

Оригинальная статья / Original article

УДК 632. 937

DOI: 10.18470/1992-1098-2025-1-6



Изучение видового состава таксонов энтомофагов-биоиндикаторов и их регуляторной активности в агроценозах центральной и западной зон Краснодарского края

Ирина С. Агасьева, Виктор С. Петрищев, Мария В. Петрищева,
Антон С. Настасий, Екатерина О. Голобородько
Федеральный научный центр биологической защиты растений, Краснодар, Россия

Контактное лицо

Антон С. Настасий, научный сотрудник, ФГБНУ
ФНЦБЗР; 350039 Россия, Краснодарский край,
г. Краснодар, ул. им. Калинина, 62.
Тел. +79288441358
Email nastasy.anton@yandex.ru
ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8324-0058>

Формат цитирования

Агасьева И.С., Петрищев В.С., Петрищева М.В.,
Настасий А.С., Голобородько Е.О. Изучение
видового состава таксонов энтомофагов-
биоиндикаторов и их регуляторной активности в
агроценозах центральной и западной зон
Краснодарского края // Юг России: экология,
развитие. 2025. Т.20, N 1. С. 57-67. DOI:
10.18470/1992-1098-2025-1-6

Получена 30 января 2024 г.

Прошла рецензирование 18 июня 2024 г.

Принята 15 января 2025 г.

Резюме

Цель: изучение видового состава и регулирующей активности биоиндикаторных таксонов энтомофагов агроценозов в центральной и западной зонах Краснодарского края.

Исследования проводились в 2021–2023 гг. на базе экспериментального научного севооборота ФНЦБЗР (г. Краснодар), учхоз «Кубань», Динском, Абинском и Крымском районах Краснодарского края на различных сельскохозяйственных и плодовых культурах, сорной растительности.

Оценка биоразнообразия энтомофауны в агроэкостистемах Центральной зоны Краснодарского края жуков-короедов семейства Coccinellidae показала, что из десяти выявленных восемь видов являются энтомофагами, сокращающими численность насекомых-вредителей (тлей, щитовок, белокрылок и др.), два вида – микофаги. Установлено, что доминирующим видом биоиндикатором, контролирующим тлей на полевых культурах является *C. septempunctata*, плотность популяции которой превосходил прочие девять видов и составлял 75%. Вторым биоиндикаторным видом, контролирующим численность чешуекрылых вредителей рода *Bracon* (Hymenoptera Braconidae). Из отряда Neuroptera: златоглазка обыкновенная – *Chrysopa carnea* Steph.; златоглазка семиточечная – *Chrysopa septempunctata* L.; златоглазка зеленая – *Chrysopa phyllochroma* Wesmael. Из подотряда короткоусых двукрылых к энтомофагам относится 39 % видов: семейство Empididae – 13 %; семейство Dolichopodidae – 6 %; семейство Asilidae – 10 %; семейство Bombyliidae – 7 %; семейство Syrphidae – 3 %.

В результате исследований выявлены основные биоиндикаторные виды энтомофагов среди семейств кокцинеллид (Coleoptera, Coccinellidae), браконид (Hymenoptera, Braconidae), хризопид (Neuroptera, Chrysopidae), и представителей подотряда короткоусых двукрылых (Diptera: Brachycer).

Ключевые слова

Биоразнообразие, афидофаги, кокцинеллиды, перепончатокрылые, двукрылые, Краснодарский край.

Study of entomophage bioindicator taxa species composition and their regulatory activity in the central and western zones of Krasnodar Territory agrocenoses

Irina S. Agasyeva, Viktor S. Petrishchev, Maria V. Petrishcheva,
Anton S. Nastasiy and Ekaterina O. Goloborodko

Federal Research Center of Biological Plant Protection (FRCBPP), Krasnodar, Russia

Principal contact

Anton S. Nastasiy, Researcher, Federal Research Center of Biological Plant Protection (FRCBPP); 62 Kalinina St, Krasnodar, Krasnodar Region, Russia, 350039.
Tel. +79288441358
Email nastasy.anton@yandex.ru
ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8324-0058>

How to cite this article

Agasyeva I.S., Petrishchev V.S., Petrishcheva M.V., Nastasiy A.S., Goloborodko E.O. Study of entomophage bioindicator taxa species composition and their regulatory activity in the central and western zones of Krasnodar Territory agrocenoses. *South of Russia: ecology, development*. 2025; 20(1):57-67. (In Russ.) DOI: 10.18470/1992-1098-2025-1-6

Received 30 January 2024

Revised 18 June 2024

Accepted 15 January 2025

Abstract

The study of the species composition and regulatory activity of entomophages as bioindicator taxa in agrocenoses of the central and western zones of Krasnodar Territory.

The research was carried out in 2021–2023 on various agricultural and fruit crops and weed on the basis of experimental scientific crop rotation of the FRCBPP (Krasnodar), the Kuban educational and experimental farm (Krasnodar) and in the Dinsky, Abinsky and Crimean districts of the Krasnodar Territory.

An assessment of the biodiversity of ladybugs of the Coccinellidae family among the entomofauna in agroecosystems of the central zone of the Krasnodar Territory showed that out of ten identified species eight are entomophages that reduce the number of insect pests (aphids, scale insects, whiteflies, etc.), while two species are mycophages. It was found that the dominant bioindicator species controlling aphids in field crops is *C. septempunctata*, whose population density exceeded the other nine species, amounting to 75 %. The second bioindicator species controlling the number of lepidopteran pests of the genus Bracon (Hymenoptera Braconidae). From the order Neuroptera: green lacewing, *Chrysopa carnea* Steph.; seven-point lacewing, *Chrysopa septempunctata* L.; lacewing, *Chrysopa phyllochroma* Wesm. Of the suborder of short-whiskered diptera: 39 % of the species belong to entomophage ladybugs of the Coccinellidae family; 13 % of the Empididae family; 6 % of the Dolichopodidae family; 10 % of the Asilidae family; 7 % of the Bombyliidae family and 3 % of the Syrphidae family.

As a result of the research, the main bioindicator species of entomophages were identified among the families of Coccinellidae (Coleoptera, Coccinellidae), Braconidae (Hymenoptera, Braconidae), Chrysopidae (Neuroptera, Chrysopidae), and representatives of the suborder of short-whiskered diptera (Diptera, Brachycera).

