Clematis tangutica</i> Korsh. . . . .	20
---	----

<i>N. Kargapolov</i> Geochemical studies in city ecosystems . . . . .	31
--	----

<i>A. Ryzhaya, K. Hliakouskaya</i> Herbivores Arthropods, Damaging Green Plantings in Grodno city (Belarus) . . . . .	38
---	----

<i>A. Semenyutina, A. Dolgih, V. Panov, A. Zelenyak</i> Introduction as a way of increasing biodiversity and enrichment of dendroflora in arid areas . . . . .	47
--	----

<i>A. Tereshkin, V. Filatov</i> Monitoring of shrubs in green spaces in Saratov . . . . .	55
--	----

<i>A. Huzhakhmetova</i> The study and selection of varieties of hazelnuts for protective afforestation of degraded landscapes of the Lower Volga region . . . . .	63
--	----

ANALYTICAL REVIEWS

<i>O. Tkachenko</i> Genetic correlations of a person's aggression: literature review . . . . .	68
--	----

ABOUT THE AUTORS . . . . .	87
----------------------------	----

CONTENTS . . . . .	92
--------------------	----

**Д.Г. Груммо, Н.А. Зеленкевич,  
О.В. Созинов, Е.В. Мойсейчик**

## Оценка эффектов восстановления гидрологического режима верхового болота Ельня (Беларусь) для биологического разнообразия и ресурсов ягод

В статье приведены результаты оценки эффектов оптимизации гидрологического режима для биологического разнообразия и ресурсов ягод верхового болота Ельня (Беларусь). Анализ полученных данных показал, что в прогнозе к 2035 г. эффект для биологического разнообразия на видовом, ценотическом и экосистемном уровнях будет практически по всем оцениваемым параметрам положительным. Биологический запас клюквы болотной по прогнозу к 2035 г. увеличится на 24,9% и стоимость урожая составит 307,5 тыс. USD.

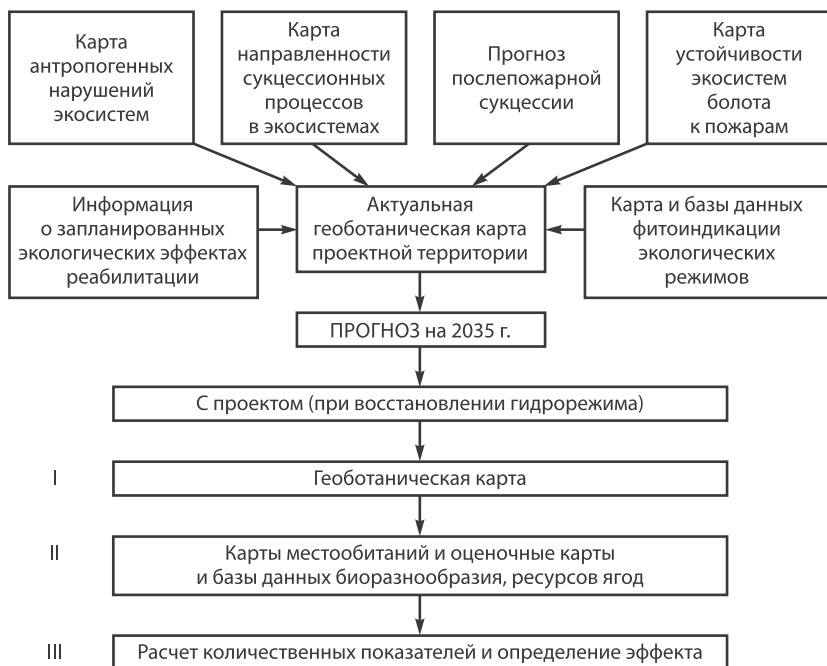
**Ключевые слова:** верховое болото, гидрологический режим, биологическое разнообразие, ресурсы ягод, клюква болотная, верховое болото Ельня.

В продолжение статей по анализу экологических и экономических дивидендов от реализации мероприятий по оптимизации гидрологического режима на основании расчетов стоимостных оценок экосистемных услуг, а также по оценке объемов эмиссии и стоков парниковых газов [3; 6], выполняемых проектной территорией (при условии ее восстановления и сохранения) верховым болотом Ельня

в пределах республиканского ландшафтного заказника «Ельня» (Беларусь) (площадь 25 301 га), в данном материале приводится оценка эффектов для биологического разнообразия и ресурсов ягод, которых возможно достигнуть при восстановлении гидрологического режима болота. Общая площадь зоны восстановления гидрологического режима составляет 7100 га.

## Материалы и методы

Методология, использованная для оценки изменений в биологическом разнообразии проектной территории, основана на закономерностях естественных и антропогенных сукцессий на заболоченных землях. Схема работ состояла из трех этапов (рис. 1).



**Рис. 1.** Алгоритм оценки динамики биологического разнообразия проектной территории Ельня при реализации проекта по восстановлению гидрологического режима

*I этап. Составление прогнозных геоботанических карт на 2035 г.* Нами использован ряд аналитических материалов: карты актуальной растительности проектной территории, направленности сукцессионных процессов в экосистемах, устойчивости экосистем к пожарам, синфитоиндикационной оценки экологических режимов местообитаний, антропогенной нарушенности экосистем (рис. 2) и сопряженные с ними электронные базы данных; схема послепожарной сукцессии проектной территории; фитоценотека актуальных (2006–2015 гг.) описаний растительности проектной территории; информация о полученных и планируемых уровнях стояния болотных вод.

*II этап. Конвертирование содержимого геоботанической карты в оценочные карты* (рис. 3) биологического разнообразия на основе разработанной нами методики [1; 4; 5].

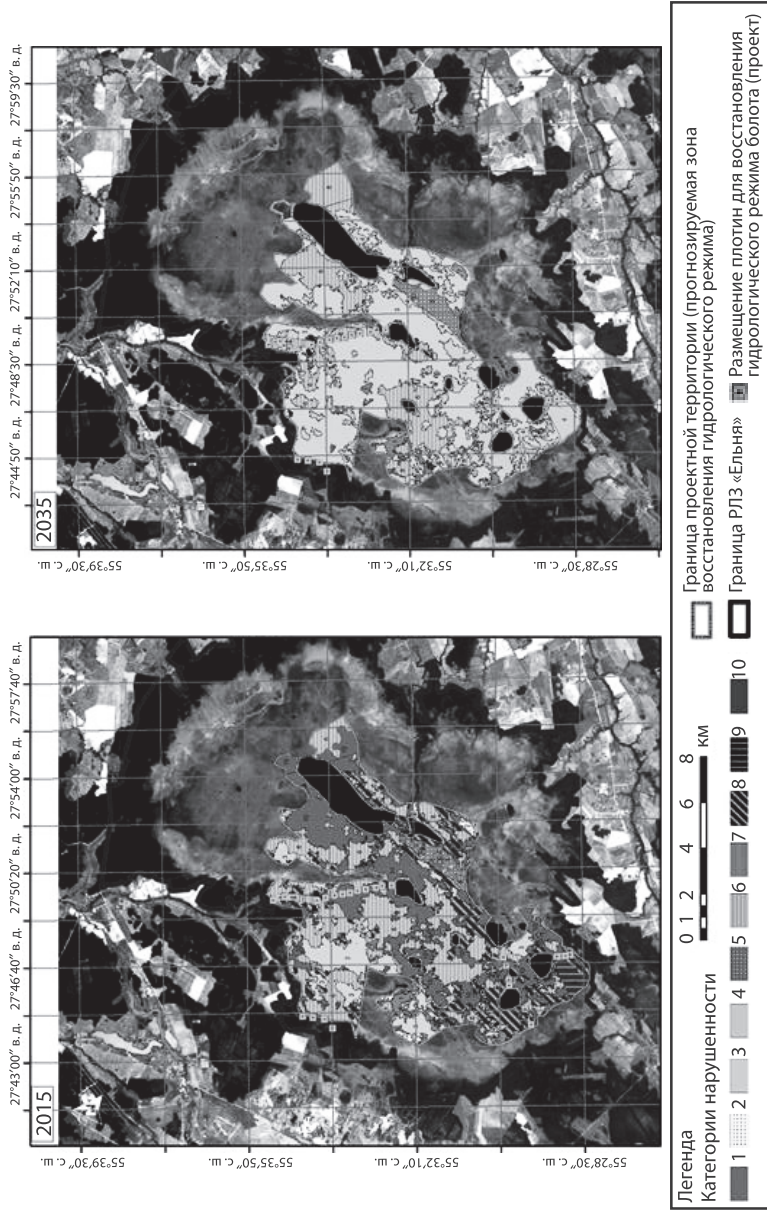
*III этап. Оценка биоразнообразия.* Расчет на основе картографического материала и баз данных количественных показателей (индексы, площади и т.д.), характеризующих изменение биоразнообразия. Сопоставление показателей по различным сценариям (таблица 1) развития ситуации (при восстановлении гидрологического режима территории, т.е. при реализации проекта и без него). В качестве тестовых показателей биологического разнообразия на уровне экспертной оценки приняты:

1) *на видовом уровне:* реакция видов-индикаторов (для этих исследований использованы виды-доминанты, а также редкие и охраняемые виды растений и животных);

2) *на ценотическом и экосистемном уровне:*

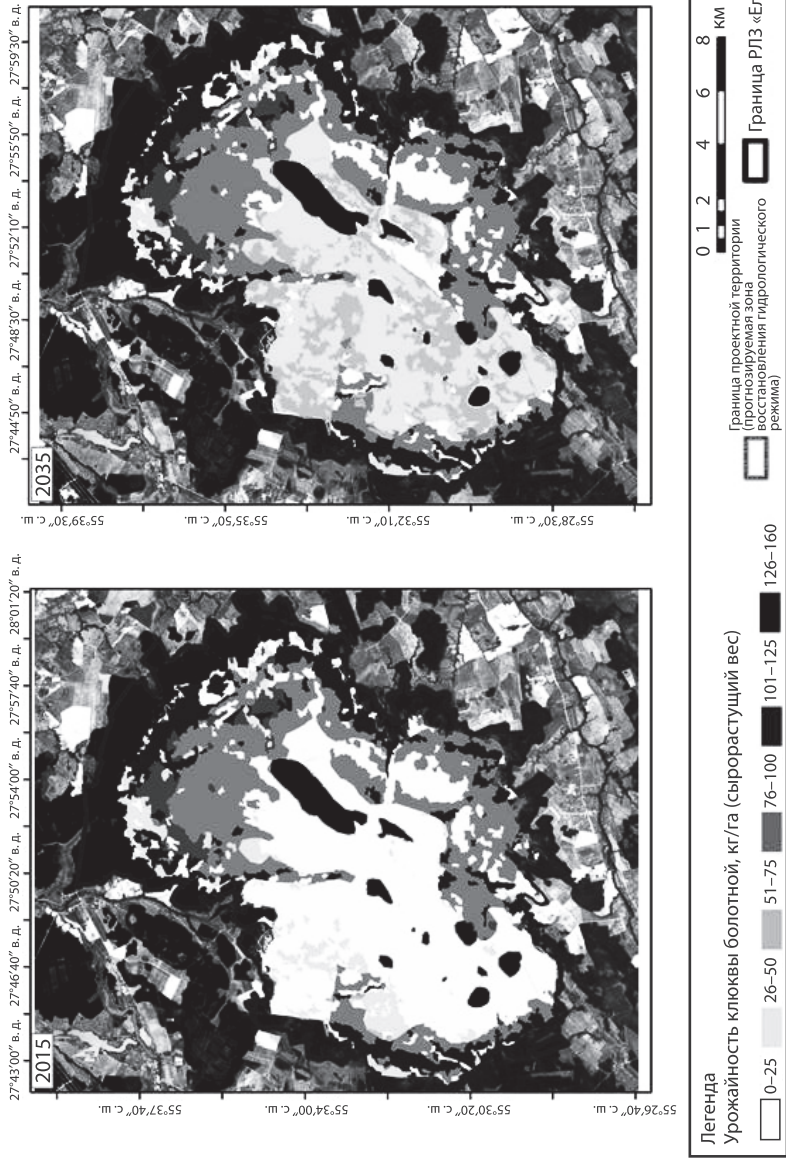
- пожарная устойчивость;
- степень нарушения растительного покрова;
- доля площадей, занятых сильно и полностью уничтоженной болотной растительностью;
- доля площадей с предельно низкой видовой насыщенностью фитоценозов;
- доля площадей местообитаний, важных для биоразнообразия («ключевые местообитания»);
- состояние ключевых местообитаний.

Технической (аппаратной и программной) основой для прогнозного геоботанического и экологического картографирования является многофункциональная многоуровневая геоинформационная система (ГИС: ArcGIS), обеспечивающая совместимость и агрегирование разнородных данных.



**Рис. 2.** Карта антропогенных нарушений растительного покрова проектной территории болота Елья (2015 г.) и прогнозная карта на период до 2035 г.





**Рис. 3.** Карта урожайности ягод клюквы на территории заказника «Ельня» (2015 г.) и прогноз урожайности на период до 2035 г.

Таблица 1

**Оценка эффектов для биологического разнообразия  
(видовой или популяционный уровень)  
проектной территории Ельня  
в зависимости от различных сценариев развития ситуации  
(по охраняемым видам в Беларуси)**

Вид	Категория охраны*	Без реабилитации		С проектом
		без пожара	с пожаром	
<b>Растения</b>				
Береза карликовая ( <i>Betula nana</i> )	II (EN)	±**	–	+
Морошка ( <i>Rubus chamaemorus</i> )	II (EN)	±	–	+
Лук медвежий, или черемша ( <i>Allium ursinum</i> )	III (VU)	±	–	+
Осока малоцветковая ( <i>Carex pauciflora</i> )	III (VU)	±	–	+
Клюква мелкоплодная ( <i>Oxycoccus microcarpus</i> )	III (VU)	±	–	+
Шпажник черепитчатый ( <i>Gladiolus imbricatus</i> )	IV (NT)	±	–	+
Баранец обыкновенный ( <i>Huperzia selago</i> )	IV (NT)	±	–	±
Касатик сибирский ( <i>Iris sibirica</i> )	IV (NT)	±	–	+
Мытник скипетровидный ( <i>Pedicularis scepttrum-carolinum</i> )	II (EN)	±	–	+
Ива черничная ( <i>Salix myrtilloides</i> )	III (VU)	±	–	–
Колокольчик широколиственный ( <i>Campanula latifolia</i> )	IV (NT)	±	–	+
Пушица стройная ( <i>Eriophorum gracile</i> )	III (VU)	±	–	+

Продолжение табл. 1

Вид	Категория охраны*	Без реабилитации		С проектом
		без пожара	с пожаром	
Ликоподиелла заливаемая, плаунок заливаемый ( <i>Lycopodiella inundata</i> )	III (VU)	±	–	+
Тайник яйцевидный ( <i>Listera ovata</i> )	IV (NT)	±	–	+
Любка зеленоцветковая ( <i>Platanthera chlorantha</i> )	III (VU)	±	–	±
Ятрышник дремлик ( <i>Orchis morio</i> )	II (EN)	–	–	+
Зубянка клубненосная ( <i>Dentaria bulbifera</i> )	III (VU)	–	–	+
Осока болотолюбивая ( <i>Carex heleonastes</i> )	I (CR)	–	–	+
Хохлатка промежуточная ( <i>Corydalis intermedia</i> )	II (EN)	–	–	±
Одноцветка одноцветковая ( <i>Moneses uniflora</i> )	III (VU)	–	–	±
Гимноколея вздутая ( <i>Gymnocolea inflata</i> )	II (EN)	±	–	+
Сфагнум мягкий ( <i>Sphagnum molle</i> )	III (VU)	–	+	–
Лобария легочная ( <i>Lobaria pulmonaria</i> )	III (VU)	±	–	+
<b>Животные</b>				
Жужелица шагрeneвая ( <i>Carabus cancelatus</i> )	IV (NT)	±	–	±
Жужелица решетчатая ( <i>C. cancelatus</i> )	IV (NT)	±	–	±
Жужелица менетриези ( <i>C. menetriesi</i> )	III (VU)	±	–	+
Жужелица золотистоям- чатая ( <i>C. clathratus</i> )	III (VU)	±	–	+

Продолжение табл. 1

Вид	Категория охраны*	Без реабилитации		С проектом
		без пожара	с пожаром	
Жужелица блестящая ( <i>Carabus clathratus</i> )	III (VU)	±	–	±
Сатир югта ( <i>Oeneis jutta</i> )	III (VU)	±	–	+
Торфяниковая желтушка ( <i>Colias palaeno</i> )	III (VU)	±	–	+
Альпийская перламутровка ( <i>Clossiana frigga</i> )	II (EN)	±	–	+
Чернозобая гагара ( <i>Gavia arctica</i> )	II (EN)	±	–	+
Пискулька ( <i>Anser erythropus</i> )	IV (NT)	±	–	+
Черный аист ( <i>Ciconia nigra</i> )	III (VU)	±	–	+
Орлан-белохвост ( <i>Hieraetus albicilla</i> )	I (CR)	±	–	+
Змеяц ( <i>Circaetus gallicus</i> )	II (EN)	±	–	+
Беркут ( <i>Aquila chrysaetos</i> )	I (CR)	±	–	+
Полевой лунь ( <i>Circus cyaneus</i> )	III (VU)	±	–	±
Скопа ( <i>Pandion haliaetus</i> )	II (EN)	±	–	+
Дербник ( <i>Falco columbarius</i> )	III (VU)	±	–	+
Чеглок ( <i>F. subbuteo</i> )	IV (NT)	±	–	±
Белая куропатка ( <i>Lagopus lagopus</i> )	II (EN)	±	–	+
Серый журавль ( <i>Grus grus</i> )	III (VU)	±	–	+
Золотистая ржанка ( <i>Pluvialis apricaria</i> )	III (VU)	±	–	+

Окончание табл. 1

Вид	Категория охраны*	Без реабилитации		С проектом
		без пожара	с пожаром	
Гаршнеп ( <i>Limnocryptes minimus</i> )	III (VU)	±	–	+
Средний кроншнеп ( <i>Numenius phaeopus</i> )	III (VU)	±	–	+
Большой кроншнеп ( <i>N. arquata</i> )	III (VU)	±	–	+
Большой веретенник ( <i>Limosa limosa</i> )	III (VU)	±	–	+
Большой улит ( <i>Tringa Nebularia</i> )	III (VU)	±	–	+
Сизая чайка ( <i>Larus canus</i> )	IV (NT)	±	–	+
Филин ( <i>Bubo bubo</i> )	II (EN)	±	–	±
Болотная сова ( <i>Asio flammeus</i> )	IV (NT)	±	–	+
Трехпалый дятел ( <i>Picoides tridactylus</i> )	IV (NT)	±	–	±
Барсук ( <i>Meles meles</i> )	III (VU)	±	–	±

\* Категория охраны приводится по Красной книге Республики Беларусь [2].

«+» – положительный эффект; «–» – отрицательный эффект; «±» – эффект отсутствует или неясный.

## Результаты и их обсуждение

Анализ полученных данных позволяет констатировать, что реализация проекта позволит получить следующие устойчивые положительные эффекты для биоразнообразия на видовом уровне:

1) стабилизация состава автохтонной флоры и фауны проектной территории (в пределах всего болота Ельня);

2) сохранение и улучшение состояния популяций редких и охраняемых видов растений и животных (в пределах проектной территории);

3) оптимизация условий для «ядра» естественной флоры и фауны южнотаежных верховых болот;

4) восстановление структуры орнитокомплекса южнотаежных верховых болот;

5) ограничение развития и элиминация комплекса синантропных видов флоры и фауны.

Оценка эффектов для биологического разнообразия на ценотическом и экосистемном уровнях

*Улучшение состояния растительного покрова.* Оценка состояния растительности производилась на основе расчетов (таблица 2) индекса нарушенности (= средневзвешенное значение класса нарушенности). Прогнозируется, что в 2035 г. в сценарии «с проектом»: индекс нарушенности растительности снизится на 0,9 пункта и составит 1,4, что является отражением доминирования в структуре растительного покрова слабо- (55,1%) и средненарушенных (44,4%) фитоценозов (таблица 2). Доля местообитаний с сильнонарушенным растительным покровом снизится на 51,4% (с 46,4% до 0,5%).

*Уменьшение площадей с предельно низкой видовой насыщенностью растительного покрова* будет реализовано за счет:

а) отсутствия пожаров;

б) естественной демуляции послепожарных фитоценозов.

Эти процессы будут протекать на 42,6% проектной территории, но радикального изменения ситуации с видовой насыщенностью фитоценозов нами не прогнозируется. Это связано с тем, что «ядро» проектной территории – верховое болото – в силу экологической специфики обладает крайне ограниченным набором автохтонных видов растений, соответственно, следует ожидать некоторое снижения показателей  $\alpha$ -разнообразия за счет элиминирования из состава ценозов видов, чужеродных экосистемам верхового болота.

*Увеличение площадей местообитаний, важных для биоразнообразия.* Экосистемы проектной территории практически полностью (93,4%) соответствуют категориям NATURA 2000 [7]. Поэтому увеличение этого показателя не представляется возможным. Однако их качественное состояние изменится: в первую очередь за счет сокращения площадей местообитаний 7120 (деградированные верховые болота, способные к естественной регенерации) и увеличения площадей 7110 (растущие верховые болота), являющихся более важными для сохранения автохтонной биоты верховых болот. Позитивный эффект для биологического разнообразия возможен на 30,4% площади проектной территории.

Существенные деструктивные последствия для объектов животного и растительного мира проектной территории не прогнозируются.

**Соотношение площадей по классам и категориям нарушенности растительного покрова проектной территории**

	Класс (I) и категория (I)	Площади наземных экосистем					
		2015 г.		2035 г.		±	
		га	%	га	%	га	%
<b>I</b>	<b>Естественная и слабонарушенная растительность</b>	<b>1152,9</b>	<b>15,2</b>	<b>4191,0</b>	<b>55,1</b>	<b>3038,1</b>	<b>39,9</b>
1	Коренные и длительно-производные хвойные леса, лиственные коренные болотные леса без следов природных катастроф или хозяйственного воздействия	157,9	2,1	177,7	2,3	19,8	0,2
2	Относительные неустойчивые первичные леса начальных стадий естественных сукцессий на почвах, ранее не бывших под лесом (на песках, торфе)	67,3	0,9	0,0	0,0	-67,3	-0,9
3	Болотная растительность без следов природных катастроф или хозяйственного воздействия	927,7	12,2	4013,3	52,8	3085,6	40,6
<b>II</b>	<b>Средленарушенная растительность</b>	<b>2925,2</b>	<b>38,4</b>	<b>3371,0</b>	<b>44,4</b>	<b>445,8</b>	<b>6,0</b>
1	Коренные и длительно-производные хвойные, лиственные коренные болотные леса с умеренным антропогенным воздействием (выборочные рубки, низовые пожары, рекреационные нагрузки, мелиорация и т.д.)	18,5	0,2	1198,1	15,8	1179,6	15,6
2	Кратковременно-производные хвойно-мелколиственные леса, образовавшиеся в результате действия факторов естественного и антропогенного происхождения и имеющие явную тенденцию к восстановлению исходного состояния	139,6	1,8	263,0	3,5	123,4	1,7

Окончание табл. 2

Класс (I) и категория (I)	Площади наземных экосистем					
	2015 г.		2035 г.		±	
	га	%	га	%	га	%
3	2767,1	36,4	1909,9	25,1	-857,2	-11,3
<b>III</b>	<b>3517,4</b>	<b>46,4</b>	<b>33,5</b>	<b>0,5</b>	<b>-3483,9</b>	<b>-46,0</b>
1	46,7	0,6	33,5	0,5	-13,2	-0,2
2	1057,7	13,9	0,0	0,0	-1057,7	-13,9
3	106,9	1,5	0,0	0,0	-106,9	-1,5
4	2306,1	30,4	0,0	0,0	-2306,1	-30,4
Индекс нарушенности*	II,3		I,4		-	

\*Индекс нарушенности растительного покрова оценивали как частное суммы произведений классов нарушенности на соответствующую площадь к общей площади [5].



Возможно значительное обводнение и снижение продуктивности лесов (сосна по болоту, береза, ольха черная) на площади около 75,3 га, но практически вся часть этих лесных участков (67,1 га или 89,1%) – погибший древостой (сухостой на корню) после пожара 2002 г.

Таким образом, сравнивая различные сценарии динамики биоты проектной территории, мы отмечаем, что в целом эффект для биологического разнообразия на видовом, ценоотическом и экосистемном уровнях будет практически по все оцениваемым параметрам положительным. Кроме этого, снижение потенциала пожароопасной ситуации позволит избежать катастрофических последствий для лесного хозяйства, как, например, в 2002 г., когда огнем было уничтожено 2,4 тыс. га с запасом древесины 234 тыс. м<sup>3</sup>.

