



БИОРАЗНООБРАЗИЕ И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ

Идентификация находок синантропных пауков-охотников
(ARANEI, SPARASSIDAE) в Крыму

НАДОЛЬНЫЙ А. А., ЕМЕЦ М. Д.

ТОМ 9
ВЫПУСК 2
2024

БИОРАЗНООБРАЗИЕ И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ

*Журнал реферируется Всероссийским институтом научно-технической информации (ВИНИТИ),
а также Российским индексом научного цитирования (РИНЦ) на базе Научной электронной библиотеки elibrary.ru.*

Все материалы проходят двойное независимое анонимное рецензирование.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор: Горбунов Роман Вячеславович, д. г. н., ФИЦ ИнБЮМ
Заместитель главного редактора: Довгаль Игорь Васильевич, д. б. н., профессор, ФИЦ ИнБЮМ
Ответственный секретарь: Жукова Юлия Владимировна, ФИЦ ИнБЮМ

Алекперов Ильхам Хайям оглы, чл.-корр. НАН Азербайджана, д. б. н., проф., Институт зоологии НАН Азербайджана, Азербайджан

Василов Раиф Гаянович, д. б. н., проф., НИЦ «Курчатовский институт»

Воскресенская Елена Николаевна, д. г. н., проф., ИПТС

Давидович Николай Александрович, д. б. н., ФИЦ ИнБЮМ

Дмитренко Павел Сергеевич, д. х. н., ТИБОХ

Егоров Виктор Николаевич, академик РАН, д. б. н., проф., ФИЦ ИнБЮМ

Илюшина Татьяна Владимировна, д. г. н., проф., МИИГАиК

Керимов Ибрагим Ахмедович, д. ф.-м. н., проф., ГНТУ им. акад. М. Д. Миллионщикова

Киприянова Лаура Мингалиевна, д. б. н., ИВЭП СО РАН

Кузнецов Андрей Николаевич, д. б. н., Совместный Российско-Вьетнамский Тропический научно-исследовательский и технологический центр

Найденко Сергей Валерьевич, чл.-корр. РАН, д. б. н., проф., ИПЭЭ РАН

Неврова Елена Леонидовна, д. б. н., ФИЦ ИнБЮМ

Ольчев Александр Валентинович, д. б. н., проф., МГУ им. М. В. Ломоносова

Плугатарь Юрий Владимирович, чл.-корр. РАН, д. с.-х. н., НБС — ННЦ РАН

Полонский Александр Борисович, чл.-корр. РАН, д. г. н., проф., ИПТС

Пономарева Елена Николаевна, д. б. н., проф., ЮНЦ РАН

Рожнов Вячеслав Владимирович, академик РАН, д. б. н., ИПЭЭ РАН

Рындин Алексей Владимирович, академик РАН, д. с.-х. н., ФИЦ СНЦ РАН

Рябушко Виталий Иванович, д. б. н., ФИЦ ИнБЮМ

Сергеева Нелли Григорьевна, д. б. н., ФИЦ ИнБЮМ

Солдатов Александр Александрович, д. б. н., проф., ФИЦ ИнБЮМ

Черных Дмитрий Владимирович, д. г. н., доцент, ИВЭП СО РАН

Широкова Вера Александровна, д. г. н. проф., ИИЕТ РАН

Яицкая Наталья Александровна, к. г. н., ФИЦ СНЦ РАН

Cosenza Carlos Alberto Nunes, D. Sc., Federal University of Rio de Janeiro, Brazil

Krykhtine Fabio Luiz Peres, D. Sc., Federal University of Rio de Janeiro, Brazil

Mayén-Estrada Rosaura, PhD, National Autonomous University of Mexico, Mexico

Pešić Vladimir, PhD, University of Montenegro, Montenegro

Ranasinghe Dona Marina Sherine Hemanthi

Kariyawasam, PhD, University of Sri Jayewardenepura, Sri Lanka

Tapas Chatterjee, PhD, D. Sc., Indian School of Learning, ISM Annexe, India

Адрес учредителя, издателя и редакции:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Федеральный исследовательский центр «Институт биологии
южных морей имени А. О. Ковалевского РАН»
299011, г. Севастополь, просп. Нахимова, д. 2.
Телефон +7 (8692) 54-41-10

Соиздатель журнала:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Федеральный исследовательский центр «Субтропический
научный центр Российской академии наук»
354002, Россия, Краснодарский край, г. Сочи,
ул. Яна Фабрициуса, 2/28

E-mail: biodiversity_journal@ibss-ras.ru | Сайт журнала: <https://eco-ibss.ru>

© Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН», 2024

© Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр «Субтропический научный центр Российской академии наук», 2024

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Федеральный исследовательский центр
«ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ имени А. О. КОВАЛЕВСКОГО РАН»

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Федеральный исследовательский центр
«СУБТРОПИЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

БИОРАЗНООБРАЗИЕ И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ

2024 Том 9 вып. 2

Основан в мае 2016 г.

