

*In this paper we was investigated phenogenetic strustructure different populations of species *Eristalis tenax* (Diptera, Syrphidae) on territory of the Ivano-Francivsk area. A comparative analysis is conducted for pigmentations of spots of abdomen. Results confirm possibility of the use of *Eristalis tenax* in subsequent phenetic researches.*

Key words: Eristalis, Diptera, Syrphidae, population.

УДК 575.174.015.3

ББК 28.06 С48

Олена Слободян, Артур Сіренко

ВАРІАБЕЛЬНІ ФЕНИ ГРУПИ А ВИДУ *TRICHIUS FASCIATUS* LINNAEUS, 1758 (*SCARABEIDAE, COLEOPTERA*) ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ ДЛЯ АНАЛІЗУ ПОПУЛЯЦІЙ

Проведено дослідження фенетики карпатських популяцій виду *Trichius fasciatus* Linnaeus, 1758 (*Scarabeidae, Coleoptera, Insecta*) – поліморфного виду, зручного для популяційних досліджень. Вивчалось поширення у різних популяціях Українських Карпат варіабельних фенів групи А – фенів плям на елітрах. Усього в результаті досліджень 2000 – 2006 рр. виділено 27 дискретних фенів, які утворюють дискретні комбінації з 25 аберацій. Проведено порівняльний аналіз поширення фенів групи А в різних досліджуваних популяціях. Знахідки рідкісних для даного регіону фенів групи А і їх різна частота в досліджених популяціях показали, що всі досліджені популяції можна умовно поділити на дві групи – східногорганську (А – Е) і західногорганську (F – G), які суттєво відрізняються за фенетичною структурою.

Ключові слова: Trichius, популяція, фенотип, фенетика.

ВСТУП

Дослідження поліморфізму природних популяцій комах важливе для розуміння мікроеволюційних процесів у популяціях, що видозмінюються під впливом посилення антропогенного тиску. Метою даної роботи було виявити найбільш варіабельні фени в популяціях *Trichius fasciatus* L. Карпат і порівняти феногенетичні структури досліджених популяцій, простежити мікроеволюційні процеси даного виду у регіоні, здійснити аналіз феногенетичних структур за варіабельними фенами різних популяцій цього виду. Вид *Trichius fasciatus* L. є перспективним видом у якості моделі популяційних досліджень. Поліморфізм виду *Trichius fasciatus* L. досліджували Ю.І.Новоженов [6 – 9], С.М.Молодцов [5] на прикладі уральських популяцій. Поліморфізм карпатських популяцій *Trichius fasciatus* L. досі не досліджувався.

Проведено дослідження феногенетичного поліморфізму карпатських популяцій виду *Trichius fasciatus* Linnaeus, 1758 (*Scarabeidae, Coleoptera*). Аналізувався поліморфізм за формою та величиною чорних плям на елітрах. Вивчено структуру 7 різних популяцій північного мегасхилу Українських Карпат.

Матеріали й методи

Відловлювали комах з 10 по 21 серпня шороку в період 2000 – 2006 рр. у 7 різних популяціях Українських Карпат. Найбільша вибірка була отримана в 2001 р. Відлов здійснювався на квітучих рослинах із родини *Asteraceae* та на квітах *Filipendula ulmaria* L. у таких локалітетах: А – долина р. Зубрівка, урочище “Ельми”, прирічкові луки, оточені мішаним буково-ялицево-ялиновим лісом, 800 м н.р.м.; В – урочище “Нивки”, прирічкові луки, оточені мішаним буково-ялицево-ялиновим лісом із домішкою сосни кедрової та сосни альпійської, 1100 м н.р.м.; С – долина р. Женець, прирічкові луки, оточені мішаним буково-ялицево-ялиновим лісом, 730 м н.р.м.; D – долина р. Жонка, прирічкові луки, оточені мішаним буково-ялицево-ялиновим лісом, 720 м н.р.м.; Е – долина р. Піги, прирічкові заболочені луки, оточені мішаним буково-ялицево-ялиновим лісом, 750 м н.р.м.; F – околиці с. Гута, прирічкові вологі луки, оточені мішаним буково-ялицево-ялиновим лісом, 710 м н.р.м.; G – долина р. Канюшанка, прирічкові луки, оточені мішаним буково-ялицево-ялиновим лісом, 1000 м н.р.м. Кількість досліджених екземплярів комах із різних популяцій зазначена в таблиці 1.

