

Е. В. Прокопенко¹, А. В. Жуков²
МОРФОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СЕНОКОСЦЕВ *TROGULUS NEPAEFORMIS*
(SCOPOLI, 1763) И *T. TRICARINATUS* (LINNAEUS, 1758)
КАРПАТСКОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА И КАРПАТСКОГО
НАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА

¹Донецкий национальный университет; 83050, г. Донецк, ул. Щорса, 46
e-mail: procor@dongu.donetsk.ua

²Днепропетровский национальный университет; 49050, г. Днепропетровск,
ул. Научная, 13, корп. 17 e-mail: zhukov_dnepr@rambler.ru

Прокопенко Е. В., Жуков А. В. Морфометрический анализ сенокосцев *Trogulus nepaeformis* (Scopoli, 1763) и *T. tricarinatus* (Linnaeus, 1758) Карпатского биосферного заповедника и Карпатского национального природного парка. – В работе приведен анализ морфометрических признаков сенокосцев рода *Trogulus*, собранных в Карпатах. Выявлены признаки, позволяющие провести видовую идентификацию двух видов рода. Приведены микрофотографии гениталий самцов.

Ключевые слова: Oribionia, *Trogulus*, морфометрический анализ.

Введение

В настоящее время в составе фауны Украины известны три вида сенокосцев рода *Trogulus* Latreille 1802. *T. tricarinatus* (Linnaeus, 1758) и *T. nepaeformis* (Scopoli, 1763) отмечены в Ивано-Франковской, Тернопольской, Черновицкой областях, а последний вид – еще и в Киевской и Хмельницкой областях [1, 2]. Кроме того, в Карпатском национальном природном парке недавно найден европейский *T. coriziformis* C.L. Koch, 1839 [3].

До настоящего времени видовая идентификация видов рода вызывает определенные проблемы. Традиционно определение упомянутых видов производилось по морфометрическим признакам – длине тела, соотношению длин дистального и базального члеников лапки второй пары ног, отношению длины базального членика к его ширине, а также конфигурации тела пениса [4-7] (табл. 1). Невозможность разграничить особи *Trogulus*, собранные в Карпатах, с помощью указанных признаков привели к написанию данной работы.

Таблица 1

Признаки, использовавшиеся для видовой идентификации *Trogulus tricarinatus* и *T. nepaeformis* (по литературным источникам)

Признак	Литературный источник	<i>Trogulus tricarinatus</i>	<i>Trogulus nepaeformis</i>
Длина тела	(Shilgavy, 1956, 1971)	меньше 8 мм	8-12 мм
Соотношение дистального и базального членика лапки второй пары ног	(Чевризов, 1979б)	больше 1,5	менее 1,5
Соотношение длины базального членика второй пары ног к его ширине (латерально)	(Shilgavy, 1956)	Длина членика менее чем в 2 ¼ раза больше ширины	Длина членика более чем в 2 ¼ раза больше ширины
Шпоры на астрагалусах ног	(Чевризов, 1979б)	Астрагалусы всех 4-х пар ног со шпорами	Астрагалусы II пары ног без шпор
Тело пениса	(Shilgavy, 1956)	На своем протяжении шире, чем базально	На своем протяжении сужается

Материал и методика

Данная работа является результатом обработки коллекции (сборы 1999-2005 гг.), переданной нам В. А. Чумаком (Ужгородский национальный университет). Определение видов было произведено А. Н. Чемерисом (Томский государственный университет).

Материал собран в Карпатском биосферном заповеднике (с. Малая Уголька, Закарпатская область), Карпатском национальном парке (г. Яремча, Ивано-Франковская область), с. Лазы (Закарпатская область) с помощью почвенных ловушек. В качестве ловушек использовались стеклянные банки объемом 0,5 л. Были обследованы буковые и еловые леса и влажные елово-пихтовые субучины.

Промеры были сделаны окуляр-микрометром бинокулярного микроскопа МБС-10 И.И. Головковой с точностью до 0,10 мм. Измерялись следующие параметры: длина тела (ДТ) – от переднего края "капюшона" до заднего края тела; ширина тела (ШТ), длина стернума (ДС) – от переднего края половой крышечки до заднего края последнего абдоминального стернита; базальный членик лапки второй пары ног (ПЛ); дистальный членик лапки второй пары ног (Л). Кроме того, в качестве дополнительных морфометрических характеристик были использованы соотношения указанных промеров в разных сочетаниях (например, длина тела к его ширине и т.д.).