Key Words

Biodiversity, aphidophages, Coccinellidae, Hymenoptera, Diptera, Krasnodar Territory.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из главных критериев стабильности биоценоза является биоценотическое разнообразие сообществ живых организмов, которое характеризуется числом видов и их значимостью в экосистеме [1–4].

Исследования по изучению естественных биоценозов с высоким биоразнообразием различных групп насекомых, показывают, что эффективность энтомофагов в снижении численности насекомых напрямую зависит от видового богатства среды [5–7]. Насекомые-зоофаги занимают существенную позицию в сохранении равновесия экосистем, а также заметно уменьшают численность сельскохозяйственных вредителей [8–10].

Исследование направленные на регуляцию численности насекомых-вредителей с помощью энтомофагов важны как с экологической, так и с экономической точки зрения. Фаунистические исследования в отдельных регионах по некоторым систематическим группам и изучение эффективности энтомофагов из этих групп до сих пор мало разработаны [11].

Насекомые являются постоянным и многочисленным компонентом экосистем в связи, с чем концепция управления популяциями вредных видов ориентирована на максимальное использование естественной регуляции с помощью природных насекомых-энтомофагов. Точная диагностика видов – зоофагов, т.е. таксономия, биоразнообразие и регуляторная активность являются базовым условием их эффективного использования.

Достаточно просто реализуемым на практике направлением биометода является использование природных популяций энтомофагов. Особая роль среди естественных биоагентов принадлежит многоядным хищникам, которые первыми сдерживают увеличение численности фитофагов [5].

Основную роль в контроле численности насекомых из надсемейства Aphidoidea в агроэкосистемах играют афидофаги. Факторы, от которых зависит снижение количества афидид

насекомыми-энтомофагами включают климат, состояние популяции, многообразные биоценотические связи. В связи с этим выявить зависимость в уменьшение численности фитофага при росте популяции афидофага удается не всегда. Основные группы насекомых, уменьшающие численность тли, включают паразитических перепончатокрылых [12] семейства Aphiliidae, жуков семейства Coccinellidae, хризоп, мух-журчалок, клопов-набид и антокорид. Из этих членистоногих наиболее высокой прожорливостью отличаются кокцинеллиды. У них так же выражено явное увеличение численности представителей вслед за количеством насекомых-жертв. Для контроля бахчевой, люцерновой, персиковой и других тлей также можно использовать паразитических наездников – афидиусов. Паразитические перепончатокрылые могут контролировать как открыто живущих тлей, так и особей, находящихся в галлах и свернутых листьях [13]. Отдельные виды кокцинеллид на личиночной стадии тоже способны проникать к защищенной тлей, в первую очередь *Harmonia axyridis* Pall. [14]. Среди других афидофагов в агроценозах часто отмечают личинок мух-сирфид, личинок златоглазок [12; 15].

Целью исследований являлось изучение видового состава и регулирующей активности биоиндикаторных таксонов энтомофагов агроценозов в центральных и западных зонах Краснодарского края.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проводились в 2021–2023 гг. на базе экспериментального научного севооборота ФНЦБЗР (г. Краснодар), учхоз «Кубань», Динском, Абинском и Крымском районах Краснодарского края на различных сельскохозяйственных и плодовых культурах, сорной растительности. Сбор биоматериала осуществляли с апреля по сентябрь с помощью ловушек Малеза, Мерике, кошением энтомологическим сачком и ручным сбором с растений и различных объектов, методами индивидуального и массового выведения (рис. 1).



Рисунок 1. Установка ловушки Малеза для сбора энтомологического материала, Абинский район, Краснодарский край

Figure 1. Installation of a Malaise trap for collecting entomological material, Abinskiy district, Krasnodar Territory

Учеты кокцинеллид производили в фазе взрослых жуков (имаго) и преимагинальных стадий, для их коллекционирования применялись стандартные методики энтомологических исследований, главным образом, кошение энтомологическим сачком и ручной сбор с растений и различных объектов (рис. 2) [16; 17].

Исследования проводили в агроценозах культурных растений севооборота ФГБНУ ФНЦБЗР (яровой ячмень, озимая пшеница, кукуруза, люцерна, горох, рапс), а также на древесно-кустарниковой растительности и разнотравье.



Рисунок 2. Учеты божьих коровок энтомологическим сачком, Крымский район
Figure 2. Counting ladybugs caught with an entomological sweeping net, Krimskiy district

Для определения насекомых применялись идентификационные таблицы из различных источников [18–26]. Для паразитических перепончатокрылых использовали Определитель паразитов вредителей плодового сада [18].

Статистическая обработка данных проводилась при помощи программы Microsoft Office Excel 2010.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

За 2 года исследования в Центральной зоне Краснодарского края нами выявлено десять видов кокцинеллид и определена их трофическая специализация, из них 8 являются афидофагами, 2 – микофаги (табл. 1).

Таблица 1. Трофическая специализация Coccinellidae, обитающих в Центральной зоне Краснодарского края
Table 1. Trophic specialisation of Coccinellidae living in the central zone of Krasnodar Territory

Таксономический статус Taxonomic status	Трофическая специализация Trophic specialization
Триба Tribe Coccinellini Latreille, 1807	
1. <i>Coccinella septempunctata</i> L.	Aphididae Latreille (тли / aphids)
2. <i>Harmonia axyridis</i> Pal.	Diaspididae T. (щитовки / armored scale)
3. <i>Propylea quatuordecimpunctata</i> L.	Aleyrodidae W. (белокрылки / whiteflies)
4. <i>Adalia bipunctata</i> L.	Metcalfa pruinosa S. (цикадки / leaf-hoppers)
5. <i>Coccinula quatuordecimpustulata</i> L.	Lepidoptera L. (яйца чешуекрылых / eggs of lepidopterans)
6. <i>Tytthaspis sedecimpunctata</i> L.	Tetranychidae D. (паутинные клещи / spider mites)
7. <i>Hippodamia variegata</i> G.	Aphididae Latreille (тли / aphids)
8. <i>Hippodamia tredecimpunctata</i> L.	Aphididae Latreille (тли / aphids)
Триба Tribe Psyllborini Gade, 1921	
9. <i>Psyllobora vigintiduopunctata</i> L.	Erysiphaceae Tul. & C. Tul. (мучнисто-росяные грибы / powdery mildew fungi)
10. <i>Vibidia duodecimguttata</i> Poda.	