При обробці зібраного матеріалу класифікація фенів здійснювалась як описано в [3] – використовувалась видозмінена формула Тауера [3; 11]. Кожній плямі на слітрах було дано умовне позначення латинською літерою, видозміни форми плям позначалися цифрою. Якщо плями зливалися між собою – це позначалося дужками – наприклад (ADE). Схема позначення і розташування плям на слітрах *Trichius fasciatus* L. показана на рисунку 1. Оскільки не було виявлено випадків флюктуючої асиметрії, формулу Тауера ми зображали спрощено, не у вигляді дробу.

Статистичний аналіз здійснювався як описано в [1]. Також використовувались програми “Excell-7” із пакету “Microsoft office-97” та програма “Statistica 6.0 rus”. Для фенетичного аналізу використовувались критерії фенетики, які описані в [3]: показник подібності популяцій (r); коефіцієнт фенетичної подібності (I); значення міжпопуляційних фенетичних відстаней (D); показник внутрішньопопуляційної різноманітності (μ). Показник подібності популяцій (r) рахувався за формулою:

$$r = \sqrt{p_1 q_1} + \sqrt{p_2 q_2} + \dots + \sqrt{p_m q_m},$$

де p, q – відносні частоти зустрічі фенів у різних популяціях.

Результати та обговорення

У період виконання даної роботи було досліджено фауну *Trichius* гірського масиву І органи. Виявлено наявність 3 видів цього роду: *Trichius fasciatus* Linnaeus, 1758; *Trichius zonatus* Germar, 1824, *Trichius sexualis* Brenske, 1866. Досліджено структуру фауни *Trichius*. Було з'ясовано, що у фауні *Trichius* гірського масиву І органи найчастіше зустрічається вид *Trichius fasciatus* Linnaeus,

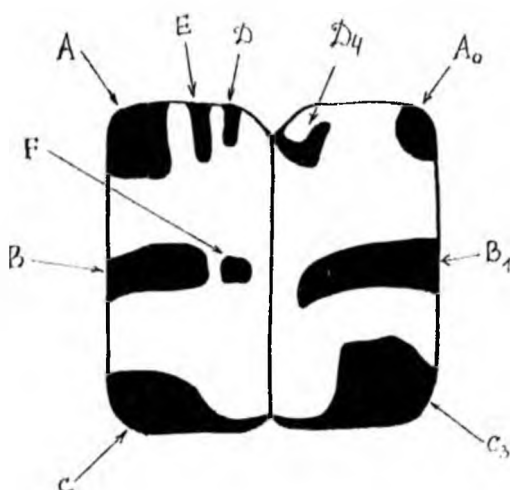


Рис. 1. Схема нумерації плям на елітрах *Trichius fasciatus* L., що застосовані у формулі фенів.

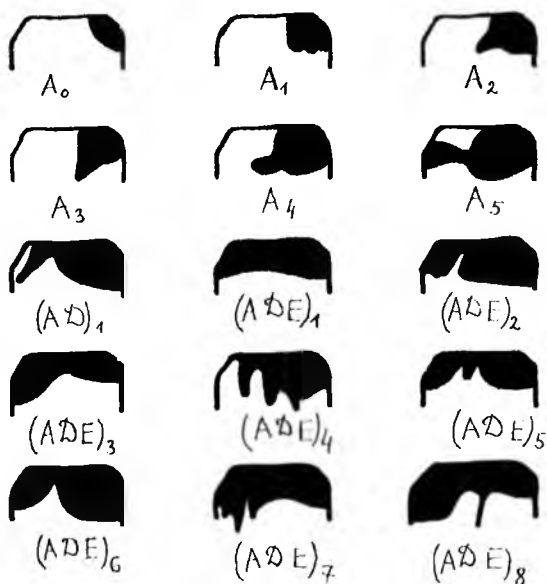


Рис. 2. Варіабельні фени групи А плям на елітрах *Trichius fasciatus* L. із різним ступенем меланізації.

1758 із відносною частотою зустрічі 0,980. Інші види роду *Trichius* зустрічаються у дослідженому регіоні поодинокі з відносними частотами зустрічі 0,250 і 0,050 відповідно.

