

УДК 574.4 (477.75)

ВИДОВОЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ РАЗНООБРАЗИЕ КОНСУМЕНТОВ СОЛОНЧАКОВЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ КРЫМСКОГО ПРИСИВАШЬЯ

Громенко В.М., Пышкин В.Б., Пузанов Д.В.

Изучено видовое и функциональное разнообразие фитофагов, зоофагов и паразитов. Установлены качественные и количественные закономерности организации трофических уровней с участием консументов. Выявлены основные направления движения вещества в солончаковых биогеоценозах.

Ключевые слова: разнообразие, биогеоценоз, консументы, трофические уровни, фитофаги, зоофаги, паразиты.

ВВЕДЕНИЕ

Согласно физико-географическому районированию территория Крымского Присивашья находится в пределах Северо-Крымской низменности и входит в состав Крымской степной провинции [1]. Территории Центрального и Восточного Сиваша, согласно Рамсарской конвенции, имеют международное значение. Поэтому постановлением Президиума Верховного Совета Крыма № 538-1 от 12 апреля 1994 г. «О развитии перспективной сети территорий и объектов природно-заповедного фонда Крыма», они зарезервированы под создание Сивашского национального природного парка. Крымское Присивашье характеризуется большим разнообразием природных и искусственных биогеоценозов, которые связаны с его географическим положением и своеобразным геолого-геоморфологическим строением. Разнообразие ценозов способствовало длительное антропогенное воздействие, приведшее как к формированию совершенно новых рукотворных систем, так и к деградации многих естественных. Поэтому на современном этапе развития Присивашья остро стоит вопрос о сохранении оставшихся целинных участков с их уникальным разнообразием флоры и фауны. Изучению биоценозов посвящено много работ известных ученых в различных областях естествознания [2 – 11]. Однако в этих исследованиях не рассматривались вопросы об экосистемном уровне организации живого и его главной функции – участие в движении вещества в биогеоценозе. Солончаковые биогеоценозы, в историческом плане, являются первичными системами, которые образуются в результате регрессии моря и влияющие на дальнейшее развитие экосистем Присивашья. Поэтому, целью нашей работы было изучение разнообразия и функционирования консументов в пионерных системах, что позволяет более эффективно понять процессы, влияющие на формирования и сохранности биоразнообразия в целом. Работа выполнялась в рамках проекта «BisCrim»: создание биогеоинформационной модели Крыма с

использованием ГИС-технологий на кафедре экологии и рационального природопользования ТНУ [24].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материал для данной работы собран в сезоны 1997-2007 гг. по всей территории Крымского Присивашья. Кроме этого были привлечены фондовые коллекции насекомых Таврического, Харьковского национальных университетов, Института Зоологии АН России и многих частных коллекций. Так же использовались специализированные литературные источники и интернетовские издания касающиеся изучения исследуемых вопросов.

В основе методологии решения проблем использовался системный анализ. Выделены основные типы биогеоценозов: солончаковые, степные, луговые, водно-болотные, сорно-полевые и древесно-кустарниковые. Выделение типов биогеоценозов осуществлялось согласно принципам, изложенным в работах [12-23] и др. Была установлена их видовая, пространственная и временная структура. Из функционального состава биоты построена модель структурно-функциональной организации консументов солончаковых БГЦ. При сравнении таксономического разнообразия трофических уровней применялся корреляционный анализ. Значения коэффициентов лежат в диапазоне от - 1 до + 1. В случае полной положительной корреляции этот коэффициент равен плюс 1, а при полной отрицательной — минус 1. Величина коэффициента корреляции оценивалась по шкале Чеддока. От 0,1 до 0,3 – слабая связь, от 0,3 до 0,5 – умеренная связь, от 0,5 до 0,7 – заметная, от 0,7 до 0,9 – высокая и от 0,9 до 1,0 – весьма высокая.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Консументный блок солончаковых биогеоценозов представлен различными растительноядными, хищными и паразитическими организмами. Они формируют разнообразные цепи питания и образуют пять трофических уровня (рис. 1).

