

1. ЭКОЛОГИЯ ДЕНДРОФИЛЬНЫХ НАСЕКОМЫХ

УДК 630*632.7:591.52

М.Н. Белицкая, И.Р. Грибуст, О.С. Филимонова, К.Я. Блюм

ЗАСЕЛЕННОСТЬ ГАЛЛООБРАЗОВАТЕЛЯМИ ГЛАВНЫХ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД В НАСАЖДЕНИЯХ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Введение. Важнейшим экологическим элементом гармонизации среды на территориях с засушливым климатом и резко выраженной континентальностью является лесомелиоративное обустройство [Кулик и др., 2020; Семенютина, 2002]. Введение защитных лесных насаждений способствует увеличению лесистости, экологической емкости территорий и, что немаловажно, сохранению и повышению регионального биоразнообразия [Белицкая, Грибуст, 2019; Грибуст, Белицкая, 2020]. Оптимизация среды посредством защитного лесоразведения влечет за собой трансформацию аборигенных сообществ флоры и фауны. Особенно ярко это проявляется у насекомых, состав и структура сообществ которых с введением лесопосадок значительно трансформируется [Белицкая, Грибуст, 2019; Грибуст, Белицкая, 2020].

Среди дендрофагов, обитающих в кронах древесных растений в лесонасаждениях различного целевого назначения, выделяются вредители листвы. Из них широкое распространение получили листогрызущие насекомые, отличающиеся высокой численностью и периодичностью всплеск массового размножения [Белицкая, Грибуст, 2019; Грибуст, Белицкая, 2020; Серый, Бондаренко, 2017].

В то же время пространственная структура систем лесонасаждений, обособленность популяций филофагов, их миграции, влияние на вредных членистоногих химических средств, изменение качества трофической базы в условиях негативных воздействий способствуют изменению численности филофагов, приводят к снижению деятельности отдельных вредителей за счет накопления и активизации насекомых других эколого-трофических групп [Белицкая, Грибуст, 2019; Грибуст, Белицкая, 2020;

Белицкая, Федотова, Нефедьева, 2016; Еремеева, 2011; Петров, 2019; Уткина, Рубцов, 2020].

Устойчивость древесного растения обеспечивается мощным, хорошо развитым ассимиляционным аппаратом, основной функцией которого является фотосинтез, определяющий жизнеспособность растения [Турмухаметова, 2017; Тюлькова, 2019]. Ключевым аспектом снижения фотосинтетической активности, а точнее, уменьшения общей площади листы в кроне, играет деструктивная деятельность филофагов, в частности скрытоживущих насекомых, что способствует ускорению метаболического регресса, который влечет за собой ограничение функционирования и способствует гибели древесного растения [Белов, 2008; Петров, 2019; Рубцов, Уткина, 2014; Стручаев, 2009; Уткина, Рубцов, 2020; Юркина, Пестов, 2017].

В последние годы в защитных лесных насаждениях Волгоградской области наблюдается повышение обилия галлообразующих членистоногих [Белицкая, 2015; Белицкая и др., 2016]. Это дает основание ожидать в дальнейшем повышения разнообразия и подъема вредоносности данной группы членистоногих.

Разнообразие видов и структурных элементов населения насекомых, соотношение численного обилия филофагов позволяют дать оценку санитарной ситуации в древостоях, исходя из данных о прочности консортивных связей насекомых и древесных растений, определить степень их биологической устойчивости и сформировать пути оптимизации состояния насаждений в условиях засушливой зоны [Белицкая, Грибуст, 2019].

Цель исследования – оценка заселенности крон главных лесообразующих пород насекомыми, формирующими галлы, с учетом влияния основных экологических факторов в насаждениях Волгоградской области.

Методика исследования. Исследование проводилось на постоянных пробных площадках в защитных лесных насаждениях ФНЦ агроэкологии РАН (ФГУП «Волгоградское», г. Волгоград, Землепользование «Качалинское» Иловлинский р-н Волгоградская обл.) [Энциклопедия ..., 2004; Агролесомелиорация, 2006; Семенютина, 2013]. Объектами данного исследования являются галлообразующие насекомые, трофически связанные с основными лесообразующими породами – древесными растениями *Ulmus pumila* L., вяз приземистый (Вп) и *Quercus robur* L., дуб черешчатый (Дч).

В состав лесонасаждений также включены сопутствующие породы, выполняющие вспомогательную лесоводственную и защитную роль, способствующие улучшению роста и долговечности главной породы [Энциклопедия ..., 2004]. В их числе *Fraxinus excelsior* L. (ясень обыкновенный – Яо), *Fraxinus pennsylvanica* var. *lanceolata* (Borkh.) Sarg. (ясень зеленый, или ланцетный – Яз), *Robinia pseudoacacia* L. (робиния ложноакациевая – Р), *Populus nigra* L. (тополь черный (осокорь) – Тч), *Morus alba* L. (шелковица белая – Ш), *Juglans regia* L. (орех грецкий – О/Орех) и *Ribes aureum* Pursh. (смородина золотая – Смз) [Семенютина, 2002, 2013].

Сбор и учет численности насекомых проводили с использованием маршрутных и стационарных методов посредством визуального осмотра модельных ветвей и ручным сбором филофагов каждые 7–14 дней в течение всего вегетационного периода [Наставление ..., 2001]. В лесной полосе выделяли пробную площадку с модельными деревьями, на которых определяли по три модельных ветви в каждой части кроны. Видовая принадлежность насекомых устанавливалась путем определения видоспецифичных повреждений ими древесных пород, а также по имаго, выведенным из личинок в лабораторных условиях [Гусев, 1984; Insects ..., 2013].