#### Оценка эффектов для природных объектов, подлежащих особой или специальной охране

Выполнения запланированных мероприятий позволит обеспечить в пределах особо охраняемой природной территории:

- стабильное состояние популяций 23 охраняемых [2] видов сосудистых растений, мохообразных и лишайников;
- стабильное существование 31 охраняемого [Там же] вида фауны (8 видов насекомых, 22 вида птиц и 1 вид млекопитающих);
- сохранение и восстановление особо ценных лесных и болотных растительных сообществ (2,7 га или 10,5% проектной территории);
- восстановление важных для биологического разнообразия местообитаний на площади 10,8 тыс. га (42,6% проектной территории);
- сохранение крупнейшего и уникального для Европы водно-болотного угодья, имеющего международный статус охраны (территории важной для птиц международного значения (1998 г.), Рамсарского угодья (2002 г.), ключевой ботанической территории (2005 г.)).

#### Оценка и прогноз динамики биологических запасов клюквы болотной

Клюква болотная (*Oxycoccus palustris* = *Vaccinium oxycoccos*) занимает важное место в структуре биологических ресурсов болота Ельня и играет довольно значимую роль в экономике местного сообщества. В результате пожаров 1992–2002 гг. ягодоносная площадь сократилась на 1308,7 га (74,6% от площади в период, предшествующий пожару). По экспертным оценкам, общие запасы клюквы здесь в 2010 г. оценивались в 95,3 т [5]. Как следствие восстановления естественной болотной растительности биологический запас клюквы в 2015 г. увеличился

(+13%) и составил 107,5 т. Валовая стоимость урожая клюквы оценена на 246,2 тыс. USD/год (таблица 3).

Таблица 3

**Запас и стоимость ягод клюквы и их прогнозная динамика  
на территории верхового болота Ельня**

Год	Среднегодовой биологический запас, т	Урожайность, кг/га	Среднегодовая стоимость урожая, тыс. USD/год	Рост стоимости урожая по отношению к 2006 г., тыс. USD/год
2006	95,1	78,9	217,8	
2015 (оценка)	107,5	86,2	246,2	+28,4
2035 (прогноз)	134,3	104,1	307,5	+89,7

По прогнозу, к 2035 г. биологический запас ягод клюквы увеличится на 24,9% и составит 134,3 т/год, при стоимости урожая (в сопоставимых ценах) 307,5 тыс. USD (+89,4 тыс. USD к 2015 г.).

### Заключение

Анализ полученных данных показал, что проведение работ по восстановлению гидрологического режима на территории республиканского ландшафтного заказника «Ельня» (Беларусь) обеспечит достижение ряда положительных эффектов для биоразнообразия проектной территории.

*На видовом уровне:* стабилизация состава флоры и фауны проектной территории; сохранение и улучшение состояния популяций редких и охраняемых видов растений и животных; улучшение условий для «ядра» естественной флоры и фауны; восстановление структуры орнитокомплекса, характерных для южнотаежных верховых болот; ограничение развития комплекса синантропных видов флоры и фауны.

*На ценотическом и экосистемном уровнях:* улучшение состояния растительного покрова – доля местообитаний с сильнонарушенным растительным покровом снизится на 51,4% (с 46,4% до 0,5%); уменьшение площадей с предельно низкой видовой насыщенностью растительного покрова на 42,6% проектной территории; увеличение площадей местообитаний важных для биоразнообразия на 30,4% площади проектной территории.

Для природных объектов, подлежащих особой или специальной охране стабилизация гидрологического режима позволит обеспечить стабильное существование популяций 23 охраняемых видов сосудистых растений, мохообразных и лишайников и 31 охраняемого вида фауны; сохранение и восстановление особо ценных лесных и болотных растительных сообществ на 10,5% проектной территории; восстановление важных для биологического разнообразия местообитаний; сохранение крупнейшего и уникального для Европы водно-болотного угодья.

*Биологический запас клюквы болотной*, по прогнозу, к 2035 г. увеличится на 24,9% и составит 134,3 т/год. Стоимость урожая составит 307,5 тыс. USD (+89,4 тыс. USD к 2015 г.).

#### Библиографический список

1. Груммо Д.Г., Ильючик М.А., Зеленкевич Н.А. Опыт крупномасштабного геоботанического и экологического картографирования растительности болот с использованием данных дистанционного и наземного зондирования // *Екологія боліт і торфовищ: Матеріали круглого столу*, Київ, 2 лютого 2012 року. Київ, 2012. С. 49–58.
2. Красная книга Республики Беларусь. Растения: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / Гл. редкол.: И.М. Качановский (предс.), М.Е. Никифоров, В.И. Парфенов и др. Мн., 2015.
3. Объемы выбросов и стоки парниковых газов при оптимизации гидрологического режима верхового болота «Ельня» (Беларусь) / Груммо Д.Г., Зеленкевич Н.А., Созинов О.В., Мойсейчик Е.В. // *Социально-экологические технологии*. 2016. № 2. С. 51–61.
4. Проведение оценки воздействия на окружающую среду проектного решения планируемой деятельности «Восстановление естественного гидрологического режима нарушенного болота Ельня на землях Миорского района Витебской области»: Отчет о НИР (заключ.) / Ин-т эксп. ботаники; рук. Д.Г. Груммо. Минск, 2015. № ГР 20143797 от 23.12.2014.
5. Флора и растительность ландшафтного заказника «Ельня» / Ред. Н.Н. Бамбалов. Мн., 2010.
6. Эколого-экономическая оценка экосистемных услуг при оптимизации гидрологического режима верхового болота «Ельня» (Беларусь) / Груммо Д.Г., Зеленкевич Н.А., Созинов О.В., Мойсейчик Е.В. // *Социально-экологические технологии*. 2016. № 1. С. 57–66.
7. Natura 2000 // A European network of protected sites under EU legislation. URL: <http://www.biodiversitya-z.org/areas/27/> (дата обращения: 12.08.2016).

И.С. Жебрак, И.А. Ерема, Ю.А. Бахар

## Влияние фунгицидов, фосфорной муки, кислотности почвы на интенсивность микоризации клематиса тангутского

Изучены эндофитные грибы в корнях *Clematis tangutica*. Внесение в почву фунгицида «Ордан», фосфорной муки, мела, щавелевой кислоты достоверно повышало интенсивность микоризации *Clematis tangutica* арбускулярными микоризными грибами. Фунгицид «Азофос» снижал прирост побегов *Clematis tangutica*, а мел стимулировал их рост. Внесение в почву инокулюма *Glomus intraradices* повышало устойчивость растений к угнетающему действию фунгицида «Азофос».

**Ключевые слова:** эндофитные грибы, арбускулярные микоризные грибы, темноокрашенные септированные эндофитные грибы, фунгициды, инокулюм *Glomus intraradices*, интенсивность микоризации, прирост побегов *Clematis tangutica*.

*Clematis tangutica* Korsh., как и многие другие виды и сорта *Clematis L.*, является перспективным видом для зеленого градостроительства, т.к. обладают высокой скоростью роста, большой зеленой массой и декоративностью [1; 5]. Достоинством *C. tangutica* является декоративность во время всего периода вегетации: ажурная листва, редкая среди клематисов ярко-желтая окраска цветов, обильное (30–130 цветков на одном побеге) продолжительное цветение (40–50 дней), соплодия

покрывающие лиану в период плодоношения. *Clematis tangutica* развивает мощную корневую систему в сравнительно небольшом объеме почвы (стержневая корневая система обычно достигает длины 50–65 см и состоит из 30–45 корней в кусте), при этом его наземная часть может достигать в высоту 2,5–3 м, что особенно ценно в условиях плотной городской застройки. Этот вид естественно произрастает на каменистых склонах Средней Азии, Монголии, Западного Китая. В Беларуси *C. tangutica* культивируется с 1959 г. и до сих пор не получил широкого распространения и должной популярности в городском градостроительстве [5].

Все виды и сорта клематисов подвержены заболеваниям, вызываемым фитопатогенными грибами. Наиболее опасным заболеванием клематисов является увядание. Болезнь проявляется во время бутонизации и цветения во внезапном увядании одного или нескольких побегов внешне совершенно здорового растения. Поврежденный побег чернеет и усыхает. Возникает заболевание неожиданно, протекает быстро (в течение 1–2 дней). Экстренно принять какие-либо меры невозможно. Вызывают болезнь почвенные грибы родов *Phomopsis*, *Fusarium*, *Verticillium* [1].

Грибы, как правило, поражают основание стебля. Гифы гриба проникают в ткань растения, и, разрастаясь, мицелий закупоривает сосудисто-волокнистые пучки. Доступ влаги прекращается, что ведет к быстрому усыханию листьев и цветков. Заболевание возникает неожиданно и протекает стремительно, поэтому единственно надежным способом защиты являются профилактические методы уничтожения возбудителей. На самых ранних стадиях развития растений используют различные фунгициды [5].

В корнях *C. tangutica* присутствуют необходимые растению симбиотические микоризные эндофитные грибы, повышающие стрессоустойчивость растений к различным факторам среды. Эндофитные грибы живут внутри растения и никогда не вызывают видимых симптомов заболевания. Микориза – симбиотическое обитание грибов на корнях и в тканях корней высших растений. В микоризе грибы получают от растений углеводы, снабжают их водой и минеральными элементами питания [2; 6].

В этой связи важным является изучение влияния различных фунгицидов и других химических веществ, используемых для профилактики заболеваний клематисов, на микоризные грибы. Возможно, что широко используемые фунгициды могут убивать не только патогенные, но и микоризные грибы. Растение, потерявшее своего грибного симбионта, снижает стрессоустойчивость к различным факторам окружающей среды.

Цель нашей работы – изучение влияния фунгицидов («Ордан», «Азофос», «Раек»), кислотности почвы, фосфорной муки на рост *Clematis tangutica* Korsh. и на развитие их корневых эндофитных грибов.

### Материалы и методы исследований

Семена *C. tangutica* высевали без стратификации в феврале. Через месяц растения по три штуки распикировали в горшки емкостью 200 мл (для каждого варианта опыта использовали шесть горшков). В половину горшков перед посадкой добавляли чайную ложку инокулюма *Glomus intraradices* на глубине 1 см. Инокулюм представлял собой смесь стерильной почвы с корнями, инфицированными чистой культурой арбускулярных микоризных грибов (АМГ) *G. intraradices*. Через две недели в горшки с клематисами вносили 0,5 г фосфорной муки, 30 мл щавелевой кислоты, 2,4 г мела и обрабатывали растворами фунгицидов «Азофос», «Ордан», «Раек». Растворы фунгицидов готовили согласно рекомендациям производителя.

Эксперимент проводили по следующей схеме:

- 1) *C. tangutica* + «Азофос»;
- 2) *C. tangutica* + «Ордан»;
- 3) *C. tangutica* + «Раек»;
- 4) *C. tangutica* + фосфорная мука;
- 5) *C. tangutica* + мел;
- 6) *C. tangutica* + щавелевая кислота;
- 7) *C. tangutica* без обработки химическими веществами (контроль 1);
- 8) *C. tangutica* + инокулюм *G. intraradices* + «Азофос»;
- 9) *C. tangutica* + инокулюм *G. intraradices* + «Раек»;
- 10) *C. tangutica* + инокулюм *G. intraradices* + фосфорная мука;
- 11) *C. tangutica* + инокулюм *G. intraradices* + мел;
- 12) *C. tangutica* + инокулюм *G. intraradices* + щавелевая кислота;
- 13) *C. tangutica* + инокулюм *G. intraradices* + «Ордан»;
- 14) *C. tangutica* + инокулюм *G. intraradices* без обработки химическими веществами (контроль 2).

Через месяц после обработки измеряли прирост побегов и интенсивность микоризации корней методом Травло [7]. Большинство методов количественного учета развития АМГ основывается на определении соотношения участков корня без гриба и участков с микоризой. После тщательного промывания проводили мацерацию корней в 10-процентном растворе гидроксида калия в течение 24 ч. при комнатной температуре. Затем корни тщательно полоскали под проточной водой. С целью

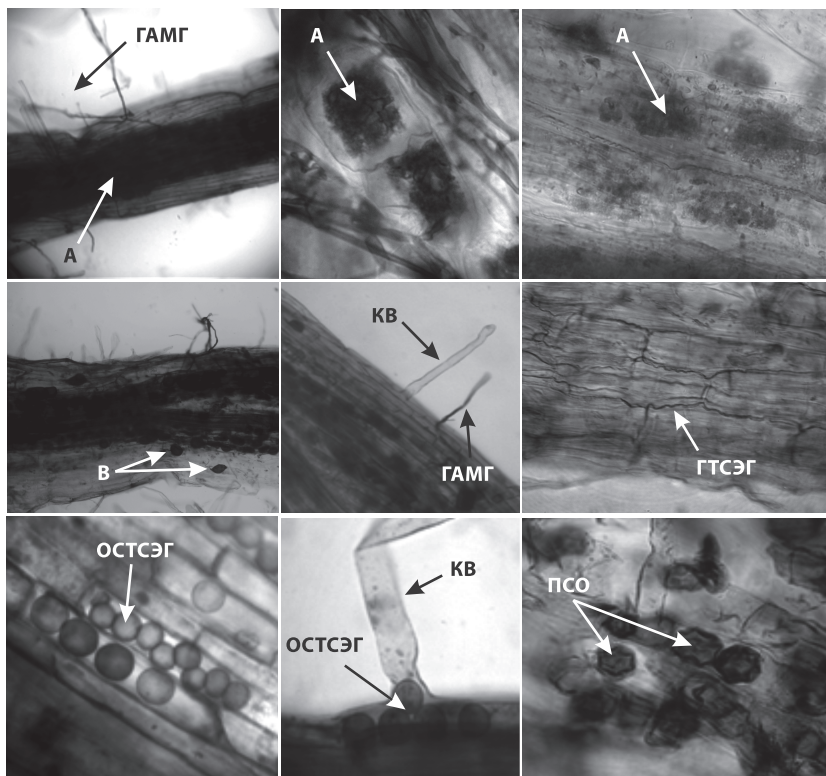
снижения pH материал помещали в 5-процентный раствор молочной кислоты в течение 24 ч. После чего корни промокали на фильтровальной бумаге и на сутки помещали в раствор анилинового синего (0,05-процентный раствор красителя в 80-процентном растворе молочной кислоты). После промокания корней от красителя материал хранили в 80-процентном растворе молочной кислоте. Препараты готовили под лупой. На одно предметное стекло раскладывали 15 фрагментов корней по 1 см. и покрывали покровным стеклом (24 × 60 мм). Для каждого варианта опыта рассматривали три препарата, т.е. 45 см корней [3; 4].

На каждом фрагменте корня длиной 1 см определяли степень микоризации по шестиступенчатой шкале (0–5). Результаты для каждого фрагмента корня заносили в протоколы. При помощи компьютерной программы Mikoruzha 1.1 beta рассчитывали интенсивность микоризации (M% – усредненная интенсивность микоризации, обчисленная для всей пробы) корней арбускулярными микоризными грибами [7].

## Результаты и их обсуждение

На первом этапе наших исследований изучали морфологические особенности развития микоризных грибов в корнях *Clematis tangutica*, рассматривали, какие типы грибов развиваются в микоризе и какими структурами представлены. Во всех вариантах опыта в корнях клематиса были обнаружены микоризные грибы.

На некоторых участках корней хорошо были видны окрашенные в синий цвет арбускулы – структуры, характерные для арбускулярных микоризных грибов, которые являются контактной зоной между грибом и растением (рис. 1). Изучаемая нами арбускулярная микориза клематисов относится к *Arum*-типу. Эту группу часто определяют как «типичную арбускулярную микоризу» и описывают в быстро растущих корневых системах культивируемых растений. Микоризы *Arum*-типа представлены быстро распространяющимися межклеточными гифами. Их короткие боковые ветви проникают в клетки коры через клеточную стенку и дихотомически ветвятся в апопласте, образуя характерные сильно разветвленные арбускулы [6]. В корне клематиса наблюдали арбускулы: «молодые» (развивающиеся), заполняющие часть клетки растения хозяина, электронно неплотные; «зрелые» (развитые, активные), электронно более плотные, заполняющие клетку целиком, а также «старые» разрушающиеся арбускулы, электронно более плотные, но заполняющие клетку с одной стороны в месте проникновения.



**Рис. 1.** Эндофитные грибы в корнях *Clematis tangutica*.

ГАМГ – гифы арбускулярных микоризных грибов; А – арбускулы; В – везикулы; КВ – корневой волосок; ГТСЭГ – гифы темноокрашенных септированных эндофитных грибов; ОСТСЭГ – округлые структуры темноокрашенных септированных эндофитных грибов; ПСО – покоящиеся споры *Olpidium*

Значительно реже встречались участки микоризы, содержащие везикулы, структуры АМГ, запасующие питательные вещества (см. рис. 1). Везикулы представляли собой структуры округлой и овальной формы. Некоторые авторы приравнивают понятия внутрикорневые споры и везикулы АМГ. Ряд авторов предполагает, что везикулы АМ являются начальной стадией развития спор. В то же время до сих пор в литературе нет единого мнения в этом определении. Отсутствие специфичности для формы исследуемых структур АМ в зависимости от вида растения свидетельствует о том, что морфология везикул главным образом определяется видовой принадлежностью АМГ [6].



Некоторые фрагменты корней имели очень хорошо развитый несептированный мицелий арбускулярных микоризных грибов (АМГ), который не только развивался внутри корня, но и выходил на его поверхность, образуя поисковые гифы (см. рис. 1). Большинство исследователей придерживается мнения, что развитие мицелия происходит путем роста и ветвления гиф, уже имеющих за пределами корня. Однако есть данные, что гифы из коры корня растут наружу, проникая сквозь растительные клеточные стенки [6]. В корне клематиса наблюдали гифу гриба, проникающую через волосок наружу корня.

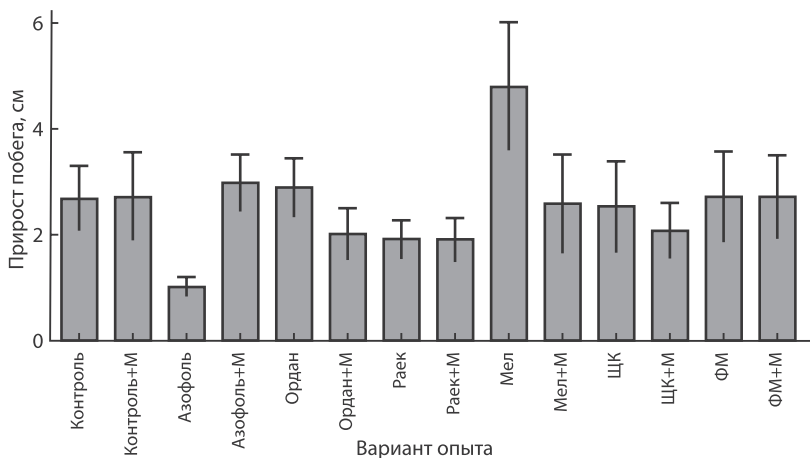
Выявленные нами гифы на поверхности корня, как и корневые волоски, выполняют всасывающую функцию. Эти гифы начинают ветвиться и представляют собой важный источник инокулюма для той же корневой системы или корней других растений. Кроме АМГ, корни клематисов содержали темноокрашенные септированные эндوفитные грибы (ТСЭГ), которые были представлены в корнях клематисов в виде септированного темноокрашенного мицелия и округлых структур внутри клеток (см. рис. 1). В некоторых корнях клематисов наблюдали межклеточные гифы ТСЭГ, слегка извилистые, которые четко повторяли контуры клеток (см. рис. 1). Эти гифы не проникали внутрь клеток и имели меньший диаметр по сравнению с внутриклеточными и наружными гифами. В клетках *Clematis tangutica* обнаружены округлые структуры ТСЭГ, которые чаще всего встречались в клетке группами, и некоторые из них проникали в корневые волоски.

В корнях клематисов выявлены выемчатые покоящиеся споры патогенного гриба рода *Olpidium* (см. рис. 1). Также были обнаружены грибы рода *Alternaria*, представленные гифами и конидиями округлой формы с вытянутыми носиками.

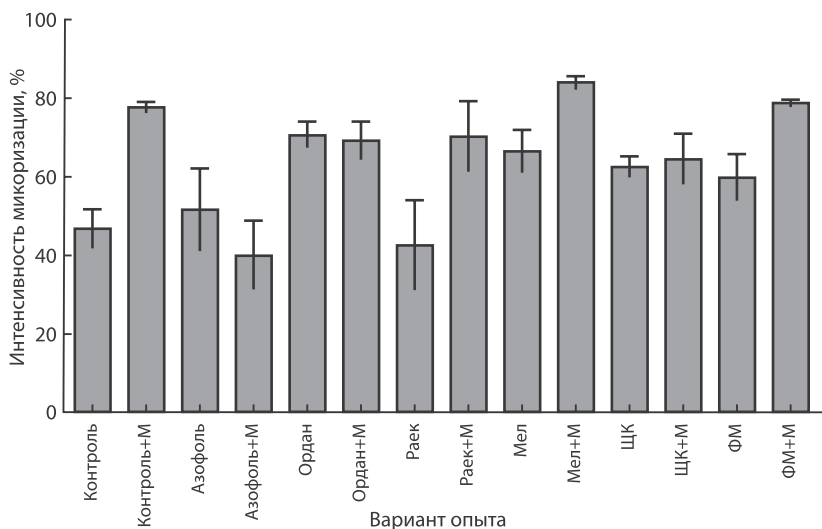
В контрольном варианте опыта с внесением инокулюма *Glomus intraradices* выявили достоверное увеличение интенсивности микоризации *C. tangutica* по сравнению с контролем без внесения. Установили, что из всех исследуемых химических веществ только в образцах без внесения инокулюма *G. intraradices* фунгицид «Азофос» достоверно снижал, а мел повышал прирост побегов *C. tangutica* по сравнению с контролем. Во всех остальных вариантах опыта с внесением и без внесения инокулюма прирост растений достоверно не отличался от контроля (рис. 2).

В варианте 1 опыта без внесения инокулюма (+ «Азофос») отмечали не только снижение прироста побегов, но также изменение в фиолетовый цвет листьев, что свидетельствует об увеличении в клетках флавоноидов и о снижении устойчивости растений к стрессу. Интенсивность

микоризации АМГ корней *Clematis tangutica*, обработанных фунгицидом «Азофос», в вариантах опыта с внесением и без внесения инокулюма *Glomus intraradices* была примерно одинаковой (рис. 3).



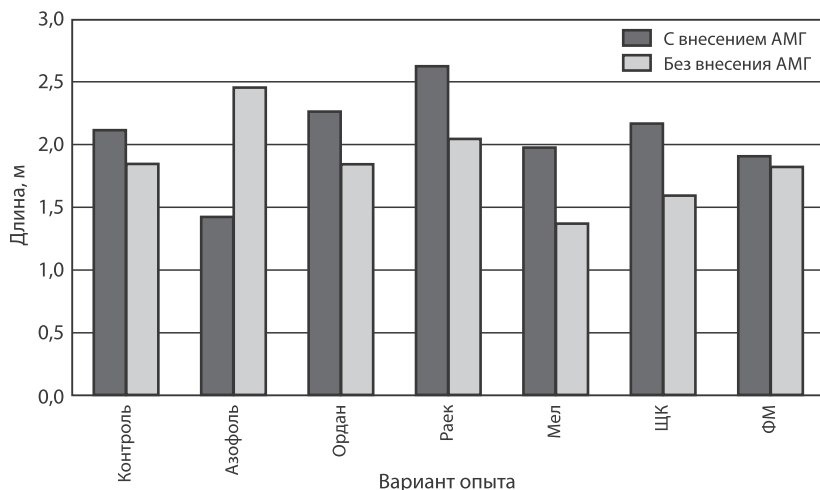
**Рис. 2.** Прирост побега клематиса после обработки химическими веществами. Здесь и далее (рис. 3, 4): +М – варианты опыта с внесением микоризы; ЩК – щавелевая кислота; ФМ – фосфорная мука



**Рис. 3.** Интенсивность микоризации корней клематиса после обработки их химическими веществами

Уменьшение интенсивности микоризации у клематисов в варианте опыта с инокулюмом мы объясняем отрицательным действием фунгицида «Азофос» на внесенные микоризные грибы. Так как *Glomus intraradices* вносили под растения, корни которых уже изначально содержали арбускулярные микоризные грибы, инокулированные грибы могли образовать дополнительные молодые арбускулы и гифы, которые более чувствительными к действию фунгицида «Азофос» по сравнению с аборигенными. Поэтому по сравнению с контролем 2 интенсивность микоризации снижалась. В то же время в варианте опыта без внесения *G. intraradices* интенсивность микоризации сравнима с контролем 1, но микоризный симбиоз оказался менее эффективным, чем с внесением инокулюма, что подтверждают показатели соотношения длины корня и побега.

Из литературы известно, что низкое соотношение корень/побег указывает на высокую скорость роста микоризных грибов, развитие на корнях большого количества свободного мицелия, большую площадь контакта между грибом и растением [6]. Наши результаты показали, что в варианте опыта с внесением инокулюма соотношение корень/побег было меньше, чем в варианте без внесения (рис. 4). Мы можем говорить о высоком вкладе АМГ в поглощение питательных веществ, что связано, по-видимому, с интенсивным развитием свободного мицелия и контактной зоны. Это могло способствовать повышению устойчивости клематисов к воздействию фунгицида «Азофос».