Научный журнал

Выходит 4 раза в год

СОДЕРЖАНИЕ

Биоразнообразие экосистем и его сохранение

Гаврилова Н. А., Абибулаева А. Ш., Данилюк О. Н., Довгаль И. В. **Первые находки *Ruxicola socialis* (*Ciliophora*, *Peritrichia*) в крымском прибрежье Чёрного моря** 3–10

Надольный А. А., Емец М. Д. **Идентификация находок синантропных пауков-охотников (*Aranei*, *Sparassidae*) с комментариями о видовом составе семейства в Крыму** 11–16

Папельбу В. В., Никифоров А. Р. **Особенности экологической и лесотипологической структуры ассоциаций пушистодубовой формации (*Quercetea pubescentis*) на Южном берегу Крыма** 17–30

Чеснокова И. И., Скуратовская Е. Н., Чекмарева Т. М. **Сравнительный анализ активности аминотрансфераз в гонадах черноморских рыб из прибрежных акваторий г. Севастополя** 31–38

Поспелова Н. В., Маркова В. С., Чекмарева Т. М., Белогурова Р. Е. **Особенности питания зубарика *Diplodus puntazzo* (Cetti, 1784): обзор** 39–48

Структура, функционирование и динамика экосистем

Нгуен Данг Хой, Нго Чунг Зунг, Данг Хунг Кыонг, Кузнецов А. Н. **Изменение природно-антропогенных ландшафтов в природном заповеднике Нгок Линь, Центральный Вьетнам** 49–65

Federal State Budget Scientific Institution
Federal Research Center
«A.O. KOVALEVSKY INSTITUTE OF BIOLOGY OF THE SOUTHERN SEAS OF RAS»

Federal State Budget Scientific Institution
Federal Research Center
«THE SUBTROPICAL SCIENTIFIC CENTRE OF RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES»

BIODIVERSITY AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT

2024 Vol. 9 iss. 2

Established in May 2016

Periodical

Issued 4 times a year

CONTENT

Biodiversity of ecosystems and its conservation

Gavrilova N. A., Abibulaeva A. Sh., Danilyuk O. N., Dovgal I. V. **The first findings of *Pyxicola socialis* (Ciliophora, Peritrichia) in Crimean coastal waters of the Black Sea** 3–10

Nadolny A. A., Yemets M. D. **Identification of synanthropic huntsman spider findings (Aranei, Sparassidae) with notes on the species composition in Crimea** 11–16

Papelbu V. V., Nikiforov A. R. **Features of the ecological and forest typological structure of associations of the pubescent oak formation (*Quercetea pubescentis*) on the Southern Coast of the Crimea** 17–30

Chesnokova I. I., Skuratovskaya E. N., Chekmareva T. M. **Comparative analysis of aminotransferase activities in the gonads of the Black Sea fish from Sevastopol coastal areas** 31–38

Pospelova N. V., Markova V. S., Chekmareva T. M., Belogurova R. E. **Dietary features of sea breams *Diplodus puntazzo* (Cetti, 1784): review** 39–48

Structure, functioning and dynamic of the ecosystem

Nguyen Dang Hoi, Ngo Trung Dung, Dang Hung Cuong, Kuznetsov A. N. **Transformation of natural-anthropogenic landscapes in Ngoc Linh nature reserve, Vietnam** 49–65

БИОРАЗНООБРАЗИЕ ЭКОСИСТЕМ
И ЕГО СОХРАНЕНИЕ

УДК 593.175(262.5)

DOI: [10.21072/eco.2024.09.2.01](https://doi.org/10.21072/eco.2024.09.2.01)

**ПЕРВЫЕ НАХОДКИ *PYXICOLA SOCIALIS* (CILIOPHORA, PERITRICHIA)
В КРЫМСКОМ ПРИБЕЖЬЕ ЧЁРНОГО МОРЯ ***

Гаврилова Н. А., Абибулаева А. Ш., Данилюк О. Н., Довгаль И. В.
ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН»,
г. Севастополь, Российская Федерация,
e-mail: krinelly@mail.ru

