

DOI 10.31029/vestdnc91/3

УДК 599.323.44: 59.087

**МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ПИТАНИЯ ПОЛУДЕННОЙ ПЕСЧАНКИ  
(*MERIONES MERIDIANUS*)  
В ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЯХ И В НЕВОЛЕ**

**Р. Р. Омаров<sup>1</sup>**, ORCID: 0000-0003-2591-4274

**К. З. Омаров<sup>1, 2</sup>**, ORCID: 0000-0001-6354-920X

<sup>1</sup>Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского  
федерального исследовательского центра РАН, Махачкала, Россия

<sup>2</sup>Дагестанский государственный университет, Махачкала, Россия

**METHODS OF STUDYING THE NUTRITION  
OF THE MIDDAY GERBIL (*MERIONES MERIDIANUS*)  
IN NATURAL CONDITIONS AND IN CAPTIVITY**

**R. R. Omarov<sup>1</sup>**, ORCID: 0000-0003-2591-4274

**K. Z. Omarov<sup>1, 2</sup>**, ORCID: 0000-0001-6354-920X

<sup>1</sup>Precaspian Institute of Biological Resources of the  
Daghestan Federal Research Centre of RAS, Makhachkala, Russia

<sup>2</sup>Daghestan State University, Makhachkala, Russia

---

Аннотация. На примере полуденной песчанки показано, что для изучения различных сторон питания грызунов необходимо применить комплексный подход с использованием полевых и лабораторных методов. Количественные показатели интенсивности питания грызунов можно определить, используя балансовые опыты с животными в клеточных условиях. Долю в рационе грызунов кормов животного происхождения можно определить с помощью анализа содержимого их желудков под бинокляром. Для определения энергетической ценности поедаемых кормов грызунами можно использовать биохимический анализ непосредственно съеденного корма из содержимого желудков. Идентифицировать видовой состав потребляемых грызунами растений можно с помощью метода микрогистологического кутикулярного копрологического анализа.

Abstract. Using the example of the midday gerbil, it is shown that in order to study various aspects of rodent nutrition, it is necessary to apply an integrated approach using field and laboratory methods. Quantitative indicators of the intensity of rodent nutrition can be determined using balanced experiments with animals in cellular conditions. The proportion of animal feed in the diet of rodents can be determined by analyzing the contents of their stomachs under a binocular microscope. To determine the energy value of the feed eaten by rodents, a biochemical analysis of the feed directly eaten from the contents of the stomachs can be used. It is possible to identify the species composition of plants consumed by rodents using the method of microhistological cuticular coprological analysis.

Ключевые слова: полуденная песчанка, количественные методы изучения питания, балансовые клетки, качественные методы изучения питания, метод микрогистологического кутикулярного копрологического анализа.

Keywords: midday gerbil, quantitative methods for the study of nutrition, balance cells, qualitative methods for the study of nutrition, the method of microhistological cuticle coprological analysis

Методы изучения питания грызунов имеют больше значение в экологических и зоологических исследованиях, так как позволяют получить количественную и качественную оценку потребляемых в природе кормовых ресурсов. Для экологов-популяционистов очень важно, чтобы имеющиеся в их распоряжении методы позволяли выявить предпочитаемые в питании грызунов виды растений, оценить степень избирательности питания того или иного вида грызунов, сезонную смену рационов и в целом оценить трофическую нишу конкретного вида. В то же время в последние годы при выполнении экспериментальных работ с животными стали предъявляться более строгие этические требования, которые предполагают использование неинвазивных методов как более гуманных.

В прошлом веке для зоологов, занимающихся изучением качественного состава рациона грызунов в естественной среде обитания, единственным надежным методом был биохимический анализ содержимого желудков добытых в природе животных. Этот метод предполагал для анализа содержимого желудков изъятие их из умерщвленных животных, что приводило к несоблюдению норм биологической этики и нарушению принципа, сформулированного еще Гиппократом, – *primum non nocere* («прежде всего – не навреди»). В настоящее время в связи с бурным прогрессом биологических технологий стали более востребованы неинвазивные методы изучения животных в природных условиях, в том числе и питания грызунов. Так, в распоряжении специалистов, занимающихся питанием растительноядных животных, появился очень эффективный, получивший большое признание в современной зоологической практике метод микрогистологического кутикулярного копрологического анализа, позволяющий оценивать рацион растительноядных видов животных по экскрементам и содержанию желудков животных [1, 2, 18].