**Рис. 4.** Соотношение длины корня к длине побега через месяц после обработки клематиса химическими веществами

Известно, что АМ грибы имеют два возможных пути поглощения питательных веществ: напрямую (из почвы) или посредством микоризного грибного симбионта. Грибной мицелий в почве всасывает питательные вещества за пределами зоны истощения, поэтому повышается задействованный объем почвы. Кроме того, гифы могут проходить сквозь почвенные поры на порядок меньше диаметра, чем те, которые доступны для корня [6]. Вероятно, в вариантах с внесением инокулюма фунгицид в большей степени впитывался растением через гифы гриба, а не через корневые волоски. Известно, что «Азофос» – фунгицид контактного действия. Фунгицид воздействует на патоген только при непосредственном контакте с грибами и не проникает в растение, распространяясь только по поверхности. В качестве действующего вещества используется аммоний-медь-фосфат (АМФ). Вероятно, именно внесенные арбускулярные микоризные грибы снижали угнетающее действие фунгицида, а медь могла убивать грибной компонент.

Механизмы, которыми объясняется влияние АМ грибов на снижение накопления токсичных элементов в побегах, включают изолирование металлов в гифах без дальнейшей передачи их растениям. В грибных структурах может накапливаться больше меди, чем в самих клетках корня. Изоляция металлов в грибных структурах может иметь большое значение для минимизации их транспорта к растению и повышению его стрессоустойчивости [Там же].

В вариантах опыта без инокуляции *Glomus intraradices* через месяц после внесения под растения мела отмечали достоверное увеличение прироста побегов и повышение интенсивности микоризации корней АМГ по сравнению с контролем (см. рис. 2, 3). Низкое соотношение корень/побег в этом варианте опыта, по-видимому, было связано с наличием эффективного грибного симбионта в корнях, образующего обильный свободный мицелий, который ведет к истощению элементов питания далеко за пределами ризосферы и дополнительно снабжает растение водой и минеральными веществами.

Мы предполагаем, что свободные гифы гриба способствовали большому проникновению кальция в растения. Кальций влияет на обмен углеводов и белковых веществ. Потребность в кальции проявляется в самые ранние сроки роста. Он необходим для построения растения. В свою очередь, растения синтезировали больше продуктов фотосинтеза и стимулировали развитие арбускулярных микоризных грибов. Из литературы известно, что АМ корни целого ряда древесных и травянистых растений получают на 4–20% больше от общего количества продуктов фотосинтеза, чем безмикоризные. Углерод задействован

в росте внутрикормевого и свободного мицелия, а также отмечено значительное увеличение оттока углерода в почву. Расход растением фиксированного углерода на поддержание грибного симбионта можно трактовать как «вложение», дающее в результате более эффективное поглощение элементов питания. Большое количество углерода, используемое АМ грибами, может отражать затраты растения на поддержание симбиоза и может быть щедро вознаграждено множеством способов, в том числе и путем повышения активности фотосинтеза, снижения роста корня или изменений в соотношении корень/побег [6].

В варианте 11 опыта (внесение мела + инокулюм) прирост побегов был сравним с контрольным вариантом. Интенсивность микоризации этих растений не отличалась от контроля 2 (с внесением инокулюма), но достоверно была выше, чем на корнях растений с мелом без внесения инокулюма. Соотношение корень/побег показывало низкую эффективность грибного симбиоза, несмотря на высокую интенсивность микоризации (см. рис. 3, 4).

Химические вещества «Ордан» и «Раек», фосфорная мука, щавелевая кислота не оказывали стимулирующего действия на прирост побегов *Clematis tangutica* во всех вариантах опыта, как с внесением *Glomus intraradices*, так и без внесения. Из литературных источников известно, что некоторые фунгициды способны подавлять развитие арбускулярных микоризных грибов [6]. В наших исследованиях фунгицид «Ордан» стимулировал развитие арбускулярных микоризных грибов на корнях *C. tangutica* в вариантах опыта без внесения инокулюма, т.к. интенсивность микоризации у этих растений достоверно была больше, чем у клематисов в контроле без инокулюма. «Ордан» – двухкомпонентный фунгицид локально-системного действия. Действующие вещества – хлорокись меди и цимоксанин. Возможно, органический компонент оказывал стимулирующее действие на арбускулярные микоризные грибы. Третий исследуемый нами фунгицид «Раек» (фунгицид системного действия, действующее вещество – дифеноконазол) не оказывал существенного влияния на развитие арбускулярных микоризных грибов.

## Выводы

Таким образом, при исследовании влияния различных факторов на микоризацию и рост декоративного вида растения *C. tangutica* нами выявлено следующее:

1. В условиях закрытого грунта *C. tangutica* имеет среднюю и высокую микотрофность. В корнях *C. tangutica* отмечены симбиотические арбускулярные микоризные грибы *Arum*-типа (межклеточный,

внутриклеточный и поисковый мицелий; арбускулы и везикулы) и темноокрашенные септированные эндофитные грибы (межклеточный, внутриклеточный, поверхностный мицелий; внутриклеточные округлые структуры) и обнаружили эндофитные фитопатогенные грибы *Olpidium* и *Alternaria*.

2. Внесенные в почву фунгицид «Ордан», фосфорная мука, мел, шавелевая кислота достоверно повышали интенсивность микоризации корней *Clematis tangutica* арбускулярными микоризными грибами.

3. Фунгицид «Азофос» достоверно снижал прирост побегов *C. tangutica*, а мел стимулировал их рост. Внесение в почву инокулюма *Glomus intraradices* повышало стрессоустойчивость растений к угнетающему действию фунгицида «Азофос».

#### Библиографический список

1. Бескаравайная М.А. Клематисы. М., 1991.
2. Воронина Е.Ю. Микоризы в наземных экосистемах: экологические, физиологические и молекулярно-генетические аспекты микоризных симбиозов // Микология сегодня / Под ред. Ю.Т. Дьякова и Ю.В. Сергеева. М., 2007. Т. 1. С. 142–234.
3. Лабутова Н.М. Методы исследования арбускулярных микоризных грибов. СПб., 2000.
4. Муромцев Г.С. Методы исследования грибов, образующих с растениями микоризу арбускулярно-везикулярного типа. СПб., 1992.
5. Свитковская О.И. Клематисы и княжики в Беларуси: ассортимент, агротехника, размножение, использование. Мн., 2014.
6. Смит С.Э. Микоризный симбиоз. М., 2012.
7. Trouvelot A., Kough J.L., Gianinazzi-Pearson V. Mesure du taux de mycorrhization VA d'un systeme radiculaire. Recherche de methods d'estimation ayant une signification fonctionnelle // Physiological and genetical aspects of mycorrhizae. Paris, 1986. P. 217–221.

Н.В. Каргаполов

## Геохимические исследования в городских экосистемах

Геохимические исследования в городских экосистемах характеризуют результаты постоянного функционирования источников загрязнения, транзитных и депонирующих сред. Важным параметром характеристики экосистем является скорость наполнения депонирующих сред, которая меняется от десятков лет для почв, нескольких месяцев – для снега и нескольких часов или дней – для аэрозолей городского смога. Особый интерес для исследований представляют тяжелые металлы и вещества, способные совершать круговороты.

**Ключевые слова:** городская экосистема, источники загрязнения в городских экосистемах, депонирующие среды, транзитные среды, загрязняющие вещества, геохимический фон, тяжелые металлы, аэрозоли, смог, геохимические параметры городских экосистем, природный геохимический фон территории.

На природном уровне городские экосистемы выделяются как места концентрации и трансформации вещества и энергии, которые поступают с транспортными и другими потоками, из недр земли и окружающих природных ландшафтов. Отходы хозяйственной деятельности, образованные вследствие применения малоэффективных технологий, становятся мощным источником загрязнения, а интенсивность накопления веществ и техногенная геохимическая трансформация ландшафтов определяется комбинацией техногенных и ландшафтных факторов [1].

Геохимические исследования в городских экосистемах основываются на информации, полученной в результате инвентаризации источников загрязнения, расчета предельно допустимых выбросов и сбросов, мониторинга технологических процессов, накоплении загрязняющих веществ в почвах, донных отложениях и др. Геохимическая информация систематизируется по двум научным направлениям, изучающим транзитные и депонирующие (накапливающие) среды [2].

Транзитные среды представлены атмосферой и гидросферой. Атмосфера представляется главной транзитной средой, повсеместно переносящей опасные для человека загрязняющие вещества. в атмосфере изучается газовый состав, жидкие, твердые, газообразные загрязняющие вещества, аэрозоли и органические вещества. Рассматриваются

ресурсные, динамические, химические, физические экологические свойства атмосферы и влияющие на них технологические процессы. При исследовании используется отчетность предприятий, проводятся расчеты геохимических полей, отбор проб для анализа и непосредственные измерения концентраций загрязняющих веществ. Большое значение придается статистическому моделированию и расчету возможных изменений показателей загрязнения, данным гидрометеорологических и других служб по наблюдению за состоянием атмосферы.

Изучение гидросферы базируется на оценке гидроресурсов, характеристиках оборота воды, химических и физических свойствах вод. Производится исследование потребительского качества питьевых и хозяйственных вод, полноты очистки сброса сточных вод и др. Выявляются источники загрязнения, наиболее опасные загрязняющие вещества, рассчитываются предельно допустимые сбросы, определяется динамика загрязнения. Большое значение имеет расчет экстремальных ситуаций и показателей, приводящих к гибели речной фауны.

Депонирующие среды позволяют характеризовать накопленное геохимическое влияние загрязняющих веществ в городских экосистемах, дают понимание эволюции опасных процессов во времени и пространстве. Так, например, депонирующие среды почв и донных отложений дают характеристику накопления загрязняющих веществ за многие годы, депонирующая среда снега – за несколько месяцев, депонирующая среда аэрозолей, формирующих городской смог, – за несколько часов или дней.

Эколого-геохимическое направление исследований городов, которое развивается на основе геохимии ландшафтов, достигло в последнее время серьезных успехов. Оно базируется на изучении миграции и концентрации химических элементов в основных компонентах ландшафта. Это научное направление является, по сути, комплексным и ориентируется на анализ состояния основных депонирующих сред: почв, донных отложений, снега, растительности, тканей организмов животных и человека.

По современным представлениям, химическое состояние компонентов ландшафта достаточно точно характеризует антропогенную трансформацию экосистемы [3]. Экологическая характеристика состояния экосистем в этом случае базируется на особенностях эмиссии вещества и энергии, т.е. их реального распределения в депонирующих и транзитных средах в определенном временном интервале. Длительное накопление загрязняющих веществ характерно для депонирующих сред почв,



донных отложений, живого вещества, а кратковременное – для транзитных сред воды и воздуха. Важным блоком комплексных геохимических исследований является анализ техногенных потоков веществ в экосистеме, их трансформации и устойчивости.

В результате геохимических исследований в городских экосистемах предполагается решение нескольких взаимосвязанных задач, каждая из которых имеет свои методические принципы и технологические подходы.

Особой задачей является определение природного геохимического фона территории, на основе которого могут рассчитываться геохимические параметры городских экосистем. Фон особенно важен для тех сред и химических элементов, для которых еще не разработаны санитарно-гигиенические нормы, предельно допустимые концентрации (ПДК), предельно допустимые выбросы (ПДВ), сбросы (ПДС) и другие показатели. Определение геохимического фона основывается на детальном исследовании региональной геохимической специализации незагрязненных экосистем, которые расположены вне зоны возможного загрязнения. При выборе фоновых участков важно учитывать радиус загрязнения вокруг городов, который для некоторых веществ может достигать нескольких десятков километров.

Геохимические исследования в городских экосистемах базируются на изучении функциональных блоков, между которыми формируются потоки загрязняющих веществ [6]. Условно выделяются три блока:

- 1) источники загрязнения, к которым относится промышленность, жилищно-коммунальное хозяйство и транспорт;
- 2) транзитные среды, где происходит транспортировка и частичная трансформация загрязняющих веществ: атмосфера, атмосферные осадки, поверхностные и грунтовые воды;
- 3) депонирующие среды, в которых накапливаются и преобразуются загрязняющие вещества: почвы, донные отложения, растения, микроорганизмы, хозяйственные и жилые сооружения и др.

Используемые в городских экосистемах геохимические методы в большей мере связаны с реальным распределением загрязняющих веществ по аномалиям, чем с их выбросом или сбросом от техногенных источников [5]. Геохимической особенностью городских экосистем является: наложение полей загрязнения различных производств и видов хозяйственной деятельности, а также формирование многоэлементных техногенных геохимических аномалий в различных экосистемах. Можно выделить следующие типы загрязняющих городских экосистем

вещества: жидкие и твердые отходы, преднамеренно собираемые и депонируемые; стоки в виде жидких потоков, содержащих твердые частицы; выбросы в виде воздушных потоков с веществами в твердой, жидкой и газообразной формах.

Источники загрязнения могут быть организованными и неорганизованными. Организованные источники представлены трубами, факелами, очистными сооружениями, отвалами и т.д. Поступающие через них загрязняющие вещества поддаются контролю. Неорганизованные источники в виде утечек и выбросов в системах трубопроводов, канализации, при авариях, перевозке отходов, на транспорте и т.д., не поддаются постоянному контролю. Типы промышленного производства и хозяйственной деятельности отличаются количеством и составом загрязняющих веществ в отходах, стоках и выбросах.

По контрастности аномалий относительно фона первое место занимают выбросы промышленных предприятий в атмосферу. Немного меньше или сопоставима с ними нагрузка от твердых отходов, третье место занимают стоки. По абсолютной массе в поставки загрязняющих веществ в экосистему лидируют твердые отходы.

Источники загрязнения в сочетании с различными характеристиками транзитных сред создают сложную картину геохимических полей и аномальных зон в депонирующих средах, которые, в свою очередь, служат основанием для характеристики существующих и существовавших источников загрязнения. Идентификация техногенных источников по химическим аномалиям в почвах, донных отложениях и живых организмах является одной из главных задач геохимических исследований в городских экосистемах. Важно отметить, что в больших городах с разнообразными предприятиями это более сложная задача, чем в малых городах с отдельно стоящими специализированными предприятиями.

Особенно опасной для городских экосистем является транзитная среда атмосферы, которая переносит многие загрязняющие вещества, среди которых особое место занимают аэрозоли, часто образующие смог. Среди формирующих смог химических элементов важное место занимают тяжелые металлы, входящие в состав аэрозолей. Наиболее токсичные тяжелые металлы, такие, как кадмий, свинец, сурьма, мышьяк, ртуть, находятся преимущественно в субмикронной фракции (менее 0,05 мкм) или парогазовой фазе аэрозоля. в атмосферных осадках преобладают растворимые в воде формы тяжелых металлов.

Атмосфера городов сильно загрязнена оксидами азота и серы, а также пылью. Запыленность воздуха в городах в 5–10 раз превышает

природный фон, и это ведет к возрастанию роли твердых частиц как носителей химического загрязнения и усилению техногенных аномалий. Существование коррелятивных зависимостей между содержанием многих загрязняющих веществ в воздухе с их содержанием в снеге и почвах позволяет использовать эти компоненты экосистем для быстрой геохимической индикации загрязнения атмосферы.

Водная транзитная среда городов не только активно переносит загрязняющие вещества, но и активизирует экологические и геохимические процессы. Происходит подтопление, осушение, просадка и засоление грунтов, овражная эрозия, активизируются оползни, загрязняются водоемы и др. Изучение загрязнения вод проводится с определением химического состава канализационных, промышленных и муниципальных стоков, поступающих в жидком виде в экосистему, кроме того, ведется исследование поверхностных стоков, поступающих в коллекторные каналы, отстойники и т.д.

В городских поверхностных стоках содержание хлора, сульфат-, нитрит- и фосфатионов, натрия, калия, тяжелых металлов в десятки и сотни раз больше, чем в природных условиях. Для поверхностных вод характерно присутствие синтетических загрязняющих веществ – фенолов, нефтепродуктов, поверхностно активных веществ (ПАВ), полихлорбифенилов (ПХБ), которые в ряде случаев усиливают миграцию тяжелых металлов за счет образования с ними растворимых комплексных соединений. Содержание загрязняющих веществ в донных отложениях и техногенных илах служат интегральным показателем техногенной нагрузки на водосборы изучаемой территории.

Сложный и неоднородный процесс накопления загрязняющих веществ в почвах и приповерхностных грунтах городов требует детальной характеристики объектов исследования. В городских экосистемах, наряду с слабоизмененными или естественными почвами парков, бульваров, садов, пустырей и т.д., широко представлены искусственные техногенные грунты промышленных зон, улиц, площадей, дворов и т.п. Загрязняющие вещества, накапливающиеся в верхних горизонтах почв и грунтов, изменяют их свойства и химический состав и как новые объекты вновь включаются в природные и техногенные циклы миграции. Существенное значение для формирования загрязнения городских почв и грунтов имеет длительность и характер промышленного развития территории в историческое время. Геохимические аномалии в почвах и грунтах обычно фиксируют загрязнение за 20–50 лет. Минимальное время, необходимое для формирования достаточно контрастных

геохимических аномалий, составляет 5–10 лет, хотя для мышьяка и цинка это может быть 1–2 года.

Ореолы в почвах более статичны в донных отложениях и снеге, т.к. они способны аккумулировать загрязняющие вещества в течение всего периода техногенного воздействия. Поэтому геохимическая индексация и картографирование по депонирующим горизонтам почв и грунтов являются одним из основных методов изучения и оценки экологического состояния экосистем.

Способность растений аккумулировать загрязняющие вещества вблизи источников загрязнения дает основания для биогеохимических исследований в городских экосистемах. Они включают в себя определение содержаний индикаторных элементов в растениях, выбор индикаторных видов и органов растений для опробования, выявление биогеохимических аномалий и источников загрязнения. Биогеохимическое изучение городских экосистем дает информацию по загрязнению территории в период вегетации растений и активной водной миграции загрязняющих веществ в почвах. Контрастность этих аномалий может составлять десятки единиц фона.

Эффективным индикатором загрязнения атмосферы городов является кора деревьев, особенно сосны, которая не имеет физиологических пределов поглощения для многих загрязняющих веществ и способна к их накоплению. Биогеохимические ореолы в коре деревьев гораздо протяженнее и контрастнее ореолов в снеге и почвах. Важное индикационное и медико-экологическое значение имеет изучение сельскохозяйственной продукции, выращиваемой в городах.

Как показывают исследования городских экосистем, наиболее опасными, активно растущими по массе и разнообразию, являются выбросы в атмосферу, связанные с автомобильным транспортом. Важно отметить высокую контрастность количества выбросов загрязняющих веществ в суточном и недельном циклах (до 10 и более раз), что, с одной стороны, усложняет количественную характеристику экосистем, а с другой – позволяет широко использовать расчетные и полуквантитативные данные без ущерба точности оценки.

#### Библиографический список

1. Власов Д.В. Геохимия тяжелых металлов и металлоидов в ландшафтах Восточного округа Москвы: Дис. ... канд. геогр. наук. М., 2015.
2. Каргаполов Н.В. Геохимические функции городских экосистем // Проблемы географии и экологии: Сб. научных тр. Владимирского гос. гуманитарного ун-та. Владимир, 2009. С. 54–55.

3. Каргаполов Н.В. Пространственная организация антропогенных экосистем // Вестник Международной академии наук (Русская секция). Спецвыпуск. М., 2012. С. 261–263.
4. Каргаполов Н.В. Организация природных и антропогенных экосистем // Вестник МГГУ им. М.А. Шолохова. Сер. «Социально-экологические технологии». 2012. № 2. С. 110–115.
5. Каргаполов Н.В. Вредные вещества городских экосистем // Тенденции формирования науки нового времени: Сб. ст. Международной научно-практической конференции 27–28 декабря 2013. Уфа, 2013. С. 239–242.
6. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. М., 2000.

А.В. Рыжая, Е.И. Гляковская

## Членистоногие-фитофаги, повреждающие зеленые насаждения г. Гродно (Беларусь)<sup>1</sup>

В полевой сезон 2016 г. в разных типах озелененных территорий г. Гродно (Беларусь) выявили 62 вида фитофагов, относящихся к двум классам, четырём отрядам, 11 семействам и 40 родам на 26 видах древесно-кустарниковых растений. В видовом отношении преобладают отряды Hemiptera (18 видов) и Lepidoptera (16 видов), семейства Aphididae и Eriophyidae (14 и 11 видов), роды *Phyllonorycter* (6 видов), по 5 видов – у *Eriophyes* и *Stigmella*, по 3 вида из родов *Pemphigus* и *Aceria*. В зеленых насаждениях города выявили 10 инвазивных видов, из которых 4 дают массовые вспышки численности.

**Ключевые слова:** фитофаги, инвазивные виды, древесно-кустарниковые растения, повреждения растений, вспышки численности инвазивных видов.

Зеленые насаждения являются органической частью планировочной структуры современного города. Зелень парков, садов и улиц не только украшает город, но и выполняет в нем разнообразные функции. Существенную проблему представляют вредители и болезни декоративных растений, особенно древесных, которые составляют композиционную основу как парковых, так и большинства других типов городских насаждений. Фитофаги-вредители в урбоценозах способны не только регулярно давать вспышки массового размножения, но и ощутимо вредить даже при относительно низком уровне плотности популяций, поскольку уже незначительные повреждения приводят к частичной или полной утрате декоративности зеленых насаждений [10].

Среди фитофагов, повреждающих городские декоративные насаждения, встречаются как аборигенные, так и чужеродные виды. Инвазивные виды по праву считаются второй по значению угрозой биоразнообразию (после разрушения мест обитания). Процесс инвазии значительно ускорился в связи с глобальным потеплением климата

<sup>1</sup> Работа выполнялась в рамках государственной программы научных исследований (ГПНИ) «Природопользование и экология» на 2016–2020 гг., подпрограммы «Биоразнообразие, биоресурсы, экология» 2.05 «Изменения сообществ фоновых видов фитофагов – вредителей древесно-кустарниковых растений урбоценозов Гродненского Полесья в результате инвазивных процессов».

и интенсификацией товарных и иных отношений с различными странами, радикального увеличения транспортных потоков. Многие из чужеродных видов характеризуются высокой пластичностью, что позволяет им внедряться в новые для них экосистемы, высокой скоростью размножения, позволяющей быстро наращивать свою численность, и высокой конкурентной способностью, приводящей к подавлению или вытеснению аборигенных видов [1].

К настоящему времени уже очерчен круг чужеродных для фауны Беларуси видов фитофагов-вредителей древесно-кустарниковых растений, однако уровень их вредоносности в условиях разного типа зеленых насаждений в урбоценозах Гродненского Понеманья, характеризующихся спецификой природно-климатических условий, остается неустановленным. Важность изучения и прогнозирования последствий инвазионных процессов для данной территории связана с тем, что она является одним из основных коридоров проникновения чужеродных видов и потенциально возможных инвазий.

### **Методология и материал исследований**

В основу настоящей публикации положены материалы многолетнего изучения зеленых насаждений г. Гродно, выполняющихся на кафедре зоологии и физиологии человека и животных Гродненского государственного университета им. Я. Купалы [1; 7; 8; 10]. С 2016 г. мониторинг был расширен благодаря государственной программе научных исследований (ГПНИ) «Природопользование и экология» на 2016–2020 гг.

Территория, на которой расположен г. Гродно (53°41'18" с.ш., 23°49'32" в.д., высота над уровнем моря 139 м), принадлежит к Западно-Белорусской ландшафтно-географической провинции, простирающейся в пределах евроазиатской хвойно-лесной (таежной) геоботанической области [2].

Озелененные территории в г. Гродно занимают в целом около 17%, площадь зеленых насаждений города составляет 1202 га (по состоянию на 2011 г.), длина линейных посадок 133 км, на одного жителя приходится 40,4 м<sup>2</sup> зеленых насаждений. В насаждениях преобладают липа, ясень, клен, береза, рябина, ивы, каштан, дуб, тополя, многие виды кустарников-интродуцентов. Часто в придомовых посадках встречаются плодовые деревья (слива, вишня, яблоня). Хвойные деревья составляют менее 1,5% древостоя.

Парки и скверы занимают 16,4% общей площади города (насаждения общего пользования), насаждения ограниченного пользования (участки индивидуального строительства, посадки во дворах домов в микрорайонах, при больницах, детских садах, средних школах, спортивных

комплексах) – 298 га, специального назначения (водоохранные и санитарно-защитные посадки) – 127,9 га, насаждения улиц и площадей – 95,7 га, прочие и резервные озелененные территории составляют 0,6 га [5; 9].

Сбор материала осуществляли в насаждениях общего и ограниченно-го пользования в ходе визуального обследования древесных и кустарниковых растений. Это, в первую очередь, городские парки, скверы, уличные посадки и озеленение жилых микрорайонов города. Фрагменты заселенных фитофагами поврежденных частей растений собирали для последующего анализа в лабораторных условиях и гербаризации образцов. Идентификацию таксономической принадлежности вели по общепризнанным источникам [3; 4; 6; 12–14]. Материал в количестве порядка 200 образцов хранится на кафедре зоологии и физиологии человека и животных, в лаборатории зоологии беспозвоночных.

