

## Структура населения жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) в агроценозах

### Ground beetles (Coleoptera, Carabidae) assemblages in agricultural landscapes

Н.Р. Хабибуллина, Р.А. Суходольская  
N.R. Khabibullina, R.A. Sukhodolskaya

Институт проблем экологии и недропользования АН Республики Татарстан, ул. Даурская 28, Казань 420087, Россия. E-mail: ra5suh@rambler.ru, nelya-h@rambler.ru.

State Budgetary Establishment Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences, Daurskaya Str. 28, Kazan 420087 Russia.

**Ключевые слова:** жуужелицы, Carabidae, структура населения, агроландшафт, дискриминантный анализ.

**Key words:** ground beetles, Carabidae, assemblages structure, agrilandscape, discriminant analysis.

**Резюме.** В работе представлены данные по относительному влиянию внешних факторов на структуру населения жуужелиц в агроландшафте. Анализ проводился в Республике Татарстан. Участки выбирались с учётом системы земледелия (обычная и органическая), типа почвы (чернозём, дерново-карбонатные, серые лесные), типа культуры (пропашные, зерновые, многолетние травы и сады), способа обработки почвы (отвальная, безотвальная, поверхностная и междурядная) и особенностей ландшафта (южная тайга Западного Предкамья и лесостепь Предкамья и Предволжья). В агроландшафтах Республики Татарстан зарегистрировано 74 вида жуужелиц, принадлежащих к 23 родам. Доминируют повсеместно *Harpalus rufipes* и *Poecilus cupreus*. В зоогеографическом плане как по видовому разнообразию, так и по обилию преобладают транспалеарктические и европейские виды, по гигропреференту — мезоксерофильные. На посевах кормовых трав регистрируются преимущественно виды с осенним размножением, которые имеют и высокую численность. Во всех остальных культурах ведущее положение как по видовому, так и по численному обилию занимают весенне-летние виды. Дискриминантный анализ показал, что основной фактор, влияющий на структуру карабидокомплекса — способ обработки почвы. В меньшей степени структура сообществ жуужелиц зависит от культуры, а тип почвы и местоположение участка в определённой провинции практически не оказывают влияния на структуру населения карабид.

**Abstract.** Agricultural intensification has led to the major loss of biodiversity. Few studies have considered simultaneously habitat features, landscape pattern and farming system to explain changes in biodiversity of agricultural landscapes. This study investigated the respective effects of different factors on carabid beetle assemblages in agrilandscape. The work has been carried out in Russia, Tatarstan. Carabid beetles were sampled by pitfall trapping in 64 agrilandscape using chronosequences of plots across different bioclimatic zones. The sample plots were selected on the basis of farming system (organic and conventional), soil type (clay chernozem, calcareous, light gray), crop type (cultivated, cereal crops, perennial grasses, gardens), tillage-type (moldboard, moldboardless plowing, surface and inter — row

tillage) and landscape features (South taiga and forest-steppe regions of Volga basin). A range of these environmental variables were measured in each plot to interpret differences in carabid community composition. A total of 74 carabid species from 23 genera were identified. *Harpalus rufipes* and *Poecilus cupreus* dominated in most of plots. Both abundance and species richness were high among transpalearctic and european species, mesoxerophiles. Autumn breeders were more abundant in forage grasses, spring ones — in all remaining cases. Discriminant analysis revealed tillage — type as the main factor effecting carabid assemblages in agrilandscape. Other factors i. e. crop type, soil-type and landscape pattern were less important.

Понимание динамики биоразнообразия в меняющемся агроландшафте является целью сохранения естественного генофонда и выбора сельскохозяйственной политики. Сельское хозяйство оперирует на нескольких пространственно-временных уровнях — от поля до ландшафта. В зависимости от экологических особенностей сообществ реакция на сельскохозяйственную практику бывает различной [Burel et al., 2005].

Целью данной работы является выявление факторов, влияющих на структуру населения жуужелиц в агроценозах. Жуужелицы давно зарекомендовали себя как индикаторы среды обитания. Более того, считается, что по представителям этого семейства можно судить об общем биоразнообразии и степени эндемизма многих таксонов беспозвоночных, растений и позвоночных [Burel et al., 2004; Schuldt, Assmann, 2010].

Учитывая актуальность проблемы сохранения биоразнообразия карабидокомплексов, мы поставили задачу: методами многомерной статистики выявить факторы, влияющие на состав и структуру населения жуужелиц в агроценозах. В отличие от ранее выполненных исследований, в задачи настоящей работы входил анализ условий как в мелкомасштабном аспекте (влияние культуры, способа обработки

почвы, внесения удобрений и инсектицидов), так и в крупномасштабном — сравнительная характеристика карабидокомплексов в разных зональных провинциях Республики Татарстан.

## Материал и методика

Работы проводились в агроландшафтах на территории Республики Татарстан в течение 2006–2008 гг. Было исследовано три физико-географических региона, в каждом из них — по два административных района (рис. 1). Количество обследованных полей в каждом районе составляло не менее 10. Сбор материала осуществлялся в два периода — весенне-летний и летне-осенний — методом почвенных ловушек. В каждом исследуемом агроценозе устанавливалось десять ловушек — пластиковых стаканов диаметром 9 см и высотой 14 см без фиксирующей жидкости. Ловушки устанавливались отступя 50 м от края поля в одну линию на расстоянии 10–15 м друг от друга и находи-

лись в рабочем состоянии 5 суток. В общей сложности было обследовано 64 агроценоза, отработано 5950 ловушко-суток. Определено 20 993 особи.

Зоогеографическая характеристика видов приводится на основе данных О. Л. Крыжановского [1983]. Система жизненных форм имаго и личинок жуелиц разработана для различных зон европейской части России И.Х. Шаровой [1982]. Для выделения класса жизненных форм за основу взят тип питания, для подкласса — обитаемый ярус, для группы — характер передвижения. Тип размножения и экологическая приуроченность приводится по А.К. Жеребцову [1978].

При анализе материала применяли следующее деление: более 10 % — эудоминанты, от 5 до 10 % — доминанты; от 1 до 5 % — субдоминанты; менее 1 % — рецеденты [Душенков, 1983].