Среди представленных видов наиболее часто встречались пять видов, среди которых *Coccinella septempunctata* L., *Harmonia axyridis* Pallas, *Propylea*

quatuordecimpunctata L., *Hippodamia variegata* Goeze, *Adalia bipunctata* L. (рис. 3).



Рисунок 3. Coccinellidae, обнаруженные в учебном хозяйстве Кубань, Краснодар, 2022 г.:

а) *P. quatuordecimpunctata*; б) *A. bipunctata*

Figure 3. Coccinellidae discovered at the Kuban educational and experimental farm, Krasnodar, 2022:

(a) *P. quatuordecimpunctata*, (b) *A. bipunctata*

В ходе наблюдений было выявлено, что семиточечная божья коровка *C. septempunctata* занимала преимущественно полевые культуры (горох, озимая пшеница, ячмень, рапс, кукуруза, подсолнечник, соя), в

то время как большое количество особей *H. axyridis* наблюдалось на древесно-кустарниковой растительности (плодовые деревья: яблоня, черешня, вишня, абрикос, персик и проч., розы) (рис. 4).

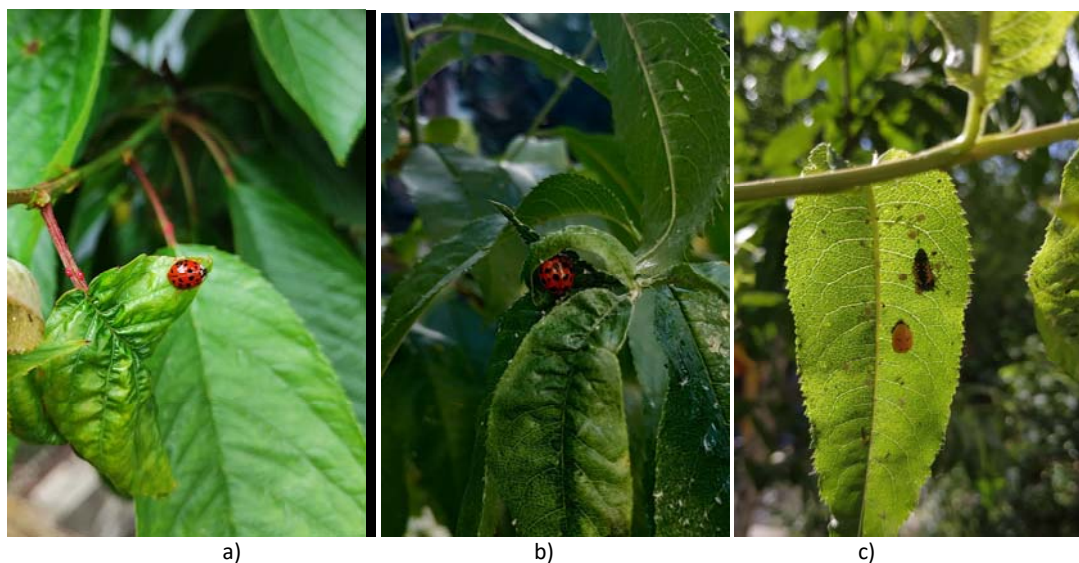


Рисунок 4. *H. axyridis* на плодовых деревьях (персик): а) и б) имаго; с) личинка и куколка

Figure 4. *H. axyridis* on fruit trees (peach): (a) & (b) imago, (c) larva and pupa

На основе учета численности божьих коровок проведен анализ миграции кокциnellид. В начале весны первые особи божьих коровок были обнаружены в лесополосе. Затем происходила их миграция на культуры: горох, пшеница, ячмень, рапс, кукуруза, соя. Наибольший показатель численности фиксировался в период цветения перечисленных ранее культур.

В конце вегетационного сезона Coccinellidae мигрируют в лесополосы и зимуют под листовой

подстилкой.

Таким образом, доминирующим видом на полевых культурах оказалась *C. septempunctata*, в численном отношении данный вид превосходил прочие восемь, обнаруженных видов коровок и составлял 75 % (322 экз.) от общего числа обнаруженных кокциnellид. *P. quatuordecimpunctata* составила 11 % (45 экз.) по числу зафиксированных особей, а коровка *H. axyridis* – 9 % (36 экз.) (рис. 5).

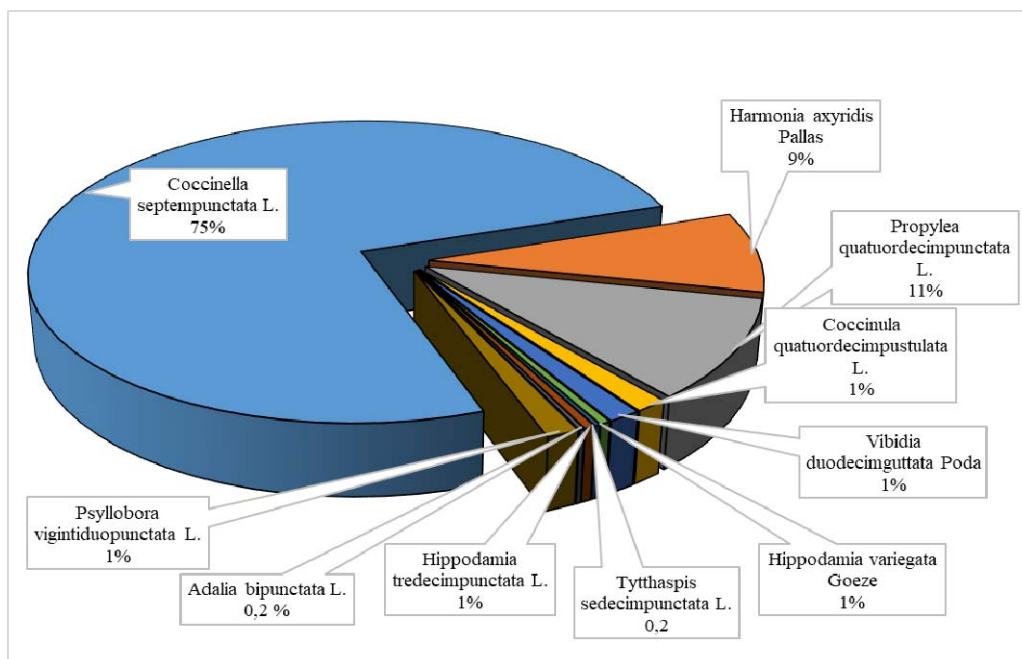


Рисунок 5. Соотношение количества особей различных видов Coleoptera, Coccinellidae, обнаруженных на обследуемых участках в центральной зоне Краснодарского края

Figure 5. Ratio of individuals of various species of Coleoptera: Coccinellidae found in areas surveyed in the central zone of Krasnodar Territory

Вторым биоиндикаторным таксоном были выбраны виды рода *Bracon* (Hymenoptera, Braconidae), семейство паразитических наездников надсемейства Ichneumoidea. Браконида можно разделить на 2 группы различающихся по характеру паразитирования, особенностям биологии и строению личинок: эктопаразиты (Braconinae и Doryctinae) и эндопаразиты (большинство других подсемейств). Большинство видов браконид – это паразитоиды жесткокрылых, двукрылых и перепончатокрылых.