### Результаты исследования

На исследованной территории нами выявлено 62 вида фитофагов, вредителей древесных и кустарниковых растений. Они относятся к двум классам членистоногих: Паукообразным и Насекомым, при преобладании последних, составляющим около 80% видового обилия фитофагов. Насекомые представлены четырьмя отрядами (рис. 1), в видовом отношении преобладают Hemiptera (18 видов) и Lepidoptera (16 видов). Выявленные нами виды насекомых-фитофагов относятся к 11 семействам. Чешуекрылые представлены 4 семействами, перепончатокрылые и равнокрылые – по 3 семейства, а двукрылые только одним – Cecidomyiidae. Паукообразные представлены клещами двух семейств – Eriophyiidae и Phytoptidae.

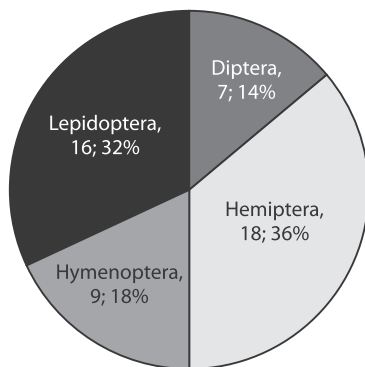
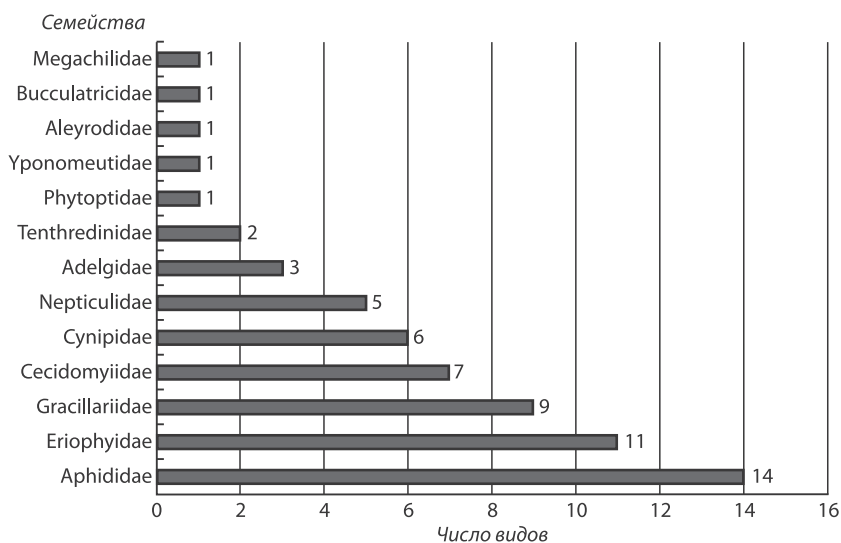


Рис. 1. Распределение обнаруженных видов насекомых-фитофагов по отрядам



Всего на территории города отмечены фитофаги из 11 семейств. Наибольшее число выявленных видов относится к семействам Aphididae и Eriophyidae (рис. 2), которые в сумме составляют 40,3% всего видового обилия фитофагов в исследованных зеленых насаждениях города. Пять семейств – одновидовые, это Phytoptidae (клещи), Yponomeutidae и Bucculatricidae (бабочки), Aleyrodidae (равнокрылые) и Megachilidae (перепончатокрылые). Остальные шесть семейств представлены небольшим количеством видов – от 2 до 9 (рис. 2).



**Рис. 2.** Распределение обнаруженных видов членистоногих-фитофагов по семействам

Выявленные нами 62 вида членистоногих-фитофагов, обитающих на территории г. Гродно, относятся к 40 родам, из них наибольшее число видов – 6 – включает род *Phyllonorycter* (Gracillariidae, Lepidoptera), по пять видов *Eriophyes* (Eriophyidae, Acari) и *Stigmella* (Nepticulidae, Lepidoptera), по 3 вида из рода *Pemphigus* (Aphididae, Hemiptera), и рода *Aceria* (Eriophyidae, Acari), остальные роды включают 1–2 вида.

Из 62 видов фитофагов 24 выявлены нами на территории г. Гродно впервые в ходе полевых исследований 2016 г. в рамках настоящей программы.

Мы провели анализ приуроченности фитофагов к основным декоративным древесно-кустарниковым растениям, произрастающим на озелененных территориях города (таблица 1).

Таблица 1

**Распределение фитофагов  
по древесно-кустарниковым растениям**

<b>Виды растений</b>	<b>Фитофаги</b>
Береза повислая ( <i>Betula pendula</i> Roth)	<i>Phyllonorycter ulmifoliella</i> (Hübner, 1817), <i>Stigmella betulicola</i> (Stainton, 1856), <i>Heterarthrus nemoratus</i> (Fallén, 1808)
Вяз шершавый (голый) ( <i>Ulmus glabra</i> Huds.)	<i>Eriosoma ulmi</i> (Linnaeus, 1758), <i>Tetraneura ulmi</i> (Linnaeus, 1758), <i>Colopha compressa</i> (Koch, 1856), <i>Eriosoma lanuginosum</i> (Hartig, 1839), <i>Phyllonorycter tristrigella</i> (Haworth, 1828)
Груша обыкновенная ( <i>Pyrus communis</i> L.)	<i>Eriophyes pyri</i> (Pagenstecher, 1857)
Дуб черешчатый ( <i>Quercus robur</i> L.)	<i>Stigmella roborella</i> (Johansson, 1971), <i>S. samiatella</i> (Zeller, 1839), <i>Phyllonorycter roboris</i> (Zeller, 1839), <i>Andricus foecundatrix</i> (Hartig, 1840), <i>Cynips (Diplolepis) quercusfolii</i> (Linnaeus 1758), <i>C. longiventris</i> (Hartig, 1840), <i>Neuroterus quercusbaccarum</i> (Linnaeus, 1758), <i>N. albipes</i> (Schenck, 1863), <i>Macrodiplosis dryobia</i> (Löw, 1877), <i>Profenusa pygmaea</i> (Klug, 1816)
Ель обыкновенная ( <i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.)	<i>Adelges tardus</i> (Dreyfus, 1888), <i>Sacchiphantes abietis</i> (Linnaeus, 1758)
Жимолость ( <i>Lonicera</i> sp.)	<i>Rhopalomyzus lonicerae</i> (Siebold 1839)
Ива ( <i>Salix</i> sp.)	<i>Dasineura rosaria</i> (Loew, 1850), <i>Iteomyia caprea</i> (Winnertz, 1853), <i>Rhabdophaga heterobia</i> (Loew, 1850)
Калина красная ( <i>Viburnum opulus</i> L.)	<i>Aphis fabae</i> (Scopoli, 1763)
Клен остролистный ( <i>Acer platanoides</i> L.)	<i>Stigmella aceris</i> (Frey, 1857), <i>S. speciosa</i> (Frey, 1857), <i>Bucculatrix thoracella</i> (Thunberg, 1794), <i>Aceria platanoidea</i> (Nalepa, 1922), <i>Aleurochiton aceris</i> (Modeer, 1778)

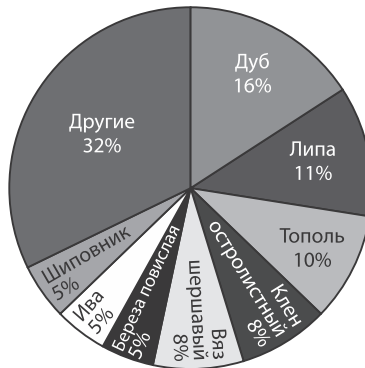
## Продолжение табл. 1

Виды растений	Фитофаги
Клен серебристый ( <i>Acer saccharinum</i> L.)	<i>Vasates quadripedes</i> (Shimer, 1869)
Клен-явор ( <i>Acer pseudoplatanus</i> L.)	<i>Aceria cephalonea</i> (Nalepa, 1922)
Каштан конский обыкновенный ( <i>Aesculus hippocastanum</i> L.)	<i>Cameraria ohridella</i> (Deschka & Dimic, 1986), <i>Aculus hippocastani</i> (Fockeu, 1890)
Липа сердцевидная ( <i>Tilia cordata</i> Mill.)	<i>Eriophyes exilis</i> (Nalepa, 1892), <i>E. leiosoma</i> (Nalepa, 1892), <i>E. tiliae</i> (Pagenstecher, 1857), <i>Eucallipterus tiliae</i> (Linnaeus, 1758), <i>Dasineura tiliae</i> (Schrank, 1803), <i>Phyllonorycter issikii</i> (Kumata, 1963), <i>Phytoptus tetratrichus</i> (Nalepa 1890)
Липа европейская ( <i>Tilia europaea</i> L.)	<i>Eriophyes tiliae</i> (Pagenstecher, 1857)
Лиственница сибирская ( <i>Larix sibirica</i> Ledeb.)	<i>Cholodkovskya viridana</i> (Cholodkovsky, 1896)
Малина обыкновенная ( <i>Rubus idaeus</i> L.)	<i>Lasioptera rubi</i> (Schrank, 1803)
Орех грецкий ( <i>Juglans regia</i> L.)	<i>Aceria erinea</i> (Nalepa, 1891)
Робиния ложноакациевая ( <i>Robinia pseudoacacia</i> L.)	<i>Obolodiplosis robiniae</i> (Haldeman, 1847), <i>Phyllonorycter robinella</i> (Clemens, 1859)
Сирень обыкновенная ( <i>Syringa vulgaris</i> L.)	<i>Gracillaria syringella</i> (Fabricius, 1794)
Смородина красная (обыкновенная, садовая) ( <i>Ribes rubrum</i> L.)	<i>Cryptomyzus ribis</i> (Linnaeus, 1758)
Тополь ( <i>Populus</i> sp.)	<i>Pemphigus bursarius</i> (Linnaeus, 1758), <i>P. populinigrae</i> (Schrank, 1801), <i>P. spyrothecae</i> (Passerini, 1860), <i>Phyllocoptes populi</i> (Nalepa, 1894), <i>Phyllonorycter sagitella</i> (Bjerkander, 1790), <i>Phyllocnistis unipunctella</i> (Stephens, 1834)
Черемуха обыкновенная ( <i>Padus avium</i> Mill.)	<i>Eriophyes padi</i> (Domes, 2000)

Окончание табл. 1

Виды растений	Фитофаги
Чубушник обыкновенный ( <i>Philadelphus coronarius</i> L.)	<i>Aphis fabae</i> (Scopoli, 1763)
Шиповник собачий ( <i>Rosa canina</i> L.)	<i>Diplolepis rosae</i> (Linnaeus, 1758), <i>Macrosiphum rosae</i> (Linnaeus, 1758) <i>Megachile centuncularis</i> (Linnaeus, 1758)
Яблоня домашняя ( <i>Malus domestica</i> Borkh.)	<i>Aphis pomi</i> (De Geer, 1773), <i>Yponomeuta malinellus</i> (Zeller, 1838)
Ясень пенсильванский ( <i>Fraxinus pennsylvanica</i> Marshall)	<i>Prociphillus fraxini</i> (Fabricius, 1777)

Фитофаги отмечены на 26 таксонах декоративных растений, из которых 7 видов представляют собой кустарники. Наибольшее число видов фитофагов выявили на дубе, липе, тополе, вязе, клене остролистом (рис. 3). Фитофаги, отмеченные на 8 видах наиболее заселенных декоративных древесно-кустарниковых растениях, составляют 68% всего видового обилия.



**Рис. 3.** Приуроченность фитофагов к древесно-кустарниковым растениям г. Гродно

Больше всего видов членистоногих отмечено на дубе, однако в г. Гродно дуб высажен единичными экземплярами в парках, на придомовых участках, в уличных посадках, поэтому вызываемые фитофагами повреждения на этом дереве незаметны.

Значительные повреждения, особенно благодаря *Eucallipterus tiliae*, отмечаются в городе на липе сердцевидной, которая широко представлена в озеленении улиц и бульваров города. Уже в июле листья деревьев чернеют, при массовой колонизации листовых пластинок насекомые продуцируют большое количество экскрементов – пади, которая загрязняет как кроны деревьев, так и все расположенные под ними предметы. К концу лета листья скручиваются и опадают.

Тополя довольно обильны в посадках на территориях общего пользования, наиболее часто из фитофагов встречается *Pemphigus spyrothecae*.

На вязе и клене остролистом нами найдены по пять видов членистоногих-фитофагов, вредители клена массовых вспышек не дают, листья его гораздо чаще повреждаются грибами, а вяз нешироко распространен на улицах города. Интересно, что *Eriosoma ulmi* встречается именно на плакучих формах вяза, а остальные виды в большом количестве встречаются на нескольких деревьях, произрастающих в Коложском парке.

Березы, широко распространенные в уличных посадках города, слабо заселены фитофагами, так, в ходе настоящей работы выявлены только три вида фитофагов.

Мы также проанализировали происхождение фитофагов, выявленных в городском озеленении. Из 62 видов членистоногих 10 являются инвазивными на территории Беларуси [1; 11]. Как правило, инвазивные виды фитофагов заселяют адвентивные виды растений, как, например, робиния повреждается *Obolodiplosis robiniae* и *Phyllonorycter robiniella*; каштан конский – *Cameraria ohridella*, при этом уже во второй половине лета каштаны начинают сбрасывать листву, а осенью может наблюдаться повторное цветение. Лиственница сибирская в парках и на улицах сильно поражается *Cholodkovskya viridana*, причем только молодые посадки, на старых деревьях этот фитофаг не отмечен. Значительно поражает тополь Петровского *Pemphigus spyrothecae*, снижая его декоративность, а *Rhopalomyzus lonicerae* уже в конце июня вызывает повреждение побегов жимолости. Остальные чужеродные виды фитофагов встречаются в городе значительно реже.

Не отмечены фитофаги на рябинах (в городском озеленении встречается два вида рябин, *Sorbus aucuparia* L. и *S. intermedia* (Ehrh.) Pers.), хотя на территории Гродненской области фитофаги на рябине обыкновенной регистрируются.

## Выводы

Таким образом, по итогам полевого сезона за первый год выполнения программы на территории г. Гродно в парках, скверах и других видах

озеленения нами выявлено 62 вида фитофагов, относящихся к двум классам, четырем отрядам, 11 семействам и 40 родам. Из 26 видов древесно-кустарниковых растений, на которых отмечены фитофаги, 8 видов заселены 10–3 видами, остальные же поражаются 1–2 видами. В зеленых насаждениях города выявили 10 инвазивных видов, из которых 4 дают массовые вспышки численности.

#### Библиографический список

1. Буга С.В., Рыжая А.В. Адвентивные виды равнокрылых хоботных (Rhynchota: Sternorrhyncha) и жесткокрылых (Coleoptera) насекомых урбаноценозов Минска и Гродно // *Веснік ГрГУ ім. Я. Купалы. Сер. 5. Эканоміка. Сацыялогія. Біялогія*. 2011. № 2 (120). С. 122–130.
2. Гродно. Энциклопедический справочник. Мн., 1989.
3. Гусев В.И. Определитель повреждений лесных, декоративных и плодовых деревьев и кустарников. М., 1984.
4. Дендрофильные насекомые Санкт-Петербурга и Ленинградской области. URL: [http://try.taxon.pro/#!/base0004/stand\\_opred](http://try.taxon.pro/#!/base0004/stand_opred) (дата обращения: 26.08.2016).
5. Инструкция о порядке государственного учета объектов растительного мира, расположенных на землях населенных пунктов, и обращения с ними: утв. Министерством жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь 29.12.04 г. Мн., 2004.
6. Петров Д.Л., Сауткин Ф.В., Иванов В.В. Фитофаги – вредители кустарниковых растений. Мн., 2011.
7. Рыжая А.В., Буга С.В. Фоновые виды жесткокрылых и равнокрылых насекомых – фитофагов древесных растений урбаноценозов Минска и Гродно // *Веснік ГрГУ ім. Я. Купалы. Сер. 5. Эканоміка. Сацыялогія. Біялогія*. 2012. № 2. С. 120–130.
8. Сауткин Ф.В., Рыжая А.В., Буга С.В. Насекомые-фитофаги – вредители декоративных кустарников в зеленых насаждениях г. Гродно // *Вестник БГУ. Сер. 2*. 2012. № 3. С. 49–54.
9. Структура, состояния и устойчивость древесных насаждений г. Гродно / Кравчук Л.А. и др. // *Веснік ГрГУ ім. Я. Купалы. Сер. 2*. 2006. № 3 (46). С. 111–119.
10. Фитофаги – вредители древесных растений урбаноценозов Минска и Гродно / С.В. Буга, Д.Л. Петров, А.В. Рыжая, Ф.В. Сауткин. Мн., 2010.
11. Черная книга инвазивных видов животных Беларуси / Сост.: А.В. Алехнович и др.; Под. общ. ред. В.П. Семенченко. Мн., 2016.
12. Aphid Species File. URL: <http://aphid.speciesfile.org/HomePage/Aphid/HomePage.aspx> (дата обращения: 26.07.2016).
13. Blackman R.L., Eastop V.F. Aphids on the world's trees: an identification and information guide. Cambridge, 1994.
14. Heie O.E. Aphidoidea (Hemiptera) of Fennoscandia and Denmark. II. The family Drepanosiphidae. Klampenborg, 1982.

А.В. Семенютина, А.А. Долгих, В.И. Панов, А.К. Зеленьяк

## Интродукция как способ повышения биоразнообразия и обогащения дендрофлоры аридных территорий

В статье представлен анализ биоразнообразия интродукционных ресурсов Федерального научного центра агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН (Алтайский край, Волгоградская, Самарская области). На основе многолетних экспериментальных исследований, которые выполнялись как полевой опыт, где главным действующим фактором являлись экологические условия различных географических пунктов, а также характеристики растений, определена эколого-хозяйственная перспектива интродукции древесных растений для обогащения дендрофлоры защитных лесных насаждений различного целевого назначения и повышения биоразнообразия деградированных ландшафтов.

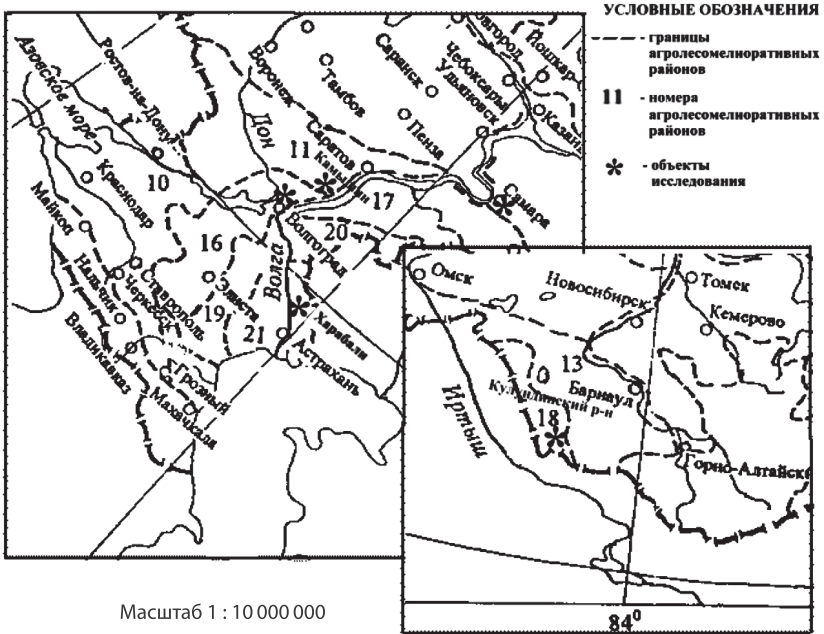
**Ключевые слова:** интродукционные ресурсы, генофонд растений, обогащение дендрофлоры, биоразнообразие, адаптация хозяйственно ценных растений, защитные лесные насаждения.

В последнее время все большее хозяйственное значение приобретает биологическое разнообразие, которое составляет базу для поддержания нормальных экологических условий, является гарантией снабжения населения продуктами питания в будущем. Основой для подбора и успешного введения в культуру хозяйственно-ценных растений служит интродукция и акклиматизация [3; 6; 7].

Актуальность интродукции деревьев и кустарников в Нижнем Поволжье определяется бедным флористическим составом аборигенной дендрофлоры. Она представлена 116 видами (53 рода из 25 семейств), которые произрастают в местах с повышенным увлажнением. В более ксерофитных условиях распространены лишь деревья третьей величины и крупные кустарники. Определить перспективность интродукции тех или иных систематических, географических и экологических групп зачастую можно только экспериментально, испытывая многие виды различных биологических групп в течение ряда лет и многосторонне анализируя результаты [7].

## Объект и материалы исследования

Объектами исследований являлась большая группа интродуцентов из дендрариев Федерального научного центра агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН (ФНЦ агроэкологии РАН), а также коллекционных, семенных участков, агро- и урболесных экосистем аридного пояса России (рис. 1).



**Рис. 1.** Объекты исследований по природным зонам

Ксеротермический режим климата Нижнего Поволжья и Западной Сибири определяет аридную направленность формирования растительности и оказывает влияние на рост и развитие интродуцированных деревьев и кустарников [3; 7].

Мобилизация исходного материала проводилась в течение сорока лет в бывших республиках Средней Азии, в Волгоградской, Астраханской, Ростовской, Самарской областях, Ставропольском крае. При решении поставленных задач использовались методы натурного эксперимента, экспедиционные и лабораторные исследования, проведенные по общепринятым методикам [2; 4]. Методы исследований базировались



на принципах комплексного изучения процессов мобилизации и адаптации древесных растений для засушливого пояса России по лесомелиоративному районированию, разработанному ФНЦ агроэкологии РАН [5].

Экспериментальные исследования выполнялись как полевой опыт, где главным действующим фактором являлись экологические условия различных географических пунктов (Алтайский край, Волгоградская, Астраханская, Самарская обл.), погодные условия различных лет вегетации, а также характеристики растений (адаптивные и хозяйственно ценные).

## Результаты и их обсуждение

Получены новые экспериментальные данные по интродукции родовых комплексов деревьев и кустарников для повышения биоразнообразия дендрофлоры защитных лесных насаждений различного целевого назначения. Разработка способов и мероприятий по мобилизации биологического потенциала проведена на базе коллекций ФНЦ агроэкологии РАН с использованием представителей семейства Rosaceae, преобладающего по количеству видов и родов (рис. 2).

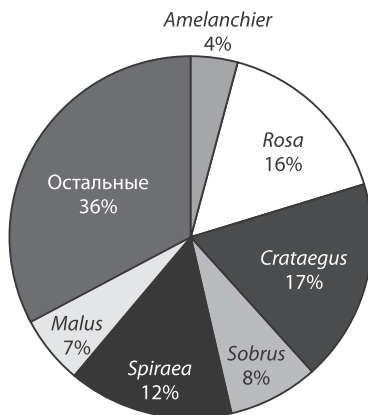


Рис. 2. Коллекционные фонды деревьев и кустарников семейства Rosaceae Juss.

В коллекциях ФНЦ агроэкологии РАН (Волгоградский, Камышинский, Поволжский, Кулундинский дендрарии) семейство Rosaceae – одно из самых крупных по таксономическому составу и составляет 35,7% от общего количества видов и включает 75 родов, 35,7% из них приходится на родовые комплексы.

Биоэкологическая оценка многолетнего способа интродукции родовых комплексов – *Amelanchier* (7), *Rosa* (27), *Sorbus* (7), *Spiraea* (15), *Crataegus* (33), *Chaenomeles* (3), использована для разработки мероприятий по привлечению перспективных видов для наилучшего решения поставленных задач. Выявлена степень адаптации в условиях засушливой зоны, которая характеризует не только адаптивные процессы, но и возможность применения растений в различных лесонасаждениях (рис. 3).