Микрофотографии выполнены с помощью цифровой камеры для микроскопов KONUS #5827 CCD.

Выборка включает 202 экземпляра, среди которых 122 самца *Trogulus nepaeformis*, 8 самцов *T. tricarinatus* и группа из 72 самок, в которую входят представители либо обоих видов, либо одного из них, так как известные нам критерии не позволяют различить самок этих видов.

Результаты и обсуждение

Кластерный анализ выборки сенокосцев *Trogulus nepaeformis* и *T. tricarinatus* по морфометрическим признакам.

Матрица морфологических характеристик сенокосцев была подвергнута кластерному анализу (рис. 1). В качестве меры морфологической близости особей использовалось Эвклидово расстояние, а в качестве правила объединения в кластеры – процедура Ворда.

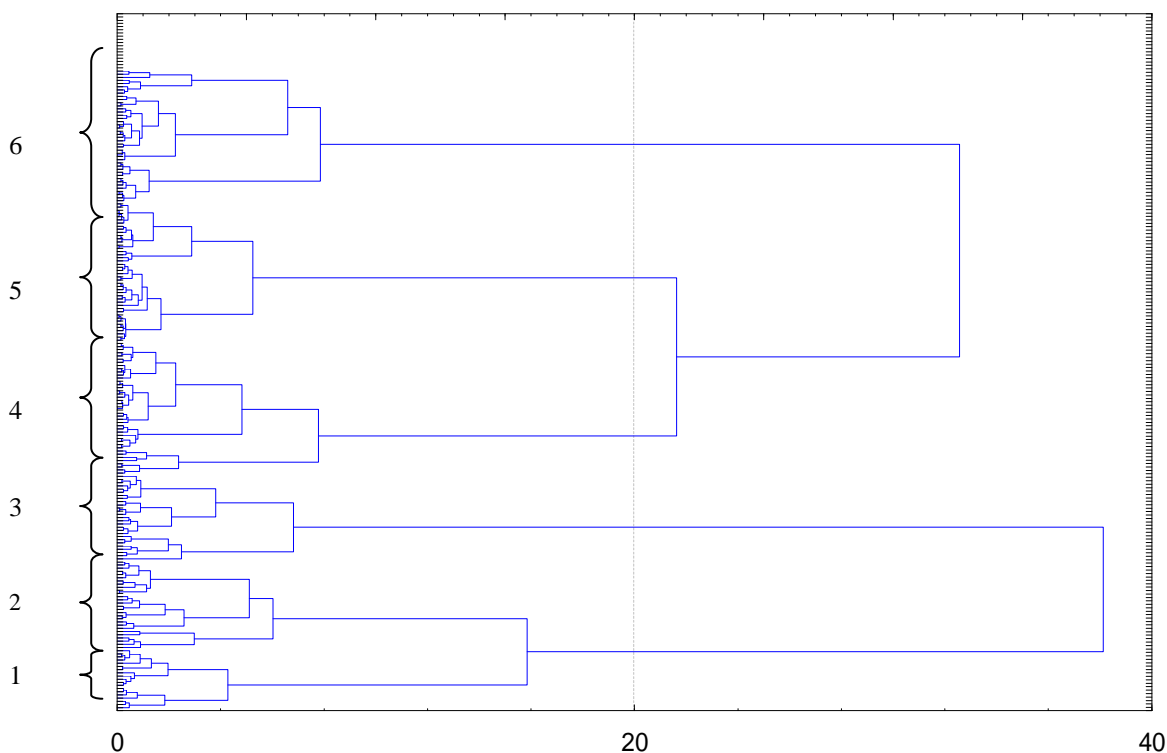


Рис. 1. Кластерный анализ выборки. Фигурными скобками и нумерацией обозначены кластеры 1-6

Для дальнейшего анализа нами выделено 6 кластеров, которые следующим образом соотносятся с существующими группами особей (табл. 2).