Аннотация: Статья посвящена виду кругоресничных инфузорий *Pyxicola socialis* (Gruber, 1879), который впервые отмечен в микроперифитоне и планктоне крымского побережья Чёрного моря. Приводится уточнённый диагноз вида, анализируются его распространение и экологические особенности. Показано, что *P. socialis* — эвригалинный вид, встречающийся при солёности от 0,1 до 35,0 ‰, однако приуроченный к эстуариям. Находка единичного экземпляра вида в планктоне Севастопольской бухты, вероятно, случайна. Вид отмечен в Тихом океане, а также Северном, Белом, Балтийском, Азовском и Чёрном морях. Также обсуждаются вопросы номенклатуры вида. На основании таких признаков, как наличие выростов дна лорики, уплощённое, а не округлое дно лорики, отсутствие эндостила, вид *Cothurnia corrugata* Davis, 1879, считавшийся младшим синонимом *P. socialis*, исключён из списка синонимов и перемещён в состав рода *Pyxicola* как *Pyxicola corrugata* (Davis, 1879) comb. n.

Ключевые слова: *Pyxicola socialis*, Peritrichia, номенклатура, микроперифитон, распространение, Крым, Чёрное море

Введение

Pyxicola socialis (Gruber, 1879) — вид кругоресничных инфузорий, встречающийся в микроперифитоне. Со времени описания вида [Gruber, 1880] известно немного работ, в которых упоминаются его находки.

Впервые о находке данного вида в Чёрном море упоминает Ю. И. Андрусова [1886] со ссылкой на статью К. Мережковского [Mereschkowsky, 1881]. В свою очередь, основываясь на данных статьи Ю. И. Андрусовой, С. Кент [Kent, 1881], К. Гамбургер и в Будденброк [Hamburger, Buddenbrock, 1911] указали в качестве местонахождения Керченскую бухту Чёрного моря. Также включил *P. socialis* в список черноморских инфузорий Г. Н. Гассовский [Гасовський, 1960] со ссылкой на работу Ю. И. Андрусовой. Однако эти указания были ошибочными, так как К. Мережковский [Mereschkowsky, 1881] находил данный вид только в Белом море.

Впервые *P. socialis* в Чёрном море, в побережье Болгарии, обнаружил А. Валканов [Valkanov, 1935; Valkanov, 1936; Detcheva, 1992; Azovsky, Mazei, 2003].

Таким образом, нами *P. socialis* была впервые отмечена в побережье Крыма. В настоящей статье приводится уточнённый диагноз вида, обсуждаются вопросы номенклатуры, а также анализируются распространение и экологические особенности вида.

*Работа выполнена в рамках темы госзадания ФИЦ «Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского РАН» «Трансформация структуры и функций экосистем морской пелагиали в условиях антропогенного воздействия и изменений климата», регистрационный номер 124030400057-4.

Материал и методы

Материал собран на трёх станциях в прибрежье Крыма, в окрестностях г. Севастополя (рис 1).

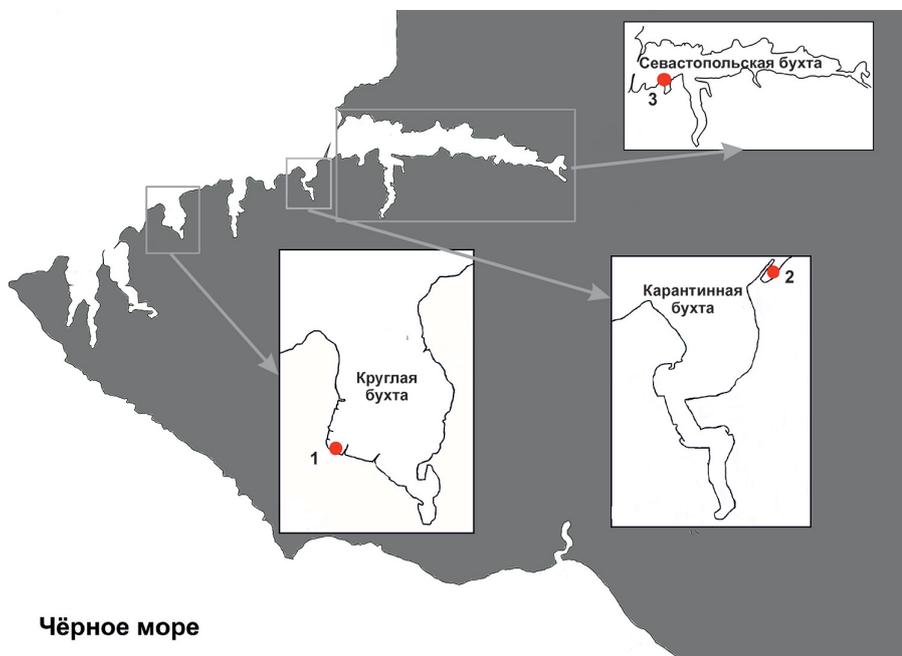


Рис. 1. Станции отбора проб

Станция 1. Расположена в бухте Круглой, в точке с координатами N44,598687, E33,440745. Сбор материала (талломов макроводорослей) проводился в марте 2022 г. путём соскоба с камней на глубине 0,3 м. Температура воды во время отбора проб составляла 9,1 °С, солёность — 18,1 ‰.