На основании полевых данных мы предприняли попытку проанализировать состояние организмов по отношению к свойствам среды обитания. Учитывая специфику агролесомелиоративных насаждений и особенности жизнедеятельности насекомых-дендрофагов в рамках лесной полосы конструктивные параметры (разнообразие древесной растительности в составе лесной полосы, доля главной породы, ширина (рядность) и ярусность насаждения) определены как экологические факторы воздействия на энтомосообщества, которые влияют на состав, накопление, размещение в пространстве лесопосадки, питание насекомых и поврежденность ими древостоев [Белицкая, Крюкова, 2009; Белицкая, Фадеев, 2008; Грибуст, Белицкая, 2020; Энциклопедия ..., 2004].

Для энтропийного анализа использовали экологическую плотность галлов в кроне и основные экологические факторы влияния на изменение данного показателя. Одной из важнейших информационных величин в нашей работе выступает сила влияния конкретного фактора (ИПВ – информационный показатель влияния) на число галлов в кронах деревьев, определяемая как отношение ненадежности функционирования системы (e) к ее общей энтропии в условиях действующего фактора. Не менее важным показателем является относительная энтропия системы (h), освещаю-

шая относительную загруженность системы информацией от максимально возможной. Стабильность функционирования биоценоза определяет коэффициент относительной организации системы (R), отображающий ее способность к самовосстановлению при действии внешних факторов [Анализ..., 2001; Математика, 2002].

Учитывая конструктивные и экологические особенности защитных лесонасаждений, изменение энтропийных характеристик сообществ галлообразователей иллюстрирует адаптационные возможности, основные аспекты размещения и динамики развития этих вредителей в насаждениях разного породного состава, схем смешения, ширины (рядности) и пр.

Результаты исследования. Впервые для аридной зоны Нижнего Поволжья в полезащитных лесных полосах выполнено исследование комплекса галлообразующих членистоногих.

В спектре разнообразия филлофагов защитных насаждений Нижне-волжского региона выделяется группа скрытоживущих насекомых, особенности образа жизни которых позволяют им успешно адаптироваться к неблагоприятным условиям среды и активно осваивать новые экологические ниши. При этом численность скрытоживущих вредителей листвы в насаждениях различных конструктивных параметров и дендрологического состава значительно варьирует.

Фаунистический состав галлообразователей на разных древесных породах неравнозначен, и наше внимание здесь обращено к главным лесообразующим древесным породам: для экстремальных условий Волгоградской области это *Ulmus* и *Quercus*.

Наибольшее число видов галлообразователей зафиксировано в кронах дуба – 25 видов (табл. 1) [Белицкая, 2015, 2016; Белицкая и др., 2016]. Среди них преобладают орехотворки (Hymenoptera: Cynipidae) (более 60,0% общего видового обилия галлообразующих насекомых дуба). В разных лесонасаждениях видовое обилие орехотворок колеблется от 14,3% в многорядных плотной конструкции древостоях до 56,0% в малорядных монокультурах продуваемой конструкции. Характерно, что уменьшение доли дуба в составе защитных лесных насаждений, смешение данной породы с другими породами приводит к уменьшению видового богатства данных насекомых. Из них ежегодно встречаются в массовом количестве *Cynips quercusfolii* (Linnaeus, 1758), *Neuroterus albipes* (Schenck, 1863), *N. anthracinus* (Curtis, 1838), *N. numismalis* (Fourcroy, 1785), *N. quercusbaccarum* (Linnaeus, 1758) и др.

Таблица 1

**Состав галлообразователей основных лесообразующих пород насаждений
Волгоградской области**

**Composition of gall-formers of main forest forming species in the stands
of Volgograd Region**

Таксон	Лесообразующая порода	
	<i>Quercus robur</i> L.	<i>Ulmus pumila</i> L.
HEMIPTERA		
Aphididae		
<i>Acyrtosiphon</i> (<i>Acyrtosiphon</i>) <i>mordvilkoii</i> Nevsky, 1928	+	
<i>Colopha compressa</i> Koch, 1856		+
<i>Eriosoma lanuginosum</i> Hartig, 1839		+
<i>E. patchiae</i> Börner & Blunck, 1916		+
<i>E. ulmi</i> Linnaeus, 1758		+
<i>Tetraneura caerulescens</i> Passerini, 1856		+
<i>T. nigriabdominalis</i> Sasaki, 1899		+
<i>T. pallida</i> Haliday, 1838		+
<i>T. ulmi</i> Linnaeus, 1758		+
Phylloxeridae		
<i>Acanthohermes quercus</i> Kollar, 1848	+	
HYMENOPTERA		
Cynipidea		
<i>Andricus callidoma</i> Hartig, 1841	+	
<i>A. curator</i> Hartig, 1840	+	
<i>A. foecundatrix</i> Hartig, 1840	+	
<i>A. glutinosus</i> Giraud, 1859	+	
<i>A. testaceipes</i> Hartig, 1840	+	
<i>A. inflator</i> Hartig, 1840	+	
<i>A. quercusradicis</i> Fabricius, 1798	+	
<i>Cynips agama</i> Hartig, 1840	+	
<i>Cynips</i> (<i>Diplolepis</i>) <i>divisa</i> Hartig, 1840	+	
<i>Cynips</i> (<i>Diplolepis</i>) <i>longiventris</i> Hartig, 1840	+	
<i>Cynips</i> (<i>Diplolepis</i>) <i>quercusfolii</i> Linnaeus, 1758	+	