Целью данной работы является показать на примере полуденной песчанки (*Meriones meridianus*) возможности различных лабораторных и полевых методов для изучения характера питания растительноядных животных. В данной статье на примере полуденной песчанки представлены результаты изучения различных аспектов питания грызунов методами кормления животных в балансовых клетках, биохимического анализа содержимого желудков, анализа содержимого желудков под бинокуляром, микрогистологического кутикулярного копрологического анализа.

Для количественной оценки интенсивности питания грызунов очень хорошо на целом ряде видов зарекомендовала себя методика кормления животных в балансовых клетках, предложенная Б.Д. Абатуровым [3].

Данная методика предполагает отлов грызунов в природе и изучение интенсивности их питания в балансовых клетках на различных по энергетической ценности рационах. Суть этого метода заключается в том, что животным, отловленным в природе, предлагают в изобилии разные типы кормов. Количество потребленного корма рассчитывают по разнице между весом заданного корма и его несъеденного остатка с пересчетом на абсолютно сухой вес [3]. Полученные данные позволяют рассчитать коэффициент переваримости по формуле:

$$K = (P_k - P_o) \times 100 / P_k,$$

где:

$P_k$  – сухой вес съеденного корма за 1 сутки,  $P_o$  – вес выделенных за сутки экскрементов.

С использованием методики кормления животных в балансовых клетках получены данные по интенсивности питания ряда вида грызунов: малого суслика (*Spermophilus pygmaeus*) [4], тамарисковой песчанки (*Meriones tamariscinus*) [5], полуденной песчанки [6], хомяка Радде (*Mesocricetus raddei*) [7], лесной сони (*Dryomys nitedula*) и желтобрюхой мыши (*Sylvaemus fulvipectus*) [8], общественной полевки (*Microtus socialis*) [9], полевки Брандта (*Lasiopodomys brandti*) [10]. Несмотря на то что во всех этих работах интенсивность питания грызунов определялась в клеточных условиях, полученные данные могут быть использованы и для оценки потребностей грызунов в кормах и энергии в естественных условиях. Так, например, сравнение данных, полученных по интенсивности питания хомяка Радде в неволе, с данными, полученными в естественных условиях, рассчитанных по скорости прохождения пищи через желудок, оказались сопоставимы и составили в среднем соответственно  $18,7 \pm 0,82$  против  $21,7 \pm 0,93$  г сухого вещества на одну особь в сутки [7, 11].

Аналогичные опыты по кормлению животных в балансовых клетках были проведены в нашей работе с полуденной песчанкой. Полученные результаты позволили установить как количественные показатели потребления корма полуденной песчанкой, которые составили 4,2–7,5 г сухого вещества

на одну особь в сутки, так и зависимость уровня потребления корма от возраста животных и калорийности кормов, что в естественной природе сделать практически невозможно. Кроме того, опыты по кормлению в неволе животных, проведенные в балансовых клетках, позволили установить наиболее оптимальную влажность потребляемых кормов для полуденной песчанки (50–55%), что очень важно для оценки пригодности конкретных местообитаний для данного вида. Проведенные опыты по питанию в балансовых клетках вскрыли очень важную особенность питания, заключающуюся в том, что у молодых особей полуденных песчанок относительные потребности в энергии выше, чем у взрослых особей, и соответственно они более требовательны к качеству потребляемых кормов [6]. Это позволило понять причину высокой смертности молодых особей полуденных песчанок в условиях Северо-Западного Прикаспия [6].

Для изучения видового состава потребляемых растений в рационе грызунов одним из наиболее простых и не требующих трудоемких анализов методов является использование бинокюляра для идентификации растительных остатков в содержимом их желудков. Этот метод имеет ряд ограничений, так как в пищевом комке очень сложно идентифицировать все виды растений по их остаткам. В нашей работе этот метод был использован для изучения весеннего рациона питания полуденной песчанки в Северо-Западном Прикаспии. С помощью данного метода установили, что основу весеннего рациона полуденной песчанки составляют гусеницы бабочек, встречаемость которых в содержимом желудков добытых особей может составлять 100%, семена *Veronica verna* – 90%, листья *Medicago minima*, стебли *Taraxacum officinale* – 40%, луковицы *Poa bulbosa* – 30%, листья *Taraxacum officinale* – 20%, остатки хитина насекомых – 20% и семена *Silene cyri* – 10%. В объемном отношении в пищевом комке также наибольшую долю составляют гусеницы бабочек – 46%, далее идут семена *Veronica verna* – 18%, стебли *Taraxacum officinale* – 12%, луковицы *Poa bulbosa* – 9%.