Станция 2. Расположена в бухте Карантинной, в точке с координатами N44,615563, E33,503730. Здесь в июне 2022 г. экспонировались в специальных держателях стёкла обрастания (предметные стёкла 76 × 26 × 1 мм). Продолжительность экспозиции — 8 суток. Температура воды на момент изъятия стёкол составляла 21,3 °С, солёность — 17,7 ‰.

Станция 3. Расположена в Севастопольской бухте, в точке с координатами N46,616800, E33,521671. Здесь в августе 2022 г. производился отбор планктона малой планктонной сетью Апштейна с диаметром ячеек 29 мкм из слоя дно — поверхность. Температура воды в момент отбора — 27 °С.

Талломы водорослей и стёкла обрастания изучались в лаборатории *in vivo* под световым микроскопом «Микромед 3» (U3) при 100- и 400-кратном увеличении.

Планктонные пробы сразу после отбора фиксировались 2%-ным раствором формалина, в лаборатории проба изучалась под световым микроскопом NIKON при 100- и 400-кратном увеличении. Ядерный аппарат инфузорий окрашивали метиловым зелёным.

Промеры найденных инфузорий проводились под микроскопом «Микромед 3» (U3) при 400-кратном увеличении с использованием программы Tour View 3.7.

Для идентификации инфузорий использовали определители А. Каля [Kahl, 1933; Kahl, 1935] и Ф. Труба [Trueba, 1978]. Систематическое положение *P. socialis* приведено по Д. Линну [Lynn, 2008].

Результаты и обсуждение

Одиночные особи кругоресничных инфузорий *P. socialis* были обнаружены на талломах *Cladophora* sp. (станция 1) и стёклах обрастания (станция 2). Кроме того, единственный экземпляр *P. socialis* (рис. 2) был обнаружен в планктоне Севастопольской бухты (станция 3). Обнаруженные цилиаты обладали характерными видовыми признаками (наличие светло-коричневой раковины с четырьмя поперечными складками, крышечки перистома, наружного стебелька и эндостила), что позволило определить их как *Pyxicola socialis* (Gruber, 1879).

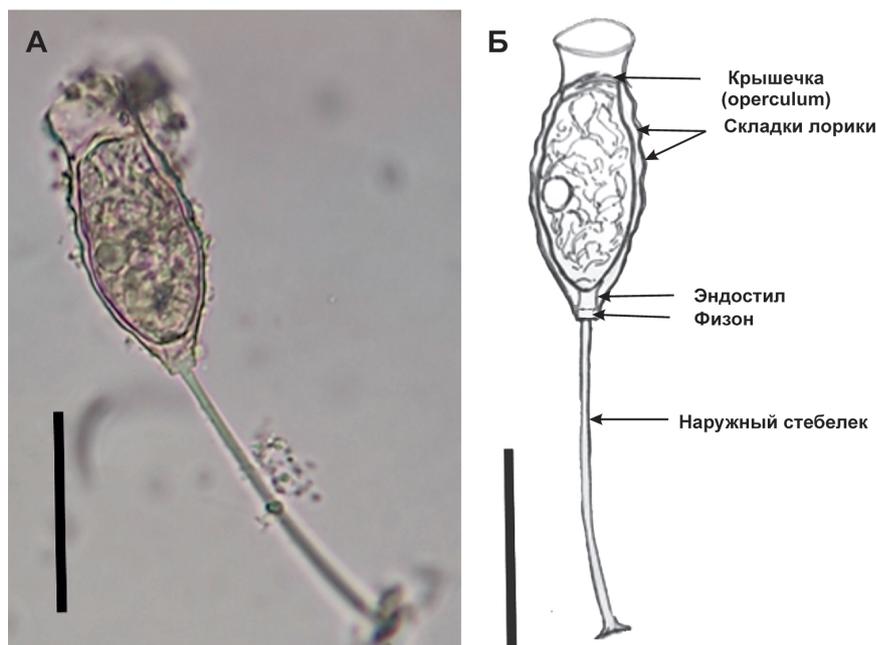


Рис. 2. *Pyxicola socialis* (Gruber, 1879), обнаруженная в планктоне Севастопольской бухты (ориг.). А — микрофото, Б — схематический рисунок. Масштаб 50 мкм