Bracon hebetor Say способен успешно развиваться более чем на 300 видах насекомых-хозяев из различных отрядов. Его жертвами становятся членистоногие обитающие в естественных и искусственных экосистемах. Этот паразит является эффективным естественным регулятором численности вредителей отряда Lepidoptera.

Для изучения динамики численности видов-индикаторов из семейства Braconidae (рис. 6) использовали ловушки Малеза.

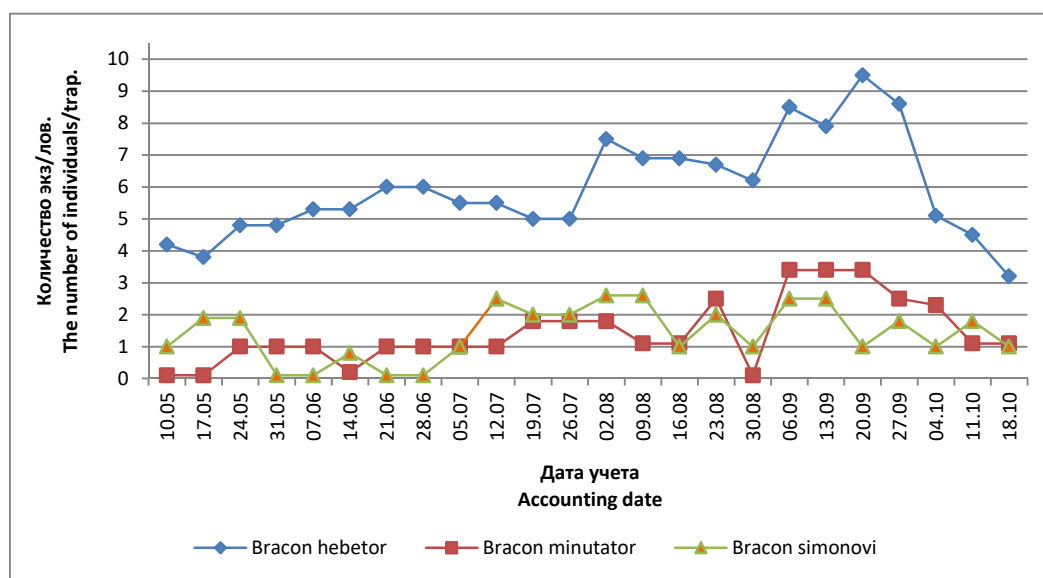


Рисунок 6. Динамика численности *Bracon hebetor* Say, *Bracon minutator* Fabr., *Bracon simonovi* Kokujev Say Fabr. Kokujev

Figure 6. Population dynamics of *Bracon hebetor* Say, *Bracon minutator* Fabr and *Bracon simonovi* Kokujev

Как видно, из данных представленных на рисунке 6, лет природной популяции *B. hebetor* начался 10 мая и был непрерывным в течении всего вегетационного периода

с пиками лета 2 августа и 13 сентября. Численность его в основном составляла в среднем 6–7 экз./лов.

Количество *B. minutator* и *B. simonovi* было невысоким в среднем 2–3 экз./лов.

Данные результаты наблюдений за динамикой численности видов-индикаторов можно использовать для краткосрочного и долгосрочного прогноза численности различных видов совок и огневков.

Среди других полезных энтомофагов, контролирующих численность тли в агроценозах были отмечены представители отряда Neuroptera семейства Chrysopidae: златоглазка обыкновенная – *Chrysopa*

carnea Steph.; златоглазка семиточечная – *Chrysopa septempunctata* L.; златоглазка зеленая – *Chrysopa phyllochroa* Wesmael. Чаще всего представители семейства Chrysopidae отмечались в ценозе гороха. Наиболее массовым был вид *Chrysopa carnea* Steph. его численность составила 1,1 шт/м².

Из отряда Hymenoptera был отмечен только один вид афидофага – *Aphidius colemani* Viereck. Тли зараженные афидиусом часто отмечались в ценозе кукурузы, а также на дикорастущих растениях (рис. 7).



Рисунок 7. Тли, зараженные *Aphidius colemani* Viereck
Figure 7. Aphids infected with *Aphidius colemani* Viereck

Двукрылые насекомые одна из наиболее разнообразных и широко распространенных групп членистоногих. Для них характерно хищничество, фитофагия и различные варианты сапрофагии (копрофагия, некрофагия, ксилофагия и пр.) [25; 26].

На территориях сельскохозяйственных угодий исследуемых территорий был выявлен следующий состав Diptera.

Сем. Empididae: *Empis socrus*, *E. livida*, *E. tessellata*, *E. albopilosa*, *Empis (Euempis) pleurica*, *Rhaphomyia sulcata*, *Rh. Sullcatina*, *Hilara brevistyla*.

Вылет семейства Dolichopodidae наблюдается в начале 1-й декады мая, наиболее многочисленным видом является *Medetera jacula* (Fallen, 1823), по литературным данным вид наиболее часто встречается на лугах и в старых садах, на деревьях. В пищу взрослым мухам этого вида идут клещи, тли, трипсы. Личинки хищники, живут и питаются в ходах короедов. Вторым по численности, является вид *Dolichopus latilimbatus* Macquart, представители рода *Dolichopus* являются настоящими хищниками, питаются в основном личинками и имаго низших двукрылых (комары, галлицы, мошки, москиты), а также яйцами и личинки слепней, трипсов, сеноедов некоторых равнокрылых. Лет Dolichopodidae продолжался до 3-й декады июня. Данные виды Dolichopodidae в силу широкого списка кормовых объектов и высокой численности можно использовать в качестве

биоиндикаторов. Всего на территориях сельскохозяйственных угодий центральной зоны Краснодарского края было отмечено 7 видов мух зеленушек *Dolichopus latilimbatus* Macq., *D. nubilis* Meigen, *Campsicnemus filipes* Loew, *C. simplicissimus* Strobl, *Syntormon pallipes* Fabricius, *Medetera flavipes* Meigen, *Medetera jacula* Fallen из которых 3 вида (*Dolichopus latilimbatus*, *D. nubilis*, *Medetera jacula*) являются энтомофагами.