Таблица 2

Распределение видов и неопределенной группы по кластерам

Виды	Кластеры						Общий итог
	1	2	3	4	5	6	
<i>Trogulus nepaeformis</i>			10	38	26	48	122
<i>Trogulus tricarinatus</i>	8						8
Самки (не определены)	5	32	31	2	1	1	72
Общий итог	13	32	41	40	27	49	202

В кластер 1 входят все экземпляры вида *Trogulus tricarinatus* и 5 экземпляров самок из неопределенной группы. В кластеры 3-6 входят самцы *T. nepaeformis* и 31, 2, 1 и 1 экземпляр из неопределенной группы, соответственно.

В качестве гипотезы можно предполагать, что по принадлежности к кластеру 1 особи из неопределенной группы могут быть отнесены к виду *Trogulus tricarinatus*, а особи из кластеров 3-6 – к виду *T. nepaeformis*.

В кластер 2 входят только самки, которые до вида не определены. Эта группа на данном этапе исследования, не может быть основательно отнесена ни к какому из видов.

Факторный анализ морфометрических признаков и индексов

В результате обработки полученных морфометрических характеристик сенокосцев средствами факторного анализа выделены шесть факторов, собственные числа которых больше 1 (рис. 1). Превышение единицы собственного числа фактора является одним из критериев отбора числа факторов для дальнейшего анализа [8]. Другим критерием является резкость перегиба кривой (рис. 2).

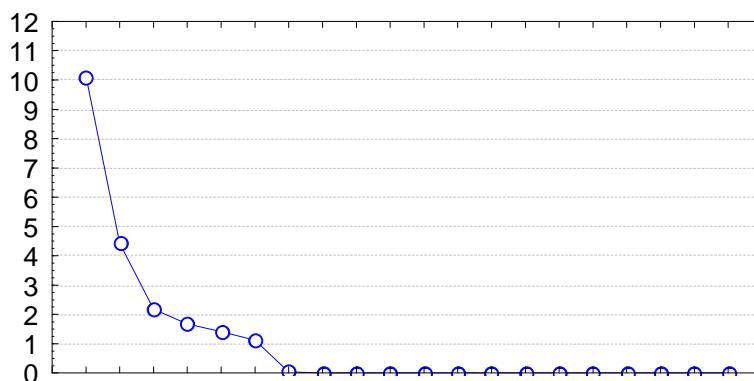


Рис. 2. Собственные числа факторов. По оси абсцисс – номер фактора в порядке уменьшения его значения; по оси абсцисс – собственные числа факторов

Место резкого изгиба также может рассматриваться как способ отличия существенных факторов от несущественных. В нашем случае этот критерий также позволяет отобрать первые 6 факторов, так как после них кривая приближается к горизонтальной прямой.

Первые шесть факторов описывают 99,6% изменчивости признакового пространства. Это со всей уверенностью позволяет заявить, что информация, которая содержится в 21 переменной, используемой для анализа, может быть заменена 6 переменными-факторами без существенной потери информации. Ортогональное факторное решение было подвергнуто варимакс вращению [8].

Значения факторных нагрузок позволяют содержательно интерпретировать выделенные факторы (табл. 3).

Фактор 1 положительно коррелирован с такими морфологическими показателями, как длина дистального членика лапки II пары ног, длина базального членика лапки II, Л/ДСт, Л/ШСт, ПЛ/ДСт, ПЛ/ШСт и отрицательно коррелирован с индексами ДТ/Л, ДТ/ПЛ, ШТ/Л и ШТ/ПЛ. Таким образом, фактор 1 отражает совместную изменчивость размеров члеников лапки второй пары ног. Но он также связан с тем, что у более крупных особей относительный размер этих члеников меньше, чем у более мелких. С увеличением линейных размеров сенокосцев размеры члеников лапки II увеличиваются с меньшей скоростью, чем размеры тела этих животных. Известно, что сенокосцы рода *Trogulus* используют вторую пару ног в основном как сенсорный орган, в меньшей степени – для локомоции. Сложно сказать, связана ли указанная закономерность изменения размеров тела и лапки II с особенностями биологии и поведения рассмотренных видов.