Окончание табл. 1

Таксон	Лесообразующая порода	
	<i>Quercus robur</i> L.	<i>Ulmus pumila</i> L.
<i>C. quercus</i> Fourcroy, 1785	+	
<i>Trigonaspis megaloptera</i> Panzer, 1801	+	
<i>Neuroterus albipes</i> Hartig, 1840	+	
<i>N. anthracinus</i> Curtis, 1838	+	
<i>N. numismalis</i> Fourc, 1785	+	
<i>N. quercusbaccarum</i> Linnaeus, 1758	+	
<i>Trigonaspis synaspis</i> Hartig, 1840	+	
<i>Biorhiza pallida</i> Oliver, 1791	+	
DIPTERA		
Cecidomyiidae		
<i>Macrodiplosis dryobia</i> Löw, 1877	+	
<i>M. quercus</i> Loew, 1850	+	
<i>M. roboris</i> Hardy, 1854	+	
<i>Janetiella lemeei</i> Kieffer, 1904		+
<i>Physemocecis ulmi</i> Kieffer, 1909		+
ARACHNIDA		
Acariformes		
Eriophyidae		
<i>Aceria campestricola</i> Frauenfeld, 1865		+
<i>A. quercinus</i> Canestrini, 1891	+	

Комплекс галлообразователей вяза включает 11 видов, более разнообразны в кронах этих деревьев галловые тли (44%; табл. 1) [Белицкая и др., 2016, 2019]. Постоянные обитатели листы вяза *Colopha compressa* (Koch, 1856) (Hemiptera, Pemphigidae), *Eriosoma lanuginosum* (Hartig, 1839) и *E. ulmi* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera, Aphididae), *Janetiella lemeei* (Kieffer, 1904) и *Physemocecis ulmi* (Kieffer, 1909) (Diptera, Cecidomyiidae) и пр. Видовое богатство тлей, обитающих в защитных насаждениях, колеблется на уровне 24,4% от общего разнообразия галлообразователей вяза. Данный факт характерен для монокультур вяза, при смешении вяза с иными древесными породами этот показатель возрастает на 2,1–13,1%. В многопородных лесополосах плотной конструкции этот показатель колеблется от 10,5 до 30,8%.

Особенности локального распределения количественного обилия фауны характеризуются широкими различиями в биотопах (рис. 1 и 2).



Рис. 1. Изменение численности галлов в кронах дуба насаждений засушливой зоны. Породный состав лесных полос: I – 10ДчСмз; II – 10Дч; III – 5Дч5ЯзСмз; IV – 5Дч5ЯоСмз; V – 5Вп4Дч1Орех/Ш; VI – Дч2Тч2Вп2Р1О

Fig. 1. Changes in the number of galls in the crowns of oak in the stands of the arid zone. Species composition of protective forest strips: I – 10OpCg; II – 10Op; III – 5Op5AgCg; IV – 5Op5AoCg; V – 5Es4Op1Walnut/Mulberry; VI – Op2Pb2Es2R1Walnut

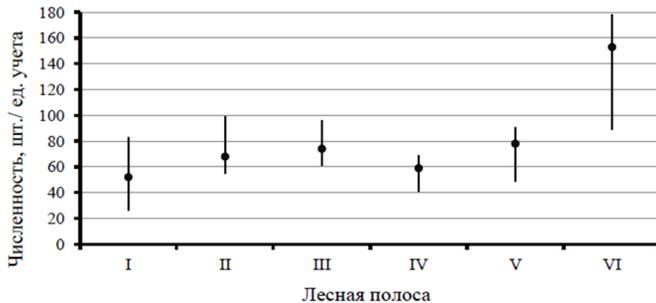


Рис. 2. Изменение численности галлов в кронах вяза насаждений засушливой зоны. Породный состав лесных полос: I – 10ВпСмз; II – 4Вп3Яо3Р; III – 5Вп4РС; IV – 10ВпСмз; V – 5Вп4Дч1Орех/Ш; VI – Дч2Тч2Вп2Р1О

Fig. 2. Changes in the number of galls in the crowns of elm in the stands of the arid zone. Species composition of protective forest strips: I – 10Es Cg; II – 4Es3Ao3R; III – 5Es4RP; IV – 10EsCg; V – 5Es4Op1Walnut/Mulberry; VI – Op2Pb2Es2R1Walnut

Степень связи филобионтов консорций дуба и вяза в насаждениях различных параметров и дендрологического состава раскрывает графическое отображение комбинационной системы кластеров, объединенных по максимальному показателю сходства количественной насыщенности галлов в кронах дуба и/или вяза. Исходя из того, что в составе одной лесной полосы используются древесные виды как одной, так и обеих главных пород в разном процентном соотношении, численность галлов в кронах взята для лесной полосы в целом (рис. 3). Максимально тождественны консорции дуба (0,97–0,96) насаждений 5Дч5Яо Смз–5Вп4Дч1Орех/Ш и 10Дч Смз–5Дч5ЯзСмз. Высокая степень биотопической общности (0,91–0,90) характерна для консорций вяза: Вп4РС–10Вп Смз и 10Вп Смз–4Вп3Яо3Р; и дуба 10Дч Смз–5Дч5Яз Смз.