Для оценки видовой разнообразия и выравниваемости был использован индекс Шеннона, для оценки видовой разнообразия — индекс видовой богат-

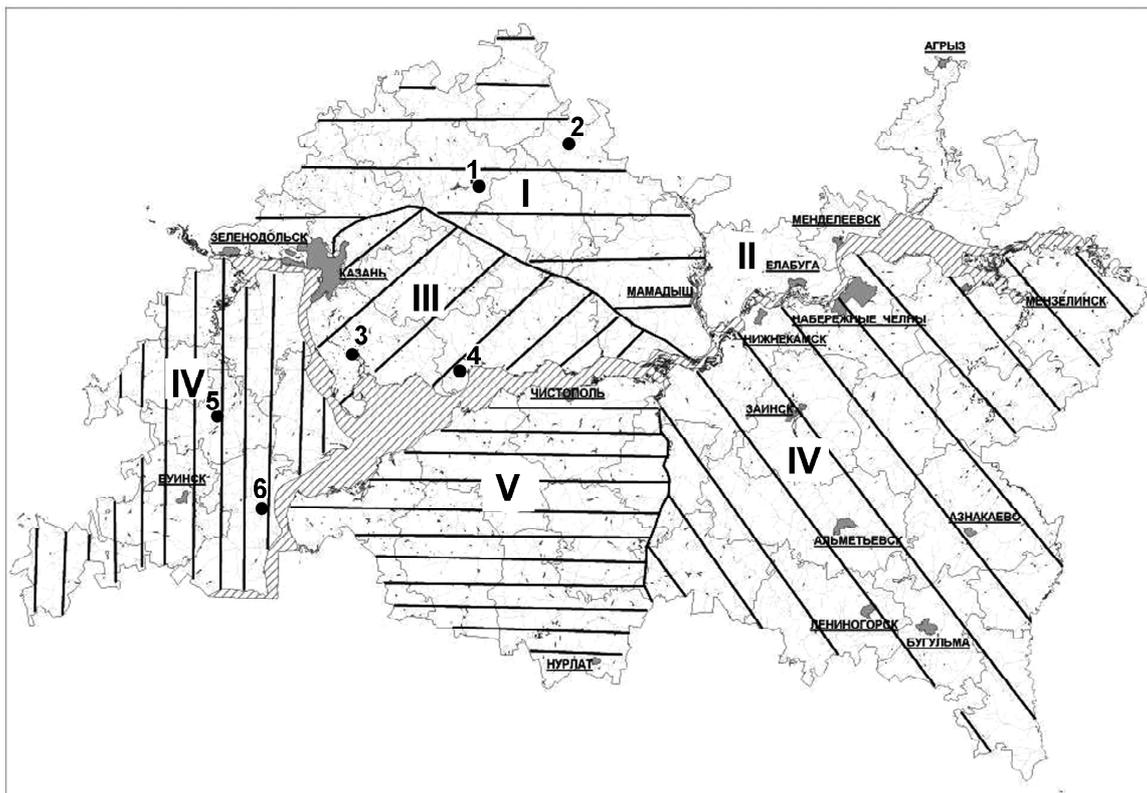


Рис. 1. Распределение точек сбора жуелиц по административным районам и провинциям Республики Татарстан. Провинции (согласно физико-географическому районированию территорий по А.В. Ступишину [1964]): I — южная тайга Западного Предкамья, III — лесостепь Западного Предкамья, IV — лесостепь Приволжской возвышенности; точки сбора: 1 — Арский район окр. с. Средняя Корса, 2 — Кукморский район, окр. с. Балькалы, 3 — Лаишевский район окр. с. Нармонка, 4 — Рыбно-Слободской район окр. с. Масловка, 5 — Апастовский район окр. с. Булын-Булыхчы, 6 — Тетюшский район окр. г. Тетюша.

Fig. 1. Localities of Carabidae sampling in administrative and provincial divisions in Tatarstan Republic. Provinces (according physical and geographical divisions [Ступишин, 1964]): I — South Taiga of Western Predkamie, III — Forest-steppe of Western Predkamie, IV — Forest-steppe of Volga Upland; concrete administrative region and locality: 1 — Arsk distr. Srednyaya Korsa sub. 2 — Kukmor distr. Balikli sub., 3 — Laishevo distr. Narmonka sub. 4 — Ribnaya Sloboda distr. Maslovka sub. 5 — Apastovo distr. Bulin-Bulikhchi sub., 6 — Tetyushi distr. Tetyushi sub.

ства, или разнообразия Шеннона [Одум, 1975]. Многомерный анализ и описательная статистика выполнены в программе Statistica 6.0.

### Результаты

В фауне жуужелиц агроценозов Республики Татарстан зарегистрировано 74 вида из 23 родов (табл. 1).

Пять видов карбид включены в Красную книгу Республики Татарстан: *Cylindera germanica*, *C. campestris*, *Calosoma auropunctatum*, *Carabus convexus* и *C. estreiheri*.

Основу таксономической структуры карабидофауны, на долю которых приходится 69,6%, формируют 7 родов: наибольшую часть карабидофауны составляют роды *Harpalus* — 16 видов (22,2%), *Amara* — 13 (18,1%), *Poecilus* — 5 (6,9%), *Carabus*, *Bembidion* и *Ophonus* включают по 4 вида (5,6%).

Из зарегистрированных видов карабид только десять встречались на полях всех районов, где проводились исследования: *Poecilus cupreus*, *Bembidion properans*, *B. quadrimaculatum*, *Harpalus rufipes*, *H. affinis*, *Platyderus rufus*, *Synuchus vivalis*, *Dolichus halensis*, *Calathus ambiguus*, *Ophonus puncticeps*.

*Poecilus cupreus* и *Badister bullatus* являются доминирующими в трёх исследованных провинциях. *Dolichus halensis* и *Harpalus hirtipes* доминируют в лесостепи Высокого Предволжья и Западного Предкамья. *Harpalus affinis* доминирует в лесостепи и южной тайге Западного Предкамья. *Bembidion properans* — только в южной тайге Западного Предкамья.

Видовой состав является характерным для Среднего Поволжья Восточно-Европейской равнины. Зоогеографическая характеристика жуужелиц отображена в табл. 1. По численному и видовому обилию преобладают транспалеарктические и европейские виды.