Таблица 3

Факторные нагрузки (показаны нагрузки, превышающие 0,7 по модулю)

Параметр	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4	Фактор 5	Фактор 6
Длина тела (ДТ)	-	0,95	-	-	-	-
Ширина тела (ШТ)	-	0,88	-	-	-	-
Дистальный членик лапки II (Л)	0,80	-	-	-	-	-
Базальный членик лапки II (ПЛ)	0,86	-	-	-	-	-
Длина стернума (ДСт)	-	0,93	-	-	-	-
Ширина стернума (ШСт)	-	0,87	-	-	-	-
ДТ/ШТ	-	-	0,93	-	-	-
ДТ/Л	-0,83	-	-	-	-	-
ДТ/ПЛ	-0,94	-	-	-	-	-
ДТ/ДСт	-	-	-	-	0,99	-
ДТ/ШСт	-	-	0,91	-	-	-
ШТ/Л	-0,81	-	-	-	-	-
ШТ/ПЛ	-0,90	-	-	-	-	-
ШТ/ДСт	-	-	-0,78	-	-	-
ШТ/ШСт	-	-	-	-	-	0,99
Л/ПЛ	-	-	-	0,99	-	-
Л/ДСт	0,82	-	-	-	-	-
Л/ШСт	0,79	-	-	-	-	-
ПЛ/ДСт	0,93	-	-	-	-	-
ПЛ/ШСт	0,89	-	-	-	-	-
ДСт/ШСт	-	-	0,76	-	-	-

Фактор 2 может быть интерпретирован как размеры тела животных, так как он положительно коррелирован с такими показателями, как длина и ширина тела и стернума.

Фактор 3 положительно коррелирован с индексом ДТ/ШТ (отношение длины тела к его ширине) и ДТ/ШСт (отношение длины тела к ширине стернума) и ДСт/ШСт (отношение длины стернума к его ширине) и связан отрицательной корреляционной связью с индексом ШТ/ДСт (отношение ширины тела к длине стернума). Таким образом, фактор 3 может быть интерпретирован как вытянутость пропорций тела сенокосцев.

Факторы 4-6 связаны с изменчивостью отдельных морфологических признаков. Фактор 4 – это отношение Л/ПЛ; фактор 5 – ДТ/ДСт; фактор 6 – ШТ/ШСт.

Дискриминантный анализ морфометрических признаков

При проведении дискриминантного анализа морфометрических признаков были использованы факторные веса факторов 1-6 для дискриминации кластеров 1-6. В пространстве первых двух дискриминантных функций кластер 1 четко обособлен от прочих. В состав кластера 1 входят все особи, которые относятся к виду *Trogulus tricarinatus*. Таким образом, прочие кластеры представлены *T. nepaeformis*.

Для дифференциации указанных видов особое значение имеет дискриминантная функция 2 (размеры тела) (рис. 3). Именно по оси ординат (фактор 2) точки, соответствующие кластеру 1 (преимущественно *Trogulus tricarinatus*) четко отделены (дискриминированы) от всех прочих (2-6), поэтому именно дискриминантная функция 2 наиболее важна для дифференциации видов.

Разнонаправленное изменение значений факторов 1, 2, 4 и 5 с одной стороны, и 3, 6 – с другой, составляют причину морфологических различий между рассматриваемыми видами (табл. 4).

Таблица 4

Стандартизированные коэффициенты дискриминантных функций и исходных переменных (факторов)

Факторы	Дискриминантные функции				
	1	2	3	4	5
1	-0,98	-0,64	-0,28	-0,11	0,13
2	0,94	-0,70	-0,25	0,20	0,06
3	-0,53	0,60	-0,65	0,54	-0,19
4	-0,58	-0,66	0,63	0,40	-0,28
5	0,05	-0,33	-0,07	-0,14	-0,70
6	-0,25	0,17	0,40	0,46	0,50
Собственное число	6,38	3,54	1,00	0,16	0,04
Кумулятивная доля	0,57	0,89	0,98	1,00	1,00