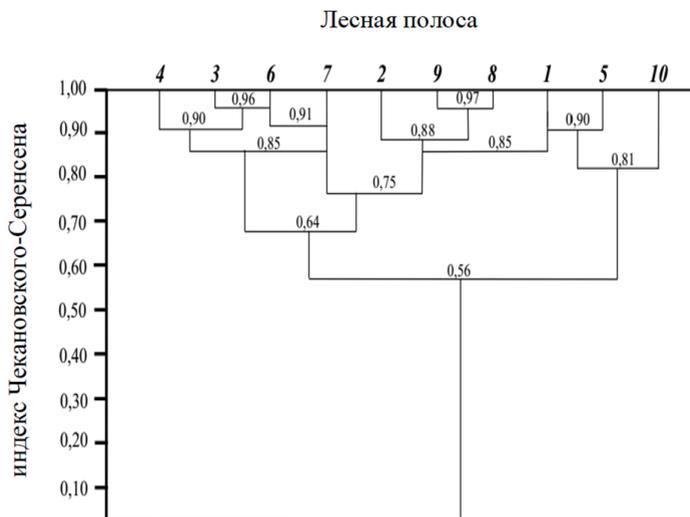


Рис. 3. Сходство консорций эндобионтов в насаждениях засушливой зоны (по Чекановскому–Серенсену). Породный состав лесополос: 1 – 10ДчСмз; 2 – 10Дч; 3 – 10ВпСмз; 4 – 4Вп3Яо3Р; 5 – 5Дч5ЯзСмз; 6 – Вп4РС; 7 – 10ВпСмз; 8 – 5Дч5ЯоСмз; 9 – 5Вп4Дч1Орех/Ш; 10 – Дч2Тч2Вп2Р1О

Fig. 3. Similarity of local groups of gall-forming agents in the protective forest strips of the arid zone (by Czekanowski–Serensen). Species composition of protective forest strips: 1 – 10OpCg; 2 – 10Op; 3 – 10EsCg; 4 – 4Es3Ao3R; 5 – 5Op5AgCg; 6 – 5Es4RP; 7 – 10EsCg; 8 – 5Op5AoCg; 9 – 5Es4Op1Walnut/Mulberry; 10 – Op2Pb2Es2R1Walnut

В связи с тем, что любая биосистема характеризуется внутренней организованностью составляющих ее компонентов, а мерой организованности признана информация об их состоянии [Анализ ..., 2002; Еремеева, 2011; Математика, 2002; Eremeeva, Zolotarev, 2009], нами проанализированы изменения числа галлов в кронах деревьев вяза и дуба под воздействием основных экологических факторов (табл. 2 и 3).

Таблица 2

Оценка влияния факторов на обилие галлов в кронах *Quercus*

Impact assessment of different factors on gall abundance in the crowns of *Quercus*

Фактор влияния	h	$R, \%$	e	ИПВ	r_{xy}
Породный состав	0,36	64,0	1,65	0,73	0,96
Доля главной породы	0,18	82,5	0,74	0,41	1,0
Ширина лесной полосы	0,18	82,5	1,12	0,61	0,98
Ярусность древостоя	0,29	71,0	1,34	0,67	0,95

Примечание: h – относительная энтропия; R – коэффициент избыточности; e – энтропия в условиях действия фактора; ИПВ – сила влияния фактора; коэффициент Пирсона – r_{xy} .

Note: h – relative entropy; R – redundancy coefficient; e – entropy under the factor influence conditions; ИПВ — influence of the factor force; Pearson correlation coefficient, r_{xy} .

Таблица 3

Оценка влияния факторов на обилие галлов в кронах *Ulmus*

Impact assessment of different factors on gall abundance in the crowns of *Ulmus*

Фактор влияния	h	$R, \%$	e	ИПВ	r_{xy}
Породный состав	0,41	59,0	2,08	0,81	0,93
Доля главной породы	0,21	79,0	0,75	0,47	1,0
Ширина лесной полосы	0,22	78,0	0,64	0,36	-1,0
Ярусность древостоя	0,26	74,0	0,89	0,55	0,91

Анализ ассоциаций филлобионтов в консорциях *Quercus* и *Ulmus* с учетом трофической специализации насекомых выявил биотопическую неоднородность накопления данных вредителей в насаждениях. При наличии

широкой вариабельности числа галлов в кронах древесных растений *Quercus* и *Ulmus* четко выражена тенденция зависимости их накопления от числа пород, доли главной породы и рядности (ширины) лесной полосы. Так, росту числа галлов на листьях дуба и вяза в различных насаждениях способствуют такие факторы, как изменение породного состава лесопосадок за счет расширения или сокращения ассортимента древесно-кустарниковой растительности, как следствие – усложнение вертикального градиента посадок (ярусности) и/или увеличение доли главной породы. Следует отметить, что отклик галлообразователей на изменение ширины (количества рядов) в лесонасаждениях менее выражен, здесь ключевым аспектом для увеличения числа галлов в насаждениях является доля главной породы в составе древостоя.

Лесная полоса представляет собой экосистему, и все процессы, сопровождающие ее жизнедеятельность, характеризуются изменением суммарной энтропии. Иначе говоря, энтропия – это критерий функциональности лесной полосы: чем больше энтропия, тем меньше функциональность лесопосадки. Проведенный анализ энтропийных характеристик показал, что фитоклимат насаждений дуба благоприятствует накоплению числа галлов в кронах. Здесь адаптационные возможности галлообразователей достаточно высоки, и экологические факторы лишь усиливают накопление данных вредителей.

При анализе сообществ галлообразователей в кронах вязов выявлено, что ответные реакции сообществ галлообразователей на действие экологических факторов менее выражены. При этом увеличение рядности (ширины) насаждений без изменения доли вяза способствует снижению числа галлов, а увеличение доли лесобразующей породы (вяза) диаметрально изменяет биоценотическую ситуацию.

На основе данных парной экспоненциальной регрессии с использованием метода наименьших квадратов определена зависимость силы влияния фактора и изменения числа галлов на листьях дуба. Установлено, что 92,9% общей вариабельности обилия галлов определяется изменением силы влияния факторов. Статистическая значимость взаимосвязи экологических факторов насаждений с участием дуба и накопление числа галлов в кронах деревьев достоверна, что подтверждается критерием Стьюдента (табл. 4).