Второй трофический уровень (II) составляют консументы первого порядка. Это группа гетеротрофных организмов, полностью или частично, использующая в своей жизнедеятельности энергию, накопленную на первом трофическом уровне автотрофными организмами. Поэтому, по своему составу, консументы первого порядка неоднородны и представлены тремя трофическими группами: фитофаги – 91 вид, что составляет 65,5% от количества видов на уровне, фито-зоофаги – 44 (31,7%) и фитофаги-зоопаразиты – 4 (2,8%).

Первая группа, состоит из фитофагов – видов животных полностью существующих только за счет использования энергии аккумулированной в зеленых растениях. Они представлены стенобионтными солончаковыми видами, частично луговыми и пустынно-степными видами из смежных биогеоценозов, а так же небольшим количеством эврибионтных организмов. К фитофагам относятся доминирующие виды из класса Insecta принадлежащие к четырем основным отрядам: Orthoptera: *Gryllus desertus* Pall., *Tettigonia viridissima* L., *Acrida bicolor* Thnb. и др.; Coleoptera: *Chaetocnema nebulosa* Wse., *Chlorepterus versicolor* Mor., *Psylliodes reiteri parallela* Wse., *Sibinia zuberi* Germ., *Philernus farinosus* Gyll., *Lixus*

flavescens Boh., *Photopa reitteri* Seidlitz, *Centorus procerus moldaviensis* Reitter, *Zabrus tenebrioides* Gz., *Amara lucida* Duft., *Parophonus planicollis* Dej.; Lepidoptera - *Eogena contamini* Eversmann, *Lacanobia blema* Hubner., *Colias crocea* Four., *Agrius convolvuli* L.; Hymenoptera - *Andrena fulvitaris* Brulle., *Andrena flavobila* Warncke, *Andrena scita* Eversmann, *Halictus eurygnathus* Blut. и многие другие. Они являются звеньями в трофической сети передающие вещество и энергию насекомоядным млекопитающим и птицам, хищным паукам, хищным и паразитическим насекомым. К растительноядным видам из класса Mammalia принадлежат: *Lepus europaeus* Pall, *Cricetulus migratorius* Pallas, *Mus musculus* L.

Они формируют цепь, по которой энергия переходит на следующий уровень к хищным млекопитающим из семейства псовые и куны, а так же к паразитическим клещам и круглым червям. И последние, наиболее малочисленные, фитофаги из класса Gastropoda: *Brephulopsis cylindrica* Menke, *Helicopsis dejecta* Cristofori et Jan, *Xeropicta derbentina* Krynicki. Они участвуют в создании трофической цепи обеспечивающей пищей птиц и хищных насекомых, в основном, из семейства жуужелиц.

Вторая группа состоит из фито-зоофагов – видов животных, которые используют для своей жизнедеятельности энергию, аккумулированную как на первом, так и на втором трофических уровнях. К ним относятся организмы со смешанным растительно-животным питанием, зависящим от этапов индивидуального развития и условий окружающей среды. Это в основном представители из класса Aves: *Calandrella cinerea* Gmelni, *Vanellus vanellus* L., *Charadris alexandrinus* Linnaeus поставляющие вещество и энергию хищным млекопитающим. Класс Mammalia: *Allactaga jaculus* Pallas, *Crocidura suaveolens* Pallas., являются объектами питания хищников и паразитов. А так же виды из класса Insecta с доминированием жуков из семейства жуужелиц: *Amara aenea* Deg., *Pseudophonus calceatus* Duft., *Harpalus steveni* Dej., *Harpalus tardus* Pz., *Daptus vittatus* F.-W. и др. И последние представители – перепончатокрылые из семейства роющих и складчатокрылых ос, в имагинальной стадии, питающиеся цветочным нектаром и одновременно охотящиеся на различных насекомых для выкармливания своих личинок: *Sphex maxillosus* F., *Ammophila heydeni* Dhlb., *Podalonia fera* Lep., *Cerceris flavilabris* F., *Eumenes tripunctatus* Chirst, и др. Они усложняют трофическую сеть консументов, берущую начало от насекомых фитофагов. Третья группа состоит из фитофагов-зоопаразитов – видов животных из класса Insecta, отдела с полным превращением, где взрослые и личиночные формы отличаются друг от друга как морфологически, так и экологически. Это обуславливает уменьшение конкуренции между стадиями развития одного вида и различие в способах питания, когда имаго питаются растительной пищей, а личинки паразитируют на других насекомых. К ним относятся нарывники *Cerocoma schreberi* F., *Mylabris variabilis* Pall. Имаго нарывников в гемолимфе содержат сильный яд - кантаридин, что делает их практически не пригодными для питания хищных видов.

