

УДК 595.762.12

ИЗУЧЕНИЕ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ *MACHOZETUS LEHMANNI* MENETRIES, 1848 – ЭНДЕМИКА СРЕДНЕЙ АЗИИ

¹Зокирова Д.Ф., ²Алимова Л.Х., ¹Халимов Ф.З.

¹Самаркандский государственный университет, Самарканд,
e-mail: zokirova_dilnoza2257@bk.ru, xalimov1968@list.ru;

²Бухарский государственный университет, Бухара, e-mail: liz.a@mail.ru

Machozetus lehmanni отмечается как эндемический вид Средней Азии, но морфобиологические и экологические его особенности изучены очень слабо. В статье приводятся данные о распространении видов рода *Machozetus* и морфологическое описание *Machozetus lehmanni*. Изучены и статистически анализированы морфометрические показатели. Длина тела *Machozetus lehmanni* – 29,6–42,8 мм, а другого вида, *Machozetus concinnus*, – 20,2–25,5 мм. Наиболее переменным из морфометрических показателей является длина головы, а наименее переменным – ширина надкрылий. Анализирована корреляционная взаимосвязь между морфометрическими показателями разных частей тела. Наименьшая коррелятивная зависимость выявлена между длиной головы (ДГ) и длиной переднеспинки (ДП) ($r = 0,31$). Высокая корреляционная зависимость выявлена между шириной переднеспинки (ШП) и шириной надкрылий (ШЭ), между длиной надкрылий и общей длиной тела ($r = 0,9$). Выявлено различие в размерах отдельных частей тела на исследованных точках ареала. Более крупными оказались жуки из участка Чурукчул, длина тела которых составляла 42,8 мм ($\pm 2,31$), а у жуков из участка Алан – 39,1 мм ($\pm 2,3$). Разница в размере тела на разных участках ареала обеспечивается в основном более крупными размерами головы, причины которого требуют более детального изучения.

Ключевые слова: *Machozetus lehmanni*, *Machozetus concinnus*, морфометрические показатели, коэффициент вариации, корреляция

A STUDY OF MORPHOMETRIC FEATURES OF *MACHOZETUS LEHMANNI* MENETRIES, 1848 – ENDEMIC OF CENTRAL ASIA

¹Zokirova D.F., ²Alimova L.Kh., ¹Khalimov F.Z.

¹Samarkand State University, Samarkand, e-mail: zokirova_dilnoza2257@bk.ru, xalimov1968@list.ru;

²Bukhara State University, Bukhara, e-mail: liz.a@mail.ru

Machozetus lehmanni is noted as an endemic species of Central Asia, but its morphobiological and ecological features have been studied very poorly. The article provides data on the distribution of species of the genus *Machozetus* and a morphological description of *Machozetus lehmanni*. Studied and statistically analyzed morphometric parameters. The body length of *Machozetus lehmanni* is 29.6–42.8 mm, while another species, *Machozetus concinnus*, is 20.2–25.5 mm. The most variable of the morphometric parameters is the length of the head, and the width of the elytra was the least variable. The correlation relationship between the morphometric parameters of different parts of the body was analyzed. The smallest correlation was found between the length of the head (DH) and the length of the pronotum (PR) ($r = 0.31$). A high correlation dependence was found between the width of the pronotum (SP) and the width of the elytra (SE), between the length of the elytra and the total body length ($r = 0.9$). A difference in the sizes of individual body parts at the studied points of the range was revealed. The beetles from the Churukchul site turned out to be larger, the body length of which was 42.8 mm (± 2.31), while in the beetles from the Alan site it was 39.1 mm (± 2.3). The difference in body size in different parts of the range is mainly due to larger head sizes, the reasons for which require more detailed study.

Keywords: *Machozetus lehmanni*, *Machozetus concinnus*, morphometric parameters, coefficient of variation, correlation

Энтомофауна Узбекистана очень разнообразна и включает много эндемичных для Центральной Азии видов. Одними из таких видов являются представители рода *Machozetus* Chaudoir, 1850 из семейства жуколиц (Carabidae). Этот род жуколиц является эндемическим родом Центральной Азии и включает всего два вида: *Machozetus lehmanni* Menetries, 1848 и *Machozetus concinnus* C.A. Dohrn, 1885. Они отмечены в пустынных и предгорных районах Узбекистана, Туркменистана, Таджикистана и Северного Афганистана [1]. В последние годы на основе музейных материалов было до-

казано распространение этих видов в Иране [2]. Виды рода *Machozetus* являются специализированными фитофагами, питающимися семенами растений, в основном ферулы [3]. *Machozetus lehmanni*, как своеобразный монофаг зонтичных растений, отмечен в Заповеднике Репитак (Туркменистан) на песчаных барханах [4].