Для представителей семейства мух-журчалок (Diptera, Syrphidae) на территориях сельскохозяйственных угодий центральной зоны Краснодарского края был получен следующий таксономический состав: *Sphaerophoria menthastri* L., *Myathropa florea* L., *Eristalis tenax* L., *Eristalis arbustorum* L., *Episyrphus balteatus* De Geer, *Syrphus ribesii* L., *Eupeodes corollae* Fabr., *Sphaerophoria scripta* L.

Представители семейства Syrphidae, успевают в течение периода активности дать несколько поколений; их вылет начался в третьей декаде марта у видов *E. tenax* L., *S. ribesii*, в первой декаде мая для видов *S. scripta*, *M. florea*, *Syrphus pipiens* L.

После анализа материалов были получены следующие результаты: к энтомофагам относится 39 % видов: семейство Empididae – 13%; семейство Dolichopodidae – 6 %; семейство Asilidae – 10 %; семейство Bombyliidae – 7 %; семейство Syrphidae – 3 % (рис. 8).

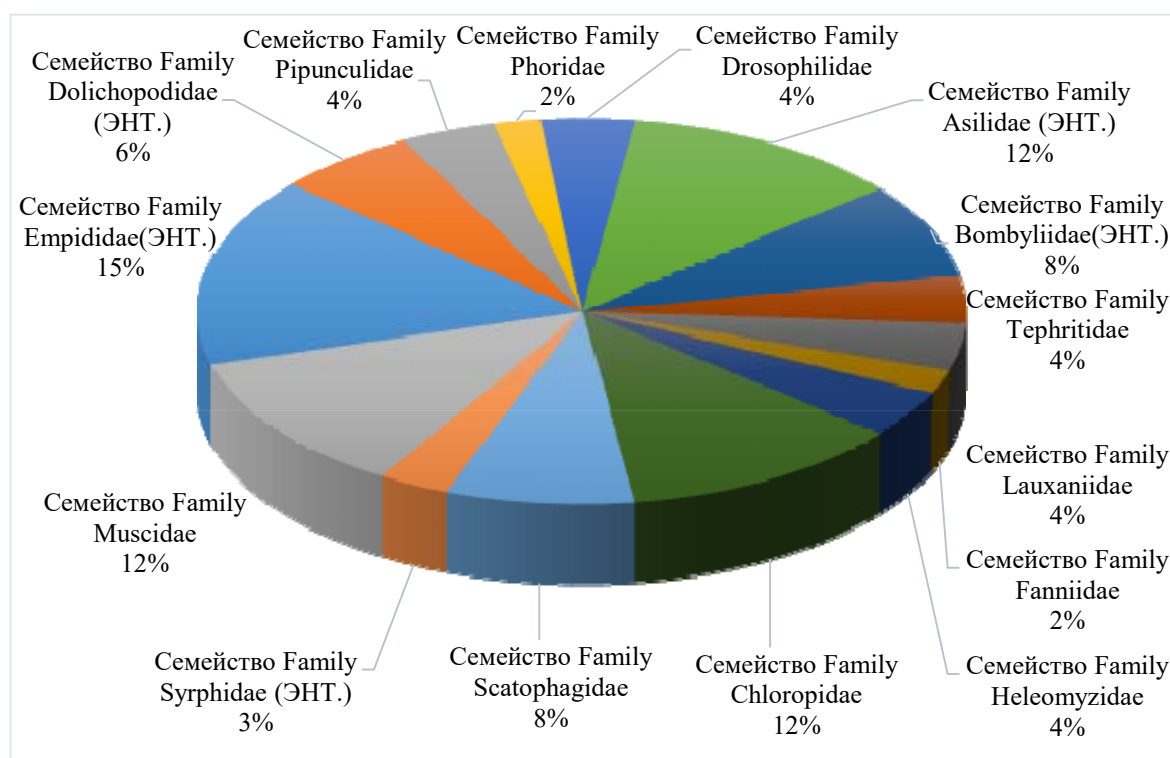


Рисунок 8. Соотношение видов в семействах короткоусых двукрылых (Diptera: Brachycera) в центральной зоне Краснодарского края

Figure 8. The ratio of species of the families of short-whiskered Diptera (Diptera: Brachycera) in the central zone of Krasnodar Territory

ВЫВОДЫ

В результате исследований выявлены основные биоиндикаторные виды энтомофагов среди семейств кокцинеллид (Coleoptera, Coccinellidae), браконид (Hymenoptera, Braconidae), хризопид (Neuroptera, Chrysopidae), и представителей подотряда короткоусых двукрылых (Diptera: Brachycera), которые были выбраны в соответствии с доминирующим видовым составом фитофагов.

Оценка биоразнообразия энтомофауны в агроэкостемах Центральной зоны Краснодарского края жуков-коровок семейства Coccinellidae показала, что из десяти выявленных восемь видов являются энтомофагами, сокращающими численность насекомых-вредителей (тлей, щитовок, белокрылок и др.), два вида – микофаги. Установлено, что доминирующим видом биоиндикатором, контролирующим тлей на полевых культурах является *C. septempunctata*, плотность популяции которой превосходил прочие девять видов и составлял 75 %. Вторым биоиндикаторным видом, контролирующим численность чешуекрылых вредителей рода *Bracon* (Hymenoptera Braconidae). Из отряда Neuroptera: златоглазка обыкновенная – *Chrysopa carnea* Steph.; златоглазка семиточечная – *Chrysopa septempunctata* L.; златоглазка зеленая – *Chrysopa phyllochroa* Wesmael. Из подотряда короткоусых двукрылых к энтомофагам относится 39 % видов: семейство Empididae – 13 %; семейство Dolichopodidae – 6 %; семейство Asilidae – 10 %; семейство Bombyliidae – 7 %; семейство Syrphidae – 3 %.