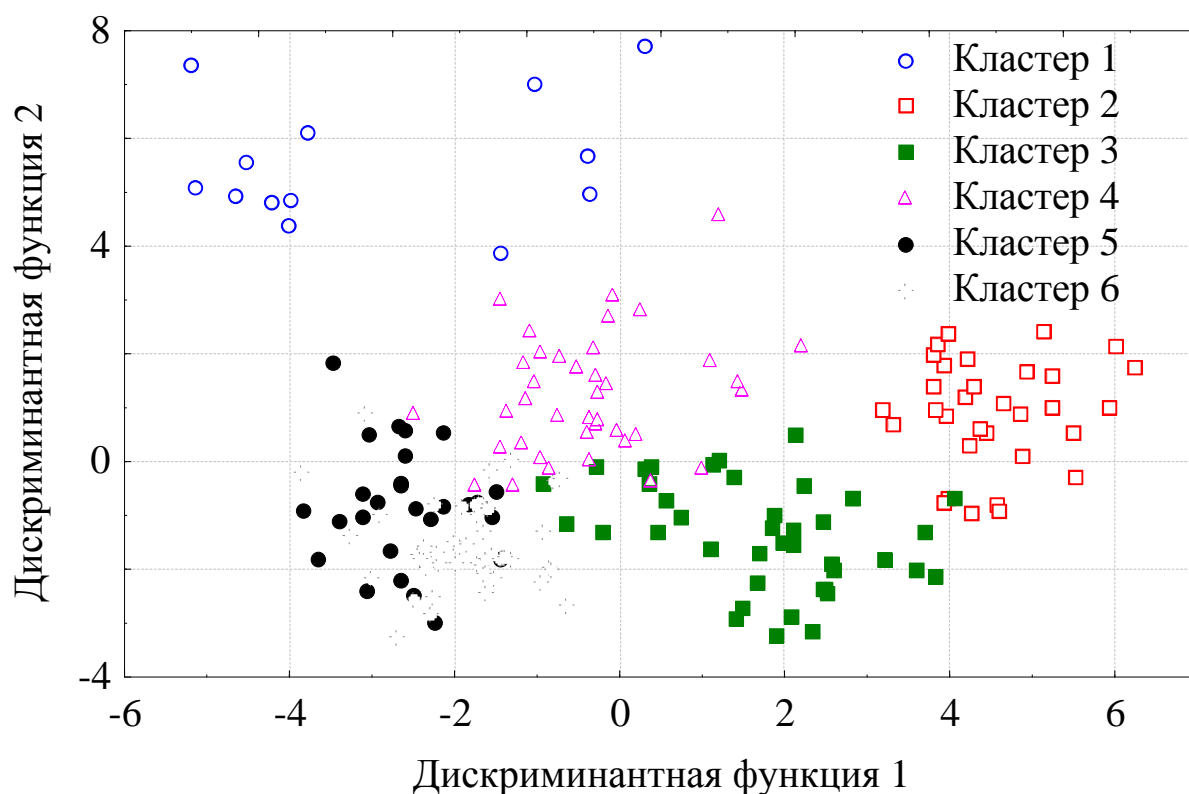


Рис. 3. Расположение кластеров в пространстве дискриминантных функций 1 и 2

Морфометрическая характеристика *Trogulus tricarinatus* и *T. nepaeformis*

Исходя из проведенных исследований, можем заключить, что представители *Trogulus tricarinatus* и *T. nepaeformis*, пойманные в Карпатах, несколько мельче тех, которые собирал V. Silhavy в Чехии (см. табл. 1). Наибольшее число экземпляров *T. nepaeformis* имели длину тела 6,5-7,0 мм, для *T. tricarinatus* это значение – 4,8 мм. Только по одному экземпляру каждого вида имели длину тела около 5,0-5,2 мм. Таким образом, это значение может служить граничным для дифференциации двух видов.

Таблица 5

Морфометрическая характеристика сенокосцев *Trogulus tricarinatus* и *T. nepaeformis*