Жизнь и развитие *Machozetus lehmanni* проходит в специальной норе в почве. Самки роют норы в вертикальном направлении на глубине до 4 м, где откладывают по одному яйцу и запасают семена ферулы для кормления личинок [3]. Личинки раз-

виваются в почве и впервые были описаны И.Х. Шаровой и К.В. Макаровым. Личинки 3 возраста до 34 мм, тело покрыто светлыми и мелкими волосками, глаза неразвиты. Эти особенности свидетельствует об их малоподвижном и скрытом образе жизни [5]. А.Ш. Хамраевым (2013) в Харезмской области и Республике Каракалпакистан *Machozetus lehmanni* и *Machozetus concinnus* отмечаются как представители подсемейства Nebrinae [6].

Хотя в вышеперечисленных исследованиях имеются сведения о распространении видов рода *Machozetus*, их морфологические и биологические особенности остаются особо не изученными. У насекомых морфологические особенности, обеспечивающие способность к расселению, эффективность поиска пищи и питания, определяют их взаимодействие с окружающей средой [7, 8]. В последние годы широкое распространение получил подход оценки структуры популяций насекомых по морфометрическим признакам [9, 10]. На примере агроценозов и урбанизированных ландшафтов выявлены значительные вариации морфометрических показателей у жуужелиц. Например, *S. granulatus* уменьшается в размерах при обитании в пригороде, а *S. cancellatus* – в городе [11]. И даже фенотипическая пластичность самок и самцов на действие какого-либо фактора среды у жуужелиц одного и того же вида может быть различной [12].

Хотя некоторые морфологические особенности *Machozetus lehmanni* были сообщены нами ранее [13], в этой статье приводятся данные по морфологии и морфометрическим показателям, а также вариациям (в том числе на разных участках ареала) данного вида.

Необходимо отметить, что в последнее время происходит значительное сокращение естественных местообитаний одного из ценных лекарственных растений – ферулы вонючей. Так как виды рода *Machozetus* являются специализированными фитофагами растений ферулы, детальное изучение как их морфо-биологических, так и популяционно-экологических особенностей, может иметь важное хозяйственное значение.

Материалы и методы исследования

Сбор материала проводился в пустынных регионах Бухарской, Кашкадарьинской и Навоийской областей Узбекистана в 2020–2021 гг. (рис. 1). Сбор материала проводился весной и летом методом ручного сбора, в основном ночью, так как жуки наиболее активны в ночное время. Собранных жуков фиксировали этилацетатом и раскладывали в ватные матрасики. Дальнейшее изучение морфологии жуков проводили в энтомологической лаборатории биологического факультета СамГУ. С материалом можно ознакомиться в энтомологической коллекции университета, где хранится весь собранный материал.



Рис. 1. Точки сбора материала

Изучение морфометрических показателей проводили с помощью мерного бинокулярного микроскопа МВС-9 с мерной линейкой.

Исследованы следующие морфометрические показатели: ДГ – длина головы, ШГ – ширина головы, РГ – расстояние между глаз, ДП – длина переднеспинки, ШП – ширина переднеспинки, ДЭ – длина элитры, ШЭ – ширина элитры и ДТ – общая длина тела (ДГ+ДП+ДЭ) (рис. 2). Дополнительно изучена пропорции разных частей тела: ДГ/ДТ, ШГ/ДТ, РГ/ДТ, ДП/ДТ, ШП/ДТ, ДЭ/ДТ, ШЭ/ДТ, ШП/ДП и ШЭ/ДЭ.

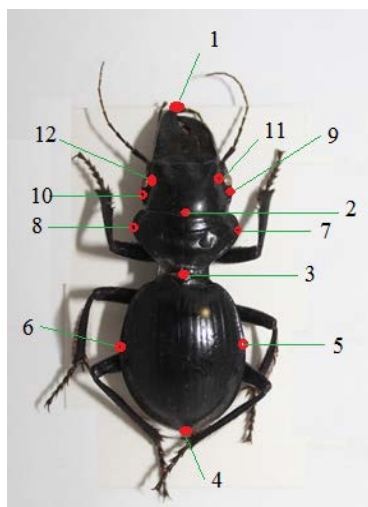


Рис. 2. Схема морфометрических измерений:
1–2 – длина головы – ДГ, 2–3 – длина переднеспинки – ДП, 3–4 – длина элитры – ДЭ, 5–6 – ширина элитры – ШЭ, 7–8 – ширина переднеспинки – ШП, 9–10 – ширина головы – ШГ, 11–12 – расстояние между глаз – РГ

Статистическая обработка полученных данных проводилась со стандартным пакетом Statistica 10. При этом были рассчитаны среднearифметические значения, стандартное отклонение, стандартная ошибка, коэффициент вариации и коэффициент корреляции между размерами разных частей тела.