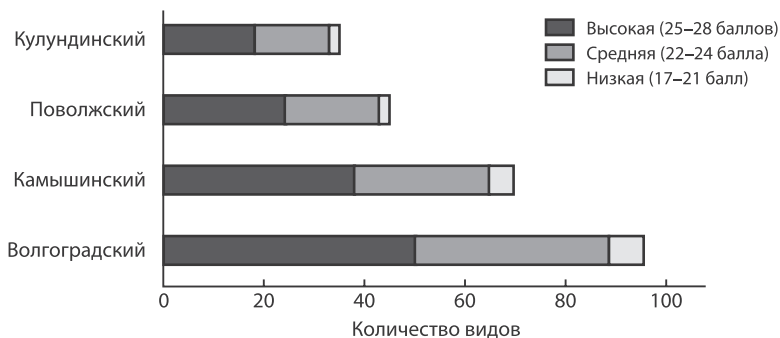
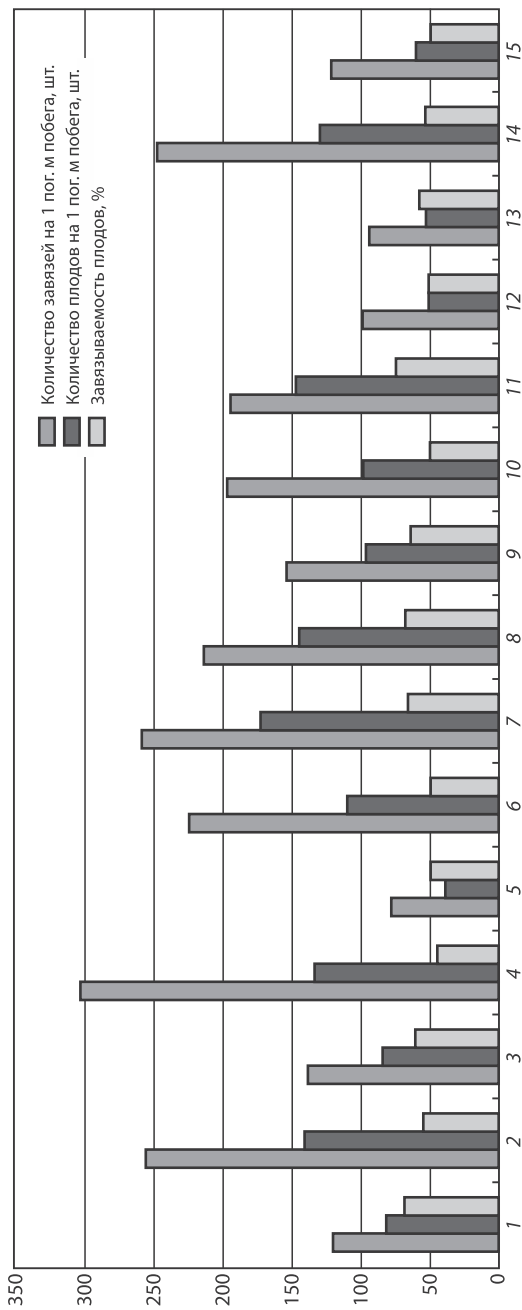


Рис. 3. Распределение коллекции семейства Rosaceae по степени адаптации

Перспективны для мобилизации и выращивания на производственных питомниках и широкого практического применения по всем районам аридной зоны России в различных типах защитных и озеленительных посадок деревья и кустарники с высокой степенью адаптации (25–28 баллов). Они обладают высокой толерантностью в экстремальных условиях, обильно цветут и плодоносят, имеют качественные семена. В эту группу входят родовые комплексы кустарников с широким ареалом произрастания: ирга, шиповник, боярышник и др., которые рекомендованы для количественного и качественного расширения разнообразия адаптированных хозяйственно ценных древесных видов и формирования многофункциональных защитных лесонасаждений, как лесомелиоративные, декоративные, плодовые и энтомофильные виды [3].

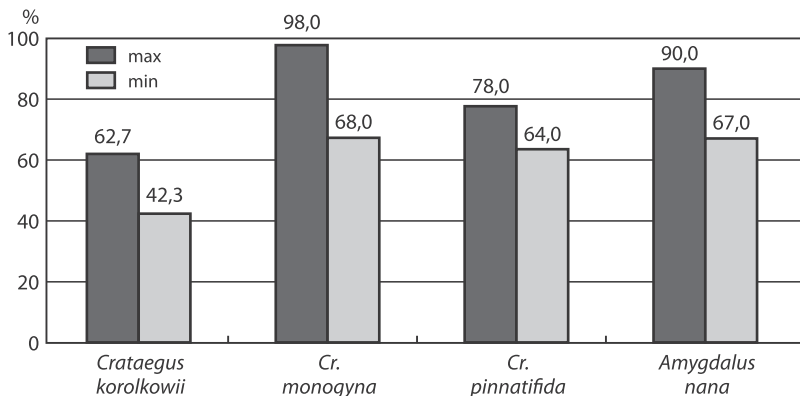
Определение диапазона экологической пластичности перспективных видов по качественным и количественным параметрам семеношения в возрастном аспекте составляют основу для мобилизации адаптированных хозяйственно ценных видов. Адаптация растений при привлечении их в новые условия выращивания заметный отпечаток откладывает на завязываемость плодов, семенную продуктивность, которые зависят от видовой принадлежности, возраста, географического происхождения и абиотических факторов (рис. 4).



**Рис. 4.** Завязываемость плодов у различных видов *Crataegus* (возраст 56 лет, Самарская область):

- 1 – Алма-Атинский; 2 – Вееровидный; 3 – Великолепный; 4 – Даурский; 5 – Джека; 6 – Зеленомясый; 7 – Королькова; 8 – Кротово-красный; 9 – Круглолистный; 10 – Максимовича; 11 – Мягковатый; 12 – Однопестичный; 13 – Робсона; 14 – Шредера; 15 – Эльвангера

В результате определения репродуктивной способности хозяйственно ценных интродуцентов в различных почвенно-климатических условиях составлен реестр доброкачественности семян для их мобилизации и выращивания на производственных лесопитомниках [1; 4]. Чем выше степень адаптации растений к местным условиям, тем успешнее они развиваются, что обусловлено хорошей доброкачественностью семян (рис. 5).



**Рис. 5.** Доброкачественность семян семейства Rosaceae в условиях сухой степи

Цветение и плодоношение отражают степень адаптации растений к экологическим воздействиям. Чем выше степень адаптации растений к местным условиям, тем успешнее они развиваются, что обусловлено хорошей завязываемостью, формированием крупных плодов и семян. При этом увеличивается семенная продуктивность, что позволяет использовать растения при создании семенных участков.

## Закключение

Об относительной завершенности интродукции тех или иных видов растений для повышения биоразнообразия и обогащения дендрофлоры аридных территорий можно судить по результатам эксперимента в пространстве и во времени и по изучению их эколого-биологической и хозяйственной ценности. Анализ эколого-экспериментального опыта интродукции показал, что наибольшими адаптационными возможностями обладают виды с широким ареалом. В коллекциях ФНЦ агроэкологии РАН (Волгоградский, Камышинский, Поволжский, Кулундинский дендрарии) семейство Rosaceae – одно из самых крупных по таксономическому составу и составляет 35,7% от общего количества видов и включает 75 родов, 35,7% из них приходится на родовые комплексы.

Оценка интродуцированных видов показала, что в нормальных и оптимальных условиях кустарники, обладающие высокой степенью адаптивности (0,8), перспективны при создании насаждений в сложных лесорастительных условиях.

Знание сущности взаимоотношений между растениями и окружающей средой позволяет раскрыть многообразие приспособительных реакций. Для диагностики выносливости растений необходимо использовать комплекс показателей, одним из которых служит характер цветения, плодоношения и семенного размножения.

Наиболее перспективный интродукционный материал с большим диапазоном приспособительных возможностей, высоким уровнем внутривидовой изменчивости, определяющим успех интродукции, находится в центральной области ареала. Растения, выращенные из семян из этой части ареала, обладают более широкой нормой реакции на различные внешние условия.

Чем больше изменчивость растения, тем больше амплитуда его возможностей для адаптации к новым условиям. Свойство видов адаптироваться к факторам среды характеризует экологическая пластичность (экологическая валентность). У видов, длительное время развивающихся в относительно стабильных условиях, экологическая пластичность снижается или утрачивается, в то время как виды, существовавшие при значительных колебаниях факторов среды, приобретают повышенную экологическую пластичность.

Роль видов в стабилизации деградированных ландшафтов определяется суммой условий (почвенно-грунтовых, климатических), а также совокупностью ценных признаков и биологических свойств самих растений. Обобщенный показатель по группе признаков у представителей сем. Rosaceae (боярышники, шиповники, ирга, рябины, хеномелес и др.) составил 0,76–0,82. Как виды многоцелевого назначения, они перспективны для оптимизации насаждений в засушливых районах России.

Экспериментальные исследования по интродукции дают основание расширить ассортимент декоративных кустарников и деревьев для озеленения населенных пунктов засушливого региона России с целью усиления их экологической устойчивости и удовлетворении уровня потребностей в отдыхе и улучшении художественного облика деградированных ландшафтов.

При конструировании сбалансированных агролесных и урболесных экосистем необходимо использовать разнообразие перспективных хозяйственно-ценных деревьев и кустарников (декоративных, лесомелиоративных, плодовых, энтомофильных, медоносных, лекарственных).

## Библиографический список

1. Каталог древесных растений для питомниководства Волгоградской области / Семенютина А.В. и др. Св. о гос. регистрации базы данных РФ № 2015620060, 13.01.2015.
2. Методические указания по семеноведению древесных интродуцентов в условиях засушливой зоны / А.В. Семенютина и др. М., 2010.
3. Научно-методические указания по оптимизации дендрофлоры лесомелиоративных комплексов / А.В. Семенютина и др. Волгоград, 2012.
4. Научные основы семеноведения генофонда деревьев и кустарников в засушливых условиях / Семенютина А.В., Свинцов И.П., Хужахметова А.Ш., Семенютина В.А. // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Сер. «Естественные и технические науки». 2015. № 1/2. С. 40–52.
5. Семенютина А.В. Ассортимент деревьев и кустарников для мелиорации агро- и урболандшафтов засушливой зоны: Научно-методические рекомендации. М.–Волгоград, 2002.
6. Семенютина А.В. Лесомелиорация и обогащение дендрофлоры аридных регионов России: Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Волгоград, 2005.
7. Семенютина А.В. Дендрофлора лесомелиоративных комплексов: Монография. Волгоград, 2013.

А.В. Терешкин, В.Н. Филатов

## Мониторинг состояния кустарников в зеленых насаждениях г. Саратова

Приведены материалы мониторинга состояния кустарников в зеленых насаждениях г. Саратова. Дано распределение кустарников по объектам озелененных территорий общего пользования (парки, скверы, сады и бульвары). Представлено фактическое состояние различных видов кустарников, произрастающих на данных объектах, выявлено, что хорошее состояние имеют 62% от общего количества кустарников г. Саратова.

**Ключевые слова:** мониторинг состояния кустарников, озелененные территории, кустарники в городе, насаждения общего пользования, кустарники в парках, кустарники в садах, кустарники в скверах, экология г. Саратова.

Мониторинг зеленых насаждений с целью выявления их способности сохранять характер функционирования в условиях воздействия антропогенных факторов, а также учета фактического количества произрастающих на площади озелененных территорий древесных растений с оценкой их состояния становится экологически и экономически значимым мероприятием [2].

Кустарники исключительно перспективны для использования в современном зеленом строительстве [1; 6]. Они быстро развиваются и достигают максимальной декоративности, легко размножаются, толерантны к условиям произрастания [11; 12]. Используя их, можно создавать красочные композиции как в условиях жилой застройки города, промышленных предприятий, так и при озеленении сельских населенных пунктов [1; 5, 9]. Кустарники являются великолепным материалом для создания высокохудожественных композиций в скверах, садах, парках и лесопарках [3; 4; 10].

Материалы фактического учета показали, что в условиях городской среды г. Саратова произрастают 73 798 шт. кустарников. Наибольшее количество кустарников выявлено в парках – 38 944 шт., что составляет 52,8% от общего числа, в насаждениях бульваров – 29 044 шт. кустарников (39,4%), в садах – 2186 шт. (3,0%), а скверах – 3624 шт. (4,9%).

Объектами исследований являлись различные виды кустарников, произрастающие в озеленительных посадках г. Саратова. При использовании кустарников для декоративного оформления, наряду с их

габитусом или размерами, большое значение имеет жизненное состояние кустарников.

Определение состояния кустарников по 3-балльной шкале [8] показало, что многие виды кустарников при выращивании на различных объектах озеленения общего пользования изменяют свою декоративность и жизнённость.

До 50% экземпляров, произрастающих в насаждениях общего пользования, таких видов, как *Ribes aureum* Pursh., *Amelanchier rotundifolia* (Lam.), *Padus virginiana* (L.) Mill., *Sambucus racemosa* L., *Crataegus sanguinea* Pall., *Rosa rugosa* Thunb, имеют хорошее состояние (таблица 1).

Таблица 1

**Количество экземпляров кустарников,  
имеющих хорошее состояние (распределение по видам)**

Часть от общего числа на объектах		
26–50%	51–75%	76–100%
<i>Ribes aureum</i> Pursh. <i>Amelanchier rotundifolia</i> (Lam.) <i>Padus virginiana</i> (L.) Mill. <i>Sambucus racemosa</i> L. <i>Crataegus sanguinea</i> Pall. <i>Rosa rugosa</i> Thunb.	<i>Philadelphus coronarius</i> L. <i>Viburnum opulus</i> L. <i>F. roseum</i> L. Hegi. <i>Cotoneaster lucidus</i> Schlecht. <i>Padus avium</i> Mill.	<i>Thuja orientalis</i> L. <i>Lonicera tatarica</i> L. <i>Syringa vulgaris</i> L. <i>Crataegus oxyacantha</i> L. <i>Aronia melanocarpa</i> (Michx.) Elliot. <i>Thuja occidentalis</i> L. <i>Rhamnus cathartica</i> L. <i>Caragana arborescens</i> Lam. <i>Elaeagnus argentea</i> Pursh <i>Cornus alba</i> L. <i>Rosa canina</i> L. <i>Mahonia aquifolium</i> Nutt. <i>Chaenomeles japonica</i> (Thunb.) Lindl. <i>Syringa josikaea</i> Jacq. <i>Lonicera caprifolium</i> L. <i>Ligustrum vulgare</i> L. <i>Hippophae rhamnoides</i> L. <i>Prunus spinosa</i> L. <i>Spiraea vanhouttei</i> (Briot.) Zab. <i>Cerasus tomentosa</i> (Thunb.) Wall <i>Tamarix ramosissima</i> Ledeb.



Определение состояния кустарников в целом по объектам показало, что 62% от общего количества растений имеют хорошее состояние (таблица 2).

Таблица 2

### Состояние кустарников на различных объектах

Состояние кустарников	Категории объектов				Всего	
	Парки	Сады	Скверы	Бульвары	шт.	%
Произрастает всех кустарников, шт.	38 944	2186	3624	29 044	73 798	100,0
В их числе имеют состояние:						
хорошее	29 814	1490	833	13 648	45 785	62,0
удовлетворительное	7912	487	2393	11 265	22 057	29,9
неудовлетворительное	1218	209	398	4131	5956	8,1

Наибольшее число видов, имеющих удовлетворительное состояние, было отмечено на территории парков (27) и скверов (12). В процентном отношении доля кустарников с удовлетворительным состоянием оказалась больше в скверах, чем в парках (рис. 1). Наибольшему техногенному загрязнению в городских агломерациях подвергаются кустарники насаждений улиц и бульваров по сравнению с парками, скверами и садами.

Более детально рассмотрим состояние кустарников одного из наиболее посещаемых объектов общего пользования – городского парка культуры и отдыха им. М. Горького (таблица 3).

На территории данного объекта произрастает 26 видов кустарников, из которых хорошее состояние имеют 1073 кустарника (35% от общего количества), удовлетворительное состояние – 3319 (63%), а неудовлетворительное – 75 (2%).

Хорошее состояние отмечено у 6 видов (*Mahonia aquifolium* Nutt., *Cornus alba* L., *Symphoricarpos albus* (L.) Blake., *Syringa josikaea* Jacq., *Lonicera caprifolium* L. и *L. tatarica* L.). Здесь от 90 до 100% экземпляров проявляли высокую степень декоративности без признаков усыхания.

В связи с тем, что видовой состав кустарников на территориях обследованных насаждений общего пользования различается по ассортименту

и представительству видов, то для более детальной и объективной характеристики состояния кустарников были отобраны только те виды, которые произрастают во всех категориях объектов.

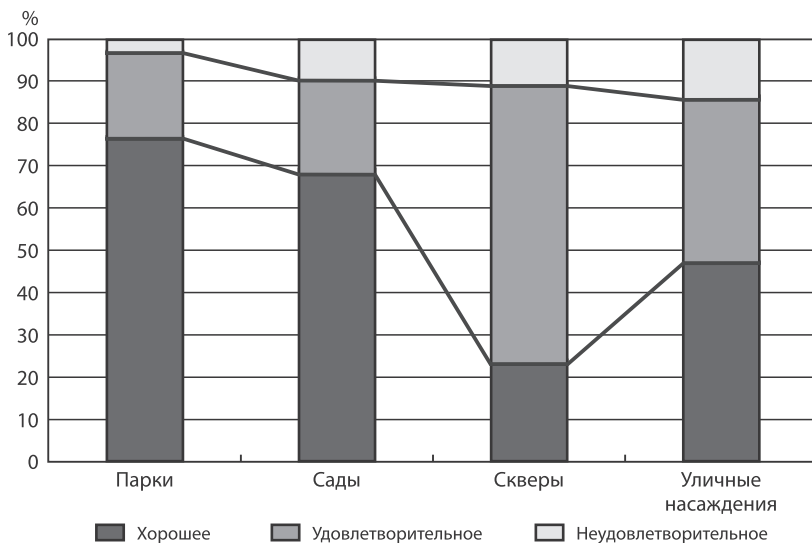


Рис. 1. Распределение кустарников по состоянию на объектах

Таблица 3

**Состояние кустарников  
в парке культуры и отдыха им. М. Горького**

Вид	Состояние кустарников		
	хорошее	удовлетворительное	неудовлетворительное
<i>Syringa vulgaris</i> L.	–	34 (100%)	–
<i>Thuja occidentalis</i> L.	20 (41%)	29 (59%)	–
<i>Cotoneaster lucidus</i> Schlecht.	1001 (25%)	2999 (73%)	71 (2%)
<i>Philadelphus coronarius</i> L.	1 (2%)	67 (96%)	1 (2%)
<i>Mahonia aquifolium</i> Nutt.	10 (100%)	–	–
<i>Symphoricarpos albus</i> (L.) Blake.	9 (90%)	1 (10%)	–
<i>Caragana arborescens</i> Lam.	4 (44%)	4 (44%)	1 (12%)

Окончание табл. 3

Вид	Состояние кустарников		
	хорошее	удовлетворительное	неудовлетворительное
<i>Elaeagnus argentea</i> Pursh	–	1 (100%)	–
<i>Padus virginiana</i> (L.) Mill.	1 (17%)	3 (43%)	2 (40%)
<i>Rosa canina</i> L.	3 (75%)	1 (25%)	–
<i>R. rugosa</i> Thunb.	1 (25%)	3 (75%)	–
<i>Cornus alba</i> L.	3 (100%)	–	–
<i>Sambucus racemosa</i> L.	2 (29%)	5 (71%)	–
<i>Physocarpus opulifolia</i> (L.) Maxim.	–	3 (100%)	–
<i>Chaenomeles japonica</i> (Thunb.) Lindl	–	1 (100%)	–
<i>Syringa josikaea</i> Jacq.	2 (100%)	–	–
<i>Lonicera caprifolium</i> L.	1 (100%)	–	–
<i>Ligustrum vulgare</i> L.	1 (50%)	1 (50%)	–
<i>Viburnum opulus</i> L. <i>f. roseum</i> L. Hegi.	5 (63%)	3 (47%)	–
<i>Crataegus oxyacantha</i> L.	–	1 (100%)	–
<i>C. sanguinea</i> Pall.	1 (50%)	1 (50%)	–
<i>Hippophae rhamnoides</i> L.	–	4 (100%)	–
<i>Prunus spinosa</i> L.	–	2 (100%)	–
<i>Lonicera tatarica</i> L.	–	2 (100%)	–
<i>Ribes aureum</i> Pursh.	4 (100%)	–	–
<i>Amelanchier rotundifolia</i> (Lam.)	4 (57%)	3 (43%)	–
<b>Всего</b>	<b>1073 (35%)</b>	<b>3319 (63%)</b>	<b>75 (2%)</b>

На всех обследованных объектах (в парках, садах, скверах, набережных и бульварах) одновременно представлены такие виды, как *Lonicera tatarica* L., *Cotoneaster lucidus* Schlecht., *Syringa vulgaris* L., *Ribes aureum* Pursh., *Philadelphus coronarius* L. и *Rosa canina* L.

Таблица 4

Состояние наиболее распространенных кустарников  
в зеленых насаждениях общего пользования (в баллах)

Виды	Озелененные территории				НСР <sub>05</sub>	Sx	η <sub>yx</sub>
	Парки	Сады	Скверы	Бульвары			
<i>Lonicera tatarica</i> L.	1,1	1,2	2,0	1,8	0,6	0,2	0,294
<i>Cotoneaster lucidus</i> Schlecht.	1,4	1,5	2,2	2,0	0,6	0,2	0,236
<i>Rosa canina</i> L.	1,2	1,4	1,2	1,4	–	0,2	0,028
<i>Syringa vulgaris</i> L.	1,9	1,4	1,8	1,7	–	0,2	0,113
<i>Ribes aureum</i> Pursh.	1,4	1,9	1,8	1,9	–	0,2	0,110
<i>Philadelphus coronarius</i> L.	1,7	1,2	1,7	1,5	0,5	0,2	0,140
Средний балл	1,45	1,43	1,78	1,73	–	–	–

Наиболее распространены в насаждениях общего пользования *Cotoneaster lucidus* Schlecht, *Syringa vulgaris* L., которые широко используется в озеленении г. Саратова. На объектах произрастает приблизительно одинаковое количество видов: *Rosa canina* L. (1861 шт.), *Ribes aureum* Pursh. (1960 шт.) и *Lonicera tatarica* L. (2065 шт.). Наименьшим количеством в городских озеленительных посадках представлен *Philadelphus coronarius* L. (523 шт.).

*Syringa vulgaris* L. является наиболее устойчивой: 95% от общего числа кустарников этого вида находится в хорошем состоянии. Хорошее состояние выявлено у *Lonicera tatarica* L. (92%) и *Rosa canina* L. (88,7%).

Состояние кустарников на территории объектов общего пользования зависит от категории объекта, его величины и расположения в плане города. Лучшее состояние показали кустарники крупных массивов парков и садов. Для подтверждения этого положения был проведен дисперсионный анализ (таблица 4).

Таким образом, анализ ежегодного мониторинга динамики состояния кустарников на озелененных территориях позволяет разработать перечень профилактических и природоохранных мероприятий по улучшению состояния зеленых насаждений в целом, а также рассчитать возможный экономический ущерб от гибели древостоев.

#### Библиографический список

1. Биоэкологическая эффективность применения кустарников в насаждениях зеленых зон населенных пунктов / Терешкин А.В., Андрушко Т.А., Петров В.И., Семенютина А.В. // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Сер. «Естественные и технические науки». 2015. № 9–10. С. 51–63.
2. Методологическое положение по мониторингу и комплексной оценке интродукционных ресурсов генофонда хозяйственно ценных древесных видов / Свинцов И.П., Семенютина А.В., Панов В.И., Долгих А.А. // Фундаментальные исследования. 2015. № 2–21. С. 4681–4686.
3. Методология использования биоразнообразия кустарников в «зеленых технологиях» аридных регионов / Семенютина А.В. и др. // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Сер. «Естественные и технические науки». 2014. № 11–12. С. 36–45.
4. Мониторинг ландшафтно-мемориального паркового комплекса Мамеева кургана и экологическое обоснование мероприятий по сохранению и обновлению его зеленого фонда / Семенютина А.В., Свинцов И.П., Хужахметова А.Ш., Семенютина В.А. // Музей-заповедник: экология и культура: Материалы VI Международной научно-практической конференции (ст. Вёшенская, 4–6 сентября 2015 г.). Ростов-н/Д., 2015. С. 27–31.

5. Научные основы семеноведения генофонда деревьев и кустарников в засушливых условиях / Семенютина А.В., Свинцов И.П., Хужахметова А.Ш., Семенютина В.А. // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Сер. «Естественные и технические науки». 2015. № 1–2. С. 40–52.
6. Ноянова Н.Г., Семенютина А.В. Актуальные задачи озеленения малых городов Волгоградской области // Международный студенческий научный вестник. 2015. № 2–3. С. 367–369.
7. Подковыров И.Ю., Семенютина А.В., Подковырова Г.В. Декоративное садоводство и озеленение урбанизированных экосистем: Электронное учебное пособие. Волгоград, 2014.
8. Семенютина А.В., Ноянова Н.Г. Анализ и актуальные проблемы озеленения малых городов в засушливых условиях // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2015. № 2 (38). С. 76–80.
9. Семенютина А.В., Подковырова Г.В. Особенности реконструкции рекреационно-озеленительных насаждений урбанизированных территорий Нижнего Поволжья // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2010. Т. 26. № 5. С. 39–41.
10. Семенютина А.В., Подковырова Г.В. Многофункциональная роль адаптивных рекреационно-озеленительных насаждений в условиях урбанизированных территорий // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. Наука и высшее профессиональное образование. 2011. № 3. С. 37–43.
11. Semeniyutina A.V., Kostyukov S.M. Bioecological justification assortment of shrubs for landscaping urban landscapes. Montreal, 2013.
12. Semeniyutina A.V., Podkovyrov I.U., Semeniyutina V.A. Environmental efficiency of the cluster method of analysis of greenery objects decorative advantages // Life Science Journal. 2014. Т. 11. № 12s. С. 699–702.

**А.Ш. Хужахметова**

## Изучение и отбор сортов фундука для защитных лесонасаждений деградированных ландшафтов Нижнего Поволжья

Обобщены экспериментальные материалы по изучению и отбору сортов рода *Corylus L.* (Президент, Черкесский-2, Футкурами) в сухой степи и установлена специфика их роста и развития в экстремальных условиях. На основе исследований выявлены эколого-биологические особенности растений и определены пути их адаптации к лимитирующим факторам. Дано обоснование целесообразности введения орехоплодных кустарников в защитные лесонасаждения деградированных ландшафтов.