Второй трофический уровень представлен 139 видами животных, относящихся к 86 родам, 34 семействам, 12 отрядам, 4 классам и 3 типам. Среднее количество видов в роде – 1,6; родов в семействе – 2,5; семейств в отряде – 2,8; отрядов в классе – 3; классов в типе – 1,3. В образовании только второго уровня 65,5% приходится на облигатные виды, 34,5% - факультативные. Типичными трофическими цепями этого

ВИДОВОЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ РАЗНООБРАЗИЕ КОНСУМЕНТОВ

уровня являются: растения – моллюски, растения – насекомые, растения – птицы, растения – млекопитающие грызуны.

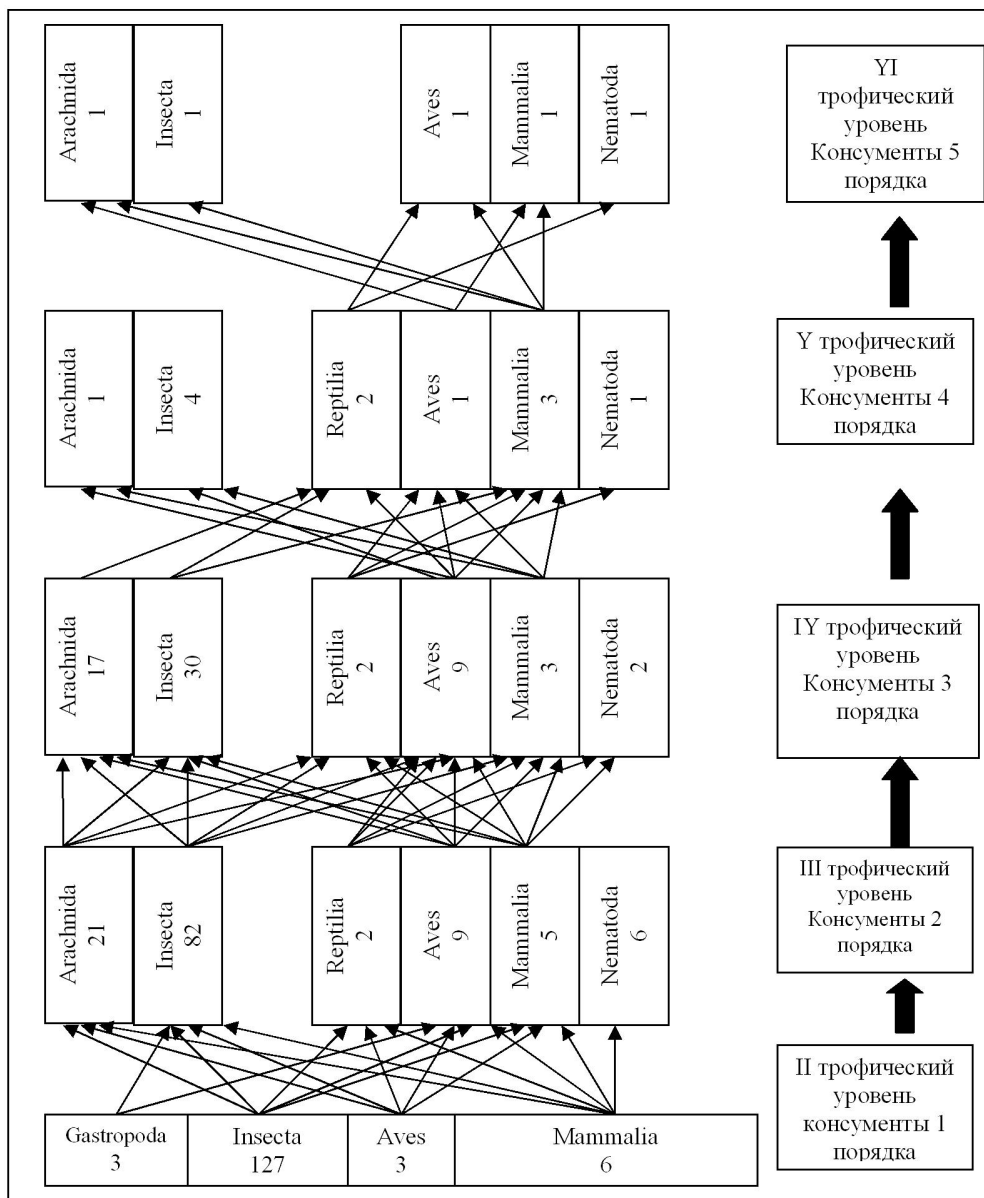


Рис. 1. Модель трофической структуры консументов солончаковых БГЦ Пришивашья на уровне классов.

Третий трофический уровень (III) составляют консументы второго порядка. Это группа гетеротрофных организмов использующих в своей жизнедеятельности энергию, накопленную на втором трофическом уровне. По своему составу консументы второго порядка неоднородны и представлены четырьмя трофическими группами: зоофаги – 72 (57,6%) видов; фито-зоофаги – 32 (25,6%); фитофаги-зоопаразиты – 2 (1,6); паразиты – 19 (15,2%).

Первая группа – зоофаги представлены доминирующими по видовому составу жуками: *Cicindela germanica* L., *Bembidion assimile* Gyll., *Tachys turkestanicus* Cs., *Pogonus punctulatus* Dej., *Amara aenea* Deg., *Acupalpus dorsalis* F., *Harpalus steveni* Dej., и