Параметр	Статистический показатель	<i>Trogulus tricarinatus</i>		<i>Trogulus nepaeformis</i>	
		Самцы	Самки	Самцы	Самки
Длина тела	Среднее	4,90	5,62	6,80	7,87
Длина тела	Ст. отклонение	0,16	0,36	0,28	0,35
Ширина тела	Среднее	1,87	2,24	2,69	3,22
Ширина тела	Ст. отклонение	0,10	0,15	0,13	0,18
Дистальный членик лапки II	Среднее	0,73	0,65	1,04	0,93
Дистальный членик лапки II	Ст. отклонение	0,04	0,08	0,10	0,11
Базальный членик лапки II	Среднее	0,44	0,42	0,66	0,60
Базальный членик лапки II	Ст. отклонение	0,02	0,08	0,05	0,05
Длина стернума	Среднее	3,74	4,27	5,02	5,89
Длина стернума	Ст. отклонение	0,34	0,23	0,23	0,31
Ширина стернума	Среднее	1,79	2,12	2,64	3,15
Ширина стернума	Ст. отклонение	0,09	0,13	0,13	0,18
ДТ/ШТ	Среднее	2,63	2,51	2,53	2,45
ДТ/ШТ	Ст. отклонение	0,17	0,03	0,09	0,10
ДТ/Л	Среднее	6,74	8,71	6,61	8,61
ДТ/Л	Ст. отклонение	0,37	0,77	0,72	1,12
ДТ/ПЛ	Среднее	11,29	13,58	10,42	13,23

Параметр	Статистический показатель	<i>Trogulus tricarinatus</i>		<i>Trogulus nepaeformis</i>	
		Самцы	Самки	Самцы	Самки
ДТ/ПЛ	Ст. отклонение	0,55	1,87	0,86	1,25
ДТ/ДСт	Среднее	1,32	1,32	1,35	1,34
ДТ/ДСт	Ст. отклонение	0,11	0,04	0,05	0,04
ДТ/ШСт	Среднее	2,74	2,65	2,58	2,50
ДТ/ШСт	Ст. отклонение	0,19	0,08	0,10	0,11
ШТ/Л	Среднее	2,57	3,47	2,61	3,52
ШТ/Л	Ст. отклонение	0,15	0,34	0,28	0,47
ШТ/ПЛ	Среднее	4,30	5,41	4,12	5,40
ШТ/ПЛ	Ст. отклонение	0,31	0,74	0,35	0,52
ШТ/ДСт	Среднее	0,50	0,52	0,54	0,55
ШТ/ДСт	Ст. отклонение	0,04	0,01	0,03	0,02
ШТ/ШСт	Среднее	1,04	1,06	1,02	1,02
ШТ/ШСт	Ст. отклонение	0,04	0,04	0,02	0,02
Л/ПЛ	Среднее	1,68	1,57	1,59	1,55
Л/ПЛ	Ст. отклонение	0,08	0,24	0,15	0,13
Л/ДСт	Среднее	0,20	0,15	0,21	0,16
Л/ДСт	Ст. отклонение	0,02	0,02	0,02	0,02
Л/ШСт	Среднее	0,41	0,31	0,39	0,30
Л/ШСт	Ст. отклонение	0,02	0,03	0,04	0,04
ПЛ/ДСт	Среднее	0,12	0,10	0,13	0,10
ПЛ/ДСт	Ст. отклонение	0,01	0,01	0,01	0,01
ПЛ/ШСт	Среднее	0,24	0,20	0,25	0,19
ПЛ/ШСт	Ст. отклонение	0,01	0,03	0,02	0,02
ДСт/ШСт	Среднее	2,09	2,02	1,90	1,87
ДСт/ШСт	Ст. отклонение	0,19	0,06	0,09	0,09

Значение соотношения дистального и базального члеников второй пары ног у *T. nepaeformis* колеблется в широких пределах (от 1,2 до 2,0), но максимум экземпляров демонстрируют этот показатель на уровне 1,6-1,7. Для *T. tricarinatus* максимальное значение соотношения члеников второй пары ног – 1,9, минимальное – 1,6. Большинство экземпляров имеет соотношение на уровне 1,6-1,8. Таким образом, хотя среднее значение этого показателя у последнего вида несколько выше, часть экземпляров данный критерий разграничить не позволяет.

Наиболее пригодным признаком для разграничения указанных видов является форма головки пениса (рис. 4-6).