Систематическое положение *Pyxicola socialis*

Тип Ciliophora Doflein, 1901

Подтип Intramacronucleata Lynn, 1996

Класс Oligohymenophorea de Puytorac et al., 1974

Подкласс Peritrichia Stein, 1859

Отряд Sessilida Stein, 1933

Семейство Vaginicolidae de Fromentel, 1874

Род *Pyxicola* Kent, 1881

Pyxicola socialis (Gruber, 1879) Kent, 1881 (рис. 2, 3а, 3б)

= *Cothurnia socialis* Gruber, 1879

Диагноз. Инфузория со светло-коричневой амфоровидной раковинкой (лорикой), которая имеет расширенную среднюю часть и несколько скошенную шейку. Стенка лорики имеет от трёх до четырёх широких кольцевых утолщений (валиков). Наружный стебель прямой, примерно такой же длины, как раковина, прикреплен к субстрату с помощью адгезивного диска, верхняя часть стебелька расширяется в небольшой физон. Зооид одиночный, прикреплен ко дну лорики коротким прямым эндостилом. Край клетки возле перистома разрастается, формируя характерную

для видов рода крышечку (operculum), которая закрывает устье раковины при сокращении зооида. Сократительная вакуоль одна, расположена в верхней части клеточного тела. Макронуклеус С-образный, расположен в нижней половине зооида.

Размеры (в мкм): Длина лорики 65–79 (84 по Hamburger, Buddenbrock, 1911; 65–78 по Dons, 1922; 55–120 по Trueba, 1978), ширина 29–34 (18–30 по Dons, 1922; 26–36 по Trueba, 1978); диаметр апертуры лорики 22–27; длина наружного стебелька 65–72 (150 по Gruber, 1880; 105–115 по Dons, 1922; 140–260 по Stiller, 1939; 70–150 по Trueba, 1978).

Размеры всех промеренных особей приведены в таблице 1.

Таблица 1

Местонахождение и морфометрические характеристики *Puxicola socialis* (Gruber, 1879)

№	Местонахождение	Длина лорики, мкм	Ширина лорики, мкм	Диаметр апертуры лорики, мкм	Длина наружного стебелька, мкм
1	Бухта Круглая	72	29	22	65
2	Бухта Карантинная	79	34	27	72
3	Бухта Севастопольская	65	30	25	70

У названия *Puxicola socialis* достаточно сложная номенклатурная история. Это видовое название в комбинации *Cothurnia socialis* было опубликовано А. Грубером [Gruber, 1879] без диагноза, рисунка и без указания местонахождения. Единственная особенность вида, которую упомянул автор, — это формирование агрегатов клеток за счёт оседания особей одного вида друг на друга. Для таких агрегатов был предложен термин «гиперфоретические колонии» [Янковский, 1985], формулировка которого впоследствии была уточнена как «гиперфоретические псевдоколонии» [Mariño-Pérez, Mayén-Estrada, Dovgal, 2010].

Только через год А. Грубер [Gruber, 1880] опубликовал диагноз и рисунок *C. socialis* (рис. 3а), в качестве местонахождения был указан аквариум с водой из Северного моря.

Одновременно с А. Грубером [Gruber, 1879] в том же выпуске журнала Дж. Дэвис [Davis, 1879] опубликовал диагноз и рисунок вида *Cothurnia corrugata* Davis, 1879 со сходной морфологией (рис. 3в). Особи вида имели крышечку и также формировали гиперфоретические псевдоколонии. Вид был найден на зелёных водорослях из аквариума в Брайтоне (Великобритания). При этом, хотя Дж. Дэвис отнёс вид к роду инфузорий *Cothurnia* Ehrenberg, 1831, он предполагал, что описанный им вид является коловраткой.

С. Кент [Kent, 1881] переместил *Cothurnia socialis* в состав предложенного им рода *Puxicola* как *P. socialis* (Gruber, 1879). С. Кент упомянул и *C. corrugata*, указав, что этот вид, вероятно, идентичен виду, описанному А. Грубером, несмотря на имеющиеся морфологические отличия, в частности наличие у *C. corrugata* двух выростов в нижней части раковины, которых нет у *P. socialis*. При этом С. Кент подчеркнул крайне некачественное, по его мнению, описание вида Дж. Дэвисом и не включил этот вид ни в состав рода *Puxicola*, ни в состав рода *Cothurnia*.