Аналогично определена зависимость силы влияния фактора и энтропии для сообществ галлообразователей вяза. Установлено, что только 31,66% общей вариабельности числа галлов объясняется изменением силы влияния факторов. Связь экологических факторов влияния и числа галлов в кронах вязов статистически не значима (табл. 4).

Таблица 4

Анализ связи комплекса факторов и обилия галлов в кронах дуба и вяза
Link analysis between factor complex and gall abundance in oak and elm crowns

Показатели		<i>Quercus</i>	<i>Ulmus</i>
Коэффициент эластичности	E	1,525	0,237
β -коэффициент	β_i	0,928	0,463
Сила связи (по Чеддоку)	η_i	0,964	0,536
Индекс корреляции	R	0,942	0,563
Индекс детерминации	R^2	0,887	0,317
Критерий Стьюдента	t	7,650	0,740
	$t_{\text{крит}}$	3,163	2,969

Выводы. Полученные данные свидетельствуют об относительной стабильности количественного обилия галлообразующих насекомых в консорциях дуба и вяза. В целом прослеживается отчетливая цепь консортивных связей в зависимости от ядра консорции. Наиболее значимыми факторами, влияющими на увеличение числа галлов в кронах деревьев, являются доля главной породы в составе лесопосадки и ширина лесной полосы.

Детальный анализ локальных групп показал, что на деятельность галлообразователей дуба в большей степени влияет ширина лесопосадки, обеспечивающая создание определенного микроклимата.

Выявленные особенности освоения крон основных лесообразующих древесных пород галлообразователями в условиях Нижневолжского региона требуют дальнейшего наблюдения и анализа. Изучение разнообразия, особенностей распространения галлообразователей и вертикальной структуры сообществ в разных по породному составу и конструкции защитных лесонасаждений позволит установить специфику вовлечения представителей данной группы в биоценотические процессы и их роль в ослаблении насаждений в экстремальных климатических условиях.

Авторы благодарят ведущего научного сотрудника ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений» д-ра биол. наук З.А. Федотову за помощь в определении отдельных видов насекомых.

Исследования выполнены в рамках Государственного задания ФНЦ агроэкологии РАН № 0713-2019-0004.

Библиографический список

Агролесомелиорация, 5-е изд. / под ред. А.Л. Иванова и К.Н. Кулик; ВНИАЛМИ. Волгоград: 2006. 746 с.

Анализ и обработка данных / И. Гайдышев. СПб. [и др.] : Питер, 2001. 751 с.

Белицкая М.Н. Особенности фауны галлообразователей в защитных лесополосах аридной зоны // Экология России: на пути к инновациям. 2015. № 11. С. 105–107.

Белицкая М.Н. Сообщества галлообразующих членистоногих в защитных насаждениях аридной зоны // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования: матер. I Междунар. науч.-практ. Интернет-конф., посв. 25-летию ФГБНУ «Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия», 2016. С. 858–864.

Белицкая М.Н., Грибуст И.Р. Дендрофаги лесомелиоративных комплексов с участием различных древесных интродуцентов // Социально-экологические технологии. 2019. Т. 9, № 3. С. 220–238. DOI: 10.31862/2500-2961-2019-9-3-220-238

Белицкая М.Н., Крюкова Е.А. Биоценоз защитных насаждений и регулирование их состояний. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2009. 170 с.

Белицкая М.Н., Маринина М.Г., Надежкина Е.Ю., Филимонова О.С. Видовой состав скрытоживущих членистоногих древесных растений рода *Ulmus* spp. // Грани познания. 2019. № 6(65). С. 31–34.

Белицкая М.Н., Фадеев И.А. Особенности распространения вредных насекомых в защитных лесных насаждениях // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2008. Вып. 182. С. 36–44.

Белицкая М.Н., Федотова З.А., Нефедьева Е.Э. Галлообразующие вредители древесных растений насаждений аридной зоны // Парадигма. 2016. № 2. С. 207–212.

Белов Д.А. Особенности комплекса галлообразующих членистоногих в городских насаждениях Москвы // Лесной вестник. 2008. № 1. С. 73–78.

Грибуст И.Р., Белицкая М.Н. Разнообразие населения насекомых в градиенте лесоаграрного ландшафта // Социально-экологические технологии. 2020. № 3. С. 265–289. DOI: 10.31862/2500-2961-2020-10-3-265-289.

Гусев В.И. Определитель повреждений лесных, декоративных и плодовых деревьев и кустарников. М.: Лесн. пром-сть, 1984. 472 с.

Еремеева Н.И. Формирование мезофауны членистоногих в условиях урбанизации // Известия ЮФУ. Технические науки. 2011. № 9(122). С. 186–191.

Кулик К.Н., Манаенков А.С., Салугин А.Н., Кузенко А.Н. К вопросу о состоянии защитного лесоразведения в Волгоградской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. 2020. 1(57). С. 23–33. DOI: 10.32786/2071-9485-2020-01-02.

Математика / Б.М. Владимирский, А.Б. Горстко, Я.М. Ерусалимский. СПб.: Лань, 2002. 955 с.

Наставление по организации и ведению лесопатологического мониторинга в лесах России / сост. А.Д. Маслов, Е.Г. Мозолева, Н.А. Лисов и др. М.: ВНИИЛМ, 2001. 86 с.

Петров Д.Л. Повреждающие декоративные древесные растения тератформирующие фитофаги, осуществившие инвазию на территорию Беларуси в текущем столетии // Журнал Белорус. гос. ун-та. Экология. 2019. № 1. С. 24–31.