Результаты исследования и их обсуждение

Виды рода *Machozetus* *Machozetus lehmanni* и *Machozetus concinnus* являются морфологически очень похожими видами, и их различия в основном проявляется в размерах тела. В исследованных территориях численность популяции этих двух видов существенно различается. Если *Machozetus lehmanni* было зарегистрировано во всех семи исследованных точках, то *Machozetus concinnus* выявлено только в двух точках (Экоцентр «Жайран», Бухарская обл., и пу-

стыня Алан района Минишкор Кашкадарьинской обл.) и малой численностью.

Machozetus concinnus – жук блестяще-черного цвета, длиной тела 20,2–25,5 мм. По морфологическим признакам очень похож на *Machozetus lehmanni* (рис. 3). Так как численность этого вида невысокая (всего собрано около 20 экземпляров) и собранный материал не подлежит статистической обработке, ниже приводим морфологическое описание только *Machozetus lehmanni*.

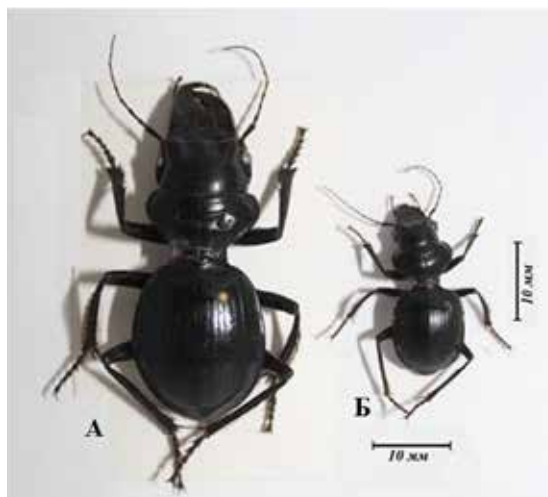


Рис. 3. Виды рода *Machozetus* Chaudoir, 1850:
А – *Machozetus lehmanni*;
Б – *Machozetus concinnus* (опуз.)

Machozetus lehmanni – крупный жук блестяще-черного цвета. Длина тела 29,6–42,8 мм. Голова крупная, вместе с челюстями длина головы составляет 10,7–17,5 мм, а ширина вместе с глазами – 7–11,3 мм, с очень сильно развитыми челюстями. Глаза крупные, черные или белые, в большинстве случаев черные глаза с белыми пятнами разных размеров в центре. Эти белые пятна иногда в центре глаз, иногда очень расширенные, в других случаях полностью охватывают глаза. В последнем случае глаза бывают белыми. Расстояние между глазами, в зависимости от ширины головы, составляет 6,3–9,6 мм. Усики 11-члениковые, 1-й членик очень крупный, 2-й членик в 1,5 раза короче остальных последующих члеников. 1–2-е членики усиков блестящие и имеют щетинки, начиная с 3-го членика, все остальные покрыты мелкими рыжими волосками. На кончике каждого членика расположены несколько щетинок – сенсилл.

Ротовой аппарат сильно развит. Верхняя губа покрыта рыжими волосками. Верхние челюсти крупные. Нижнечелюстные щупальца трёхчленные, черные, блестящие, кончик каждого членика желтоватый.

1-й членик крупный и толстый, в 1,5 раза длиннее 2-го членика. 3-й членик короткий, расширенный от основания к кончику, плоский. Щупальца нижних губ также трёхчленные, основной членик короткий, 2-й членик в 4–5 раза длиннее основного, 3-й членик в 1,5 раза длиннее основного, расширенный и плоский, кончик красновато-коричневый. Сама нижняя губа блестящего желтовато-коричневого цвета.

Ноги сильно развиты, бегательные, длинные, блестяще-черного цвета, покрыты коричневыми щетинками. Щетинки образуют плотные ряды по бокам голени.

Переднеспинка своеобразной сердцевидной формы, но нижняя часть не заостренная, всегда шире головы, в центре по вертикали проходит борозда. Длина переднеспинки – 5–7,1 мм, а ширина – 12–15,7 мм.