Рис. 4. Пенис *T. nepaeformis* латерально

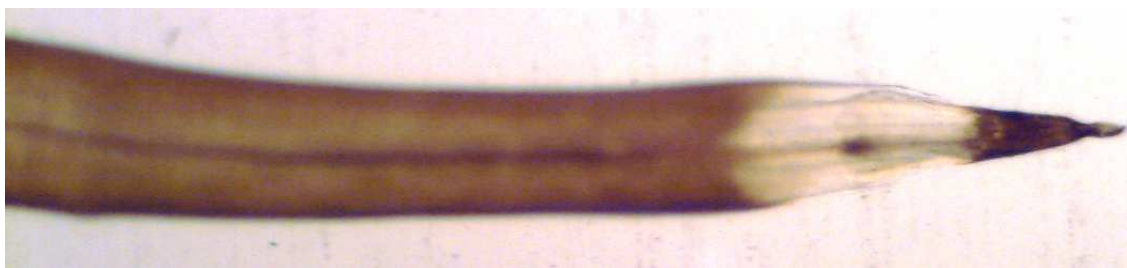


Рис. 5. Пенис *T. neraeformis* фронтально



Рис. 6. Пенис *T. tricarinatus* фронтально

Признаки, позволяющие надежно идентифицировать самок указанных видов еще предстоит обнаружить.

Отметим, что морфометрические признаки самок подвержены большей вариации, чем таковые самцов (возможно, из-за отсутствия надежных признаков, позволяющих их идентифицировать и вследствие этого сборного характера групп самок по видам) (табл. 5).

У самцов наиболее вариабельны признаки линейных размеров тела (длина, ширина). Размеры члеников лапки второй пары ног варьируют слабо.

Список литературы

1. Лукьянов Н. Список пауков (Araneina, Pseudoscorpionina Phalangina), водящихся в Юго-Западном крае и смежных с ним губерниях России // Зап. Киевск. общ-ва естествоиспыт. – 1897. – Т. 14, вып. 2. – С. 1-19.
2. Чевризов Б. П. К фауне сенокосцев (Opiliones) Западных районов Европейской части СССР // Энтومол. обозр. – 1979. – Т. LXIII, № 2. – С. 426-430.
3. Прокопенко Е. В., Головкова И. И. Род *Trogulus* Latreille 1802 (Opiliones) в Карпатах // Тез. доп. VII з'їзду Укр. ентомол. тов-ва (м. Ніжин, 14-18 серпня 2007 р.). – Ніжин, 2007. – С. 108.
4. Silhavy V. Sekáci – Opilionidea. Fauna CSSR. – Praha: SAV, 1956. – 7. – 272 p.
5. Silhavy V. Sekáci – Opilionidea / Daniel M. & Černý V. (eds.), Klíč zvířeny ČSSR. – Praha: Academia, 1971. – 4. – P. 33-49.
6. Чевризов Б. В. Краткий определитель сенокосцев (Opiliones) Европейской части СССР // Фауна и экология паукообразных. Тр. Зоол. ин-та АН СССР. – Л., 1979. – Т. 85. – С. 4-27.
7. Martens J. Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile nach ihren Merkmalen und nach ihrer Lebensweise, 64. Teil, Spinnentiere, Arachnida – Weberknechte, Opiliones. – Verlag G. Fischer, Jena, 1978. – 464 s.
8. Ким Д. О., Мьюлер Ч. У. Факторный анализ: статистические методы и практические вопросы // Факторный, дискриминантный и кластерный анализ. – М.: Финансы и статистика, 1989. – С. 5-77.

Прокопенко О. В., Жуков О. В. Морфометричний аналіз косариків *Trogulus nepaeformis* (Scopoli, 1763) та *T. tricarinatus* (Linnaeus, 1758) Карпатського біосферного заповідника та Карпатського національного природного парку. – У роботі наведено аналіз морфометричних ознак косариків роду *Trogulus*, що були зібрані в Карпатах. Знайдено ознаки, що дозволяють провести видову ідентифікацію двох видів роду. Наведено мікрофотографії геніталій самців.

Ключові слова: Opiliones, *Trogulus*, морфометричний аналіз.

Prokopenko E. V., Zhukov A. V. Morphometrical analysis of the Opiliones *Trogulus nepaeformis* (Scopoli, 1763) and *T. tricarinatus* (Linnaeus, 1758) from Carpatian biosphere reserve and Carpatian national natural park. – In article the morphometrical analysis of Opiliones tags of *Trogulus*, assembled in Carpathians is reduced. The tags permitting to lead the specific identification of two species of a genus are detected. The microphotographs of males genitalias are reduced.

Key words: Opiliones, *Trogulus*, morphometrical analysis.