Результаты наблюдений за динамикой численности видов-индикаторов можно использовать

для краткосрочного и долгосрочного прогноза численности различных видов тлей, совок и огневков.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Исследования выполнены согласно Государственному заданию Министерства науки и высшего образования РФ в рамках НИР по теме № FGRN-2025-0005.

ACKNOWLEDGMENT

The research was carried out in accordance with the State Task of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the framework of research work on topic № FGRN-2025-0005.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Bolton R.L., Mooney A., Pettit M.T., Bolton A.E., Morgan L., Drake G.J., Appeltant R., Walker S.L., Gillis J.D., Hvilson C. Resurrecting biodiversity: advanced assisted reproductive technologies and biobanking // *Reproduction and Fertility*. 2022. V. 3(3). P. 121–146. <https://doi.org/10.1530/RAF-22-0005>
2. Dubey P.K., Singh A., Raghubanshi A., Abhilash P.C. Steering the restoration of degraded agroecosystems during the United Nations Decade on Ecosystem Restoration // *Journal Environmental Management*. 2021. V. 280. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111798> Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S01479720317230> (accessed 26.01.2024)
3. Liu J., Yong D.L., Choi C.Y., Gibson L. Transboundary Frontiers: An Emerging Priority for Biodiversity Conservation // *Trends in Ecology and Evolution*. 2020. V. 35(8). P. 679–690.

<https://doi.org/10.1016/j.tree.2020.03.004>

4. Vincent C., Lasnier J., de Coussergues C.H., Baril A. Biodiversity in a Cool-Climate Vineyard: A Case Study from Quebec // *Insects*. 2021. V. 12(8). <https://doi.org/10.3390/insects12080750> Available at: <https://www.mdpi.com/2075-4450/12/8/750> (accessed 29.01.2024)
5. Dunn L., Lequerica M., Reid C.R., Latty T. Dual ecosystem services of syrphid flies (Diptera: Syrphidae): pollinators and biological control agents // *Pest Management Science*. 2020. V. 76(6). P. 1973–1979. <https://doi.org/10.1002/ps.5807>
6. Duffus N.E., Echeverri A., Dempewolf L., Noriega J.A., Furumo P.R., Morimoto J. The Present and Future of Insect Biodiversity Conservation in the Neotropics: Policy Gaps and Recommendations // *Neotropical Entomology*. 2023. V. 52(3). P. 407–421. <https://doi.org/10.1007/s13744-023-01031-7>
7. Pierre J.F., Jacobsen K.L., Latournerie-Moreno L., Torres-Cab W.J., Chan-Canché R., Ruiz-Sánchez E. A review of the impact of maize-legume intercrops on the diversity and abundance of entomophagous and phytophagous insects // *Sustainability*. 2023. V. 14(19). <https://doi.org/10.3390/su141912385> Available at: <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/19/12385> (accessed 26.01.2024)
8. Vargas G., Rivera-Pedroza L.F., García L.F., Jahnke S.M. Conservation Biological Control as an Important Tool in the Neotropical Region // *Neotropical Entomology*. 2023. V. 52(2) P. 134–151. <https://doi.org/10.1007/s13744-022-01005-1>
9. Fountain M.T. Impacts of Wildflower Interventions on Beneficial Insects in Fruit Crops: A Review // *Insects*. 2022. V. 13(3). <https://doi.org/10.3390/insects13030304> Available at: <https://www.mdpi.com/2075-4450/13/3/304> (accessed 26.01.2024)
10. Попов И.Б., Кремнева О.Ю., Пачкин А.А., Ермаков Я.С., Лептягин Д.Л. Роль посевов подсолнечника в поддержании биоразнообразия перепончатокрылых насекомых в агроценозах Краснодарского края // *Юг России: экология, развитие*. 2023. Т. 18. N 2. С. 127–139. <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2023-2-127-139>
11. Misrieva B., Shamsudinova M. Study of the role of perspective types of entomophages in agrobiocenosis of dagestan // *Vegetable crops of Russia*. 2017. N 3. P. 87–91.
12. Исмаилов В.Я., Команцев А.А. Влияние беспищидной системы защиты овощного гороха на восстановление биоразнообразия и механизмов естественной биоценотической регуляции // *Достижения науки и техники АПК*. 2022. Т. 36. N 4. С. 94–99. https://doi.org/10.53859/02352451_2022_36_4_94
13. Alvarez-Baca J.K., Montealegre X., Alfaro-Tapia A., Zepeda-Paulo F., Van Baaren J., Lavandero B., Le Lann C. Composition and Food Web Structure of Aphid-Parasitoid Populations on Plum Orchards in Chile // *Insects*. 2023. V. 14(3). <https://doi.org/10.3390/insects14030288> Available at: <https://www.mdpi.com/2075-4450/14/3/288> (accessed 26.01.2024)
14. Агасьева И.С., Исмаилов В.Я., Нефедова М.В., Настасий А.С., Федоренко Е.В. Оценка эффективности энтомофагов и акарифагов в системах биологической защиты яблоневого сада // *Достижения науки и техники АПК*. 2021. Т. 35. N 2. С. 47–51. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2021-10207>
15. Barriault S., Soares A.O., Gaimari S.D. et al. Leucopis glyphinivora Tanasijtshuk (Diptera: Chamaemyiidae), a new