Элитра, как у большинства крупных жуков, сильно хитинизированная и сросшаяся. Блестяще-черного цвета. Места соединения двух надкрылий в виде узкой борозды. На каждой элитре имеются по 7–8 узких бороздок, которые делят надкрылия на полосы. Центральная бороздка, которая расположена между двумя надкрыльями, немного шире остальных. Ширина элитры составляет 12–15,7 мм, а длина – от 13,3 до 20,2 мм.

Вариация исследованных морфометрических показателей внутри популяции не очень высокая и является стабильными

признаками, так как для нестабильных признаков коэффициент вариации должен быть более 33,3 %. Статистический анализ данных показал, что наиболее вариабельной является длина головы ($C_v = 9,22$), а наименьшее значение коэффициента вариации ($C_v = 5,51$) наблюдается для ширины надкрылий (табл. 1).

Как известно, размеры разных органов тесно взаимосвязаны. Однако степени зависимости в размерах различных органов могут быть неодинаковыми. Для выяснения степени зависимости провели корреляционный анализ между морфометрическими показателями измеренных частей тела жуков (табл. 2).

Высокая корреляционная зависимость выявлена между шириной головы (ШГ) и расстоянием между глаз (РГ), между шириной переднеспинки (ШП) и шириной надкрылий (ШЭ), между длиной надкрылий и общей длиной тела ($r = 0,9$). Наименьшая коррелятивная зависимость выявлена между длиной головы (ДГ) и длиной переднеспинки (ДП) ($r = 0,31$). Также слабая зависимость отмечена между длиной переднеспинки (ДП) и шириной головы (ШГ), между длиной переднеспинки (ДП) и расстоянием между глаз (РГ) ($r = 0,50$). В общем, длина переднеспинки проявляет слабую зависимость от морфометрических показателей головной части.

Таблица 1

Морфометрические показатели жука *Machozetus lehmanni* и их вариации (n = 100)

Части тела	Max	Min	Средне-арифметическое, M	Стандартное отклонение, sd	Стандартная ошибка, m	Коэффициент вариации, C_v , %
ШГ	11,3	7	9,5	0,77	0,08	8,10 %
ДГ	17,5	10,7	13,7	1,26	0,14	9,22 %
РГ	9,6	6,3	7,6	0,62	0,07	8,15 %
ШП	13,3	10	11,7	0,69	0,07	5,95 %
ДП	7,1	5	6,0	0,39	0,04	6,57 %
ШЭ	15,7	12	13,6	0,75	0,08	5,51 %
ДЭ	20,2	13,3	17,3	1,17	0,13	6,77 %
ДТ	42,8	29,6	36,9	2,38	0,26	6,46 %
ШГ/ДТ	0,29	0,23	0,26	0,01	0,001	4,94 %
ДГ/ДТ	0,41	0,32	0,37	0,02	0,002	4,92 %
ШП/ДТ	0,36	0,3	0,32	0,01	0,001	3,72 %
ДП/ДТ	0,18	0,14	0,16	0,01	0,001	5,35 %
ШЭ/ДТ	0,43	0,34	0,37	0,01	0,001	3,60 %
ДЭ/ДТ	0,51	0,43	0,47	0,01	0,002	2,97 %
РГ/ДТ	0,24	0,19	0,21	0,01	0,001	5,55 %
ШП/ДП	2,32	1,73	1,96	0,10	0,01	5,11 %
ШЭ/ДЭ	0,98	0,71	0,79	0,04	0,004	4,85 %