У результаті досліджень популяцій *Trichius fasciatus* L. північного макросхилу Українських Карпат у 2000 – 2006 рр. усього було виявлено 27 дискретних фенів за розташуванням, формою і розмірами чорних плям на елітрах, які утворювали комбінації 25 дискретних аберацій. Кількість можливих комбінацій 27 фенів величезна і значно перевищує 25 комбінацій, які були виявлені. Це нашоує на думку про не випадкове комбінування фенів у фенотипі і спонукає до кореляційного аналізу, що є об'єктом окремих наших досліджень.



Рис. 3. Локалізація досліджених популяцій *Trichius fasciatus* L.:

- А – долина р. Зубрівка; В – урочище “Нивки”; С – долина р. Женець; D – долина р. Жонка; Е – долина р. Піги; F – околиці с. Гута; G – долина р. Канюшанка. А–Е – східні Горгани; F–G – західні Горгани.

Найбільш варіабельними виявились фени групи А – фени кутової плями біля основи елітр (табл. 1, рис. 1, 2). Усього було виявлено 15 дискретних фенів групи А. Аналіз відносної частоти зустрічі фенів групи А показав, що кожна популяція має індивідуальний феногляд, більшість досліджених популяцій статистично вірогідно відрізняється за феногенетичною структурою ($P < 0,01$ у кожному випадку порівнянь) (табл. 2). Окремі популяції за частотою зустрічі фенів групи А статистично вірогідно не відрізнялися – причому це було виявлено як при порівнянні географічно близьких популяцій (А і

В, G і F), так і географічно віддалених (D і G). Це нашоує на думку про роль географічного фактора як не основну при формуванні феноструктури популяцій цього виду.

Аналізуючи частоту зустрічі деяких рідкісних фенів групи А (фенів (ADE)₆, (ADE)₇, (ADE)₈), можна зробити висновок, що всі досліджені популяції діляться на дві групи – східногорганську (А – Е) й західногорганську (F – G), які суттєво відрізняються за фенетичною структурою (табл. 1).

Різна структура цих популяцій може бути пояснена частковою ізоляцією і різними мікроеволюційними процесами у цих групах популяцій.

Різні фени зустрічаються у досліджених популяціях із несоднаковою частотою. Найчастіше в аналізованих популяціях виявлялися фени В₁ та С₁. Інші форми плям В і С зустрічаються у досліджених популяціях рідко. З фенотипів (аберацій) у цих популяціях найбільша частота зустрічі була характерна для фенотипу (аберації) А₁В₁С₁Д₁.

Порівняльний аналіз досліджених популяцій за частотою зустрічі фенів групи А з використанням критерію Пірсона (χ^2) показав, що найбільша ймовірність подібності щодо досліджуваної структури характерна для популяцій А і D ($\chi^2 = 2,331$; $P > 0,99$ – популяції практично тотожні), а найменша ймовірність подібності характерна для популяцій А і F ($\chi^2 = 57,087$; $P < 0,01$ – популяції статистично вірогідно відрізняються найбільше) (табл. 2). Визначення показника подібності популяцій (r) продемонструвало дещо відмінні результати: найбільш подібними за частотою зустрічі фенів групи А виявились популяції А і D (r = 0,997), а найменш подібними – популяції Е і F (r = 0,702) (табл. 2). Розрахунки коефіцієнта фенетичної подібності (I) і значення міжпопуляційних фенетичних відстаней (D) (табл. 3) дали ще один дещо відмінний результат: найбільш близькими виявились популяції А і D (I = 0,996; D = 0,004) як і в попередніх порівняннях, а найбільш віддаленими популяції D і F (I = 0,641; D = 0,444).

Отримані порівняння нашоує на думку про низьку ефективність кластерного аналізу з використанням лише одного маркера – лише однієї групи варіабельних фенів. Для отримання повноцінної картини відмінностей між популяціями, очевидно, слід використовувати частоти зустрічі аберацій у цілому та частоти зустрічі всіх фенів. Високий ступінь спорідненості популяцій А і В, А і D легко пояснити – популяції відносно географічно наближені: відстань між ними складає, відповідно, 8 і 10 км по прямій. І хоча популяції розділені гірськими хребтами висотою до 1758 м над рівнем моря (хребет г. Довбушанка), ці хребти не є абсолютним ізоляційним бар'єром: знахідки окремих екземплярів цього виду були зроблені на кам'янистих розсипах на вершині г. Довбушанка. Очевидно, потік генів між популяціями є суттєвим. Відсутність статистично вірогідних відмінностей між популяціями А і В, що розташовані на різних висотах (804 і 1110 м н.р.м. відповідно) і перебувають у різних термічних режимах, нашоує на думку про те, що температурний фактор не є визначальним для ступеня механізації слітр.