Анализ групп гидропреферендума карабидокомплексов выявил преобладание мезоксерофильных видов как в численном, так и в видовом отношении (рис. 2). Группы мезофилов, ксерофилов и гидрофилов составляют меньшую часть фауны жуужелиц сельскохозяйственных угодий.

Жизненные формы жуужелиц в условиях агроценозов представлены 9 группами 5 подклассов (табл. 2).

Результаты анализа соотношения групп по типу размножения представлены на рис. 3. По численности и видовому обилию в большинстве случаев преобладают виды с весенне-летним размножением. Преобладание видов с осенне-летним размножением по численному обилию просматривается в садах, под однолетними и многолетними травами лесостепи Высокого Предволжья; по видовому обилию — под пропашными, однолетними и многолетними травами лесостепи Западного Предкамья и в садах лесостепи Высокого Предволжья. Поля озимых культур существенно не различаются от полей с яровыми культурами численному и видовому обилию видов с весенним размножением.

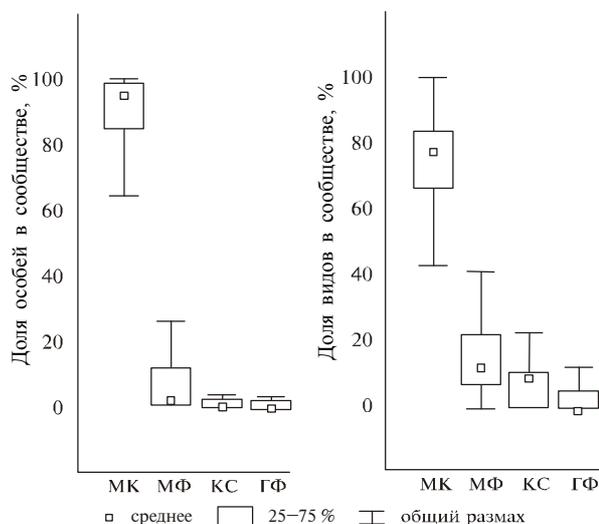


Рис. 2. Характеристика гидропреферендума численного обилия (А) и видового богатства (Б) фауны жуужелиц агроландшафтов: МК — мезоксерофилы, МФ — мезофилы, КС — ксерофилы, ГФ — гидрофилы.

Fig. 2. Carabids abundance in relation to humidity (А) and species richness (Б) Carabids fauna in Tatarstan Republic landscapes: МК — mesoxerophiles, МФ — mesophiles, КС — xerophiles, ГФ — hydrophiles.

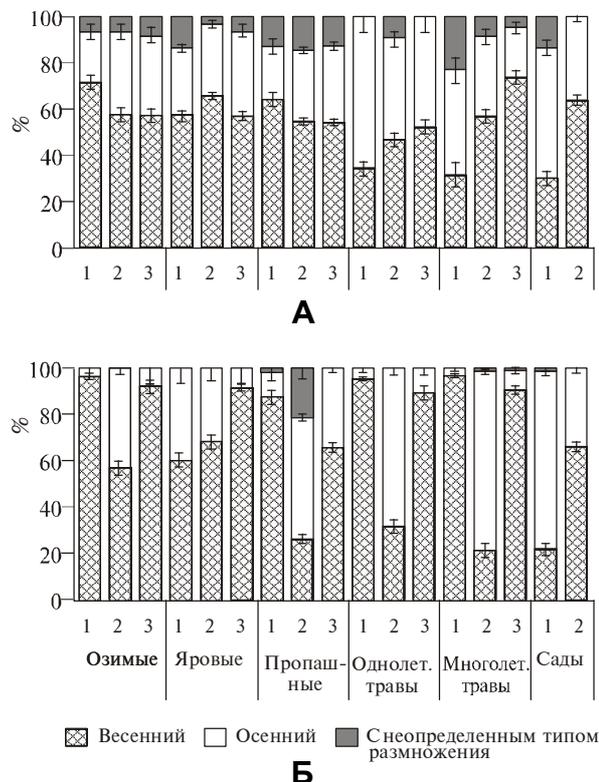


Рис. 3. Соотношение групп жуужелиц по типу размножения в агроценозах с различным типом культур (А — численное обилие, Б — видовое обилие): 1 — лесостепь Высокого Предволжья, 2 — лесостепь Западного Предкамья, 3 — южная тайга Западного Предкамья.

Fig. 3. Relation of Carabids groups with differing breeding type in the crops (А — abundance, Б — species richness): 1 — Forest-steppe of Volga Upland, 2 — Forest-steppe of Western Predkamie, 3 — Taiga of Western Predkamie.

Таблица 1. Аннотированный список жужелиц агроландшафтов Республики Татарстан  
Table 1. List of Carabids in Tatarstan Republic landscapes