Для изучения качественного состава рациона грызунов экологи используют биохимический анализ содержимого их желудков на предмет содержания в нем жиров, белков, углеводов и безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ), что позволяет определить энергетическую ценность потребляемых грызунами кормов в естественных условиях [12–15]. В связи с тем, что данный метод входит в противоречие с требованиями соблюдения биологической этики, то его использование на практике крайне ограничено и целесообразно только для массовых видов грызунов. Суть данного метода состоит в том, что он позволяет определить количественное соотношение в рационе грызунов основных питательных веществ. Так, содержание сырого протеина рассчитывается по концентрации общего азота, определяемого по Кьельдалю, сырой жир оценивается эфирной экстракцией липидов, сырая клетчатка (целлюлоза и гемицеллюлоза без лигнина) – гидролизом в кислоте и щелочи (по Геннебергу и Штоману), сырой лигнин – по Штоману. После определения всех этих показателей энергетическую ценность содержимого желудков грызунов можно рассчитать по формуле:

$$ВК = 4,3 П + 9,4 Ж + 4,2 К + 4,2 БЭВ,$$

где:

ВК – валовая калорийность (ккал/г сухой вещества);

П, Ж, К, БЭВ – содержание в корме протеина, жира, клетчатки и безазотистых экстрактивных веществ.

Во избежание умерщвления животных для определения энергетической ценности рациона грызунов можно, конечно, провести химические анализы образцов отдельных растений или их смеси, подобранной в соответствии с их соотношением в желудках [16]. В то же время, учитывая высокую избирательность питания растительноядных животных и то, что они питаются определенными частями растений, а не всем растением, точно подобрать образец для анализа рациона

практически не представляется возможным. В связи с этим прямой анализ непосредственно съеденного корма из содержимого желудков является наиболее надежным и точным методом. Эффективность этого метода хорошо продемонстрирована на ряде видов зайцеобразных и грызунов: заяц-русак (*Lepus europaeus*), большой тушканчик (*Allactaga major*), малый тушканчик (*Allactaga elater*), тарбаганчик (*Pygeretmus pumilio*), малый суслик (*Spermophilus pygmaeus*), тamarисковая песчанка (*Meriones tamariscinus*), хомяк Радде (*Mesocricetus raddei*) [13]. Кроме того, помимо оценки энергетической ценности потребляемых кормов, биохимический анализ содержимого желудков позволяет выявить качественный состав питания, сезонный и многолетний характер изменений, предпочитаемость и соотношение тех или иных видов кормов в рационе животных [12, 15, 17]. Особенно широко используется этот показатель при изучении питания растительноядных млекопитающих, отличающихся большим разнообразием потребляемых кормовых растений и значительной их динамикой во времени и в пространстве.

Метод биохимического анализа содержимого желудков был использован в нашей работе при изучении питания полуденной песчанки и позволил оценить энергетическую ценность потребляемых ими кормов в различные сезоны года на двух опытных участках в Северо-Западном Прикаспии. Кроме того, проведенный биохимический анализ содержимого желудков позволил выявить более высокую энергетическую ценность во все сезоны года содержимого желудков полуденных песчанок, добытых на участке песчаных барханов, по сравнению с участком в опустыненной степи. Полученные данные позволили объяснить более высокую плотность и интенсивность размножения полуденных песчанок на песчаных барханах, что связано с лучшими условиями кормообеспеченности.

Как уже было отмечено выше, в свете предъявляемых требований к биологическим исследованиям, связанных с соблюдением норм биологической этики, все более востребованными в зоологической практике становятся неинвазивные методы исследований.