Рубцов В.В., Уткина И.А. Влияние лесных насекомых-филлофагов на фракции фитомассы деревьев // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2014. Вып. 207. С. 60–70.

Семенютина А.В. Ассортимент деревьев и кустарников для мелиорации агро- и урболандшафтов засушливой зоны (научно-методические рекомендации) / А.В. Семенютина. Москва – Волгоград, 2002. 59 с.

Семенютина А.В. Дендрофлора лесомелиоративных комплексов / под ред. И.П. Свинцова. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2013. 266 с.

Серый Г.А., Бондаренко Е.Ю. Комплекс листоверток [Lepidoptera, Tortricidae] и их динамика очагов массового размножения в Волгоградской области // Биоразнообразии и антропогенная трансформация природных экосистем: матер. Всерос. науч.-практ. конф., посв. памяти А.И. Золотухина и Году экологии: под ред. А.Н. Володченко. 2017. С.199–207.

Стручаев В.В. Наиболее опасные насекомые галлообразователи древесно-кустарниковой растительности окрестностей ботанического сада Белгородского государственного университета // Актуальные вопросы биологических наук. 2009. № 7(1). С. 12–17.

Турмухаметова Н.В. Оценка состояния лиственных деревьев и состава филлофагов в условиях г. Йошкар-Олы // Самарский научный вестник. 2017. Т. 6. № 4(21). С. 80–84.

Тюлькова Е.Г. Активность фотосинтетического аппарата древесных растений в техногенных условиях // Веснік Палескага дзяржаўнага ўніверсітэта. Сэрыя Прыродазнаўчых навук. 2019. № 1. С. 50–59.

Уткина И.А., Рубцов В.В. Дубовая широкоминирующая моль – давно известный, но до сих пор мало изученный вид // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2019. № 228. С. 42–57.

Энциклопедия агросомелиорации / под ред. Е.С. Павловского. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2004. 675 с.

Юркина Е.В., Пестов С.В. Видовое разнообразие членистоногих галлообразователей урбанизированной среды г. Сыктывкара // Теоретическая и прикладная экология. 2017. № 1. С. 77–83.

Eremeeva N.I., Zolotarev D.A. Population of hortobiontic heteropterans in urbanized territories (with Kemerovo as an example) // Entomological Review. 2009. Vol. 89, no. 3. P. 284–292.

Insects and diseases damaging trees and shrubs of Europe: monograph / M. Zúbrik, A. Kunga, G. Csoka [et al.]. 2013. 535 p.

References

Agroforestry, 5th ed. / ed. by A.L. Ivanov and K.N. Kulik; All-Russian Research Institute of Agroforestry Land reclamation. Volgograd: 2006. 746 p. (In Russ.)

Analysis and processing of databases / I. Gaidyshev. SPb.: Peter, 2002. 752 p. (In Russ.)

Belitskaya M.N. Communities of gall-forming arthropods in protective plantings of the arid zone. *The current ecological state of the natural environment and scientific and practical aspects of rational nature management*. Materials of the I International Scientific and Practical Internet Conference dedicated to the 25 anniversary of the FSBSI «Caspian Research Institute of Arid Agriculture», 2016, pp. 858–864. (In Russ.)

Belitskaya M.N. Features of the gall-forming fauna in the field-protective forest zones of the arid zone. *Ecology of Russia: on the way to innovations*, 2015, no. 11, pp. 105–107. (In Russ.)

Belitskaya M.N., Fadeev I.A. Features of the distribution of harmful insects in protective forest stands. *Bulletin of the St. Petersburg Forestry Academy*, 2008, no. 182, pp. 36–44. (In Russ.)

Belitskaya M.N., Fedotova Z.A., Nefed'eva E.E. Gall-forming pests of woody plants in plantations of the arid zone. *Paradigma*, 2016, no. 2, pp. 207–212. (In Russ.)

Belitskaya M.N., Gribust I.R. Dendrophages of forest reclamation complexes with the participation of various woody introduced species. *Socio-ecological Technologies*, 2019, vol. 9, no. 3, pp. 220–238. DOI: 10.31862 / 2500-2961-2019-9-3-220-238. (In Russ.)

Belitskaya M.N., Kryukova E.A. Biocenosis of protective plantings and regulation of their states. Volgograd: VNIALMI, 2009. 170 p. (In Russ.)

Belitskaya M.N., Marinina M.G., Nadezhkina E.Yu., Filimonova O.S. Species composition of phyllobionts of woody plants of the genus *Ulmus* spp. *Facets of Knowledge*, 2019, no. 6(65), pp. 31–34. (In Russ.)

Belov D.A. Features of the complex of gall-forming arthropods in urban plantations of Moscow. *Lesnoy Vestnik*, 2008, no. 1, pp. 73–78. (In Russ.)

Encyclopedia of Agroforestry / under. ed. E.S. Pavlovsky. Volgograd: VNIALMI, 2004. 675 p. (In Russ.)

Eremeeva N.I. Formation of the mesofauna of arthropods in urbanization. *Izvestiya SFedU. Technical Science*, 2011, no. 9(122), pp. 186–191. (In Russ.)

Eremeeva N.I., Zolotarev D.A. Population of hortobiontic heteropterans in urbanized territories (with Kemerovo as an example). *Entomological Review*, 2009, vol. 89, no. 3, pp. 284–292.

Gribust I.R., Belitskaya M.N. Diversity of insect populations in the gradient of forest agrarian landscape. *Socio-ecological Technologies*, 2020, no. 3, pp. 265–289. DOI: 10.31862 / 2500-2961-2020-10-3-265-289. (In Russ.)