Можливо, головну роль у виникненні феноструктури популяцій відіграє генетичний фактор.

Таблиця 1. Відносні частоти зустрічі фенів групи А в різних популяціях *Trichius fasciatus* L. північного мегасхилу Українських Карпат у 2001 р. Наведено показник внутрішньопопуляційної різноманітності (μ) за фенами групи А.

№ з/п	Фени	Популяції						
		A	B	C	D	E	F	G
1	A ₀	0,110	0,238	0,157	0,090	0,180	0,240	0,216
2	A ₁	0,499	0,351	0,363	0,507	0,260	0,233	0,371
3	A ₂	0,047	0,029	0,039	0,030	0,130	0,007	0,014
4	A ₃	0,016	0,000	0,049	0,015	0,040	0,007	0,014
5	A ₄	0,063	0,088	0,166	0,045	0,050	0,062	0,028
6	A ₅	0,031	0,000	0,049	0,030	0,040	0,007	0,055
7	(AD) ₁	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,041	0,027
8	(ADE) ₁	0,094	0,147	0,020	0,119	0,120	0,068	0,041
9	(ADE) ₂	0,110	0,088	0,030	0,119	0,100	0,007	0,028
10	(ADE) ₃	0,016	0,059	0,020	0,015	0,010	0,000	0,041
11	(ADE) ₄	0,016	0,000	0,068	0,030	0,020	0,007	0,028
12	(ADE) ₅	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
13	(ADE) ₆	0,000	0,000	0,039	0,015	0,050	0,000	0,041
14	(ADE) ₇	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,246	0,041
15	(ADE) ₈	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,075	0,055
Кількість досліджених екземплярів		64	34	102	67	100	146	73
μ		0,513	0,407	0,584	0,490	0,619	0,551	0,705

Примітка: позначення популяцій як на рис. 3.

Дослідження феногенетичних структур однієї з популяцій *Trichius fasciatus* L. у період 2000 – 2006 рр. не виявили статистично вірогідної динаміки – феногенетичні структури популяцій долини р. Зубрівка в різні роки статистично вірогідно не відрізнялись ($P > 0,05$).

У перспективі можна дослідити феногенетичну структуру популяцій *Trichius fasciatus* L. більшого регіону – охопити дослідженнями Закарпаття, Передкарпаття, подільський Лісостеп, проаналізувати спорідненість і мікроволодієні процеси у різних географічно віддалених популяціях.

Таблиця 2. Порівняльний аналіз частоти зустрічі варіабельних фенів групи А в різних популяціях *Trichius fasciatus* L. північного мегасхилу Українських Карпат у 2001 р. Показано значення критерію Пірсона (χ^2) – угорі. Виділено порівняння, які статистично вірогідно відрізняються. Подано показник подібності популяцій (r) – внизу.

Популяції	A	B	C	D	E	F	G
A	-	8,120	20,550	2,331	20,794	57,087	24,090
B	0,938	-	30,201	18,356	12,413	34,982	19,564
C	0,921	0,845	-	24,095	22,001	23,808	13,134
D	0,997	0,925	0,929	-	14,582	20,227	6,485
E	0,937	0,888	0,925	0,952	-	23,537	10,787
F	0,727	0,738	0,713	0,716	0,702	-	9,903
G	0,873	0,834	0,891	0,890	0,871	0,817	-

Таблиця 3. Порівняльний аналіз частоти зустрічі варіабельних фенів групи А в різних популяціях *Trichius fasciatus* L. північного мегасхилу Українських Карпат у 2001 р. Показано значення коефіцієнта фенетичної подібності (I) – вгорі, значення міжпопуляційних фенетичних відстаней (D) – внизу.