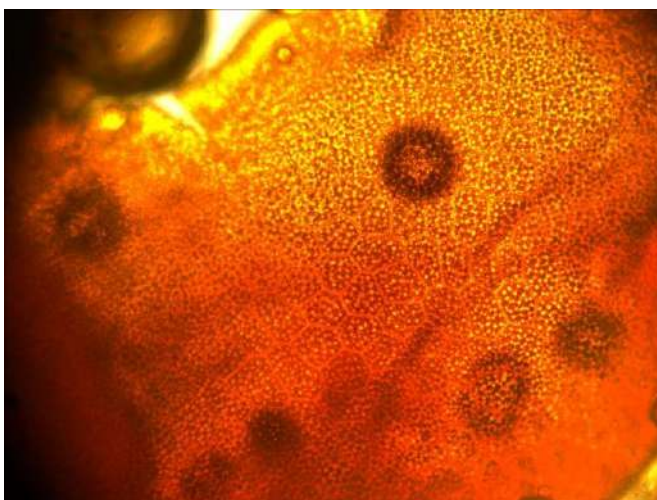
В настоящее время неинвазивные методы активно используются в экологических и зоологических исследованиях, и как показывает практика, порой их точность даже выше, чем ранее использованных традиционных методов исследования. Это в полной мере относится и к методу микрогистологического кутикулярного копрологического анализа, который с успехом используется при изучении видового состава потребляемых кормов растительноядными животными, относящихся к различным таксонам от птиц до различных отрядов млекопитающих (копытные, грызуны). Данный метод основан на диагностике фрагментов растений при помощи идентификации отпечатка на кутикуле видоспецифичного орнамента, образованного эпидермальными клетками [18]. Он позволяет проводить исследование состава кормов растительноядных животных как с помощью анализа их экскрементов, так и содержимого желудка [18]. Важно, что метод микрогистологического кутикулярного копрологического анализа позволяет не только установить видовой состав потребляемых видов растений, но и определить их долю в рационе животных по фрагментам кутикулы растений.

Для определения видового состава растений в рационе животных экскременты или содержимое желудков предварительно размачивают в воде с добавлением небольшого количества азотной кислоты. Исследование полученных препаратов проводят под микроскопом при разных увеличениях. На основании подсчета числа фрагментов каждого вида растений устанавливают его долю в процентах от суммы всех обнаруженных фрагментов.

В нашей работе для определения видового состава потребляемых видов растений полуденной песчанкой в различные сезоны года также был использован метод микрогистологического кутикулярного копрологического анализа. Для этого предварительно был составлен атлас фотографий кутикулярного слоя и эпидермальных клеток на основе эталонных образцов. В качестве примера в данной статье приводятся фотографии кутикулярного слоя и эпидермальных клеток, наиболее предпочитаемых в питании полуденной песчанки видов растений (рис. 1–7).



**Рис. 1.** Кутикулярная структура эпидермиса эталонного препарата семени щиряцы белой (10×20)



**Рис. 2.** Кутикулярная структура эпидермиса эталонного препарата семени щиряцы белой (10×40)



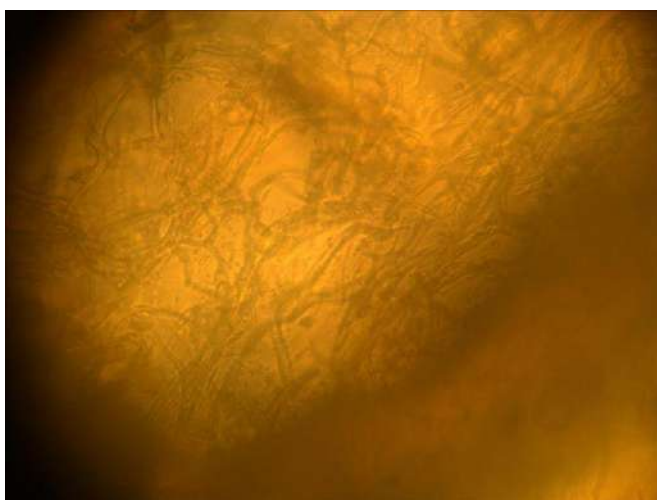
**Рис. 3.** Кутикулярная структура эталонного препарата эпидермиса луковиц мятлика (10×20)