**Ключевые слова:** адаптация растений, деградированные ландшафты, Нижнее Поволжье, защитные лесонасаждения, фундук, сорта фундука, сорт Президент, сорт Черкесский-2, сорт Футкурами.

Во флористическом составе дикорастущих популяций сухостепной зоны Нижнего Поволжья орехоплодные кустарники отсутствуют [7].

Значительный теоретический и практический интерес для Волгоградской области представляют виды и сорта кустарников рода *Corylus L.* семейства *Corylaceae Mirb.*, которые являются ценными лесомелиоративными, орехоплодными и декоративными растениями [8].

Отбор наиболее адаптированного ассортимента *Corylus L.* открывает возможности повышения биоразнообразия защитных лесонасаждений засушливого региона, что и определяет актуальность интродукции орехоплодных растений [1;3; 9].

Целью работы являлось изучение эколого-биологических способностей и выявление наиболее перспективных видов и сортов *Corylus L.* для создания многофункциональных защитных лесонасаждений на малопродуктивных землях Нижнего Поволжья.

В Нижнем Поволжье интродуцированы виды рода *Corylus L.* – обыкновенная, американская и сорта лещины понтийской (фундук): Президент, Черкесский-2, Футкурами, которые произрастают в коллекциях Федерального научного центра агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН (Волгоградская область) и испытываются в ФГУП «Волгоградское».

Результаты интродукции видов и сортов *Corylus L.* и их мелиоративное влияние на состояние почв оценивались по общепринятым методикам [2–5]. Полученные материалы обрабатывались статистическими методами с использованием компьютерных программ MS Excel, Statistica 5.0.

В условиях эксперимента растения *Corylus pontica* (фундук) проходят полный цикл развития. Vegetационный период составил 205–215 дней. Разница в ритме развития между сортами незначительная, что связано с быстрым нарастанием положительных температур. Общей закономерностью является рост побегов по типу одновершинной кривой. До шестилетнего возраста прирост по высоте у фундука увеличивается, в первый год он незначителен, что обычно связано с приживаемостью и засушливостью вегетационного периода. Ослабление роста главной оси в последующие годы связано с возникновением побегов боковых осей из спящих пазушных почек.

Большая часть годового прироста вегетативных побегов приходится на самый благоприятный для их роста весенне-летний период, когда в почве находится достаточное количество влаги, на что указывает логарифмическая зависимость.

Лещина обыкновенная (*C. avellana L.*) в Волгоградской области отличается сравнительно хорошими таксационными показателями. Наибольшей высоты (до 7,5 м) она достигает на южных черноземах. Сорта *C. pontica* (Черкесский-2, Президент, Футкурами) на светло-каштановых почвах достигают тех же высот, что и в естественном ареале произрастания. Наибольшие значения прироста отмечаются у сорта Черкесский.

Выявлены различия между сортами по продолжительности и интенсивности ростовых процессов и приведены уравнения регрессии, описывающие изменения высоты и диаметра кроны кустарников с возрастом (таблица 1).

Полученные материалы по морфогенезу фундука на светло-каштановых почвах Волгоградской области необходимы для обоснования их применения в лесомелиоративных, декоративных и лесоплодовых насаждениях региона.

Эколого-физиологическая оценка *Corylus L.* позволила вскрыть механизмы адаптации и выявить перспективные виды, сорта и образцы с целью создания устойчивых защитных лесонасаждений в засушливых условиях. Сорта, у которых показатели водного дефицита в засушливый период не превышали 26%, сохраняли нормальный ритм развития и не проявляли видимых признаков повреждения; у сортов, водный дефицит которых составлял 28–35%, имело место снижение тургора. Явные повреждения от подсыхания имелись у растений сорта Футкурами.



Таблица 1

**Уравнения регрессии, описывающие изменения высоты  
и диаметра кроны фундука с возрастом**

Сорт	Взаимосвязь возраста (x)...	Уравнение регрессии	R <sup>2</sup>
Черкесский-2	с высотой (y)	$y = 0,5004 \ln(x) + 1,3478$	0,9466
	с диаметром (y)	$y = 1,3063 \ln(x) + 1,5599$	0,8881
Президент	с высотой (y)	$y = 0,3157 \ln(x) + 1,6717$	0,9010
	с диаметром (y)	$y = 2,0921 \ln(x) + 1,2378$	0,9724
Футкурами	с высотой (y)	$y = 0,5593 \ln(x) + 1,2673$	0,9296
	с диаметром (y)	$y = 1,2084 \ln(x) + 1,5821$	0,8726

По устойчивости клеточных мембран к обезвоживанию интродуцированные виды и сорта *Corylus L.* делятся на две группы. В первую группу входят виды и сорта, перспективные для защитного лесоразведения. Они имеют низкий водный дефицит и относительный выход электролитов 1,81–1,90, в условиях Волгоградской области отличаются лучшим ростом, развитием и регуляцией водного обмена. К этой группе относятся лещина обыкновенная, лещина американская, лещина понтийская (сорта Черкесский и Президент).

В условиях Волгоградской области *Corylus avellana*, *C. americana* достаточно устойчивы к неблагоприятному комплексу зимних факторов. Степень зимостойкости различных сортов *C. pontica* позволили выявить суровые зимы 1998/99, 1999/2000, 2005/06 гг., которые характеризовались резкими температурными перепадами. Так, в зиму 2005/2006 гг. при снижении температуры до –37 °С мужские соцветия оказались полностью неспособными к цветению, а женские сохранили жизнеспособность.

Сорта *C. pontica* в условиях сухой степи имеют различную энергию цветения. У сорта Черкесский – 52,5 тычиночных и 28,9 пестичных соцветий (шт./пог. м), у сорта Президент – 40,8 и 22,3, у Футкурами – 17,8 тычиночных и 16,7 пестичных соцветий (шт./пог. м). Качественные и количественные показатели плодовой продуктивности варьируют в зависимости от сортовой принадлежности. Лучшие показатели имеют сорта Президент и Черкесский-2. В условиях сухой степи отмечены легкая извлекаемость, хорошие вкусовые достоинства и неплохая выполненность ядра орехов (таблица 2).

Таблица 2

**Характеристика плодоношения различных сортов фундука  
в условиях сухой степи (возраст 7 лет)**

Сорт	Масса плодов на куст, кг	Масса одного ореха, г	Выход ядра, %	Количество ядра в 1 см <sup>3</sup> объема ореха, г
Президент	2,0	2,80 ± 0,07	48	0,42
Черкесский-2	2,5	2,12 ± 0,03	54	0,53
Футкурами	2,0	2,10 ± 0,07	51	0,44

В зависимости от особенностей цветения и плодоношения *Corylus L.* в сухой степи и закономерностей влияния погодных условий на прохождение этих процессов осуществляется подбор ассортимента для насаждений многоцелевого назначения (декоративные, лесомелиоративные, плодовые). Для создания насаждений орехоплодных культур на светло-каштановых почвах предпочтение следует отдать самоплодным сортам фундука (Черкесский-2 и Президент).

Выявление закономерностей накопления опада и гумуса в условиях южных черноземов Волгоградской области (Новоаннинский район) показало, что за 32-летний период роста насаждений с участием *Corylus avellana* изменилось содержание гумуса в корнеобитаемом слое почвы.

На южном черноземе чистое насаждение лещины обыкновенной в возрасте 32 лет имеет равномерно распределенную лесную подстилку мощностью до 2,0 см со средней массой 11,8 т/га. Содержание в ней органического вещества – 39,75, золы – 20,50%. Установлено, что количество опада в насаждениях *C. avellana* увеличивается с возрастом.

Таким образом, впервые обобщены экспериментальные материалы по интродукции видов и сортов *Corylus L.* в сухой степи и установлена специфика их роста и развития в экстремальных условиях. На основе исследований выявлен биологический потенциал сортов *C. pontica* и определены пути их адаптации к лимитирующим факторам. Дано обоснование целесообразности введения орехоплодных культур в защитные лесонасаждения, выявлен адаптированный ассортимент *Corylus L.* для засушливого региона.

## Библиографический список

1. Каталог древесных растений для питомниководства Волгоградской области / Семенютина А.В. и др. Свидетельство о гос. регистрации базы данных РФ № 2015620060. 13.01.2015.
2. Методические указания по семеноведению древесных интродуцентов в условиях засушливой зоны / Семенютина А.В. и др. М., 2010.
3. Методология использования биоразнообразия кустарников в «зеленых технологиях» аридных регионов / Семенютина А.В. и др. // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Сер. «Естественные и технические науки». 2014. № 11–12. С. 36–45.
4. Научные основы интродукции методом родовых комплексов с целью подбора древесных видов для зеленых технологий / Семенютина А.В., Хужахметова А.Ш., Подковыров И.Ю., Свинцов И.П. // Фундаментальные исследования. 2015. № 2 (ч. 21). С. 4687–4692.
5. Научные основы семеноведения генофонда деревьев и кустарников в засушливых условиях / Семенютина А.В., Свинцов И.П., Хужахметова А.Ш., Семенютина В.А. // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Сер. «Естественные и технические науки». 2015. №1/2. С. 40–52.
6. Принципы формирования фонда посадочного материала биоразнообразия древесных видов для улучшения экологической ситуации малолесных регионов / Семенютина А.В. и др. // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Сер. «Естественные и технические науки». 2014. № 7–8. С. 56–74.
7. Семенютина А.В. Дендрофлора лесомелиоративных комплексов: Монография. Волгоград, 2013.
8. Хужахметова А.Ш. Перспективы использования видов и сортов рода *Corylus* L. в защитных лесонасаждениях Нижнего Поволжья: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Волгоград, 2008.
9. Хужахметова А.Ш., Семенютина В.А. Сортоизучение субтропических культур для их многоцелевого использования // Плодоводство и ягодоводство России. 2015. Т. 42. С. 380–384.

**О.Н. Ткаченко**

## Генетические корреляты агрессивности у человека: обзор литературы<sup>1</sup>

Близнецовые исследования показали, что генетический компонент агрессивности составляет около 50%. В то же время, поскольку агрессивность является сложным поведенческим феноменом, неразумно ожидать, что вариабельность одного или даже нескольких генов могут однозначно определять все ее аспекты. В статье рассмотрены основные генетические корреляты агрессивности у человека, известные к настоящему времени. Приводятся данные о том, что ряд генов, которые считаются кандидатами на связь с агрессией, могут являться генами пластичности, что может объяснить вариабельность признака при аналогичных генотипах.

**Ключевые слова:** агрессивность, агрессивность у человека, генетика агрессивности, MAOA, дофамин, серотонин.

Агрессивность определяется как склонность к поведению, причиняющему тот или иной вред окружающим при условии, что окружающие стремятся избежать этого. Поскольку под такое определение подпадают многие поведенческие стратегии, обеспечивающие репродуктивный успех, можно предположить, что агрессивность должна быть в существенной степени обусловлена генетически. В разумных пределах агрессия помогает повышать социальный статус, защищать себя и своих близких от внешних угроз. Однако агрессивное поведение может приводить к серьезным социальным последствиям, вплоть до совершения тяжких преступлений. По этой причине поиск генетических коррелятов

---

<sup>1</sup> Работа поддержана грантом РГНФ № 15-06-10881а.

агрессивности представляет большой интерес как с фундаментальной, так и с прикладной точки зрения, особенно – учитывая бурное развитие и ускорение технологий генетического анализа за последние десятилетия.

Как следует из определения, агрессивность является сложным и неоднозначным феноменом. Агрессивное поведение может быть импульсивным или хорошо спланированным; может быть направлено на причинение вреда жертве или служить для достижения других целей; может быть обусловлено негативным эмоциональным аффектом или слабо связано с ним; может являться ответом на чужие действия или упреждать их. Выделяют также фрустрационную агрессию, развивающуюся в ответ на неудачные попытки добиться желаемого результата [41]. Различаются и способы выражения агрессии, что отражено в дихотомических классификациях Басса: физическая/вербальная, активная/пассивная, прямая/косвенная [30]. Из вышесказанного очевидно, что агрессивное поведение вряд ли может быть жестко детерминировано одним или несколькими генами. В то же время в ряде близнецовых исследований было показано, что порядка 50% агрессивности (40–80%, по данным разных исследователей) обусловлено генетически [49; 59; 92].

Следует также отметить существенные отличия агрессивного поведения у мужчин и женщин [117], в связи с чем предпринимались исследования влияния на агрессивность гормонального статуса.

### **Разновидности агрессии**

С психофизиологической точки зрения можно выделить два принципиально различных типа агрессии: реактивную и проактивную [43]. Проактивная агрессия не включает выраженного эмоционального компонента и направлена на достижение других целей. Примером такого поведения может служить социальное доминирование. Реактивная агрессия, напротив, включает выраженный эмоциональный компонент и имеет своей целью причинение вреда жертве, а также часто сопровождается чувством вины. Следует отметить, что эти виды агрессии не являются взаимоисключающими и могут быть выражены одновременно, как, например, при психопатии и антисоциальном поведении [16; 40]. Наследуемость проактивной агрессии, по данным близнецовых исследований, несколько выше, чем реактивной (32–48% и 20–43%, соответственно) [42; 57]. Отдельно изучалась склонность к физической агрессии, которая показала еще более высокую наследуемость (38–60%) [2; 68]. В то же время было показано, что в агрессивность вносят весомый вклад такие факторы окружения, как плохое обращение, социальное неблагополучие, социально-экономический статус родительской семьи [108].

Кроме того, выделяют «явные» и «скрытые» формы агрессивного поведения. Явная агрессия – физическая, прямые оскорбления, сквернословие – более присуща мужскому полу, в то время как девочки и женщины более склонны к скрытым формам агрессии, таким, как сплетни, направленные на снижение статуса оппонента в глазах группы. Имеются свидетельства того, что эти формы агрессии имеют различную этиологию [29].

С социальной точки зрения очень важен вопрос: являются ли нежелательные для общества формы агрессии, вплоть до преступлений и убийств, экстраполяцией «биологически нормальных» форм агрессии или же имеют принципиально отличную природу? В настоящее время научное сообщество склоняется к мнению, что «патологическое» агрессивное поведение отличается от «нормальных» форм агрессии количественно, а не качественно [113; 116].

### Генетические корреляты агрессивности

Исследования генетических коррелятов сложных поведенческих признаков ведутся различными методами.

Мета-анализ близнецовых исследований показывает, что генетические корреляты объясняют 50–65% детской агрессивности, измеренной посредством опросов родителей и преподавателей [29; 108], причем по мере взросления влияние возрастает. Для мальчиков наследуемость агрессивности оказалась выше, чем для девочек [42; 103].

До сих пор было проведено немного полногеномных или близких к полногеномным исследований агрессии. Одно из них, выполненное на взрослых в возрасте 45–64 лет, показало существенное повышение агрессивности (по данным опросника STAXI) у носителей аллеля rs2148710 гена протеин-тирозиновой киназы FYN [60]. Данный фермент регулирует работу NMDA-каналов и участвует в поддержании кальциевого гомеостаза. В другом исследовании было показано, что среди лиц, совершивших тяжкие преступления, в частности, убийства, распространен генотип с низкой активностью моноаминоксидазы А (МАОА), а также мутации в гене CDH13 (интронная зона 16q23.3) [58], для которых ранее была показана корреляция с СДВГ.

В формирование и регуляцию агрессивного поведения вовлечены: серотониновая система, дофаминовая система и гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковая система, а также половые гормоны. В основном исследования генетических коррелятов агрессивности производились для отдельных генов-кандидатов, связанных с функционированием этих систем, а также модуляцией ее работы другими системами. Ниже будут рассмотрены основные результаты этих исследований.

## Эстрогеновые и андрогеновый рецепторы

Известно, что проявления агрессивности как у людей, так и у животных различаются в зависимости от пола особи. Это обусловило интерес исследователей к связи агрессивности и генов, кодирующих половые гормоны. В частности, это касается эстрогеновых (ESR) и андрогенового (AR) рецепторов. Ген, кодирующий альфа-рецептор эстрогена ESR1, находится в хромосоме 6q25.160 и состоит из восьми экзонов [89]. Для некоторых полиморфизмов гена ESR1 показана связь с характеристиками, коррелирующими с импульсивностью: тревожностью и антисоциальным поведением у мужчин [17], уровнем эмоциональности [4] и расстройствами поведения [82]. В то же время процент их вариабельности, который объясняется вкладом ESR1, незначителен (порядка 1,5–3%).

Ген андрогенового (AR) рецептора находится в хромосоме Xq11-12 и состоит из восьми экзонов [36]. Его первый экзон кодирует длину полиглутаминовой и полиглициновой цепей в рецепторе, которые, в свою очередь, влияют на уровень его активности [28]. На ряде выборок было показано, что носители короткого варианта полиглутаминовой цепи более склонны к вербальной и физической агрессии, а также антисоциальному поведению [17; 66; 91].

## Нейротрофический фактор головного мозга (BDNF)

Нейротрофический фактор головного мозга (BDNF) участвует в регуляции выживаемости и морфогенеза нейронов, а также в механизмах пластичности нейросетей [26]. Он кодируется хромосомой 11p13. Наиболее изучен функциональный полиморфизм с заменой валина на метионин: V66M (rs6265G>A). Носители М/М варианта более склонны к импульсивным формам агрессивного поведения во взрослом возрасте, если они сталкивались с агрессией в детстве [70]. Также на выборке пациентов с пограничным расстройством личности было показано, что этот вариант генотипа увеличивает агрессивность у подвергавшихся жестокому обращению в детстве пациентов [101].

## Триптофангидроксилазы (TPH) первого и второго типов

Как известно, серотонин синтезируется из триптофана. Триптофангидроксилазы являются ферментами, участвующими в синтезе серотонина в мозге. Выделяют два типа триптофан-гидроксилаз: TPH1 и TPH2. У человека ген, кодирующий TPH1, находится в хромосоме 11p15.3-p14 [72]. Для двух полиморфизмов в интроне 7 (A218C, A779C) была показана связь с агрессивным поведением и импульсивностью. Гомозиготный генотип 779C/C исследовался в связи

со склонностью к импульсивному поведению у алкоголиков [90]. Для аллеля 218А в ряде работ также была показана корреляция с агрессивностью [8; 20]. В основном, однако, полиморфизмы триптофангидроксилазы ассоциируют с суицидальным поведением [27].

Ген, кодирующий TRH2 у человека, находится в хромосоме 12q21.1 [115]. Он входит в состав расширенного гаплотипа, для которого показаны повышенный уровень агрессивности, склонность к суицидальному поведению и пограничному расстройству личности [107]. На выборке пациентов, страдающих СДВГ, было показано, что однонуклеотидные полиморфизмы rs4570625 и rs1117899 в промоторной области влияют на работу серотонинэргической системы в префронтальной коре [106]. Кроме того, аллель Т полиморфизма rs4570625 коррелирует с меньшими объемами гиппокампа и миндалевидного тела, а также более высокой чувствительностью к вознаграждению [47]. Показано, что гомозиготы по данному аллелю отличаются меньшими объемами гиппокампа и орбитофронтальной коры, а также более склонны к привычному гневу [65]. Это дает основания предполагать, что гомозиготность по данным аллелям может ухудшать синтез серотонина и проведение сигнала в серотонинэргических системах мозга и создавать предпосылки для более высоких агрессивности и импульсивности.

### Катехол-О-метил-трансфераза (COMT)

Катехол-О-метил-трансфераза (COMT) является одним из ферментов, разлагающим дофамин, эpineфрин и норэpineфрин. Данный фермент в основном обнаруживается в постсинаптических нейронах. Соответствующий ген расположен в хромосоме 22q11.21 [104]. В связи с агрессией в основном изучается функциональный полиморфизм Val158-Met (rs4680A>G): вариант 158-Met снижает активность фермента почти в два раза по сравнению со 158-Val. В различных работах аллель 158-Met ассоциировали с повышенной агрессивностью [1], импульсивностью и антисоциальным поведением при шизофрении [88] и при пограничном расстройстве личности [101]. На материале 15 исследований показано, что данный полиморфизм приблизительно на 50% увеличивает вероятность агрессивного поведения у мужчин, больных шизофренией, при этом у женщин аналогичной корреляции не наблюдалось [3]. Гомозиготность по данному аллелю считается одним из значимых предикторов агрессивного поведения у взрослых [38; 39].

В работе В.В. Нуген et al. [33] на 704 испытуемых показано существенное усиление влияния аллеля 158-Met на уровень агрессивности



у детей, воспитывающихся в неблагоприятных условиях; тем не менее, у носителей данного аллеля из благополучных семей уровень агрессивности был ниже, чем у носителей аллеля 158-Val.

### Серотониновые рецепторы

Из семи типов серотониновых рецепторов как основные кандидаты на связь с агрессией рассматриваются ингибиторные рецепторы 1A и 1B, кодируемые, соответственно, генами 5-HTR1A (хромосома 5q11.2-q13 [12]) и 5-HTR1B (хромосома 6q13 [32]). В случае рецептора 5-HTR1A связанным с психологическими качествами считается однонуклеотидный полиморфизм C(-1019)G в промоторном участке. Носители аллеля (-1019)G, согласно ряду исследований, менее агрессивны и более склонны к депрессии и избегающему типу поведения [11; 18]. Для функционального полиморфизма (rs6295C>G) рецептора HTR1A также было показано сцепленное с полом испытуемых влияние на агрессивность, измеренную по опроснику STAXI [63].

Для рецептора 5-HTR1B значимым является функциональный полиморфизм G861C. Показано, что данный полиморфизм влияет на анти-социальное поведение у алкоголиков [19] и повышенную агрессивность у детей [22]. Полиморфизм rs130058A>T в промоторном регионе рецептора коррелирует с повышенной реактивной агрессией на выборке людей, совершавших суицидальные попытки [102]. Также в работе было показано, что сравнительно редкая мутация в гене рецептора 5-HTR2B, приводящая к неспособности синтеза данного протеина, ведет к резкому повышению импульсивности [5]. Для функционального варианта rs6296G>C получены противоречивые данные: согласно последним исследованиям, С-вариант со сниженной активностью рецептора коррелирует с проактивной агрессией детей, оцененной родителями, однако не коррелирует с гневом или враждебностью [96].

Рецепторы серотонина второго типа потенцируют серотониновую синаптическую передачу. Для рецептора 5-HTR2A (хромосома 13q14-q21) было показано, что полиморфизм G(-1438)A слабо коррелирует с импульсивностью [84]. С/С генотип полиморфизма rs6311C>T данного рецептора показал значимую корреляцию с гневом и агрессивным поведением по шкалам STAXI и FAF [13].

### Транспортер серотонина (5-HTT)

Транспортер серотонина, отвечающий за обратный захват данного вещества в синаптической щели, кодируется геном SLC6A4, расположенным в хромосоме 17q11.2 [14]. В промоторном участке данного

гена был обнаружен функциональный полиморфизм 5-HTTLPR: длинный (L) вариант данного участка включает цепочку из 44 нуклеотидов, в отличие от короткого (S). Вариант S приводит к снижению экспрессии протеина 5-HTT и, соответственно, к снижению обратного захвата серотонина [71]. Для гомозиготного аллеля SS была показана существенная связь с агрессивным поведением и склонностью к насилию у человека на различных выборках: у детей [22], взрослых [7], усыновленных детей [23], кокаиновых наркоманов [97] и пациентов с личностными расстройствами [21]. В обзоре К.А. Павлова, Д.А. Чистякова и В.П. Чехонина [87] можно ознакомиться со сравнительной таблицей исследований данного полиморфизма и его связи с агрессивностью по состоянию на 2012 г. В настоящее время полиморфизм активно изучается, но результаты различных исследователей до известной степени противоречат друг другу [51; 95]. В работе S. Hohmann et al. [48] приводится интересный пример взаимодействия S-аллеля 5-HTT и дофаминового рецептора DRD4, коррелирующих с агрессивным делинквентным поведением.

В мета-обзоре [64] авторы на основании работ 2004–2012 гг. делают вывод, что носители более короткой аллели данного гена одновременно более уязвимы к плохому обращению в детстве и более восприимчивы к хорошему.

### Дофаминовые рецепторы

Предшественником дофамина является L-тирозин. В мозге дофаминовая система участвует, в частности, в формировании памяти, мотивации, ответе на стресс и вознаграждение [85]. Активность дофаминэргической системы у людей связывают с модуляцией импульсивности и агрессивного поведения, в том числе при патологических формах агрессии [15].

Ген транспортера серотонина DAT1, SLC6A3, лежит в хромосоме 5p15.3 и содержит 15 экзонов. На участке 3'UTR имеется переменное количество повторов 40 пар нуклеотидов: от 3 до 11 (3r-11r). Наиболее распространены варианты 9r, 10r. Длина данного участка положительно коррелирует с уровнем экспрессии соответствующего гена и, соответственно, активацией дофаминовых регионов вентрального стриатума [109]. Связь аллеля 9r и повышенного уровня агрессивности была показана в лонгитюдном исследовании на 790 близнецах [45]. Также в исследовании на 104 наркозависимых было показано существенное повышение агрессивности у носителей аллеля 9r [10]. В то же время в исследовании на 184 взрослых не подтвердилось предположение о связи данного аллеля с такой формой агрессии, как совершение тяжких преступлений [83].