№ ПП	Вид	Экологическая характеристика				Обследованные регионы		
		зоогеографическая характеристика	биотопическая группа	жизненная форма	тип размножения	лесостепь Высокого Предволжья	лесостепь Западного Предкамья	южная тайга Западного Предкамья
						%		
1	<i>Cylindera germanica</i> Linnaeus, 1758	ЕСр	лг	з.э.л.	В	+	0,45	+
2	<i>Cicindela campestris</i> Linnaeus, 1758	ЕС	лг	з.э.л.	В	–	–	+
3	<i>Calosoma auropunctatum</i> Herbst, 1784	ЗП	лг–п	з.э.х.	В	–	+	0,27
4	<i>Calosoma investigator</i> Illiger, 1798	ЕС	лг–п	з.э.х.	В	+	0,75	0,51
5	<i>Carabus cancellatus</i> Linnaeus, 1798	ЕС	лс	з.э.х.	В	–	2,34	1,02
6	<i>Carabus granulatus</i> Linnaeus, 1738	ТПп	лс–б	з.э.х.	В	+	+	–
7	<i>Carabus convexus</i> Fabricius, 1775	ЕС	лс	з.э.х.	В	+	–	+
8	<i>Carabus estreiheri</i> Fischer–Waldheim, 1823	СТ	ст	з.э.х.	В	–	+	–
9	<i>Bembidion properans</i> Stephens, 1829	ТПп	лг–п	з.с.п.	В	3,36	0,91	
10	<i>Bembidion lampros</i> Herbst, 1784	ГА	лг–п	з.с.п.	В	+	–	
11	<i>Bembidion femoratum</i> Sturm, 1825	ТП	бер	з.с.п.п.	В	0,23	+	+
12	<i>Bembidion quadrimaculatum</i> Linnaeus, 1761	ГА	лг–п	з.с.п.п.	В	0,99	0,96	4,51
13	<i>Brosicus cephalotes</i> Linnaeus, 1758	ЕС	лг–п	з.б.р.	О	+	0,54	+
14	<i>Clivina fossor</i> Linnaeus, 1758	ТПп	лг–п	з.г.	В	+	+	–
15	<i>Panagaeus cruxmajor</i> Linnaeus, 1758	ЕС	б	з.с.п.п.	В	–	–	+
16	<i>Poecilus punctulatus</i> Schaller, 1783	ЕС	лг–п	з.с.п.пч	В	–	0,58	0,38
17	<i>Poecilus lepidus</i> Leske, 1785	ЕС	лг–лс	з.с.п.пч	О	–	+	0,43
18	<i>Poecilus cupreus</i> Linnaeus, 1758	ЕС	лг–п	з.с.п.пч	В	50,37	17,80	65,51
19	<i>Poecilus versicolor</i> Sturm, 1824	ТПп	лг–п	з.с.п.пч	В	–	+	0,46
20	<i>Poecilus crenuliger</i> Chaudoir, 1876	ТПп	лг–п	з.с.п.пч	О	+	0,19	0,29
21	<i>Pterostichus melanarius</i> Illiger, 1798	ТПп	лс	з.с.п.пч	О	0,68	3,29	3,27
22	<i>Pterostichus niger</i> Schaller, 1783	ТПп	лс	з.с.п.пч	О	+	–	–
23	<i>Pterostichus macer</i> Marsham, 1802	ЗП	ст	з.с.п.пч	В	0,26	0,43	0,54
24	<i>Agonum gracilipes</i> Duftschmid, 1812	ТПп	бл	з.с.п.	О	–	+	–
25	<i>Platynus assimilis</i> Paykull, 1790	ТПп	пр–б	з.с.п.	В	+	+	–
26	<i>Platyderus rufus</i> Duftschmid, 1812	ЗП	лс	з.с.п.		–	–	–
27	<i>Anchomenus dorsalis</i> Pontoppidan, 1763	ТПп	лг	з.с.п.п		0,34	0,18	0,27
28	<i>Olisthopus rotundatus</i> Paykull, 1790	ЕСр	лг	з.с.п.		–	–	+
29	<i>Synuchus vivalis</i> Illiger, 1798	ТПп	лг–б	з.с.п.		+	+	–
30	<i>Dolichus halensis</i> Schaller, 1783	ТПп	лг–п	з.с.п.	О	23,95	16,24	1,56
31	<i>Calathus erratus</i> C.R. Sahlberg, 1827	ЕС	лг–п	з.с.п.	О	+	2,69	0,91
32	<i>Calathus ambiguus</i> Paykull, 1790	ТП	лг–п	з.с.п.	О	+	+	–

Таблица 1. (продолжение)  
Table 1. (continuation)

№ ПП	Вид	Экологическая характеристика				Обследованные регионы		
		зоогеографическая характеристика	биологическая группа	жизненная форма	тип размножения	лесостепь Высокого Предволжья	лесостепь Западного Предкамья	южная тайга Западного Предкамья
						%		
33	<i>Calathus melanocephalus</i> Linnaeus, 1758	ТПп	лг-п	з.с.п.	О	-	+	0,19
34	<i>Amara saxicola</i> Zimmermann, 1832	ТПп	э	м.г.х.		-	-	+
35	<i>Amara aenea</i> De Geer, 1774	ТПп	лг-п	м.г.х.	В	+	+	2,74
36	<i>Amara infima</i> Duftschmid, 1812	ЕС	лг	м.г.х.	В	1,42	+	-
37	<i>Amara nitida</i> Sturm, 1835	ЕС	лг	м.г.х.		-	+	-
38	<i>Amara ingenua</i> Duftschmid, 1812	ЕС	лг-п	м.г.х.	В	+	+	-
39	<i>Amara ovata</i> Fabricius, 1792	ТПп	лг	м.г.х.	В	-	-	+
40	<i>Amara municipalis</i> Duftschmid, 1812	ЕС	лг-п	м.г.х.	В	+	-	-
41	<i>Amara bifrons</i> Gyllenhal, 1810	ЗП	лг	м.г.х.	О	+	-	-
42	<i>Amara similata</i> Gyllenhal, 1810	ТПп	лг	м.г.х.	В	-	-	+
43	<i>Amara eurynota</i> Panzer, 1797	ТПп	лг-п	м.г.х.	О	0,33	+	0,59
44	<i>Amara tibialis</i> Paykull, 1798	ТПп	лг	м.с.с.	В	-	-	+
45	<i>Amara brunnea</i> Gyllenhal, 1810	ГА	лс	м.с.с.	О	-	+	+
46	<i>Amara consularis</i> Duftschmid, 1812	ЕС	лг-п	м.г.х.	О	-	+	-
47	<i>Curtonotus aulicus</i> Panzer, 1797	ЕС	лг-п	м.г.х.	О	+	+	+
48	<i>Curtonotus convexiusculus</i> Marsh, 1802	ЗП	лг-п	м.г.х.	О	+	0,35	-
49	<i>Ophonus rufibarbis</i> Fabricius, 1775	ЗП	лг	м.с.		-	-	0,43
50	<i>Ophonus rotundatus</i> Dejean, 1812	ЗП	лг	м.с.		-	-	+
51	<i>Ophonus diffinis</i> Dejean, 1829	ЗП	лг	м.с.		0,02	-	-
52	<i>Ophonus puncticeps</i> Stephens, 1829	ЗП	лс	м.с.		+	-	-
53	<i>Harpalus rufipes</i> De Geer, 1774	ТПп	лг-ст	м.г.х.	О	3,72	15,70	11,91
54	<i>Harpalus affinis</i> Schrank, 1781	ТПп	лг-п	м.г.х.	В	0,59	7,72	1,45
55	<i>Harpalus distinguendus</i> Duftschmid, 1812	ТПп	лг	м.г.х.	В	+	0,30	0,59
56	<i>Harpalus smaragdinus</i> Duftschmid, 1812	ЕС	ст	м.г.х.	В	-	+	-
57	<i>Harpalus latus</i> Linnaeus, 1758	ТПп	лс-лг	м.г.х.	О	-	-	+
58	<i>Harpalus calathoides</i> Motschulsky, 1864	СТ	ст	м.г.х.	В	-	+	+
60	<i>Harpalus tardus</i> Panzer, 1797	ЕС	ст	м.г.х.	В	-	-	+
61	<i>Harpalus calceatus</i> Duftschmid, 1812	ТПп	лг-ст	м.г.х.	О	2,07	-	-
62	<i>Harpalus serripes</i> Quensel, 1806	ЕСр	лг	м.г.х.	В	-	0,29	0,56
63	<i>Harpalus hirtipes</i> Panzer, 1797	СТ	лг-п	м.г.х.	В	5,56	1,18	-
64	<i>Harpalus fuscipalpis</i> Sturm, 1818				О	-	2,84	-
65	<i>Harpalus subcylindricus</i> Dejean, 1828				В	-	0,23	-