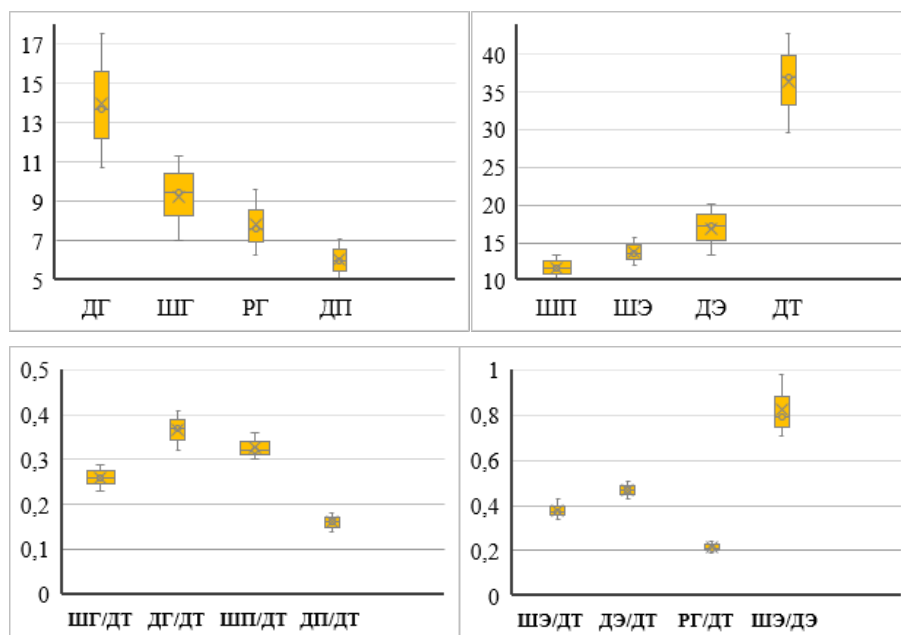


Рис. 4. Сдвиг в значениях морфометрических показателей у *Machozetus lehmani* (ед. изм. – мм, ✕ – среднееарифметическое значение, ■ – станд. ошибка, T – станд. отклонение)

Таблица 2

Корреляционная зависимость (r) между размерами разных частей тела у *Machozetus lehmani* (n = 100)

Части тела	ШГ	ДГ	РГ	ШП	ДП	ШЭ	ДЭ	ДТ
ШГ								
ДГ	0,79							
РГ	0,90	0,70						
ШП	0,85	0,70	0,84					
ДП	0,50	0,31	0,50	0,69				
ШЭ	0,77	0,69	0,76	0,90	0,66			
ДЭ	0,61	0,56	0,57	0,71	0,69	0,74		
ДТ	0,80	0,85	0,73	0,83	0,67	0,84	0,90	

Хотя все исследованные жуки были собраны в схожих пустынных биотопах, провели сравнительный анализ морфометрических показателей жуков из наиболее отдалённых участков. Для этого была выбрана пустыня Алан (Кашкадарьинская область, 38°48'26.69»С, 64°59'06.65» В) и Чурукчул (Бухарская область, 40°25'29.43»С, 64° 42'55.88»В), расстояние между которыми составляло около 180 км. Из каждого участка измеряли по 30 случайных жуков. Полученные результаты показали некоторые различия в морфометрических показателях жуков (рис. 5).

Более крупными оказались жуки из участка Чурукчул, длина тела которых со-

ставляла 42,8 мм ($\pm 2,31$), а у жуков из участка Алан – 39,1 мм ($\pm 2,3$).

Интересен тот факт, что разница в размере тела в основном обеспечивается более крупными размерами головы. Так, среди измеренных морфометрических показателей существенные различия наблюдались только по размерам головы, а остальные показатели были практически на одном уровне. Вероятной причиной такой тенденции могут быть свойства (плотность) песка в исследованных участках, так как жуки *Machozetus lehmani* роют глубокие ходы в почве, там откладывают яйца и ухаживают за личинками, или же особенности кормового растения (соцветий и семян ферулы).

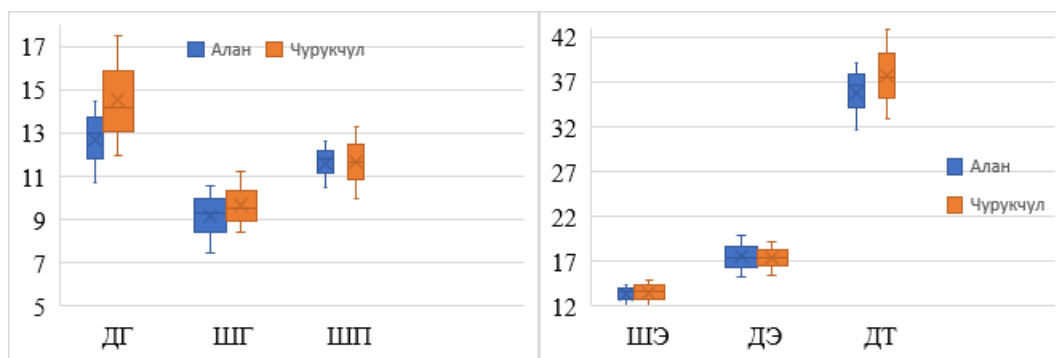


Рис. 5. Сравнение морфометрических показателей *Machozetus lehmani*, выявленных на двух наиболее отдалённых участках исследований (ед. изм. – мм, n = 30)

Хотя в некоторых работах для других видов жулици размеры тела различались в зависимости от растительного покрова [14]. Однако это обстоятельство требует дальнейшего детального изучения.