Формально название *C. corrugata* в синонимы *P. socialis* свёл Ф. Труба [Trueba, 1978]. Однако при этом возникла проблема приоритета. Поскольку первоначально название А. Грубера было обнародовано [Gruber, 1879] без диагноза и рисунка, то, до момента их опубликования в 1880 г. [Gruber, 1880], название *C. socialis* было *nomen nudum*. С другой стороны, название *C. corrugata* было опубликовано [Davis, 1879] с соблюдением необходимых формальностей. Таким образом, приоритет принадлежит Дж. Дэвису и *C. corrugata* является старшим синонимом.

С учётом этого Ф. Труба [Trueba, 1978] указал, что видовое название *corrugata* не использовалось более 50 лет после опубликования, тогда как название *socialis* встречается в десятках работ.

Действительно, в таком случае, в соответствии со статьёй 23.9 Международного кодекса зоологической номенклатуры [Международный кодекс ... , 2000], видовое название *corrugata* является *nomen oblitum*, тогда как название *socialis* — *nomen protectum*, поэтому использование названия *socialis* является предпочтительным.

Однако следует отметить, что вид, описанный Дж. Дэвисом, несомненно относится к роду *Pyxicola*. При этом у *C. corrugata* имеются существенные отличия от других представителей *Pyxicola*, такие как наличие выростов дна лорики, уплощённое, а не округлое дно лорики, отсутствие эндостила. В связи с этим мы, до получения дополнительных данных, не включаем *Cothurnia corrugata* в список синонимов *Pyxicola socialis* и перемещаем *C. corrugata* в состав рода *Pyxicola* как *Pyxicola corrugata* (Davis, 1879) comb. n.

Г. Касперс [Caspers, 1949] сообщил о находке в нижнем течении р. Эльбы нескольких особей *P. operculigera* (Kent, 1869), у которых были чётко выраженные кольцевые утолщения стенки лорики. На основании этого он считал, что *P. operculigera* и *P. socialis* являются синонимами. Однако Ф. Труба [Trueba, 1978] не согласился с этим мнением и рассматривал упомянутые выше виды как самостоятельные.

Известно немного находок *P. socialis* после первоописания.

К. С. Мережковский [Mereschkowsky, 1881] обнаружил единичную особь вида в Белом море (Соловецкие острова), на мшанке (рис. 3б) [Mereschkowsky, 1881]. К. Левандер [Levander, 1894] нашёл вид на водорослях *Ceramium* sp. и *Oscillaria* sp. в прибрежье острова Лехтисаари (Балтийское море, Финляндия). К. Донс [Dons, 1922] упоминает находку данного вида в Тихом океане, на мшанках с восточного побережья острова Ванкувер (Канада).