Таблица 1. (продолжение)  
Table 1. (continuation)

№ ПП	Вид	Экологическая характеристика				Обследованные регионы		
		зоогеографическая характеристика	биотическая группа	жизненная форма	тип размножения	лесостепь Высокого Предвожья	лесостепь Западного Предкамья	южная тайга Западного Предкамья
						%		
66	<i>Harpalus griseus</i> Panzer, 1797	ТПп	лг-п	м.с.	В	–	0,42	–
67	<i>Harpalus oblitus</i> Dejean, 1828	СТ	лс	м.г.х.	В	+	+	–
68	<i>Harpalus politus</i> Dejean, 1828	ЗП	ст	м.г.х.		23,95	16,24	–
69	<i>Harpalus saxicola</i> Dejean, 1828	СТ	лг-п	м.г.х.	В	+	2,69	–
70	<i>Harpalus solitaris</i> Dejean, 1828	ЦБ	лг-п	м.г.х.		–	–	–
71	<i>Anisodactylus signatus</i> Panzer, 1797	ТП	лг-п	м.г.х.	В	–	+	–
72	<i>Badister bullatus</i> Schrank, 1798	ТПп	лс	з.с.п.п	В	–	+	–
73	<i>Dicheirotichus placidus</i> Gyllenhal, 1827	ЗП	лг-п	м.с.с.		–	+	–
74	<i>Microlestes minutulus</i> Goeze, 1777	ТПн	лг-п	з.с.п.т	В	5,10	22,18	0,54
	Определено особей					8676	7359	4958
	Количество видов					42	37	43

Условные обозначения. «+» — < 0,2%, «–» не встречен. *Зоогеографическая характеристика*: ЕС — Европейско-Сибирский, ГА — Голарктический, Е — Европейский, ЕСр — Европейскосредиземноморский, ЗП — Западно-палеарктический, СТ — степной, ТП — Транспалеарктический, ТПб — транспалеарктический бореальный, ТПп — Транспалеарктический полизональный, ТПн — Транспалеарктический неморальный, ЦБ — циркумбореальный. *Биотическая характеристика*: б — болотные, бер — береговые, лг — луговые, лс — лесные, п — полевые, пр — прибрежные, ст — степные. *Жизненные формы*: класс зоофаги: з.э. — эпигеобионты летающие, з.э.х. — эпигеобионты ходящие, з.с.п. — подстилочные, з.с.п.п. — поверхностно-подстилочные, з.п.п.т. — подстильно-трещинные, з.п.п.ч. — подстильно-почвенные, з.б.р. — бегающие-роющие, з.г. — геобионты роющие; класс миксофитофаги: м.с.с. — стратобионты-скважники, м.с. — стратохортобионты, м.г.х. — геохортобионты гарпалоидные. *Тип размножения*: В — весенний, О — осенний.

Notes. «+» — < 0,2 %, «–» — not found. *Zoogeographical characteristics*: E — european, ЗП — west — paleartic, СТ — steppe, ТП — transpaleartic, ТПб — transpaleartic boreal, ТП п — transpaleartic polyzonal, ТПн — transpaleartic nemoral, ЦБ — circumboreal. *Relation to biotope*: б — swamp, бер — shore, лг — meadow, лс — forest, п — field, пр — littoral, ст — steppe. *Life-forms*: zoophages: з.э. — macropterous epigeobionts, з.э.х. — walking epigeobionts, з.с.п. — ground-litter dwellers, з.с.п.п. — upper-ground litter dwellers, з.п.п.т. — ground-litter and cracks dwellers, з.п.п.ч. — ground-litter and soil dwellers, з.б.р. — runners-fossorial, з.г. — geobionts-fossorial; mixophytophages: м.с.с. — stratobionts-wellers, м.с. — stratohortobionts, м.г.х. — geohortobionts harpaloids.

#### ОСОБЕННОСТИ КОМПЛЕКСОВ ЖУЖЕЛИЦ В АГРОЦЕНОЗАХ С РАЗЛИЧНЫМ ТИПОМ ПОЧВ

Почвы исследованных агроценозов относятся к трём группам: чернозём маломощный лесной глинистый, дерново-карбонатная слабощелочная и серая лесная, включающая в себя суглинистые, средне-, тяжелосуглинистые, дерново-слабоподзолистые и тёмно-серые лесные. Наибольший индекс видового богатства отмечен для сообществ дерново-карбонатных почв (1), в серых лесных и чернозёмных почвах этот показатель в два раза ниже (0,5 и 0,4, соответственно).

Индекс Шеннона максимален в серых лесных почвах (1,82), минимален в чернозёмных (0,99).

Наибольшая динамическая плотность жуужелиц наблюдается на участках с серыми лесными почвами (33,4 экз./10 ловушко-суток), наименьшая — на дерново-карбонатных (9 экз./10 ловушко-суток).

При всех разновидностях механического состава почвы встречаются *Poecilus cupreus*, *Bembidion properans*, *B. quadrimaculatum*, *Harpalus rufipes*, *H. affinis*, *Platyderus rufus*, *Synuchus vivalis*, *Dolichus halensis*, *Calathus ambiguus*, *Ophonus puncticeps*.