**Рис. 4.** Кутикулярная структура эталонного препарата эпидермиса луковиц мятлика (10×40)



**Рис. 5.** Кутикулярная структура эпидермиса листа полыни таврической (10×20)



**Рис. 6.** Кутикулярная структура эпидермиса листа полыни таврической (10×40)



**Рис. 7.** Кутикулярная структура эпидермиса листа чертополоха узкоголового (10×40)

Метод микрогистологического кутикулярного копрологического анализа позволил установить видовой состав потребляемых видов растений полуденными песчанками в различные сезоны года на двух опытных участках в Северо-Западном Прикаспии. С использованием этого метода анализа установлено, что весной в рационе полуденной песчанки преобладают листья липучки оттопыренной (*Lapulla squarrosa*), люцерны посевной (*Medicago sativa*), листья и стебли полыни таврической (*Artemisia taurica*), листья и соцветия чертополоха узкоголового (*Carduus stenoccephalus*), мака песчаного (*Papaver arenarium*), листья и луковички мятлика луковичного (*Poa bulbosa*). Летом основу рациона полуденной песчанки составляют листья и стебли молочая приземистого (*Euphorbia humifusa*), житняка сибирского (*Agropyron sibiricum*), полыни таврической (*Artemisia taurica*), гелиотропа мелкоцветкового (*Heliotropium micranthos*), семена ширицы белой (*Amaranthus albus*), джужгуна безлистного (*Calligonum aphyllum*), листья, стебли и луковички мятлика луковичного (*Poa bulbosa*). Осенью полуденные песчанки в питании используют листья и стебли полыни таврической (*Artemisia taurica*), семена верблюдки кавказской (*Corispermum caucasicum*), ширицы белой (*Amaranthus albus*), луковички мятлика луковичного (*Poa bulbosa*). Зимой полуденные песчанки практически полностью питаются семенами таких видов растений, как ширица белая (*Amaranthus albus*), джужгун безлистный (*Calligonum aphyllum*), полынь таврическая (*Artemisia taurica*), житняк сибирский (*Agropyron sibiricum*), а также луковичками мятлика (*Poa bulbosa*).

Таким образом, рассмотренные в данной статье методы наглядно демонстрируют возможности их применения для изучения различных аспектов характера питания растительноядных животных независимо от их систематического положения и в полной мере подходят для изучения питания полуденной песчанки. Следует также учитывать, что в настоящее время наиболее востребованным методом как с позиций биологической этики, так и абсолютной точности при идентификации поедаемых растительноядными животными видов растений является метод микрогистологического кутикулярного копрологического анализа. Единственным недостатком данного метода является то, что корма животного происхождения в процессе подготовки материала к анализу выгорают в соляной кислоте и их долю учесть невозможно. В то же время этот недостаток можно исключить, если предварительно провести анализ содержимого желудков с использованием бинокля, что позволит определить, как было на примере полуденной песчанки, относительную долю кормов животного происхождения в их рационе. Для установления энергетической ценности поедаемых кормов