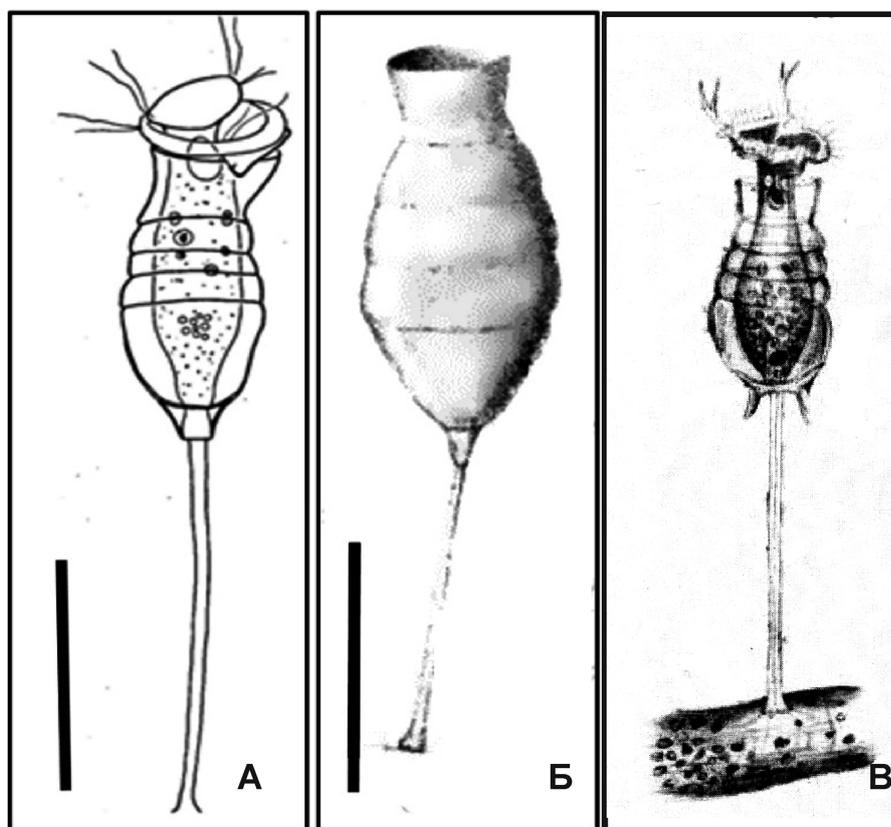


Рис. 3. А–Б. *Pyxicola socialis*. А — по А. Груберу [Gruber, 1880]; Б — по К. Мережковскому [Mereschkowsky, 1881]. Масштаб 50 мкм; В. *Pyxicola corrugata* по Дж. Дэвису [Davis, 1879].

А. Каль [Kahl, 1933] находил *P. socialis* на гидроидах *Cordylophora* sp. из Северного моря, у г. Бремерхафен (Германия). Г. Прехт [Precht, 1935] обнаружил вид на гидроидах *Cordylophora caspia* (Pallas, 1771), *Gonothyræa* sp. и моллюсках-гидробиях в Кильской бухте Северного моря (Германия). Также упоминается о находке вида в заливе Зейдерзе на Нидерландском побережье Северного моря [Verschaffelt, 1936].

Дж. Стиллер [Stiller, 1939] наблюдала *P. socialis* на гидроидах *Hydralmania falcata* (Linnaeus, 1758) и моллюсках *Mytilus edulis* Linnaeus, 1758 из побережья острова Гельголанд (Северное море). При этом Дж. Стиллер подчёркивает наличие необычно длинных стебельков у найденных ею пиксиколь, на основании чего она описала новый вариант — *Puxicola socialis* var. *longipes* Stiller, 1939. Ф. Труба [Trueba, 1978], в свою очередь, присвоил варианту Дж. Стиллер статус формы — *Puxicola socialis* forma *longipes* Stiller, 1939.

Наконец, И. Бернацка [Biernacka, 1963] указывала на находку вида в Гданьском заливе Балтийского моря, а М. Фелинска [Felinska, 1965] отмечает, что *P. socialis* массово встречается на зелёных водорослях и детрите в побережье Северного моря, у Плимута (Великобритания).

Е. М. Парталы [2003] впервые нашла *P. socialis* в Азовском море — на гидроиде *Garveia franciscana* (Torgey, 1902) у г. Мариуполя.

Как уже отмечалось, впервые в Чёрном море *P. socialis* была найдена А. Валкановым [Valkanov, 1935; Valkanov, 1936]. Этот автор наблюдал массовые скопления особей данного вида в лиманах, эстуариях рек и солёных маршах черноморского побережья Болгарии при солёности от 0,1 до 20,0 ‰.

По данным Ф. Труба [Trueba, 1978], *P. socialis* встречается при солёности от 3,0 до 35,0 ‰.

Выводы

Таким образом, по литературным и нашим данным, *P. socialis* — эвригалинный вид, встречающийся при солёности от 0,1 до 35,0 ‰, однако приуроченный к эстуариям. Вид отмечен в Тихом океане, а также в Северном, Белом, Балтийском, Азовском и Чёрном морях, включая крымское побережье последнего, обитает в микроперифитоне. Находка вида в планктоне Севастопольской бухты, вероятно, случайна. Известны подобные находки других видов перифитонных перитрих [Hamburger, Buddenbrock, 1911].

Что касается гиперфоретических псевдоколоний, то в случае *P. socialis* они наблюдались только в условиях аквариума и не встречались в естественных местообитаниях вида. В отличие от случаев, когда формирование псевдоколоний является обязательным для вида, как, например, у суктории *Periacineta mexicana* Mariño-Pérez et al., 2010 [Mariño-Pérez, Mayén-Estrada, Dovgal, 2010], данная особенность не может считаться характеристикой *P. socialis*.

Cothurnia corrugata не является младшим синонимом *Puxicola socialis*, этот вид перемещён в состав рода *Puxicola*.