На полях с маломощным глинистым чернозёмом и дерново-карбонатных почвах доминируют *P. cupreus* (75,3 и 71,3 %) и *B. properans* (9,7 и 6,2 %). *Amara aenea* преобладает в чернозёмных (6,9 %), *O. puncticeps* — в карбонатных почвах (8,1 %). На серых лесных почвах зарегистрировано пять доминирующих видов, четыре из которых, кроме *P. cupreus* (30 %), являются доминирующими только в данных почвах: *S. vivalis* (8 %), *D. halensis* (11,8 %), *H. rufipes* (8,6 %) и *B. bullatus* (14,5 %).

Фауна полей с серыми лесными почвами включает в себя 40 оригинальных видов, встреченных в агроценозах только с этим типом почв, все данные

Таблица 2. Жизненные формы жуужелиц агроландшафтов Республики Татарстан  
Table 2. Life forms of Carabidae species in the agrilandsapes of Tatarstan Republic

Жизненные формы	Видовое обилие (% от всех видов)	Численное обилие (% от всех особей)
Класс ЗООФАГИ	48,6	45,2
Подкласс стратобионты	34,7	40,8
Группы подстилочные	15,3	22,0
подстильно-почвенные	11,1	17,4
поверхностно-подстилочные	7,0	1,4
подстильно-трещинные	1,4	0,1
Подкласс эпигеобионты	11	0,6
Группы ходящие	8,3	0,4
летающие	2,7	0,2
Класс МИКСОФИТОФАГИ	51,4	54,8
Подкласс геохортобионты		
Группа гарпалоидные	40,3	50,5
Подкласс стратохортобионты	7	3,8
Подкласс стратобионты		
Группа скважники	4,2	0,4

виды малочисленные, за исключением лесного вида *B. bullatus*, составляющего 14,5 % от общего числа жуужелиц серых лесных почв. В карабидофауне дерново-карбонатных почв обитает только один оригинальный вид *Cicindela campestris*, встреченный единично. В черноземах оригинальных видов не зарегистрировано.

#### ОСОБЕННОСТИ КОМПЛЕКСОВ ЖУУЖЕЛИЦ В АГРОЦЕНОЗАХ С РАЗЛИЧНЫМ СПОСОБОМ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Наибольший индекс видового богатства отмечен на полях с нулевой механической обработкой (0,93), где в разных провинциях он варьирует от 0,83 до 1,49. При безотвальной, отвальной и поверхностной обработках индекс видового богатства практически не различается (0,63–0,64).

Индекс Шеннона максимален в полях с нулевой механической обработкой (2,26), минимален при отвальной обработке (1,6).

Динамическая плотность карабидов намного выше при безотвальной вспашке (58 экз./10 ловушко-суток), по сравнению с другими способами обработки и минимальна — при междурядной обработке садовых культур (12,9 экз./10 ловушко-суток). По-видимому, это характерно для плодовых садов, приближенных к лесным биоценозам, где динамическая плотность хищников ниже, чем в агроценозах.

Следующие виды распространены при всех способах обработки почвы: *P. cupreus* и *H. rufipes* как лугово-полевые виды преобладают в открытых биотопах, где их доля в сообществе максимальна и достигает 83 и 45 %, соответственно; *Carabus cancellatus*

как лугово-лесной вид наибольшего индекса доминирования — 36,5 %; *H. affinis*, *H. hirtipes*, *B. properans*, *B. quadrimaculatus* в одинаковой степени доминируют при любом методе обработки.

Нулевую и междурядную обработку предпочитают виды, характерные для естественных экосистем, как лугового, так и лугово-лесного типа: *Carabus granulatus*, *Poecilus versicolor*, *P. crenuliger*, *Pterostichus melanarius*, *P. niger*, *P. macer*, *A. aenea*, *Ophonus rufibarbis*, *Harpalus distinguendus*. *Amara infima* встречается только при отвальной вспашке и доля ее составляет около 10 %. *Harpalus griseus* предпочитает поля исключительно с поверхностной и безотвальной вспашкой (11 и 6 %, соответственно).

#### ОСОБЕННОСТИ КОМПЛЕКСОВ ЖУУЖЕЛИЦ В АГРОЦЕНОЗАХ С РАЗЛИЧНЫМ ТИПОМ КУЛЬТУР

Исследованные поля по типу агрокультуры были разделены на 5 групп: озимые и яровые зерновые культуры, пропашные, однолетние и многолетние травы, плодово-ягодные сады. В плодовых садах и многолетних травах повышается биоразнообразие, индекс видового богатства здесь максимален (1,01 и 1, соответственно), что согласуется с результатами зарубежных исследователей [Stancic, 2010]. Этот показатель минимален под зерновыми культурами и однолетними травами (0,59 и 0,61, соответственно).

Наибольшие индексы разнообразия Шеннона — под пропашными культурами (2,21) и многолетними травами (2,01), наименьшие значения этого индекса — под однолетними травами (1,71).

Под озимыми культурами динамическая плотность намного выше (78,71 экз./10 ловушко-суток), по сравнению с яровыми зерновыми культурами (14,46 экз./10 ловушко-суток); наиболее низкая динамическая плотность в садах (5,87 экз./10 ловушко-суток).

Следующие девять видов занимают более 1 % во всех агроценозах, отдавая предпочтение тем или иным типам культур в соответствии со своей экологией: *P. cupreus*, является супердоминантом (составляет до 90%), независимо от типа культуры, минимальна его доля в садах (1,8–3,7 %); *C. cancellatus* доминирует в озимых, яровых, предпочитает садовые культуры, малочислен на полях с пропашными культурами и травами; *P. melanarius* наиболее широко представлен в плодово-ягодных культурах (16,8–56,3 %); *B. quadrimaculatus*, *C. erratus*, *H. rufipes*, *H. affinis*, *D. halensis* и *B. properans* многочисленны во всех агрокультурах (3–63,3 %), за исключением плодовых садов (0,8 %). *A. aenea* предпочитает исключительно многолетние травы (17,2 %).

#### ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ СТРУКТУРУ КАРАБИДОКОМПЛЕКСОВ В АГРОЦЕНОЗАХ

Для интегральной оценки влияния различных факторов на структуру карабидокомплексов мы исполь-

зовали методы многомерной статистики. Они позволяют однозначно сказать, от чего в большей степени зависит численность и видовой состав жужелиц обследованных агроценозов. Была проведена серия дискриминантных анализов, где в качестве зависимой переменной брался определённый фактор среды, который может оказывать действие на структуру населения жужелиц: тип обработки почвы, засеянная культура, географическая точка обитания (провинция) и тип почвы. Независимые переменные во всех случаях включали количество видов жужелиц и динамическую плотность карабид на поле. Разделение во всех случаях идёт с хорошим уровнем достоверности. В каждом отдельном случае результат дискриминантного анализа даёт серию величин (расстояния Махаланобиса), которые характеризуют, насколько отличаются взятые выборки друг от друга (рис. 4). Видно, что если сравнивать выборки жуков в зависимости от того, какому типу обработки подвергались поля, разность между такими выборками наибольшая как по среднему значению расстояния Махаланобиса, так и по размаху изменчивости этой величины. Это говорит о том, что именно тип обработки почвы влияет на структуру карабидокомплексов. Следовательно, в зависимости от этого параметра в большей степени меняется структура населения обитающих здесь карабид. В несколько меньшей степени на структуру карабидокомплекса влияет тип засеянной культуры. Минимальное значение в формировании структуры населения карабид имеют географическое местоположение и тип почв.

## Обсуждение

Биоразнообразие является основой стабильности экосистем, поддерживающих биологические потребности общества [Негробов, 2000]. Сельское хозяйство считается одним из основных факторов утери биологического разнообразия. При действительной опасности потери биоразнообразия следует чётко представлять себе последствия обычных сельскохозяйственных манипуляций — вспашки, дренажа, севооборота, выпаса, применения пестицидов и удобрений [Brose, 2003]. Оценка населения жужелиц в Республике Татарстан была фрагментарно проведена в 1940–70 гг. [Алейникова и др., 1967; Алейникова, 1970]. Наши исследования показывают, что биоразнообразие жужелиц, зарегистрированное в сельхозугодьях Республики Татарстан, отражает общую закономерность снижения числа видов карабид в агроценозах с запада на восток и повышения этого показателя с севера на юг [Александрович, 1996; Кривопалова, 1999; Нужных, 2004; Колесников, 2008; Сигида, 2010].

Наряду с безусловной важностью изучения биоразнообразия карабид в агроценозах, на первый план выходит проблема оценки факторов, влияющих на это разнообразие. Решение этой проблемы просматривается в ряде зарубежных публикаций, в которых

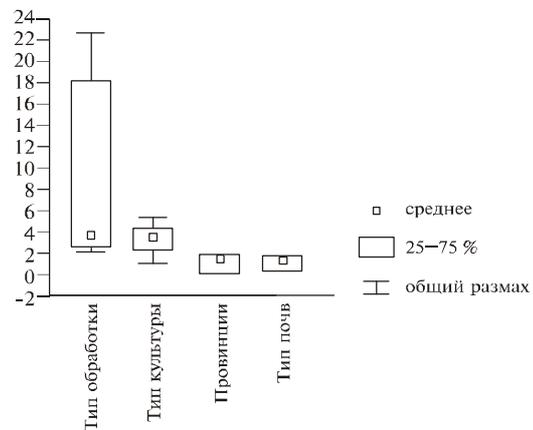


Рис. 4. Размах расстояния Махаланобиса между исследуемыми выборками при анализе действия различных факторов на структуру населения жужелиц в агроландшафтах.

Fig. 4. Mahalanobis distance between samples researched when different factors effecting carabid assemblages structure are analysed.

определяющим считают влияние ландшафта и растительного покрова [Frampton et al., 1995; Burel et al., 1998; Pena et al., 2003; Aviron et al., 2005; Gardiner et al., 2010]. Сравнительные исследования влияния системы землепользования в агроценозах на структуру населения и биоразнообразие жужелиц не дали однозначных результатов. В одних работах отмечается, что органическое земледелие (безотвальная вспашка, севооборот, отсутствие пестицидов) приводит к повышению видового богатства в карабидокомплексах [Irmeler, 2003; Eyere et al., 2009; Taylor, Morecroft, 2009]. Тем более, что распашка ведёт к исчезновению целого ряда типичных степных ксерофильных видов, уменьшению видового разнообразия [Чернышёв и др., 1998]. Другие авторы считают, что, хотя численное обилие жужелиц выше на полях с органическим земледелием, коэффициенты Шеннона и Симпсона на полях с обычным и органическим земледелием одинаковы [Heydemann, 1957; Kromp, 1992; Clark, 1999]. Некоторые исследователи объясняют структуру карабидокомплексов в агроландшафте экологической дифференциацией массовых видов [Шарова и др., 1998].

Такая противоречивость результатов определяется, на наш взгляд, тем, что при оценке структуры карабидокомплекса в агроценозе должно учитываться совместное действие всех возможных факторов, влиянию которых он подвержен. Причём оцениваемая выборка должна быть репрезентативной, как с точки зрения количества обследованных биотопов (полей), так и с позиций точного описания спектра внешних условий, действующих на биоту.

Наши исследования, проведённые с применением методов многомерной статистики, свидетельствуют о том, что некоторые элементы органического земледелия (способ обработки почвы) оказывают положительное влияние на структуру сообществ жужелиц в агроценозах.

## Благодарности

Авторы выражают благодарность А.К. Жеребцову за помощь в определении жуужелиц, всем сотрудникам лаборатории педобиологии Института экологии природных систем АН РТ за помощь в сборе полевого материала, руководителям хозяйств и агрономам, которые представили полные характеристики обследованных агроценозов.