- aphidophagous biocontrol agent; development, survival and comparison with *Aphidoletes aphidimyza* Rondani (Diptera: Cecidomyiidae) // *Bulletin of Entomological Research*. 2019. V. 109(4). P. 472–478. <https://doi.org/10.1017/S0007485318000767>
16. Прасолова А.Э. Вредители кукурузы в центральной зоне Краснодарского края // *Материалы международной научно-практической конференции «Защита растений от вредных организмов»*, Краснодар, 21–25 июня, 2021. С. 302–304.
17. Цыгикало И.С., Попов И.Б., Хомицкий Е.Е. Божьи коровки (Coleoptera: Coccinellidae) города Краснодара и их роль в биологическом подавлении фитофагов // *Экосистемы*. 2021. N 28. С. 88–96.
18. Костюков В.В., Кошелева О.В., Балахнина И.В. Определитель паразитов вредителей плодового сада. Ростов-на-Дону, 2007. 254 с.
19. Заславский В.А. Сем. Coccinellidae – Божьи коровки: Определитель насекомых Европейской части СССР. Т. 2. Москва-Ленинград: Наука, 1965. С. 319–326.
20. Кузнецов В.Н. Сем. Coccinellidae – Божьи коровки: Определитель насекомых Дальнего Востока СССР. Т. 3. Жесткокрылые или жуки, Ч. 2. СПб: Наука, 1992. С. 333–376.
21. Хабибуллин В.Ф., Муравицкий О.С. Атлас-определитель кокцинеллид (божьих коровок) (Coleoptera: Coccinellidae) и жуков-листоедов (Coleoptera: Chrysomelidae) Башкортостана // *Жуки (Coleoptera) и колеоптерология*. URL: <https://www.zin.ru/animalia/coleoptera/rus/muravit1.htm> (дата обращения: 29.01.2024)
22. Беньковский А.О. Определитель божьих коровок (Coleoptera, Coccinellidae) европейской части России и Северного Кавказа. Ливны: Издатель Мухаметов Г.В., 2020. 140 с.
23. Нарчук Э.П. Определитель семейств двукрылых насекомых (Insecta: Diptera) фауны России и сопредельных стран (с кратким обзором семейств мировой фауны) // *Труды Зоологического института РАН*. 2003. Т. 294. 250 с.
24. Михайличенко Т.В., Кустов С.Ю. Таксономический состав и особенности экологии двукрылых насекомых (Insecta: Diptera) природного заказника «Камышанова поляна» // *Кавказский энтомологический бюллетень*. 2012. Т. 8. N 2. С. 333–338.
25. Кривошеина Н.П., Кривошеина М.Г. Определитель двукрылых насекомых подотряда Brachycera-Orthorrhapha по личинкам. Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2015. 384 с.
26. Петрищев В.С. Агасьева И.С. Материалы к диптерофауне (Diptera: Brachycera) урбо- и агроэкосистем Краснодара и окрестностей Эльхотово (Северная Осетия) // *Российская сельскохозяйственная наука*. 2022. N 4. С. 22–26. <https://doi.org/10.31857/S2500262722040044>

REFERENCES

1. Bolton R.L., Mooney A., Pettit M.T., Bolton A.E., Morgan L., Drake G.J., Appeltant R., Walker S.L., Gillis J.D., Hvilson C. Resurrecting biodiversity: advanced assisted reproductive technologies and biobanking. *Reproduction and Fertility*, 2022, vol. 3, no. 3, pp. 121–146. <https://doi.org/10.1530/RAF-22-0005>
2. Dubey P.K., Singh A., Raghubanshi A., Abhilash P.C. [Steering the restoration of degraded agroecosystems during the United Nations Decade on Ecosystem