Gusev V.I. Keys to the pests of forest, decorative and fruit trees and shrubs. Moscow: Forest Industry, 1984. 472 p. (In Russ.)

Insects and diseases damaging trees and shrubs of Europe: monograph / M. Zúbrik, A. Kunga, G. Csoka [et al.], 2013. 535 p.

Kulik K.N., Manaenkov A.S., Salugin A.N., Kuzenko A.N. On the question of the state of protective afforestation in the Volgograd region. *Izvestia of the Lower Volga Agro-University Complex*, 2020, no. 1(57), pp. 23–33. DOI: 10.32786 / 2071-9485-2020-01-02. (In Russ.)

Manual on the organization and conduct of forest pathological monitoring in the forests of Russia / Comp. A.D. Maslov, E.G. Mozolevskaya, H.A. Lisov and others – Moscow: VNIILM, 2001. 86 p. (In Russ.)

Mathematics / B.M. Vladimirsky, A.B. Gorstko, Ya.M. Erusalimsky. St. Petersburg: Lan, 2002. 955 p. (In Russ.)

Petrov D.L. Teratforming phytophages damaging ornamental woody plants that invaded the territory of Belarus in the current century. *Journal of the Belarusian State University. Ecology*, 2019, no. 1, pp. 24–31. (In Russ.)

Rubtsov V.V., Utkina I.A. The influence of forest phyllophagous insects on the phytomass fractions of trees. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotekhnicheskoy Akademii*, 2014, iss. 207, pp. 60–70. (In Russ.)

Semenyutina A.V. Assortment of trees and shrubs for reclamation of agro- and urban landscapes of the arid zone (scientific and methodological recommendations). Moscow – Volgograd, 2002. 59 p. (In Russ.)

Semenyutina A.V. Dendroflora of forest-reclamation complexes / ed. by I.P. Svintsov. Volgograd: All-Russian Research Institute of Agroforestry Land reclamation, 2013. 266 p. (In Russ.)

Seryi G.A., Bondarenko E.Yu. A complex of leaf rollers [Lepidoptera, Tortricidae] and their dynamics of foci of mass reproduction in the Volgograd region. In.: *Biodiversity and anthropogenic transformation of natural ecosystems*. Materials of the All-Russian scientific-practical conference dedicated to the memory of A.I. Zolotukhin and the Year of Ecology. Ed. by A.N. Volodchenko, 2017, pp. 199–207. (In Russ.)

Struchaev V.V. The most dangerous gall-forming insects of tree-shrub vegetation in the vicinity of the botanical garden of Belgorod State University. *Actual problems of biological sciences*, 2009, no. 7(1), pp. 12–17. (In Russ.)

Turmukhametova N.V. Assessment of the condition of deciduous trees and the composition of phyllophages in the conditions of Yoshkar-Ola. *Samara Scientific Bulletin*, 2017, vol. 6, no. 4(21), pp. 80–84. (In Russ.)

Tyulkova E.G. The activity of the photosynthetic apparatus of woody plants under technogenic conditions. *Vesnik Paleskaya dzyarzhavnaga universiteta. Gray Prydaznachykh navuk*, 2019, no. 1, pp. 50–59. (In Russ.)

Utkina I.A., Rubtsov V.V. The broad-minded oak moth is a well-known, but still poorly studied species. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotekhnicheskoy Akademii*, 2019, iss. 228, pp. 42–57. (In Russ.)

Yurkina E.V., Pestov S.V. Species diversity of arthropod gall-forming organisms in the urbanized environment of Syktyvkar. *Theoretical and Applied Ecology*, 2017, no. 1, pp. 77–83. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию 10.01.2021

Белицкая М.Н., Грибуст И.Р., Филимонова О.С., Блюм К.Я. Заселенность галлообразователями главных лесообразующих пород в насаждениях Волгоградской области // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2021. Вып. 236. С. 7–24. DOI: 10.21266/2079-4304.2021.236.7-24

Оптимизация среды путем лесомелиоративного обустройства территорий влечет за собой трансформацию аборигенных сообществ флоры и фауны. В последние годы в защитных лесных насаждениях Волгоградской области наблюдается повышение количественного обилия галлообразующих членистоногих. Это дает основание ожидать в дальнейшем повышения разнообразия и подъема вредоносности галлообразующих членистоногих. Для аридной зоны Нижнего Поволжья впервые в полезащитных лесных полосах выполнены исследования комплекса галлообразующих насекомых. Наибольшее число видов галлообразователей зафиксировано в кронах дуба – 25 видов. Среди них преобладают орехотворки (56,0% общего видового обилия галлообразующих насекомых дуба). Ежегодно встречаются в массовом количестве представители отряда Hymenoptera, Cynipidae: *Cynips quercusfolii* (Linnaeus, 1758), *Neuroterus albipes* (Schenck, 1863), *N. anthracinus* (Curtis, 1838), *N. numismalis* (Fourcroy, 1785), *N. quercusbaccarum* (Linnaeus, 1758) и др. Комплекс галлообразователей вяза включает 11 видов, более разнообразны в кронах этих деревьев галловые тли (44% соответственно). Постоянные обитатели листвы это: *Colopha compressa* (Koch, 1856) (Hemiptera, Pemphigidae), *Eriosoma lanuginosum* (Hartig, 1839) и *E. ulmi* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera, Aphididae), *Janetiella lemeei* (Kieffer, 1904) и *Physemocecis ulmi* (Kieffer, 1909) (Diptera, Cecidomyiidae). Видовое богатство тлей в защитных насаждениях колеблется на уровне 24,4% от общего разнообразия этих вредителей. Количественное обилие галлообразователей характеризуется широкими различиями в биотопах. На основании полевых данных нами были рассчитаны и проанализированы информационные характеристики сообществ галлообразователей, трофически связанные с основными лесообразующими породами (*Ulmus* и *Quercus*). Вариабельность энтропийных характеристик позволит определить адаптационные возможности группы галлообразователей и спрогнозировать динамику развития вредителей в насаждениях разного породного состава и конструктивных параметров. При наличии широкой вариабельности обилия галлов четко выражен тренд зависимости от числа пород, доли главной породы и рядности (ширины) лесной полосы.