др.; пауками: *Hypsosinga pygmaea* Sundevall, *Walckenaeria vigilax* Blackwall, *Mimetus laevigatus* Keyserling, *Heliophanus flavipes* Hahn, *Xysticus marmoratus* Thorell, и др.; хищными млекопитающими *Vulpes vulpes* L., *Mustela nivalis*, *Mustela eversmanni* Lesson, и пресмыкающимися: *Vipera ursinii* Bonaparte, *Elaphe quatuorlineata* Lacépède.

Вторая трофическая группа – фито-зоофаги и третья – фитофаги-зоопаразиты представлены теми же видами, которые формируют второй уровень. Все имеют смешанный тип питания и используют для своего развития энергию двух трофических уровней. Они являются промежуточными звеньями в трофической сети, передающей вещество хищным млекопитающим, птицам, чешуйчатым пресмыкающимся и паразитическим насекомым, клещам и червям.

Четвертая трофическая группа – паразиты составляют две разнородные экологические группы: эктопаразиты птиц и млекопитающих – блохи: *Rhadinopsylla ukrainica* Joff., *Ctenophthalmus assymilis* Tasch., *Palaeopsylla soricis* Dale.; вши: *Hoplopleura captiosa* John., *Polyplax spinosa* Burm., *Eulinognathus allactagae* John.; клещи: *Hyalomma marginatum* Koch., *Eutrombicula ortovensis*, *Cyrtolaelars minor*. Эндпаразиты представлены круглыми червями, паразитирующими на грызунах и зайцеобразных: *Syphacia obvelata* Rud., *Aspiculuris tetraptera* Nitzsch, *Heligmodendrium hepaticum* Lent et Freitas, *Protostrongylus tauricus* Schulz et Kadenazii.