Популяції	A	B	C	D	E	F	G
A	-	0,919	0,916	0,996	0,880	0,661	0,918
B	0,084	-	0,894	0,906	0,929	0,760	0,928
C	0,088	0,111	-	0,895	0,863	0,702	0,919
D	0,004	0,098	0,110	-	0,867	0,641	0,904
E	0,128	0,073	0,147	0,142	-	0,698	0,877
F	0,414	0,274	0,354	0,444	0,360	-	0,818
G	0,086	0,075	0,085	0,101	0,132	0,200	-

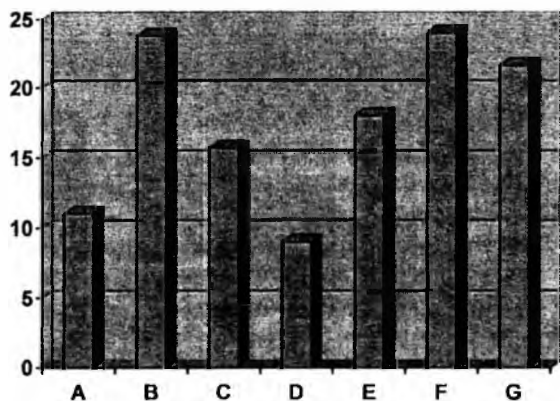


Рис. 4. Відносні частоти зустрічі фену А₁ в різних популяціях *Trichius fasciatus* L. північного макросхилу Українських Карпат у 2001 р.

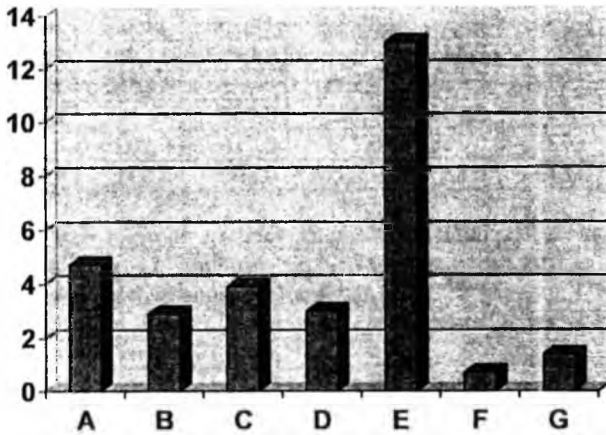


Рис. 5. Відносні частоти зустрічі фену A_2 в різних популяціях *Trichius fasciatus* L. північного макросхилу Українських Карпат у 2001 р.

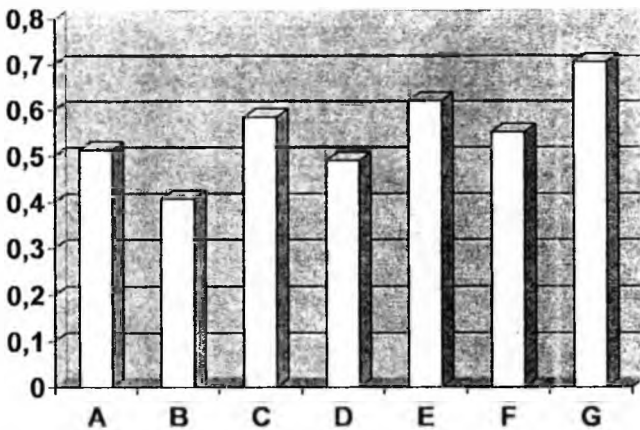


Рис. 6. Внутрішньопопуляційна різноманітність досліджених популяцій *Trichius fasciatus* L. у 2001 р.