Ключевые слова: защитные насаждения, галлообразующие насекомые, плотность галлов, энтропия.

Belitskaya M.N., Gribust I.R., Filimonova O.S., Blyum K.Ya. Population density of the gall makers of the main forest-forming species in the stands of the Volgograd Region. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotehniceskoy Akademii*, 2021, iss. 236, pp. 7–24 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2021.236.7-24

Optimization of the environment by forest-reclamation arrangement entails a transformation of aboriginal communities of flora and fauna. In recent years, an increase

in the quantitative abundance of gall-forming arthropods has been observed in the protective forest stands of the Volgograd Region. This gives a reason to expect further increase in the diversity and harmfulness of gall-forming arthropods in the area. For the first time, studies of the complex of gall-forming insects were carried out in the protective forest strips of the arid zone of the Lower Volga region. The largest number of insect species forming galls (25 species) is recorded in the oak crowns. Among them, Cynipoidea predominate (56.0% of the total number of species of gall-forming oak insects). Every year representatives of Cynipidae (Hymenoptera) are found in large numbers: *Cynips quercusfolii* (Linnaeus, 1758), *Neuroterus albipes* (Schenck, 1863), *N. anthracinus* (Curtis, 1838), *N. numismalis* (Fourcroy, 1785), *N. quercusbaccarum* (Linnaeus, 1758), etc. The complex of elm gall-forming insects includes 11 species, and in the crowns of these trees gall aphids are more diverse (44%, respectively). The permanent inhabitants of the foliage are: *Colopha compressa* (Koch, 1856) (Hemiptera, Pemphigidae), *Eriosoma lanuginosum* (Hartig, 1839), *E. ulmi* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera, Aphididae), *Janetiella lemeei* (Kieffer, 1904), and *Physemocecis ulmi* (Kieffer, 1909) (Diptera, Cecidomyiidae). The taxonomic diversity of aphids in the protective forest plantings hover around 24.4% of the total diversity of these pests. The quantitative characteristics of gall-forming agents vary widely across biotopes. Based on the field data, we calculated and analyzed the information characteristics of gall-forming communities trophically related to the main forest-forming species (*Ulmus* and *Quercus*). The variability of entropy characteristics will allow to determine the adaptive capabilities of a group of gall-forming insects and predict the dynamics of pest development in plantings of different species composition and design parameters. In the presence of a wide variability in the abundance of galls, the trend of dependence on the number of breeds, the share of the main breed and the row (width) of the forest strip is clearly expressed.

Key words: protective plantings, gall-forming insects, density of galls, entropy.

БЕЛИЦКАЯ Мария Николаевна – профессор, главный научный сотрудник лаборатории биоэкологии древесных растений Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» (ФНЦ агроэкологии РАН), доктор биологических наук. SPIN-код: 7755-4609. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7853-940X>

400062, Университетский пр., д. 97, г. Волгоград, Россия. E-mail: giromuvaldovna@mail.ru

BELITSKAYA Maria N. – DSc (Biological), Professor, Chief researcher of the Laboratory of bioecology of woody plants, Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences» (FSC of Agroecology RAS). SPIN-код: 7755-4609. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7853-940X>.

400062, Universiterskiy av. 97, Volgograd, Russia. E-mail: giromuvaldovna@mail.ru

ГРИБУСТ Ирина Ромуалдовна – старший научный сотрудник лаборатории биоэкологии древесных растений Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» (ФНЦ агроэкологии РАН), кандидат сельскохозяйственных наук. SPIN-код: 5765-8020. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7544-674X>.

400062, Университетский пр., д. 97, г. Волгоград, Россия. E-mail: giromuvaldovna@mail.ru

GRIBUST Irina R. – PhD (Agriculture), Senior researcher of the Laboratory of bioecology of woody plants, Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences» (FSC of Agroecology RAS). SPIN-код: 5765-8020. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7544-674X>.

400062. Universiterskiy av. 97. Volgograd. Russia. E-mail: giromuvaldovna@mail.ru

ФИЛИМОНОВА Ольга Сергеевна – аспирант Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» (ФНЦ агроэкологии РАН). SPIN-код: 5965-4725.

400062, Университетский пр., д. 97, г. Волгоград, Россия. E-mail: olga_filimonova_88@rambler.ru

FILIMONOVA Olga S. – PhD student, Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences» (FSC of Agroecology RAS). SPIN-код: 5965-4725.

400062. Universiterskiy av. 97. Volgograd. Russia. E-mail: olga_filimonova_88@rambler.ru

БЛЮМ Кирилл Яковлевич – аспирант Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» (ФНЦ агроэкологии РАН). SPIN-код: 6094-8054.

400062, Университетский пр., д. 97, г. Волгоград, Россия. E-mail: cheizer9@yandex.ru

BLYUM Kirill Ya. – PhD student, Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences» (FSC of Agroecology RAS). SPIN-код: 6094-8054.

400062. Universiterskiy av. 97. Volgograd. Russia. E-mail: cheizer9@yandex.ru