- Restoration]. *Journal Environmental Management*, 2021, no. 280.
Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301479720317230> (accessed 26.01.2024)
3. Liu J., Yong D.L., Choi C.Y., Gibson L. Transboundary Frontiers: An Emerging Priority for Biodiversity Conservation. *Trends in Ecology and Evolution*, 2020, vol. 35, no. 8, pp. 679–690.
<https://doi.org/10.1016/j.tree.2020.03.004>
4. Vincent C., Lasnier J., de Coussergues C.H., Baril A. [Biodiversity in a Cool-Climate Vineyard: A Case Study from Quebec]. *Insects*, 2021, no. 8. Available at: <https://www.mdpi.com/2075-4450/12/8/750> (accessed 29.01.2024)
5. Dunn L., Lequerica M., Reid C.R., Latty T. Dual ecosystem services of syrphid flies (Diptera: Syrphidae): pollinators and biological control agents. *Pest Management Science*, 2020, vol. 76, no. 6, pp. 1973–1979.
<https://doi.org/10.1002/ps.5807>
6. Duffus N.E., Echeverri A., Dempewolf L., Noriega J.A., Furumo P.R., Morimoto J. The Present and Future of Insect Biodiversity Conservation in the Neotropics: Policy Gaps and Recommendations. *Neotropical Entomology*, 2023, vol. 52, no. 3, pp. 407–421. <https://doi.org/10.1007/s13744-023-01031-7>
7. Pierre J.F., Jacobsen K.L., Latournerie-Moreno L., Torres-Cab W.J., Chan-Canché R., Ruiz-Sánchez E. [A review of the impact of maize-legume intercrops on the diversity and abundance of entomophagous and phytophagous insects]. *Sustainability*, 2023, no. 19. Available at: <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/19/12385> (accessed 26.01.2024)
8. Vargas G., Rivera-Pedroza L.F., García L.F., Jahnke S.M. Conservation Biological Control as an Important Tool in the Neotropical Region. *Neotropical Entomology*, 2023, vol. 52, no. 2, pp. 134–151. <https://doi.org/10.1007/s13744-022-01005-1>
9. Fountain M.T. [Impacts of Wildflower Interventions on Beneficial Insects in Fruit Crops: A Review]. *Insects*, 2022, no. 3. Available at: <https://www.mdpi.com/2075-4450/13/3/304> (accessed 26.01.2024)
10. Popov I.B., Kremneva O.Yu., Pachkin A.A., Ermakov Ya.S., Leptyagin D.O. The role of sunflower crops in maintaining the biodiversity of hymenopterous insects in agroecosystems of Krasnodar Territory. *South of Russia: ecology, development*, 2023, vol. 18, no. 2, pp. 127–139. (In Russian) <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2023-2-127-139>
11. Misrieva B., Shamsudinova M. Study of the role of perspective types of entomophages in agrobiocenosis of Dagestan. *Vegetable crops of Russia*, 2017, no. 3, pp. 87–91.
12. Ismailov V.Ya., Komantsev A.A. Influence of the green pea pesticide-free protection system on the restoration of biodiversity and mechanisms of natural biocenotic regulation. *Achievements of Science and Technology of Agro-Industrial Complex*, 2022, vol. 36, no. 4, pp. 94–99. (In Russian) https://doi.org/10.53859/02352451_2022_36_4_94
13. Alvarez-Baca J.K., Montealegre X., Alfaro-Tapia A., Zepeda-Paulo F., Van Baaren J., Lavandero B., Le Lann C. Composition and Food Web Structure of Aphid-Parasitoid Populations on Plum Orchards in Chile. *Insects*, 2023, no. 3. Available at: <https://www.mdpi.com/2075-4450/14/3/288> (accessed 26.01.2024)
14. Agas'eva I.S., Ismailov V.Ya., Nefedova M.V., Nastasij A.S., Fedorenko E.V. Evaluation of the effectiveness of entomophages and acariphages in biological protection systems of an apple orchard. *Achievements of Science and Technology of Agro-Industrial Complex*, 2021, vol. 35, no. 2, pp. 47–51. (In Russian) <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2021-10207>
15. Barriault S., Soares A.O., Gaimari S.D. et al. Leucopis glyphinivora Tanasijtshuk (Diptera: Chamaemyiidae), a new aphidophagous biocontrol agent; development, survival and comparison with *Aphidoletes aphidimyza* Rondani (Diptera: Cecidomyiidae). *Bulletin of Entomological Research*, 2019, vol. 109, no. 4, pp. 472–478.
<https://doi.org/10.1017/S0007485318000767>
16. Prasolova A.E. Vrediteli kukuruzy v central'noj zone Krasnodarskogo kraja [Pests of corn in the central zone of Krasnodar Territory]. *Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Zashchita rastenij ot vrednyh organizmov»*, Krasnodar, 21–25 iyunya 2021. [Proceedings of Interregional Conference «Crop protection against hazardous organisms», Krasnodar, 21–25 June 2021]. Krasnodar, 2021, pp. 302–304. (In Russian)
17. Tsygikalo I.S., Popov I.B., Khomitskii E.E. Ladybugs (Coleoptera: Coccinellidae) in Krasnodar and their role in biological suppression of phytophages. *Ekosistemy*. 2021, no. 28, pp. 88–96. (In Russian)
18. Kostyukov V.V., Kosheleva O.V., Balakhnina I.V. *Opredelitel' parazitov vrediteli plodovogo sada* [Determinant of parasites of orchard pests]. Rostov-on-Don, 2007, 254 p. (In Russian)
19. Zaslavskii V.A. *Sem. Coccinellidae – Bozh'i korovki: Opredelitel' nasekomykh Evropejskoi chasti SSSR* [Coccinellidae – Ladybugs: Key to insects of the European part of the USSR]. Moscow-Leningrad, Nauka Publ., 1965, vol. 2, pp. 319–326. (In Russian)
20. Kuznetsov V.N. *Sem. Coccinellidae – Bozh'i korovki: Opredelitel' nasekomykh Dal'nego Vostoka SSSR. T. 3. Zhestkokrylye ili zhuki, Ch. 2* [Fam. Coccinellidae - Ladybugs: Key to insects of the Far East of the USSR. Vol. 3. Coleoptera or beetles, Part 2]. St. Petersburg, Nauka Publ., 1992, pp. 333–376. (In Russian)
21. Khabibullin V.F., Muravitskii O.S. *Atlas-opredelitel' koktsinellid (bozh'ikh korovok) (Coleoptera: Coccinellidae) i zhukov-listoedov (Coleoptera: Chrysomelidae) Bashkortostana. Zhuki (Coleoptera) i koleopterologiya* [Atlas-identifier of coccinellids (ladybugs) (Coleoptera: Coccinellidae) and leaf beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) of Bashkortostan. Beetles (Coleoptera) and coleopterology.]. (In Russian) Available at: <https://www.zin.ru/animalia/coleoptera/rus/muravit1.htm> (accessed: 29.01.2024)
22. Ben'kovskii A.O. *Opredelitel' bozh'ikh korovok (Coleoptera, Coccinellidae) evropejskoi chasti Rossii i Severnogo Kavkaza* [Key to ladybirds (Coleoptera, Coccinellidae) of the European part of Russia and the North Caucasus]. Livny, 2020, 140 p. (In Russian)
23. Narchuk E.P. [Key to the families of dipteran insects (Insecta: Diptera) of the fauna of Russia and neighboring countries (with a brief overview of the families of the world fauna)]. In: *Trudy Zoologicheskogo instituta RAN* [Proceedings of the Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences]. Moscow, 2003, vol. 294, 250 p. (In Russian)
24. Mikhailichenko T.V., Kustov S.Yu. Taxonomic composition and ecology features of dipteran insects (Insecta: Diptera) of the natural reserve «Kamyshanova

polyana». Kavkazskii ehntomologicheskii byulleten' [Caucasian Entomological Bulletin]. Krasnodar, 2012, vol. 8, no. 2, pp. 333–338. (In Russian)

25. Krivosheina N.P., Krivosheina M.G. *Opredelitel' dvukrylykh nasekomykh podotryada Brachycera-Orthorrhapha po lichinkam* [Key to dipteran insects of the suborder Brachycera-Orthorrhapha based on larvae]. Moscow, KMK Publ., 2015, 384 p. (In Russian)

26. Petrishchev V.S., Agas'eva I.S. Materials for the diptera fauna (Diptera: Brachycera) of urban and agroecosystems of Krasnodar and the environs of Elkhotoovo (North Ossetia). *Russian Agricultural Science*, 2022, no. 4, pp. 22–26. (In Russian)

<https://doi.org/10.31857/S2500262722040044>

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА

Ирина С. Агасьева разработала концепцию, определила методологию, провела исследование, проанализировала данные, написала рукопись. Виктор С. Петрищев провел исследования, проанализировал данные. Мария В. Петрищева редактировала рукопись. Антон С. Настасий и Екатерина О. Голобородько провели исследование. Все авторы в равной степени несут ответственность при обнаружении плагиата, самоплагиата или других неэтических проблем.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Irina S. Agasieva developed the concept, defined the methodology, conducted the study, analysed the data and wrote the manuscript. Victor S. Petrishchev conducted research and analysed the data. Maria V. Petrischeva edited the manuscript. Anton S. Nastasy and Ekaterina O. Goloborodko undertook research. All authors are equally responsible for plagiarism, self-plagiarism and other ethical transgressions.

NO CONFLICT OF INTEREST DECLARATION

The authors declare no conflict of interest.

ORCID

Ирина С. Агасьева / Irina S. Agasyeva <https://orcid.org/0000-0002-1216-1106>

Виктор С. Петрищев / Viktor S. Petrishchev <https://orcid.org/0000-0002-8298-1337>

Мария В. Петрищева / Maria V. Petrishcheva <https://orcid.org/0000-0001-5390-233X>

Антон С. Настасий / Anton S. Nastasiy <https://orcid.org/0000-0001-8324-0058>

Екатерина О. Голобородько / Ekaterina O. Goloborodko <https://orcid.org/000-0003-3438-7453>