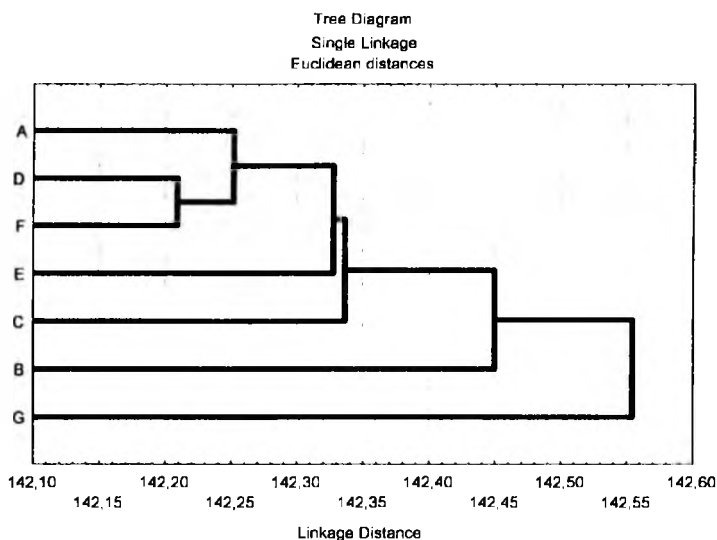


Рис. 7. Дендрограма міжпопуляційних дистанцій досліджених популяцій *Trichius fasciatus* L. за відносною частотою зустрічі фенів групи А. Позначення популяцій як на рис. 1.

Висновки

1. Найбільш варіабельними фенами в карпатських популяціях *Trichius fasciatus* L. виявились фени групи А.
2. Більшість досліджених популяцій статистично вірогідно відрізнялись за частотою зустрічі фенів групи А. Тільки окремі близько розташовані популяції статистично вірогідно не відрізнялись за частотою зустрічі цих фенів.
3. У гірському масиві Горгани чітко простежується дві групи популяцій *Trichius fasciatus* L. – східних Горган і західних Горган щодо зустрічі рідкісних фенів.
4. Міжпопуляційні відстані, визначені за фенами групи А, не співпадають із географічним розподілом досліджених популяцій.

1. Бендат Дж., Пирсол А. Измерение и анализ случайных процессов. – М.: Мир, 1971. – 408 с.
2. Зинченко В.К. Пластинчатогусые жуки (Coleoptera, Scarabacidae) Западно-Сибирской равнины: анализ фауны и особенности распространения // Биологическое разнообразие животных Сибири: Матер. науч. конф. – Томск: Изд-во Томского университета, 1998. – С. 61–62.
3. Животовский Л.А. Показатели популяционной изменчивости по полиморфным признакам // Фенетика популяций. – М.: Наука, 1982. – С. 38–45.

4. Кохманок Ф.С. Изменчивость фенетической структуры популяций колорадского жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say, 1824) в пределах ареала // Фенетика популяций. – М.: Наука, 1982. – С. 233–245.
5. Молодцов С.М. Экология и внутривидовая изменчивость восковика обыкновенного (*Scarabaeidae, Coleoptera*) на примере Верх-Нейвинской популяции (Средний Урал) // Экология. – 1995. – № 5. – С. 390–394.
6. Молодцов С.М. Связь полиморфизма с размерами тела у жесткокрылых // Успехи энтомологии на Урале / Ин-т экологии растений и животных УрО РАН; УрГУ. – Екатеринбург, 1997. – С. 189.
7. Повоженов Ю.И. Основные итоги изучения полиморфизма у насекомых // Успехи энтомологии на Урале / Ин-т экологии растений и животных УрО РАН; УрГУ. – Екатеринбург, 1997. – С. 148–152.
8. Повоженов Ю.И. Полиморфизм и гомеостазис природных популяций // Экологические механизмы преобразования популяций животных при антропогенных воздействиях: Информ. материалы / Ин-т экологии растений и животных УНЦ АН СССР. – Свердловск, 1987. – С. 67–68.
9. Повоженов Ю.И. Полиморфизм и его эволюционное значение // Природа – 1983. – № 3. – С. 50–58.
10. Повоженов Ю.И. Полиморфизм и адаптивность популяции // Фауна и экология насекомых Урала: Сб. науч. тр. / УрГУ им. А.М.Горького. – Свердловск: Изд-во УрГУ, 1987. – С. 3–15.
11. Tower I.W. The mechanism of evolution in *Leptinotarsa*. – Publ. Carnegie Inst. – Wash., 1918. – 384 p.

Species of Trichius fasciatus Linnaeus, 1758 belongs to the family Scarabaeidae (Coleoptera). Populations of Trichius fasciatus L. were investigated in Gorgany mountain. 7 population of Trichius fasciatus were research. 25 phenotypic aberration were pointed. Polymorphism of Trichius fasciatus is manifested by different colours and forms of dots in elitra. Counted the frequency of the phenotypes and phens in these populations was count.

Key words: *Trichius, population, phenetic.*