Заклучение

Таким образом, *Machozetus lehmani* и *Machozetus concinnus* очень близкие по морфологическим особенностям виды, но сильно различаются по размеру тела. В настоящей работе проанализирована морфометрика и её вариации одного из уникальных видов жулици Центральной Азии – *Machozetus lehmani*. Наиболее вариабельным признаком у *Machozetus lehmani* является длина головы, а наиболее стабильным признаком является ширина надкрылий. На разных участках ареала, в зависимости от почвенных условий, могут наблюдаться морфологические модификации, выражающиеся прежде всего в размерах головы.

Список литературы

1. Крыжановский О.Л. Состав и происхождение наземной фауны Средней Азии (главным образом на материале по жесткокрылым). М. – Л.: Наука, 1965. 430 с.
2. Kataev V.M., Wrase D.W. Taxonomic and faunistic notes on certain Anisodactylina, Harpalina, Ditomina and Amblystomina from the Palaearctic, Ethiopian and Oriental regions (Coleoptera: Carabidae: Harpalini). *Vernate*. 2016. № 35. P. 251–279.
3. Давлетшина А.Г., Аванесова Г.А., Мансуров А.К. Энтомофауна Юго-Западного Кызылкума. Ташкент: «Фан» УзССР, 1979. 128 с.
4. Farkas J. Фауна жулици Репетекского заповедника (Coleoptera, Carabidae) // *Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отделение Биология*. 1998. Т. 103. Вып. 5. С. 22–23.

5. Шарова И.Х., Макаров К.В. Личинка жулици *Machozetus lehmani* Men. (Coleoptera, Carabidae) // *Энтомологическое обозрение*. 1983. Vol. LXII. № 3. С. 524–528.
6. Khamraev A.Sh. Soil organisms and entomocomplexes in Khorezm and Karakalpakstan (Uzbekistan). *Soil ecology. ZEF BONN*. 2013. № 6. P. 1–67.
7. Moretti M., Dias A.T., de Bello F., Altermatt F., Chown S.L., Azcárate F.M., Bell J.R., Fournier B., Hedde M., Hortal J., Ibanez S., Öckinger E., Sousa J.P., Ellers J., Berg M.P. Handbook of protocols for standardized measurement of terrestrial invertebrate functional traits. *Functional Ecology*. 2017. № 31. P. 558–567.
8. Wood S.A., Karp D.S., DeClerck F., Kremen C., Naeem S., Palm C.A. Functional traits in agriculture: agrobiodiversity and ecosystem services. *Trends in Ecology & Evolution*. 2015. № 30. P. 531–539.
9. Bulgarella M., Trewick S.A., Godfrey A.J., Sinclair B.J., Morgan-Richards M. Elevational Variation in Adult Body Size and Growth Rate but Not in Metabolic Rate in the Tree Weta *Hemideina crassidens*. *J. of Insect Physiology*. 2015. Vol. 75. P. 30–38.
10. Rusynov V.I., Brygadyrenko V.V. Morphological Variability of a Population of *Anatolica Eremita* (Coleoptera, Tenebrionidae): Constancy of Morphometric Indices with Variation of Linear Parameters of the Body. *Baltic J. Coleopterol*. 2017. Vol. 17. № 2. P. 205–217.
11. Суходольская Р.А., Савельев А.А. Влияние экологических факторов на размерные признаки жулици *Carabus granulatus* L. (Coleoptera, Carabidae) // *Экология*. 2014. № 5. С. 369–375.
12. Sukhodolskaya R. Variation in Body Size and Body Shape in Ground Beetle *Pterostichus melanarius* Ill. (Coleoptera, Carabidae). *J. of Agri-Food and Applied Sciences*. 2014. Vol. 2. № 7. P. 196–205.
13. Халимов Ф.З., Алимова Л.Х. Коврак визилдоги (*Machozetus lehmani* Menetries, 1848)нинг морфологик хусусиятлари // *Қарду хабарлари*. 2021. № 3(49). P. 54–60 б.
14. Ng K., Barton P.S., Blanchard W., Evans M.J., Lindenmayer D.B., Macfadyen S., Mcfadyen S., Driscoll D.A. Disentangling the effects of farmland use, habitat edges, and vegetation structure on ground beetle morphological traits. *Oecologia*. 2018. Vol. 188. P. 645–657.