Также в функционировании дофаминэргической системы принимают участие дофаминовые рецепторы. Выделяют пять типов дофаминовых рецепторов (DRD1–DRD5), причем рецепторы DRD2–DRD4 выделяются в общее семейство. Известно, что короткая и длинная изоформы рецептора DRD2, расположенные, соответственно, в пре- и постсинаптических мембранах, влияют на различные параметры проводимости в дофаминэргической нейронной системе [78]. В ряде исследований было показано, что количество рецепторов данного семейства (DRD2, DRD3) в среднем мозге коррелирует с импульсивностью у людей [46].

Экзон 3 гена DRD4 имеет ряд аллелей, различающихся числом повторов: от 2 до 11 [69]. Аллель 7R приводит к меньшей эффективности рецептора и считается одним из генов-кандидатов на связь с агрессивностью, рядом психиатрических заболеваний и поведенческих характеристик [77]. В исследованиях с использованием психологических опросников аллель 7R связывали также с повышенной импульсивностью, гиперактивностью, склонностью к поиску острых ощущений и правонарушениям, вспыльчивостью [44; 54]. В особенности это относится к испытуемым, которые выросли в неблагоприятных условиях [25; 48; 98].

В то же время в недавней работе на российской выборке заключенных было показано, что носители гаплотипов 5R/5R, 5R/7R, 7R/7R, осужденные за намеренные акты насилия при исключенном состоянии аффекта, показывают высокий уровень проактивной агрессии при отсутствии реактивной [61]. Как было показано совсем недавно, аллель 5R приводит к функциональным изменениям рецептора, аналогичным влиянию аллеля 7R [37].

### Моноаминоксидазы

Моноаминоксидазы типов А и В (МАОА, МАОВ) являются близкородственными ферментами. Они кодируются генами, расположенными в участке Xp11 X-хромосомы [99]. Оба фермента связаны с обменными процессами в центральной и периферической нервной системе. Так, МАОА принимает участие в метаболизме серотонина, эпинефрина и норэпинефрина. МАОВ участвует в метаболизме дофамина и разлагает ряд аминов, таких, как фенилэтиламин.

Ген МАОА является одним из самых известных кандидатов на роль генетических предикторов агрессивности у млекопитающих. В литературе его часто называют «геном воина». Инактивирующие мутации в данном гене приводят к повышенной агрессивности как у животных [9], так и у людей [6]. Особое внимание исследователей привлекает

полиморфизм по количеству повторов (VNTR) 30-нуклеотидной последовательности в промоторной области гена MAOA. Существуют аллели с 2, 3, 3,5, 4, 5 и 6 повторами, из которых наиболее распространены варианты с 3 и 4 повторами [50; 94]. Считается, что чем больше количество повторов в соответствующем участке, тем выше уровень экспрессии соответствующего гена и тем менее склонен к агрессии его носитель [34; 53; 62; 74–76; 93; 100; 111], хотя в ряде исследований эта связь не подтвердилась [35; 56; 67; 80]. Исследования связи данного гена с агрессивностью и антисоциальным поведением проводятся в основном на мужчинах.

Редко встречающийся вариант с двумя повторами приводит к резкому повышению агрессивности носителей по сравнению с носителями других вариантов данного аллеля [105], поэтому рассматривается как наиболее «криминогенный». На материале более 2 тысяч человек было показано, что люди с более короткими вариантами данного аллеля более склонны к физическому насилию и антисоциальному поведению [80]. В то же время сравнительно недавнее исследование на более чем 4 тысячах взрослых испытуемых не показало значимой связи между данным геном и склонностью к антисоциальному поведению [73]. Это, однако, могло быть связано с тем, что при оценке обращения с испытуемыми в детстве, равно как и их склонности к антисоциальному поведению, экспериментаторы полагались на самоотчеты.

В ряде работ отмечалось, что влияние коротких полиморфизмов MAOA-VNTR на агрессивное и антисоциальное поведение может быть связано с плохим обращением или психологическими травмами в детстве [24; 31].

Существует гипотеза, что женщины в среднем менее агрессивны, чем мужчины, поскольку у них более короткий аллель MAOA-VNTR в одной из X-хромосом может быть скомпенсирован за счет второй.

Недавно также был обнаружен новый полиморфизм количества повторов в промоторной области гена MAOA, который влияет на эффективность транскрипции данного гена и коррелирует с антисоциальным расстройством личности [55].

## Обсуждение

За последние полтора десятилетия было проведено достаточно много исследований генетических коррелятов агрессивного поведения как в норме, так и в патологии. Мета-обзоры, созданные на основании полученных данных, однако, показывают, что ни один из наиболее изученных генов-кандидатов на связь с агрессивным поведением не объясняет значительного процента варибельности по данному признаку [110].

Часть полученных результатов при это не подтверждается на выборках большего размера. С другой стороны, накапливается все больше данных, свидетельствующих о том, что часть исследованных полиморфизмов (MAOA, COMT, 5-HTT) влияют скорее на пластичность нервной системы по отношению к полученному в детстве опыту [25; 64; 81; 86; 98], причем носители «аллелей риска», воспитанные в благополучной обстановке, могут показывать даже более низкий уровень агрессивности, чем носители других аллелей данного гена [112].

В практическом смысле при этом делаются попытки применять результаты генетического анализа в судебной практике. Несколько таких случаев перечислено в работе C. Iofrida, S. Palumbo, S. Pellegrini [69]. Мы, однако, полагаем, что современный уровень понимания генетических предпосылок агрессивности не позволяет делать выводов о влиянии полиморфизмов отдельных генов на поведение человека. Незначительность вклада каждого из рассмотренных в статье генов в измеренные показатели агрессивности также косвенно свидетельствует об этом.

В недавно вышедших обзорах [51; 59; 114] отмечается, что исследования генетики агрессивного поведения находятся на ранней стадии. Связанные с гормональной регуляцией, а также серотонинэргической и дофаминэргической системами гены остаются основными кандидатами в предикторы агрессивного поведения. При этом аминэргические системы, вероятно, отвечают за регуляцию и проактивной, и реактивной агрессии, в то время как гормональная регуляция в основном влияет на реактивную агрессию. Полногеномные исследования пока не достигают уровня статистической значимости. Авторы подчеркивают, что для достижения лучших результатов необходимо уточнить оценки уровня агрессивности. В настоящее время для этого чаще всего используются опросники, к тому же зачастую различные, что затрудняет мета-анализ полученных данных и обеспечивает широкий разброс результатов.

Многие генетические исследования сосредотачиваются на проявлениях агрессии в патологии, например, у больных шизофренией или СДВГ.

На наш взгляд, в ближайшее время следует ожидать роста количества исследований, в которых уже изученные в связи с агрессивным поведением полиморфизмы генов рассматриваются в комплексе методами многомерного статистического анализа, а также учитывается влияние окружающей среды на носителей «аллелей риска». Мы надеемся, что такой подход позволит рано или поздно проанализировать агрессивность во всей ее сложности, как составной феномен, в который вносят вклад и генетика, и условия развития, и конкретные ситуации, с которыми человеку приходится сталкиваться в жизни.

## Библиографический список

1. A functional single nucleotide polymorphism (V158M) in the COMT gene is associated with aggressive personality traits / D. Rujescu, I. Giegling, A. Gietl a.e. // *Biol. Psychiatry*. 2003. V. 54. № 1. Pp. 34–39.
2. A longitudinal twin study of physical aggression during early childhood: evidence for a developmentally dynamic genome / E. Lacourse, M. Boivin, M. Brendgen a.e. // *Psychol. Med*. 2014. V. 44. № 12. Pp. 2617–2627.
3. A meta-analysis of the Val158Met COMT polymorphism and violent behavior in schizophrenia / J.P. Singh, J. Volavka, P. Czobor, R.A. van Dorn // *PLoS One*. 2012. V. 7. № 8. P. 423.
4. A multivariate analysis of 59 candidate genes in personality traits: the temperament and character inventory / D. Comings, R. Gade-Andavolu, N. Gonzalez a.e. // *Clin. Genet*. 2001. V. 58. № 5. Pp. 375–385.
5. A population-specific HTR2B stop codon predisposes to severe impulsivity / L. Bevilacqua, S. Doly, J. Kaprio a.e. // *Nature*. 2010. V. 468. № 7327. Pp. 1061–1066.
6. Abnormal behavior associated with a point mutation in the structural gene for monoamine oxidase A / H. Brunner, M. Nelen, X. Breakefield a.e. // *Science* (80-). 1993. V. 262. № 5133. Pp. 578–580.
7. Aggression and 5HTT polymorphism in females: study of synchronized swimming and control groups / O.V. Syssoeva, N.V. Maluchenko, M.A. Timofeeva a.e. // *Int. J. Psychophysiol*. 2009. V. 72. № 2. Pp. 173–178.
8. Aggression and anger-related traits associated with a polymorphism of the tryptophan hydroxylase gene / S.B. Manuck, J.D. Flory, R.E. Ferrell a.e. // *Biol. Psychiatry*. 1999. V. 45. № 5. Pp. 603–614.
9. Aggressive-Behavior and Altered Amounts of Brain-Serotonin and Norepinephrine in Mice Lacking Maa / O. Cases, I. Seif, J. Grimsby a.e. // *Science* (80-). 1995. V. 268. № 5218. Pp. 1763–1766.
10. Allelic association of a dopamine transporter gene polymorphism with antisocial behaviour in heroin-dependent patients / G. Gerra, L. Garofano, C. Pellegriani a.e. // *Addict. Biol*. 2005. V. 10. № 3. Pp. 275–281.
11. Allelic variation in 5-HT1A receptor expression is associated with anxiety- and depression-related personality traits / A. Strobel, L. Gutknecht, C. Rothe a.e. // *J. Neural Transm*. 2003. V. 110. № 12. Pp. 1445–1453.
12. An intronless gene encoding a potential member of the family of receptors coupled to guanine nucleotide regulatory proteins / B.K. Kobilka, T. Friele, S. Collins a.e. // *Nature*. 1987. V. 329. № 6134. Pp. 75–79.
13. Anger- and aggression-related traits are associated with polymorphisms in the 5-HT-2A gene / I. Giegling, A.M. Hartmann, H.-J. Möller, D. Rujescu // *J. Affect. Disord*. 2006. V. 96. № 1–2. Pp. 75–81.
14. Antidepressant- and cocaine-sensitive human serotonin transporter: molecular cloning, expression, and chromosomal localization / S. Ramamoorthy, A.L. Bauman, K.R. Moore a.e. // *Proc. Natl. Acad. Sci*. 1993. V. 90. № 6. Pp. 2542–2546.

15. Are dopaminergic genes involved in a predisposition to pathological aggression? Hypothesizing the importance of “super normal controls” in psychiatric-genetic research of complex behavioral disorders / T.J.H. Chen, K. Blum, D. Mathews a.e. // *Med. Hypotheses*. 2005. V. 65. № 4. Pp. 703–707.
16. Assessing the forms and functions of aggression using self-report: Factor structure and invariance of the Peer Conflict Scale in youths / M.A. Marsee, C.T. Barry, K.K. Childs a.e. // *Psychol. Assess.* 2011. V. 23. № 3. Pp. 792–804.
17. Association analysis of 15 polymorphisms within 10 candidate genes for antisocial behavioural traits / Z.M. Prichard, A.F. Jorm, A. Mackinnon, S. Easteal // *Psychiatr. Genet.* 2007. V. 17. № 5. Pp. 299–303.
18. Association between the serotonin 1A receptor C(-1019)G polymorphism and major depressive disorder in the northern Han ethnic group in China / Y. Wu, Y. Xu, Y. Sun a.e. // *Chin. Med. J. (Engl)*. 2008. V. 121. № 10. Pp. 874–876.
19. Association of 5-HT1B receptor gene and antisocial behavior in alcoholism / M. Soyka, U.W. Preuss, G. Koller a.e. // *J. Neural. Transm.* 2004. V. 111. № 1. Pp. 101–109.
20. Association of anger-related traits with SNPs in the TPH gene / D. Rujescu, I. Giegling, B. Bondy a.e. // *Mol. Psychiatry*. 2002. V. 7. № 9. Pp. 1023–1029.
21. Association of serotonin transporter promoter gene polymorphism with violence: Relation with personality disorders, impulsivity, and childhood ADHD psychopathology / W. Retz, P. Retz-Junginger, T. Supprian a.e. // *Behav. Sci. Law*. 2004. V. 22. № 3. Pp. 415–425.
22. Association of the serotonin transporter and 5HT1Dbeta receptor genes with extreme, persistent and pervasive aggressive behaviour in children / K.M. Davidge, L. Atkinson, L. Douglas a.e. // *Psychiatr. Genet.* 2004. V. 14. № 3. Pp. 143–146.
23. Associations of the serotonin transporter promoter polymorphism with aggressivity, attention deficit, and conduct disorder in an adoptee population / R.J. Cadoret, D. Langbehn, K. Caspers a.e. // *Compr. Psychiatry*. 2003. V. 44. № 2. Pp. 88–101.
24. Bad Nature, Bad Nurture, and Testimony Regarding MAOA and SLC6A4 Genotyping at Murder Trials / W. Bernet, C.L. Vnencak-Jones, N. Farahany, S.A. Montgomery // *J. Forensic Sci.* 2007. V. 52. № 6.
25. Bakermans-Kranenburg M.J., Ijzendoorn van M.H. Gene-environment interaction of the dopamine D4 receptor (DRD4) and observed maternal insensitivity predicting externalizing behavior in preschoolers // *Dev. Psychobiol.* 2006. V. 48. № 5. Pp. 406–409.
26. BDNF function and intracellular signaling in neurons / T. Numakawa, S. Suzuki, E. Kumamaru a.e. // *Histol. Histopathol.* 2010. V. 25. № 2. Pp. 237–258.
27. Bellivier F., Chaste P., Malafosse A. Association between the TPH gene A218C polymorphism and suicidal behavior: a meta-analysis // *Am. J. Med. Genet. B. Neuropsychiatr. Genet.* 2004. V. 124. № 1. Pp. 87–91.
28. Brockschmidt F.F., Nöthen M. M., Hillmer A. M. The two most common alleles of the coding GGN repeat in the androgen receptor gene cause differences in protein function // *J. Mol. Endocrinol.* 2007. V. 39. № 1. Pp. 1–8.

29. Burt S.A., Mikolajewski A.J., Larson C.L. Do aggression and rule-breaking have different interpersonal correlates? A study of antisocial behavior subtypes, negative affect, and hostile perceptions of others // *Aggress. Behav.* V. 35. № 6. Pp. 453–461.
30. Buss A.H. *The psychology of aggression.* 1961, NY.
31. Caspi A. Role of genotype in the cycle of violence in maltreated children / A. Caspi, J. McClay, T.E. Moffitt a.e. // *Science.* 2002. V. 297. № 5582. Pp. 851–854.
32. Characterization of the human 5-hydroxytryptamine 1B receptor / H. Jin, D. Oksenberg, A. Ashkenazi a.e. // *J. Biol. Chem.* 1992. V. 267. № 9. Pp. 5735–5738.
33. Child exposure to serious life events, COMT, and aggression: Testing differential susceptibility theory / B.W. Hygen, J. Belsky, F. Stenseng a.e. // *Developmental Psychology.* 2015. V. 51 (8). Pp. 1098–1104.
34. Childhood adversity, monoamine oxidase a genotype, and risk for conduct disorder / D.L. Foley, L.J. Eaves, B. Wormley a.e. // *Arch. Gen. Psychiatry.* 2004. V. 61. № 7. Pp. 738–744.
35. Childhood Maltreatment, Subsequent Antisocial Behavior, and the Role of Monoamine Oxidase A Genotype / D. Huizinga, B.C. Haberstick, A. Smolen a.e. // *Biol. Psychiatry.* 2006. V. 60. № 7. Pp. 677–683.
36. Cloning of human androgen receptor complementary DNA and localization to the X chromosome / D. Lubahn, D. Joseph, P. Sullivan a.e. // *Science (80-).* 1988. T. 240. № 4850. Pp. 327–330.
37. Cognitive and neural correlates of the 5-repeat allele of the dopamine D4 receptor gene in a population lacking the 7-repeat allele / H. Takeuchi, H. Tomita, Y. Taki a.e. // *Neuroimage.* 2015. V. 110. Pp. 124–135.
38. COMT Val158Met genotype as a risk factor for problem behaviors in youth. / M.D. Albaugh, V.S. Harder, R.R. Althoff a.e. // *J. Am. Acad. Child Adolesc. Psychiatry.* 2010. V. 49. № 8. Pp. 841–849.
39. COMT Val158Met polymorphism and socioeconomic status interact to predict attention deficit/hyperactivity problems in children aged 10–14 / M. Nobile, M. Rusconi, M. Bellina a.e. // *Eur. Child Adolesc. Psychiatry.* 2010. V. 19. № 7. Pp. 549–557.
40. Crapanzano A.M., Frick P.J., Terranova A.M. Patterns of physical and relational aggression in a school-based sample of boys and girls // *J. Abnorm. Child Psychol.* 2010. V. 38. № 4. Pp. 433–445.
41. Developing constructs for psychopathology research: research domain criteria / C.A. Sanislow, D.S. Pine, K.J. Quinn a.e. // *J. Abnorm. Psychol.* 2010. V. 119. № 4. Pp. 631–639.
42. Differential genetic and environmental influences on reactive and proactive aggression in children / L.A. Baker, A. Raine, J. Liu, K.C. Jacobson // *J. Abnorm. Child Psychol.* 2008. V. 36. № 8. Pp. 1265–1278.
43. Dodge K.A., Coie J.D. Social-information-processing factors in reactive and proactive aggression in children's peer groups // *J. Pers. Soc. Psychol.* 1987. V. 53. № 6. Pp. 1146–1158.



44. Dopamine D4 receptor (D4DR) exon III polymorphism associated with the human personality trait of Novelty Seeking / R.P. Ebstein, O. Novick, R. Umansky a.e. // *Nat. Genet.* 1996. T. 12. № 1. Pp. 78–80.
45. Dopamine transporter polymorphism associated with externalizing behavior problems in children / S.E. Young, A. Smolen, R.P. Corley a.e. // *Am. J. Med. Genet.* 2002. T. 114. № 2. Pp. 144–149.
46. Dopaminergic Network Differences in Human Impulsivity / J.W. Buckholtz, M.T. Treadway, R.L. Cowan a.e. // *Science (80-.)*. 2010. V. 329. № 5991. Pp. 532–532c.
47. Effect of tryptophan hydroxylase-2 gene variants on amygdalar and hippocampal volumes / H. Inoue, H. Yamasue, M. Tochigi a.e. // *Brain Res.* 2010. V. 1331. Pp. 51–57.
48. Evidence for epistasis between the 5-HTTLPR and the dopamine D4 receptor polymorphisms in externalizing behavior among 15-year-olds / S. Hohmann, K. Becker, J. Fellingner a.e. // *J. Neural Transm.* 2009. V. 116. № 12. Pp. 1621–1629.
49. Examining genetic and environmental effects on reactive versus proactive aggression / M. Brendgen, F. Vitaro, M. Boivin a.e. // *Dev. Psychol.* 2006. V. 42. № 6. Pp. 1299–1312.
50. Excess of High Activity Monoamine Oxidase A Gene Promoter Alleles in Female Patients with Panic Disorder / J. Deckert, M. Catalano, Y.V. Syagailo a.e. // *Hum. Mol. Genet.* 1999. V. 8. № 4. Pp. 621–624.
51. Fernández-Castillo N., Cormand B. Aggressive behavior in humans: Genes and pathways identified through association studies // *Am. J. Med. Genet. B. Neuropsychiatr. Genet.* 2016.
52. Ficks CA., Waldman I.D. Candidate genes for aggression and antisocial behavior: a meta-analysis of association studies of the 5HTTLPR and MAOA-uVNTR // *Behav. Genet.* 2014. V. 44. № 5. Pp. 427–444.
53. Frazzetto G. Early trauma and increased risk for physical aggression during adulthood: the moderating role of MAOA genotype / G. Frazzetto, G. Di Lorenzo, V. Carola a.e. // *PLoS One.* 2007. V. 2. № 5. P. 486.
54. Gender-specific expression of the DRD4 gene on adolescent delinquency, anger and thrill seeking / J. Dmitrieva, C. Chen, E. Greenberger a.e. // *Soc. Cogn. Affect. Neurosci.* V. 6. № 1. Pp. 82–89.
55. Gene environment interactions with a novel variable Monoamine Oxidase A transcriptional enhancer are associated with antisocial personality disorder / R.A. Philibert, P. Wernett, J. Plume a.e. // *Biol. Psychol.* 2011. V. 87. № 3. Pp. 366–371.
56. Gene-environment interaction in externalizing problems among adolescents: evidence from the Pelotas 1993 Birth Cohort Study / C. Kieling, M. H. Hutz, J. P. Genro a.e. // *J. Child Psychol. Psychiatry.* 2013. V. 54. № 3. Pp. 298–304.
57. Genetic and environmental stability differs in reactive and proactive aggression / C. Tuvblad, A. Raine, M. Zheng, L.A. Baker // *Aggress. Behav.* 2009. V. 35. № 6. Pp. 437–452.
58. Genetic background of extreme violent behavior / J. Tiihonen, M.-R. Rautiainen, H.M. Ollila a.e. // *Mol. Psychiatry.* 2015. V. 20. № 6. Pp. 786–792.

59. Genetics of aggressive behavior: An overview / K. Veroude, Y. Zhang-James, N. Fernández-Castillo a.e. // *Am. J. Med. Genet. B. Neuropsychiatr. Genet.* 2016. V. 171. № 1. Pp. 3–43.
60. Genome-wide association study of proneness to anger / E. Mick, J. McGough, C.K. Deutsch a.e. // *PLoS One.* 2014. V. 9. № 1. P. 257.
61. Genotype and haplotype frequencies of the DRD4 VNTR polymorphism in the men with no history of ADHD, convicted of violent crimes / E.V. Cherepkova, V.N. Maksimov, L.I. Aftanas, P.N. Menshanov // *J. Crim. Justice.* 2015. V. 43. № 6. Pp. 464–469.
62. Harsh discipline, childhood sexual assault, and MAOA genotype: an investigation of main and interactive effects on diverse clinical externalizing outcomes / J. Derringer, R.F. Krueger, D.E. Irons, W.G. Iacono // *Behav. Genet.* 2010. V. 40. № 5. Pp. 639–648.
63. HTR2C and HTR1A gene variants in German and Italian suicide attempters and completers / A. Serretti, L. Mandelli, I. Giegling a.e. // *Am. J. Med. Genet. B. Neuropsychiatr. Genet.* 2007. V. 144. № 3. Pp. 291–299.
64. Ijzendoorn, van M.H., Belsky J., Bakermans-Kranenburg M.J. Serotonin transporter genotype 5HTTLPR as a marker of differential susceptibility? A meta-analysis of child and adolescent gene-by-environment studies // *Transl. Psychiatry.* 2012. V. 2. P. 147.
65. Impact of tryptophan hydroxylase 2 G-703T polymorphism on anger-related personality traits and orbitofrontal cortex / H.-K. Yoon, H.-J. Lee, L. Kim a.e. // *Behav. Brain Res.* 2012. V. 231. № 1. Pp. 105–110.
66. Influence of androgen receptor repeat polymorphisms on personality traits in men / L. Westberg, S. Henningsson, M. Landén a.e. // *J. Psychiatry Neurosci.* 2009. V. 34. № 3. Pp. 205–213.
67. Interaction between MAO-A genotype and maltreatment in the risk for conduct disorder: failure to confirm in adolescent patients / S.E. Young, A. Smolen, J.K. Hewitt a.e. // *Am. J. Psychiatry.* 2006. V. 163. № 6. Pp. 1019–1025.
68. Internalizing and externalizing problems in adolescent aggression perpetrators, victims, and perpetrator-victims / C.-F. Yen, C.-H. Ko, J.-Y. Yen a.e. // *Compr. Psychiatry.* 2010. V. 51. № 1. Pp. 42–48.
69. Iofrida C., Palumbo S., Pellegrini S. Molecular genetics and antisocial behavior: where do we stand? // *Exp. Biol. Med. (Maywood).* 2014. V. 239. № 11. Pp. 1514–1523.
70. Kretschmer T., Vitaro F., Barker E.D. The Association Between Peer and own Aggression is Moderated by the BDNF Val-met Polymorphism // *J. Res. Adolesc.* 2014. V. 24. № 1. Pp. 177–185.
71. Lesch K.-P. Serotonergic gene inactivation in mice: models for anxiety and aggression? // *Novartis Found. Symp.* 2005. V. 268. Pp. 111–140. Discussion pp. 140–146, 167–170.
72. Localization of human tryptophan hydroxylase (TPH) to chromosome 11p15.3–p14 by in situ hybridization / S.P. Craig, S. Boularand, M.C. Darmon a.e. // *Cytogenet. Cell Genet.* 1991. V. 56. № 3–4. Pp. 157–159.