для массовых видов грызунов можно использовать биохимический анализ непосредственно съеденного корма из содержимого желудков. Количественные показатели интенсивности питания полуденных песчанок можно установить, используя балансовые опыты с животными в клеточных условиях. Как мы видим, каждый из этих методов позволяет решать различные задачи при изучении характера питания различных видов растительноядных животных. Для получения целостной картины характера питания целого ряда вида грызунов, в частности и полуденной песчанки, включая количественные и качественные аспекты питания, а также сезонную динамику ее рациона, необходимо применить комплексный подход, применяя различные методы изучения питания в природных и лабораторных условиях.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Розенфельд С.Б. Особенности летнего питания гусей в Российской Арктике : автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2005. 24 с.
2. Дмитриев И.А., Розенфельд С.Б., Абатуров Б.Д. Особенности использования степных пастбищ Восточной Монголии дикими и домашними крупными растительноядными млекопитающими // Аридные экосистемы. 2009. Т. 15, № 40. С. 52–69.
3. Абатуров Б.Д. Об определении интенсивности потребления пищи и освоения кормовых ресурсов растительноядными млекопитающими // Зоологический журнал. 1980. Т. 59, вып. 11. С. 1726–1732.
4. Магомедов М.-Р.Д. Изучение интенсивности питания малого суслика *Citellus Pygmaeus* // Зоологический журнал. 1981. Т. 60, вып. 12. С. 1813–1816.
5. Магомедов М.-Р.Д., Ахтаев М.-Х.Р. Зависимость питания и состояния популяции гребенциковой песчанки (*Meriones tamariscinus*) от динамики кормовых ресурсов // Зоологический журнал. 1993. Т. 72, вып. 2. С. 101–111.
6. Омаров Р.Р., Омаров К.З. Интенсивность питания и потребности в кормах и энергии у полуденной песчанки (*Meriones meridianus*, Rodentia, Gerbillidae) в условиях неволи // Зоологический журнал. 2023. Т. 102, №. 2. С. 215–224.
7. Магомедов М.-Р.Д., Омаров К.З. Интенсивность питания и энергетические потребности хомяка Радде в различные периоды жизнедеятельности // Экология. 1994. Вып. 4. С. 39–45.
8. Магомедов М.-Р.Д., Магомедов М.Ш. Сравнительная оценка интенсивности питания лесной сони (*Dryomys nitedula*, DRYOMYS, RODENTIA) и желтогорлой мыши (*Apodemus flavipectus*, MURINAE, RODENTIA) в связи с особенностями их сезонной активности // Зоологический журнал. 2008. Т. 87, № 6. С. 748–753.
9. Абатуров Б.Д., Хашаева М.Г. Усвоение зеленых растительных кормов грызунами разной пищевой специализации в зависимости от фазы вегетации кормовых растений // Зоологический журнал. 1995. Т. 74, вып. 4. С. 132–142.
10. Сухчулуун Г., Абатуров Б.Д. Зависимость питания и обеспеченности кормом полевки Брандта (*Lasiopodomys brandti*) от особенностей растительности // Зоологический журнал. 2007. Т. 86, № 8. С. 999–1007.
11. Магомедов М.-Р.Д., Омаров К.З. Особенности питания и состояния природной популяции хомяка Радде (*Mesocricetus raddei avaricus*) в агроландшафтах горного Дагестана // Зоологический журнал. 1995. Т. 74, вып. 3. С. 123–133.
12. Магомедов М.-Р.Д. Роль кормовых ресурсов и особенностей питания в динамике и устойчивости популяций растительноядных млекопитающих : дис. ... д-ра биол. наук. М.: Ин-т проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова, 1995. 427 с.
13. Магомедов М.-Р.Д., Гасанова С.М., Хашаева М.Г. Зависимость качественного состава содержимого желудков и фекалий растительноядных млекопитающих от качества их кормовых ресурсов // Экология. 1996. № 5. С. 355–360.



14. *Абатуров Б.Д.* Кормовые ресурсы, обеспеченность пищей и жизнеспособность популяций растительноядных млекопитающих // Зоологический журнал. 2005. Т. 84, № 10. С. 1251–1271.

15. *Абатуров Б.Д.* Питание и кормовые ресурсы диких растительноядных млекопитающих в степных экосистемах. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2021. 208 с.

16. *Staines B.W., Crisp J.M.* Observations on food quality in scottish red deer (*Cervus elaphus*) as determined by chemical analysis of the rumen contents // Journal of Zoology. 1978. Vol. 185. P. 253–259.

17. *Абатуров Б.Д.* Млекопитающие как компонент экосистем. М.: Наука, 1984. 285 с.

18. *Розенфельд С.Б.* Атлас микрофотографий кутикулярной структуры эпидермиса кормовых растений позвоночных фитофагов тундровой и степной зоны Евразии. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2011. 32 с.

Поступила в редакцию 24.10.2023 г.

Принята к печати 22.12.2023 г.

\* \* \*

**Омаров Камиль Зубаирович**, доктор биологических наук, главный научный сотрудник, Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского федерального исследовательского центра РАН; 367000, Республика Дагестан, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 45; и.о. профессора кафедры экологии, Дагестанский государственный университет; e-mail: [omarovkz@mail.ru](mailto:omarovkz@mail.ru)

**Kamil Z. Omarov**, Doctor of Biology, main researcher, Precaspian Institute of Biological Resources of the Daghestan Federal Research Centre of RAS; 45, M. Gadzhiev st., Makhachkala, Republic of Daghestan, 367000; acting professor of the Department of Ecology, Daghestan State University; e-mail: [omarovkz@mail.ru](mailto:omarovkz@mail.ru)

**Омаров Ризван Ризванович**, младший научный сотрудник, Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского федерального исследовательского центра РАН; 367000, Республика Дагестан, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 45; e-mail: [rizvan12345@rambler.ru](mailto:rizvan12345@rambler.ru)

**Rizvan R. Omarov**, junior researcher, Precaspian Institute of Biological Resources of the Daghestan Federal Research Centre of RAS; 45, M. Gadzhiev st., Makhachkala, Republic of Daghestan, 367000; e-mail: [rizvan12345@rambler.ru](mailto:rizvan12345@rambler.ru)