Третий трофический уровень представлен 125 видами животных, относящихся к 86 родам, 44 семействам, 18 отрядам, 6 классам и 3 типам. Среднее количество видов в роде – 1,5; родов в семействе – 2; семейств в отряде – 2,4; отрядов в классе – 3; классов в типе – 2. Количество облигатных видов 30 (24%), факультативных 95 (76%). Коэффициент корреляции со средним количеством систематических таксонов второго уровня высокий и равен ($r = 0,8$). Типичные трофические цепи: растения – моллюски – насекомые, растения – насекомые – птицы, растения – птицы – рептилии, растения – млекопитающие грызуны – эктопаразиты. Соотношение между количеством видов второго и третьего трофического уровня равно 139:125 или 1:0,9.

Четвертый трофический уровень (IV) составляют консументы третьего порядка. Это группа гетеротрофных организмов питающихся зоофагами и фито-зоофагами нижнего уровня. Они представлены тремя трофическими группами: зоофаги – 46 (73%); фито-зоофаги – 4 (6,4%); паразиты – 13 (20,6%).

Зоофаги представлены видами, выступающими в роли хищников по отношению к видам второго уровня и сверх-зоофагов по отношению к видам третьего уровня. К

ВИДОВОЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ РАЗНООБРАЗИЕ КОНСУМЕНТОВ

ним относятся животные из Mammalia: *Vulpes vulpes* L., *Mustela eversmanni* Lesson; Reptilia: *Vipera ursinii* Bonaparte и др.

Фито-зоофаги, составляющие самую малочисленную группу видов этого уровня, имеют в рационе питания растительные корма, фитофагов и зоофагов насекомых и пауков. К ним относятся в основном представители класса Aves: *Calandrella cinerea* Gmelin, *Vanellus vanellus* Linnaeus, *Charadris alexandrinus* Linnaeus которые входят в состав сразу трех трофических уровней.

Паразиты представлены видами, обитающими на рептилиях - Nematoda:

Rhabdias fuscovenosus Railliet. На хищниках - Arachnida: *Rhipicephalus bursa* Canestrini ve Fanzago, *Haemaphysalis sulcata* Candestrini et Fanzago; Insecta: *Mesopsylla hebes* Jordan., *Linognathus setosus* Olf. и другие.

Четвертый трофический уровень представлен 63 видами животных, относящихся к 41 родам, 27 семействам, 11 отрядам, 6 классам и 3 типам. Среднее количество видов в роде – 1,5; родов в семействе – 1,5; семейств в отряде – 2,4; отрядов в классе – 1,8; классов в типе – 2. Все виды факультативные. Коэффициент корреляции со средним количеством систематических таксонов третьего уровня умеренный и равен ($r = 0,4$). Это связано с тем, что четвертый трофический уровень образован только факультативными видами, которые основную энергию получают со второго уровня, а третий является дополнительным. Типичные трофические цепи: растения – моллюски – насекомые – пауки; растения – насекомые – птицы – рептилии; растения – птицы – рептилии – хищные млекопитающие. Соотношение между количеством видов третьего и четвертого трофического уровня равно 125:63 или 1:0,5.

Пятый трофический уровень (Y) составляют консументы четвертого порядка. Они представлены двумя трофическими группами: зоофаги – 6 (50%) видов; паразиты – 6 (50%). Зоофаги представлены рептилиями, птицами и млекопитающими – широкими эврифагами, формирующими как этот, дополнительный уровень, так основные нижележащие. Паразиты относятся к двум экологическим группам с доминированием эктопаразитов из классов паукообразных и насекомых: *Haemaphysalis sulcata* Candestrini et Fanzago, *Ceratophylus vagabundus* Boheman, *Mesopsylla hebes* Jordan. *Amphipsylla rossica* Wagner.

Пятый трофический уровень представлен 12 видами животных, относящихся 11 родам, 9 семействам, 7 отрядам, 6 классам и 3 типам. Среднее количество видов в роде – 1,1; родов в семействе – 1,2; семейств в отряде – 1,3; отрядов в классе – 1,2; классов в типе – 2. Коэффициент корреляции со средним количеством систематических таксонов четвертого уровня умеренный и равен ($r = 0,5$). Все виды относятся к факультативному типу. Типичные трофические цепи: растения – моллюски – насекомые – пауки – птицы-зоофаги; растения – насекомые – птицы – рептилии – хищные млекопитающие; растения – птицы – рептилии – хищные млекопитающие – хищные птицы. Соотношение между количеством видов четвертого и пятого трофического уровня равно 63:12 или 1:0,2.