## Литература

- Алейникова М.М., Артемьева Т.И., Гатилова Ф.Г. 1967. Влияние удобрений и инсектицидов, вносимых в почву, на вредную и полезную почвенную фауну // Материалы докладов конференции по вопросам химизации сельского хозяйства Татарской ССР. Казань. С.22–25.
- Алейникова М.М. 1970. Отчёт о научно-исследовательской работе по теме: почвенная фауна как биоценотический комплекс и её влияние на плодородие почв. Казань. КГУ. 23 с.
- Александрович О.Р. 1996. Жуужелицы (Coleoptera, Carabidae) запада лесной зоны Русской равнины (фауна, зоогеография, экология, фауногенез) // Автореф. дис. ... докт. биол. наук. 36 с.
- Душенков В.М. 1983. Фауна и экология жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) пахотных земель Центрального Нечерноземья: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. 14 с.
- Жеребцов А.К. 1978. Фауна и экология жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) естественных биогеоценозов подзоны Южной тайги Среднего Поволжья (на примере Раифского лесничества Волжско-Камского заповедника). Дисс. на соиск. уч. ст. канд. биол. наук. М. 210с.
- Колесников Л.О. 2008. Эколого-зоогеографические особенности жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) агроценозов и естественных биотопов Полтавщины // Вестник Полтавского государственного сельскохозяйственного института. No.1. [http://www.agromage.com/stat\\_id.php?id=137](http://www.agromage.com/stat_id.php?id=137)
- Кривопалова С.А. 1999. Комплексы жуужелиц агроценозов северо-востока Самарской области и их трансформация // Вестник СамГУ. No.2(12). С.127–132.
- Крыжановский О.Л. 1983. Фауна СССР. Жесткокрылые. Т.1. Вып.2. 341 с.
- Негробов О.П. 2000. Проблемы региональной стратегии сохранения биоразнообразия // Вестник ВГУ. Серия химия, биология. С.112–117.
- Нужных С.А. 2004. Жесткокрылые-герпетобии (Carabidae, Staphilinidae) агроценозов крестоцветных культур юга таежной зоны западной Сибири // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Томск. 15 с.
- Одум Ю. 1975. Основы экологии. 742 с.
- Сигида Р.С. 2010. Адаптации жуков-жуужелиц к эдафическим факторам в условиях антропогенных ландшафтов центрального Предкавказья // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Астрахань. 32 с.
- Ступишин А.В. 1964. Физико-географическое районирование Среднего Поволжья. Казань. 197 с.
- Чернышёв И.Б., Афонина В.М., Соболева-Докучаева И.И., Тимохов А.В., Сейфулина Р.Р. 1998. Механизмы формирования комплексов членистоногих (Arthropoda) агроэкосистемы // Проблемы энтомологии в России. Т.1. Материалы XI съезда РЭО. С-Петербург. С.26.
- Шарова И.Х. 1982. Жизненные формы жуужелиц. М.: Наука. 360 с.
- Шарова И.Х., Попова А.А., Романкина М.Ю. 1998. Экологическая дифференциация массовых видов жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) в агроценозах // Зоологический журнал. Т.77. No.12. С.1377–1382.
- Aviron S., Burel F., Baudry J., Schermann N. 2005. Carabid assemblages in agricultural landscapes: impact of habitat features, landscape context at different spatial scales and farming intensity // Agriculture, Ecosystems & Environment. Vol.108. No.3. P.205–217.
- Brose U. 2003. Regional diversity of temporary wetland carabid beetle communities: a matter of landscape features or cultivation intensity? // Agriculture, Ecosystems & Environment. Vol.98. No.1–3. P.163–167.
- Burel F., Baudry J., Butet A., Clergeau P. 1998. Comparative biodiversity along a gradient of agricultural landscapes // Acta Oecologica. Vol.19. No.1. P.47–60.
- Burel F., Baudry J. 2005. Habitat quality and connectivity in agricultural landscapes: The role of land use system at various scales in time // Ecological indicators. Vol.5, No.4. P.305–313.
- Burel F., Butet A., Delettre Y., Penaa M. 2004. Differential response of selected taxa to landscape context and agricultural intensification // Landscape and Urban Planning. Vol.67. Nos1–4. P.195–204.
- Clark M. 1999. Ground beetle abundance and community composition in conventional and organic tomato systems of California's Central valley // Applied Soil Ecology. Vol.11. Nos2–3. P.199–206.
- Eyre M., Labanowska-Bury D., Avayanos J., White R., Leifert C. 2009. Ground beetles (Coleoptera, Carabidae) in an intensively managed vegetable crop landscape in eastern England // Agriculture, Ecosystems & Environment. Vol.131. Nos3–4. P.340–346.
- Frampton G., Silgi T., Fry G., Wratten S. 1995. Effects of grassy banks on the dispersal of some carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) on farmland // Biological Conservation. Vol.71. No.3. P.347–355.
- Gardiner M., Landis D., Gratton C., Schmidt N., Neal M., Mueller E., Chacon J., Yeimpeid G. 2010. Landscape composition influences the activity density of Carabidae and Arachnida in soybean fields // Biological control. Vol.55. No.1. P.11–19.
- Heydemann B. 1957. Die Biotopstruktur als Raumwiderstand und Raumfulle fur die Tierwelt // Verh. Dt. Zool. Ges. P.332–347.
- Irmiler U. 2003. The spatial and temporal pattern of carabid beetles on arable fields in northern Germany (Schleswig-Holstein) and their value as ecological indicators // Agriculture, Ecosystems & Environment. Vol.98. Nos1–3. P.141–151.
- Kromp B. 1992. Grassy field margins and arthropod diversity: a case study on ground beetles and spiders in eastern Austria (Coleoptera: Carabidae; Arachnida: Aranei, Opiliones) // Agriculture, Ecosystems & Environment. Vol.40. Nos1–4. P.71–93.
- Pena N., Butet A., Delettre Y., Morant P., Burel F. 2003. Landscape context and carabid beetle (Coleoptera: Carabidae) communities of hedgerows in western France // Agriculture, Ecosystems & Environment. Vol.94. No.1. P.59–72.
- Schuldt A., Assmann T. 2010. Invertebrate diversity and national responsibility for species conservation across Europe — A multi-taxon approach // Biological Conservation. doi:10.1016/j.biocon.2010.07.022.
- Stancic Z. et al. 2010. The carabid beetle fauna (Coleoptera, Carabidae) of a traditional garden in the Hrvatsko Zagorje region // Periodicum Biologorum. Vol.112. No.2. P.193–199.
- Taylor M., Morecroft D. 2009. Effects of agri-environment schemes in a long-term ecological time series // Agriculture, Ecosystems & Environment. Vol.130. No.1–2. P.9–15.