73. MAOA genotype, childhood maltreatment, and their interaction in the etiology of adult antisocial behaviors / B.C. Haberstick, J.M. Lessem, J.K. Hewitt a.e. // *Biol. Psychiatry*. 2014. V. 75. № 1. Pp. 25–30.
74. MAOA genotype, maltreatment, and aggressive behavior: the changing impact of genotype at varying levels of trauma / N. Weder, B.Z. Yang, H. Douglas-Palumberi a.e. // *Biol. Psychiatry*. 2009. V. 65. № 5. Pp. 417–424.
75. MAOA, abuse exposure and antisocial behaviour: 30-year longitudinal study / D.M. Fergusson, J.M. Boden, L.J. Horwood a.e. // *Br. J. Psychiatry*. 2011. V. 198. № 6. Pp. 457–463.
76. MAOA, maltreatment, and gene-environment interaction predicting children's mental health: new evidence and a meta-analysis / J. Kim-Cohen, A. Caspi, A. Taylor a.e. // *Mol. Psychiatry*. 2006. V. 11. № 10. Pp. 903–913.
77. Meta-analysis shows significant association between dopamine system genes and attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) / D. Li, P.C. Sham, M.J. Owen, L. He // *Hum. Mol. Genet*. 2006. V. 15. № 14. Pp. 2276–2284.
78. Missale C. Dopamine Receptors: From Structure to Function / C. Missale, S.R. Nash, S.W. Robinson a.e. // *Physiol. Rev*. 1998. V. 78. № 1. Pp. 189–225.
79. Monoamine oxidase A (MAOA) and antisocial behaviors in the presence of childhood and adolescent maltreatment / B.C. Haberstick, J.M. Lessem, C.J. Hopfer a.e. // *Am. J. Med. Genet. B. Neuropsychiatr. Genet*. 2005. V. 135. № 1. Pp. 59–64.
80. Monoamine oxidase A genotype is associated with gang membership and weapon use / K.M. Beaver, M. DeLisi, M.G. Vaughn, J.C. Barnes // *Compr. Psychiatry*. 2010. V. 51. № 2. Pp. 130–134.
81. Mother's prenatal stress and their children's antisocial outcomes – a moderating role for the dopamine D4 receptor (DRD4) gene / K. Zohsel, A.F. Buchmann, D. Blomeyer a.e. // *J. Child. Psychol. Psychiatry*. 2014. V. 55. № 1. Pp. 69–76.
82. Multivariate analysis of associations of 42 genes in ADHD, ODD and conduct disorder / D.E. Comings, R. Gade-Andavolu, N. Gonzalez a.e. // *Clin. Genet*. 2000. V. 58. № 1. Pp. 31–40.
83. Nature and nurture predispose to violent behavior: serotonergic genes and adverse childhood environment / A. Reif, M. Rösler, C.M. Freitag a.e. // *Neuropsychopharmacology*. 2007. V. 32. № 11. Pp. 2375–2383.
84. Nomura M., Nomura Y. Psychological, neuroimaging, and biochemical studies on functional association between impulsive behavior and the 5-HT2A receptor gene polymorphism in humans // *Ann. N.Y. Acad. Sci*. 2006. V. 1086. Pp. 134–143.
85. Novel insights in dopamine receptor physiology / R. Pivonello, D. Ferone, G. Lombardi a.e. // *Eur. J. Endocrinol*. 2007. V. 156. № 1. Pp. 13–21.
86. Parenting quality, DRD4, and the prediction of externalizing and internalizing behaviors in early childhood / C. Propper, M. Willoughby, C.T. Halpern a.e. // *Dev. Psychobiol*. 2007. V. 49. № 6. Pp. 619–632.

87. Pavlov K.A., Chistiakov D.A., Chekhonin V.P. Genetic determinants of aggression and impulsivity in humans // *J. Appl. Genet.* 2012. V. 53. Pp. 61–82.
88. Polymorphisms in the MAOA, MAOB, and COMT genes and aggressive behavior in schizophrenia / S. Zammit, G. Jones, S.J. Jones a.e. // *Am. J. Med. Genet. B. Neuropsychiatr. Genet.* 2004. V. 128. № 1. Pp. 19–20.
89. Ponglikitmongkol M., Green S., Chambon P. Genomic organization of the human oestrogen receptor gene // *EMBO.* 1988. V. 7. № 11. Pp. 3385–3388.
90. Prevalence of alcohol problems among adult somatic in-patients of a Copenhagen hospital / S.D. Nielsen, H. Storgaard, F. Moesgaard, C. Gluud // *Alcohol.* 1994. V. 29. № 5. Pp. 583–590.
91. Reduced CAG repeats length in androgen receptor gene is associated with violent criminal behavior / S. Rajender, G. Pandu, J.D. Sharma a.e. // *Int. J. Legal. Med.* 2008. V. 122. № 5. Pp. 367–372.
92. Rhee S.H., Waldman I.D. Genetic and environmental influences on antisocial behavior: A meta-analysis of twin and adoption studies // *Psychol. Bull.* 2002. V. 128. № 3. Pp. 490–529.
93. Role of monoamine oxidase A genotype and psychosocial factors in male adolescent criminal activity / K.W. Nilsson, R.L. Sjöberg, M. Damberg a.e. // *Biol. Psychiatry.* 2006. V. 59. № 2. Pp. 121–127.
94. Sabol S.Z., Hu S., Hamer D. A functional polymorphism in the monoamine oxidase A gene promoter // *Hum. Genet.* 2014. V. 103. № 3. Pp. 273–279.
95. Sadeh N., Javdani S., Verona E. Analysis of monoaminergic genes, childhood abuse, and dimensions of psychopathy // *J. Abnorm. Psychol.* 2013. V. 122. № 1. Pp. 167–179.
96. Serotonin receptor 1B genotype and hostility, anger and aggressive behavior through the lifespan: the Young Finns study / C. Hakulinen, M. Jokela, M. Hintsanen a.e. // *J. Behav. Med.* 2013. V. 36. № 6. Pp. 583–590.
97. Serotonin transporter polymorphisms and measures of impulsivity, aggression, and sensation seeking among African-American cocaine-dependent individuals / A.A. Patkar, W.H. Berrettini, M. Hoehe a.e. // *Psychiatry Res.* 2002. V. 110. № 2. Pp. 103–115.
98. Socioeconomic status mediates the genetic contribution of the dopamine receptor D4 and serotonin transporter linked promoter region repeat polymorphisms to externalization in preadolescence / M. Nobile, R. Giorda, C. Marino a.e. // *Dev. Psychopathol.* 2007. V. 19. № 4. Pp. 1147–1160.
99. Structure and promoter organization of the human monoamine oxidase A and B genes / J.C. Shih, J. Grimsby, K. Chen, Q.S. Zhu // *J. Psychiatry Neurosci.* 1993. V. 18. № 1. Pp. 25.
100. Taylor A., Kim-Cohen J. Meta-analysis of gene-environment interactions in developmental psychopathology // *Dev. Psychopathol.* 2007. V. 19. № 4. Pp. 1029–1037.

101. The catechol-O-methyltransferase (COMT) val(158)met polymorphism modulates the association of serious life events (SLE) and impulsive aggression in female patients with borderline personality disorder (BPD) / S. Wagner, O. Baskaya, N.J. Anicker a.e. // *Acta Psychiatr. Scand.* 2010. V. 122. № 2. Pp. 110–117.
102. The effect of genetic variation of the serotonin 1B receptor gene on impulsive aggressive behavior and suicide / H. Zouk, A. McGirr, V. Lebel a.e. // *Am. J. Med. Genet. B. Neuropsychiatr. Genet.* 2007. V. 144. № 8. Pp. 996–1002.
103. The genetic and environmental overlap between aggressive and non-aggressive antisocial behavior in children and adolescents using the self-report delinquency interview (SR-DI) / P. Wang, S. Niv, C. Tuvblad, A. Raine // *J. Crim. Justice.* 2013. V. 41. № 5. Pp. 277–284.
104. The human catechol-O-methyltransferase (COMT) gene maps to band q11.2 of chromosome 22 and shows a frequent RFLP with BglII / R. Winqvist, K. Lundström, M. Salminen a.e. // *Cytogenet. Cell Genet.* 1992. V. 59. № 4. Pp. 253–257.
105. The VNTR 2 repeat in MAOA and delinquent behavior in adolescence and young adulthood: associations and MAOA promoter activity / G. Guo, X.-M. Ou, M. Roettger, J.C. Shih // *Eur. J. Hum. Genet.* 2008. V. 16. № 5. Pp. 626–634.
106. Tph2 gene variants modulate response control processes in adult ADHD patients and healthy individuals / C.G. Baehne, A.-C. Ehliis, M.M. Plichta a.e. // *Mol. Psychiatry.* 2009. V. 14. № 11. Pp. 1032–1039.
107. Tryptophan-hydroxylase 2 haplotype association with borderline personality disorder and aggression in a sample of patients with personality disorders and healthy controls / M.M. Perez-Rodriguez, S. Weinstein, A.S. New a.e. // *J. Psychiatr. Res.* 2010. V. 44. № 15. Pp. 1075–1081.
108. Tuvblad C., Baker L.A. Human aggression across the lifespan: genetic propensities and environmental moderators // *Adv. Genet.* 2011. V. 75. Pp. 171–214.
109. Variation in dopamine genes influences responsivity of the human reward system / J.-C. Dreher, P. Kohn, B. Kolachana a.e. // *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 2009. V. 106. № 2. Pp. 617–622.
110. Vassos E., Collier D.A., Fazel S. Systematic meta-analyses and field synopsis of genetic association studies of violence and aggression // *Mol. Psychiatry.* 2012. V. 19. October. Pp. 1–7.
111. Volavka J., Bilder R., Nolan K. Catecholamines and aggression: the role of COMT and MAO polymorphisms // *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 2004. V. 1036. Pp. 1393–1398.
112. Vulnerability genes or plasticity genes? / J. Belsky, C. Jonassaint, M. Pluess a.e. // *Mol. Psychiatry.* 2009. V. 14. № 8. Pp. 746–754.
113. Walters G.D., Ruscio J. Trajectories of youthful antisocial behavior: categories or continua? // *J. Abnorm. Child. Psychol.* 2013. V. 41. № 4. Pp. 653–666.

114. Waltes R., Chiocchetti A.G., Freitag C.M. The neurobiological basis of human aggression: A review on genetic and epigenetic mechanisms // *Am. J. Med. Genet. B. Neuropsychiatr. Genet.* 2015.
115. Walther D.J., Bader M. A unique central tryptophan hydroxylase isoform // *Biochem. Pharmacol.* 2003. V. 66. № 9. Pp. 1673–1680.
116. Walton K.E., Ormel J., Krueger R.F. The dimensional nature of externalizing behaviors in adolescence: evidence from a direct comparison of categorical, dimensional, and hybrid models // *J. Abnorm. Child. Psychol.* 2011. V. 39. № 4. Pp. 553–561.
117. When Violence Pays: A Cost-Benefit Analysis of Aggressive Behavior in Animals and Humans / A.V. Georgiev, A.C.E. Klimczuk, D.M. Traficante, D. Maestripieri // *Evol. Psychol.* 2013. V. 11. № 3.

**Бахар Юлия Александровна** – инженер-химик центральной лаборатории, ОАО «Мостовдрев», г. Мосты Гродненской обл., Республика Беларусь. E-mail: baharonak1991@mail.ru.

**Гляковская Екатерина Ивановна** – аспирант кафедры зоологии Белорусского государственного университета, г. Минск; сотрудник кафедры зоологии и физиологии человека и животных, Гродненский государственный университет им. Янки Купалы, Республика Беларусь. E-mail: ekaterina.g91@mail.ru.

**Груммо Дмитрий Геннадьевич** – кандидат биологических наук; заместитель директора по научной и инновационной работе, Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь. E-mail: zm.hrumo@gmail.com.

**Долгих Августа Андреевна** – кандидат сельскохозяйственных наук; научный сотрудник отдела биоэкологии древесных растений, Западно-Сибирская агролесомелиоративная станция (филиал Федерального научного центра агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН), п. Октябрьский Алтайского края. E-mail: vnialmi@yandex.ru.

**Ерема Ирина Андреевна** – старший преподаватель кафедры ботаники, Гродненский государственный университет им. Янки Купалы, Республика Беларусь. E-mail: alnus70@gmail.com.

**Жебрак Инна Степановна** – кандидат биологических наук; старший преподаватель кафедры ботаники, Гродненский государственный университет им. Янки Купалы, Республика Беларусь. E-mail: согуне@mail.ru.

**Зеленкевич Наталья Алексеевна** – кандидат биологических наук; научный сотрудник лаборатории геоботаники и картографии растительности, Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь. E-mail: zeliankevich\_nat@mail.ru.

**Зеленяк Александр Карпович** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент; ведущий научный сотрудник, Нижневолжская станция по селекции древесных пород (филиал Федерального научного центра агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН), г. Камышин Волгоградской обл. E-mail: vnialmi@yandex.ru.

**Каргаполов Николай Васильевич** – кандидат географических наук, доцент; доцент кафедры экологии и природопользования географического факультета, МПГУ. E-mail: kargapolovn@mail.ru.

**Мойсейчик Екатерина Владимировна** – научный сотрудник лаборатории геоботаники и картографии растительности, Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь. E-mail: mojsejchik@gmail.com.

**Панов Валерий Иванович** – кандидат географических наук; ведущий научный сотрудник лаборатории биоэкологии древесных растений, Поволжская агролесомелиоративная станция (филиал Федерального научного центра агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН), п. Новоберёзовский Самарской обл. E-mail: vnialmi@yandex.ru.

**Рыжая Александра Васильевна** – кандидат биологических наук, доцент; доцент кафедры зоологии и физиологии человека и животных, Гродненский государственный университет им. Янки Купалы, Республика Беларусь. E-mail: rhyzhaya@mail.ru.

**Семенютина Александра Викторовна** – доктор сельскохозяйственных наук, доцент; главный научный сотрудник, заведующий отделом биоэкологии древесных растений, Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН, г. Волгоград. E-mail: vnialmi@yandex.ru.

**Созинов Олег Викторович** – кандидат биологических наук, доцент; заведующий кафедрой ботаники, Гродненский государственный университет им. Я. Купалы, Республика Беларусь. E-mail: ledum@list.ru.



**Терешкин Александр Валериевич** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент; заведующий кафедрой садово-паркового и ландшафтного строительства факультета инженерии и природоустройства, Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова. E-mail: [tereshkinav@sgau.ru](mailto:tereshkinav@sgau.ru).

**Ткаченко Ольга Николаевна** – кандидат биологических наук; научный сотрудник лаборатории нейробиологии сна и бодрствования, Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН. E-mail: [tkachenkoon@gmail.com](mailto:tkachenkoon@gmail.com).

**Филатов Василий Николаевич** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент; профессор кафедры лесного хозяйства и мелиорации факультета инженерии и природоустройства, Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова. E-mail: [tereshkinav@sgau.ru](mailto:tereshkinav@sgau.ru).

**Хужахметова Алия Шамильевна** – кандидат сельскохозяйственных наук; старший научный сотрудник отдела биоэкологии древесных растений, Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН, г. Волгоград. E-mail: [vnialmi@yandex.ru](mailto:vnialmi@yandex.ru).

**Bahar Yuliya A.** – Chemical Engineer Central laboratory of JSC «Moston-drev», Mosty, Grodno region, Republic of Belarus. E-mail: baharon-ak1991@mail.ru.

**Dolgih Augusta A.** – PhD in Agriculture; Researcher at Department of Biology of Woody Plants, Western-Siberian Agroforestry Station (Branch of Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of Russia Academy of Sciences), Oktyabrsky village, Altai Krai. E-mail: vnialmi@yandex.ru.

**Filatov Vasily N.** – PhD in Agriculture, Associate Professor; Professor of the Department of Forestry and Land Reclamation, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. E-mail: tereshkinav@sgau.ru.

**Grummo Dmitriy G.** – PhD in Biology; Deputy Director for Science and Innovation, Institute of Experimental Botany named after V.F. Kuprevich of National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Republic of Belarus. E-mail: zm.hrumo@gmail.com.

**Hliakouskaya Katsiaryna I.** – Postgraduate Student of Department of Zoology of Belarusian State University; Assistant of Department of Zoology and Human and Animal Physiology, Yanka Kupala State University of Grodno, Belarus. E-mail: ekaterina.g91@mail.ru.

**Huzhahmetova Alia Sh.** – PhD in Agriculture; Senior Researcher at the Department of Biology of Woody Plants, Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of Russia Academy of Sciences, Volgograd. E-mail: vnialmi@yandex.ru.

**Kargapolov Nikolai V.** – PhD in Geography; Assistant Professor of the Department of Ecology and Environmental Sciences, Faculty of Geography of Moscow State University of Education. E-mail: kargapolovn@mail.ru.

**Moyseychik Ekaterina V.** – Researcher of Laboratory of Geobotany and Vegetation Cartography, Institute of Experimental Botany named after V.F. Kuprevich of National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Republic of Belarus. E-mail: mojseychik@gmail.com.

**Panov Valery I.** – PhD in Geography; Leading Researcher of Department of Biology of Woody Plants, Povolzhsk agroforestry station (Branch of Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of Russia Academy of Sciences), Novober'ozovsky village, Samara region. E-mail: vnialmi@yandex.ru.

**Ryzhaya Aliksandra V.** – PhD in Biology; Associate Professor of Department of Zoology and Human and Animal Physiology, Yanka Kupala State University of Grodno, Belarus. E-mail: ryzhaya@mail.ru.

**Semenyutina Alexandra V.** – PhD in Agriculture, Associate Professor; Chief Scientist, Head of the Department of Biology of Woody Plants, Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of Russia Academy of Sciences, Volgograd. E-mail: vnialmi@yandex.ru.

**Sozinov Oleg V.** – PhD in Biology, Associate Professor; Head of the Department of Botany, Yanka Kupala State University of Grodno, Republic of Belarus. E-mail: ledum@list.ru.

**Tereshkin Alexander V.** – PhD in Agriculture, Associate Professor; Head of Department of Gardening and Landscaping, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. E-mail: tereshkinav@sgau.ru.

**Tkachenko Olga N.** – PhD in Biology; Researcher of Neurobiology of Sleep and Wake Lab, Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of RAS. E-mail: tkachenkoon@gmail.com.

**Yarema Irina A.** – Senior Lecturer of the Department of Botany, Yanka Kupala State University of Grodno, Republic of Belarus. E-mail: alnus70@gmail.com.

**Zelenkevich Natalia A.** – PhD in Biology; Researcher, Laboratory of Geobotany and Vegetation Cartography, Institute of Experimental Botany named after V.F. Kuprevich of National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Republic of Belarus. E-mail: zeliankevich\_nat@mail.ru.

**Zelenyak Alexander K.** – PhD in Agriculture, Associate Professor; Leading Researcher of Department of Biology of Woody Plants, Nizhnevolzhsk Station on Selection of Tree Species (Branch of Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of Russia Academy of Sciences), Kamyshin, Volgograd region. E-mail: vnialmi@yandex.ru.

**Zhebrak Inna S.** – PhD in Biology; Senior Lecturer of the Department of Botany, Yanka Kupala State University of Grodno, Republic of Belarus. E-mail: coryne@mail.ru.

**D. Grummo, N. Zeliankevich, O. Sozinov, E. Maiseichyk**

Evaluation for biodiversity and berries resources  
of effects recovery hydrological regime  
of raised bogs Yelnya (Belarus)

Evaluation results of effects for biological diversity and berries resources of the optimization hydrological regime of raised bog Yelnya (Belarus) are presented in the article. Analysis of the data showed that by 2035 the effects on biological diversity at the species, coenotic, and ecosystem levels are positive in almost all the evaluated parameters. Biological reserve of *Oxycoccus palustris* berries will increase by 24.9% (forecast for 2035); the value of the harvest will be 307.5 thousand USD.

**Key words:** raised bog, hydrological regime, biodiversity, berries resources, *Oxycoccus palustris*, raised bog Yelnya.

**A. Huzhakhmetova**

The study and selection of varieties  
of hazelnuts for protective afforestation  
of degraded landscapes of the Lower Volga region

The article is focused on experimental materials for the study and selection of varieties of the genus *Corylus L.* (President, Cherkesskiy-2, Futkurami) in the desert and set the specifics of their growth and development under extreme conditions. Based on the research the author identified ecological and biological characteristics of the plants and the ways of their adaptation to the limiting factors. The introduction of nut shrubs in protective forestation of degraded landscapes is viewed as reasonable by the author.

**Key words:** adaptation of plants, degraded landscapes, Lower Volga region, protective landscapes, hazelnuts, varieties of hazelnuts, President, Cherkesskiy-2, Futkurami.

## N. Kargapolov

Geochemical studies in city ecosystems

Geochemical studies in city ecosystems characterize the results of continuous operation of pollution sources, transit and accumulation environment. An important parameter of ecosystems is filling velocity in accumulation environment, which could change from decades for soils to months for snow cover and hours or days for aerosols in the city atmosphere. Heavy metals and substances able to turnover present a particular interest for research.

**Key words:** city ecosystem, pollution sources, accumulation environment, transit environment, geochemical rate, heavy metals, aerosols, smog.

## A. Ryzhaya, K. Hliakouskaya

Herbivores Arthropods, Damaging Green Plantings  
in Grodno city (Belarus)

In 2016 field season in the different types of Grodno (Belarus) green areas 62 species of herbivores, belonging to two classes, four orders, 11 families and 38 genera on 26 species of trees and shrubs have been identified. The species composition is dominated by orders Hemiptera (18 species) and Lepidoptera (16 species), the family Aphididae and Eriophyidae (14 and 11 species), genera *Phyllonorycter* (6 species), five in *Eriophyes* and *Stigmella*, 3 species of the genera *Pemphigus* and *Aceria*. In the green areas of the city 10 invasive species have been identified, four of which produce massive numbers flash.

**Key words:** phytophages, herbivores, invasive species, trees and shrubs, plant damages, outbreaks of the number of invasive species.

## A. Semenyutina, A. Dolgih, V. Panov, A. Zelenyak

Introduction as a way of increasing biodiversity  
and enrichment of dendroflora in arid areas

The article presents the analysis of biodiversity resources introduction of Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and

Protective Afforestation of Russian Academy of Sciences (Altai territory, Volgograd, Samara region). On the basis of long-term experimental studies that were carried out as field experiment, where the main factor was environmental conditions of different geographical locations, as well as the characteristics of plants the authors identified ecological-economic perspective of introduction of woody plants for the enrichment of the den-droflora of protective forest plantations for different purposes.

**Key words:** introduction resources, the gene pool, enriching of den-droflora, biodiversity, adaptation, household valuable plants, protective forest plantations.

### **A. Tereshkin, V. Filatov**

Monitoring of shrubs in green spaces in Saratov

The article presents the materials on monitoring shrubs status in green areas in Saratov. The authors show the distribution of shrubs on the objects of public green spaces (parks, squares, gardens and boulevards). Analyzing the actual number of native shrubs on the objects the authors found out that 62% of the total number of shrubs are in good condition.

**Key words:** monitoring of shrubs, status of shrubs, green spaces, shrubs in the city, public spaces, shrubs in parks, shrubs in gardens, shrubs in squares, shrubs in boulevards.

### **O. Tkachenko**

Genetic correlations of a person's aggression:  
literature review

Twin analysis showed that the genetic component of aggression is around 50%. At the same time, due to the complex behavioral nature of aggression it is not reasonable to expect that variability in one or a few genes can define all its aspects. The articles dwells on the main genetic correlations of a person's aggression that are known at present. The presented data shows that certain genes that are considered as candidates for the connection with aggression can be the plasticity genes that can explain the variability of the feature in similar genotypes.

**Key words:** aggression, person's aggression, genetics of aggression, MAOA, dopamine, serotonin.

## I. Zhebrak, I. Yarema, Y. Bahar

Fungicides, phosphoric flour, acidity of soil influence on the intensity of mycorrhization *Clematis tangutica* Korsh

The authors studied endophytic harmful fungi (*Alternaria*, *Olpidium*) in the *Clematis tangutica*. Adding to the soil «Ordan» fungicide, phosphoric flour, chalk and oxalic acid significantly increased the intensity of *Clematis tangutica* roots mycorrhization by arbuscular mycorrhizal fungi. Fungicide «Azofos» had a significant effect on reducing the growth of *Clematis tangutica* shoots, and chalk stimulates their growth. When applied to the soil inoculum of *Glomus intraradices* plants become resistant to the inhibitory effect of fungicide «Azofos».

**Key words:** endophytic fungi, arbuscular mycorrhizal fungi, dark-colored septate endophytic fungi, fungicides, inoculum of *Glomus intraradices*, intensity of mycorrhization, *Clematis tangutica*, growth of springs of *Clematis tangutica*.

Издание  
подготовили  
к печати:  
редактор  
*А. А. Козаренко,*  
корректор  
*А. А. Алексеева,*  
обложка, макет,  
компьютерная  
верстка  
*Н. А. Попова*

# СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

2016.3

Электронная версия журнала:  
[www.mpgu.rf](http://www.mpgu.rf)

Сдано в набор 20.09.2016 г.  
Подписано в печать 30.09.2016 г.  
Формат 60×90 1/16. Гарнитура «Times New Roman».  
Объем 6 п. л.