Шестой трофический уровень (YI) составляют консументы пятого порядка. Они представлены двумя трофическими группами: зоофаги – 2 (40%) вида и паразиты – 3 (60%) вида. Группа – зоофаги включает *Vulpes vulpes* Linnaeus и *Aquila nipalensis* Hodgson из отрядов хищные и соколообразные. Сверх-хищничество дает

возможность этим организмам занимать высшие звенья в трофической пирамиде питания. Вторая трофическая группа – паразиты представлена как внутренне, так и внешне паразитирующими видами на зоофагах первого, второго и высших порядков: *Rhabdias fuscovenosus* Railliet, *Linognathus setosus* Olfers, *Haemaphysalis sulcata* Candestrini & Fanzago.

Шестой трофический уровень представлен 5 видами животных, относящихся к 5 родам, 5 семействам, 5 отрядам, 5 классам и 3 типам. Среднее количество видов в роде – 1; родов в семействе – 1; семейств в отряде – 1; отрядов в классе – 1; классов в типе – 1. Положительная корреляция со средним количеством систематических таксонов пятого уровня отсутствует. Это так же связано с тем, что шестой трофический уровень образован только факультативными видами, которые основную энергию получают с третьего и четвертого уровня, а пятый является дополнительным. Типичные трофические цепи: растения – моллюски – насекомые – пауки – птицы-зоофаги – хищные птицы; растения – насекомые – птицы – рептилии – хищные млекопитающие – паразитические насекомые; растения – птицы – рептилии – хищные млекопитающие – хищные птицы – паразитические клещи. Соотношение между количеством видов пятого и шестого трофического уровня равно 12:5 или 1:0,4

ВЫВОДЫ

1. Функциональная трофическая структура консументного блока солончаковых биогеоценозов состоит из пяти уровней, в образовании которых учувствуют 239 видов животных, относящихся к 129 родам, 69 семействам, 28 отрядам, 7 классам и 3 типам. Среднее количество видов в роде – 1,8; родов в семействе – 1,9; семейств в отряде – 2,5; отрядов в классе – 4; классов в типе – 2,3.
2. Наиболее разнообразным по видовому составу является второй трофический уровень, состоящий из 139 видов, что составляет 58% от общего количества консументов.
3. Наиболее разнообразным по функциональному составу является третий трофический уровень, состоящий из четырех трофических групп.
4. На уровне классов поток вещества и энергии со второго трофического уровня на третий идет по 18 каналам, с третьего на четвертый по 24, с четвертого на пятый по 15 и с пятого на шестой по 8.

Список литературы

1. Подгородецкий П.Д., Крым: Природа: Справ. изд. – Симферополь: Таврия, 1988. – С. 151-169.
2. Шалыт М.С. О растительности Присивашья // Бюлл. МОИП. Отд. Биол. 1948. - Т. 53.6. – С. 53-66.
3. Дзене-Литовская Н.Н. Почвы и растительность Присивашья // Изв. Всес. геогр. о-ва. – 1951а. – № 5. – С. 463-467.
4. Дзене-Литовская Н.Н. О процессе засоления почв в природных условиях степного Крыма // Вестн. Ленинград. ун-та. Сер. геогр. – 1953. - № 7. – С. 125-136.
5. Скарлыгина М.Д. Основные черты растительного покрова Крымского Присивашья: Автореф. дисс. канд. биол. Наук. – Ленинград, 1954. – 16 с.
6. Скарлыгина М.Д. Залежная растительность Крымского Присивашья // Вестн. Ленинград. ун-та. Сер. геол. и геогр. – 1958. – № 6, вып. 1. – С. 118-131.

ВИДОВОЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ РАЗНООБРАЗИЕ КОНСУМЕНТОВ

7. Скарлыгина М.Д. Эколого-биологический состав растительных формаций Крымского Присивашья // Вестн. Ленинград. ун-та. Сер. геол. и геогр. – 1961. – № 6, вып. 1. – С. 32-45.
8. Лоскот Н.В. К вопросу о генезисе Присивашских степей // Актуальные вопросы современной ботаники. – Киев: Наук. думка, 1976. – С. 92-100.
9. Голубев В.Н., Волкова Т.А. Эколого-биологическая структура растительности песчаной степи и галофитных сообществ Присивашья. – Ялта, 1985. – 233 с.
10. Котов С.Ф. Конкуренция в сообществах галофитов при двух уровнях почвенного плодородия // Укр. бот. журн.-1977. – Т. 54, № 6. – С. 525-528.
11. Котов С.Ф. Механизмы конкуренции в сообществах однолетних суккулентных галофитов // Укр. бот. журн. - 2001. – Т. 58, № 4. – С. 465-469.
12. Беклемышев В.Н. Основные понятия биоценологии в их применении к животным компонентам наземных сообществ // Труды по защите растений. – Т. I. – Вып. 2. – М., 1931. – С. 277-358.
13. Северцов С.А. Проблемы экологии животных. – Т. I. – М., 1951. – 171 с.
14. Тимофеев-Ресовский Н.В. О некоторых принципах классификации биохорологических единиц. Вопросы классификации растительности // Труды Ин-та биологии УФАИ СССР. – 1961. – Вып. 27. – С.23-28.
15. Наумов Н.П. Экология животных. – М.: Высш. шк., 1963. – 618 с.
16. Сукачев В.Н. Основные современные проблемы биоценологии // Журн. общ. биол. – 1965. – Т. 26. – №3. – С. 249-260.
17. Реймерс Н.Ф. О некоторых особенностях средообразующей роли позвоночных животных // Средообразующая деятельность животных. – М.: МГУ, 1970. – С. 14-15.
18. Мазинг В.В. Что такое структура биогеоценоза // Проблемы биогеоценологии. – М.: Наука, 1973. – С. 148-157.
19. Бялович Ю.П. Системы биогеоценозов // Проблемы биогеоценологии. – М.: Наука, 1973. – С. 37-47.
20. Бьков Б.А. Геоботаника. – Алма-Ата: Наука, 1978. – 288 с.
21. Дылис Н.В. Основы биоценологии. – Изд-во Московского университета, 1978. – 29 с.
22. Гиляров А. М. Популяционная экология. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 191 с.
23. Зубков А.Ф. Биогеоценологические объект-элементы и подходы к их изучению // Экология. – 1996. – №2. – С. 89-95
24. Пышкин В.Б., Тарасов Ю.Э. и др. ГИС-технологии в построении экологической модели Крыма: проект *BisCrim* // Ученые записки ТНУ. Серия: География. – 2004. – Т.17(56). – №2. – С. 156-164.

Громенко В.М., Пышкин В.Б., Пузанов Д.В. Видове і функціональне різноманіття консументів солончакових біогеоценозів Кримського Присивашья // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2007. – Т. 20 (59). – № 3. – С. 22-29.

Вивчено видовое и функциональное різноманіття фітофагів, зоофагів и паразитів. Встановлені якісні та кількісні закономірності організації трофічних рівнів з участю консументів. Виявлені основні напрями руху речовини в солончакових біогеоценозах.

Ключові слова: різноманіття, біогеоценоз, консументи, трофічні рівні, фітофаги, зоофаги, паразити.

Gromenko V.M., Pishkin V.B., Pyzanov D.V. Species and functional diversity of consumers of saline land biogeocenoses of Crimean lands near Sivash. // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2007. – V.20 (59). – № 3. – P. 22-29.

Species and functional diversities of phytophages, zoophages and parasites are investigated. Quantitative and qualitative peculiarities of trophic levels of organization that include consumers are found. Main streams of substance movement in saline land biocenoses are found.

Keywords: diversity, biocenose, consumers, trophic level, phytophages, zoophages, parasites.

Поступила в редакцію 20.11.2007 г.