Список литературы

1. Андрусова Ю. И. Об инфузориях Керченской бухты // Труды Санкт-Петербургского общества естествоиспытателей. – СПб., 1886. – Т. 17, вып. 1. – С. 236–259.
2. Гасовський Г. М. Практичне значення інфузорій та історія їх дослідження на Україні // Збірник праць Зоологічного музею / АН УРСР, Ін-т зоології. – Київ : Наук. думка, 1960. – Вип. 29. – С. 58–89.
3. Международный кодекс зоологической номенклатуры : принят Междунар. союзом биол. наук : вступил в силу с 1 янв. 2000 г. / Междунар. комис. по зоол. номенклатуре ; [пер. с англ. и фр. И. М. Кержнера]. – 4-е изд. – Санкт-Петербург : [б. и.], 2000. – 221 с.
4. Парталы Е. М. Обрастание в Азовском море. – Мариуполь : Рената, 2003. – 378 с.

5. Янковский А. В. Жизненные циклы и систематика родов групп *Scyphidia*, *Heteropolaria*, *Zoothamnium* и *Cothurnia* (класс Peritricha) // Труды Зоологического института АН СССР. – 1985. – Т. 129. – С. 74–100.
6. Azovsky A. I., Mazei Y. A. A conspectus of the Black Sea fauna of benthic ciliates // Protistology. – 2003. – Vol. 3, no. 2. – P. 72–91.
7. Biernacka I. Die Protozoenfauna in der Danziger Bucht. II. Die Charakteristik der Protozoen in untersuchten Biotopen der Seeküste // Polskie Archiwum Hydrobiologii. – 1963. – Vol. 11. – P. 53–75.
8. Caspers H. Epizoen auf *Cordylophora* in der Unterelbe // Zoologischer Jahrbucher, Systematik. – 1949. – Bd. 78, H. 3. – P. 251–262.
9. Davis J. On a new species of *Cothurnia* // Journal of the Royal Microscopical Society. – 1879. – Vol. 2, pt 2, no. 6. – P. 653–655.
10. Detcheva R. B. Catalogi faunae Bulgaricae. 1. Protozoa, Ciliophora. – Sofia : Academiae Scientiarum Bulgaricae, 1992. – 134 p.
11. Dons C. Papers from Dr. Th. Mortensen's Pacific Expedition, 1914-16. V. Notes sur quelques Protozoaires marins // Videnskabelige Meddelelser fra Dansk naturhistorisk Forening i Kjøbenhavn. – 1922. – Bd. 73. – P. 49–84.
12. Felinska M. Marine ciliates from Plymouth: Peritricha, Vaginicolidae // Journal of the Marine Biological Association United Kingdom. – 1965. – Vol. 45, iss. 1. – P. 229–239. – <https://doi.org/10.1017/S0025315400004094>
13. Gruber A. Neue Infusorien // Zeitschrift für Wissenschaftliche Zoologie. – 1880. – Bd. 33. – P. 439–466.
14. Gruber A. Observations on new infusoria // Journal of the Royal Microscopical Society. – 1879. – Vol. 2, pt 2. – P. 899–900.
15. Hamburger C., Buddenbrock W. Nordische Ciliata mit Ausschluss der Tintinnoidea // Nordisches Plankton. – Kiel [et al.], 1911. – Lief 13. – S. 1–152.
16. Kahl A. Ciliata libera et ectocommensalia // Die Tierwelt der Nord- und Ostsee. – 1933. – Lief 23, Teil II, C 3. – S. 29–146.
17. Kahl A. Urtiere oder Protozoa I: Wimpertiere oder Ciliata (Infusoria), 4. Peritricha und Chonotricha // Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meerestteile nach ihren Merkmalen und nach ihrer Lebensweise / ed. F. Dahl. – Jena : G. Fischer, 1935. – Teil 30. – S. 1–805.
18. Kent S. A manual of the Infusoria, including a description of all known Flagellata, Ciliated and Tentaculiferous Protozoa, British and foreign, and an account of the organization and affinities of the sponges. – London : David Bogue, 1881. – Vol. 2, chap. 3. – P. 473–913.
19. Levander K. M. Materialien zur Kenntnis der Wasserfauna in der Umgebung von Helsingfors, mit Besonderer Berücksichtigung der Meeresfauna. I. Protozoa // Acta Societatis pro Fauna et Flora Fennica. – 1894. – Vol. 12, no. 2. – P. 1–115.
20. Lynn D. H. The Ciliated Protozoa: Characterization, Classification, and Guide to the Literature. – 3d edition. – Dordrecht [et al.] : Springer, 2008. – 605 p.
21. Mariño-Pérez R., Mayén-Estrada R., Døvgal I. V. *Periacineta mexicana* n. sp. (Ciliophora, Suctorina, Discophryida), epizoic on mexican backswimmers of the genus *Buenoa* (Insecta, Hemiptera, Notonectidae) // Journal of Eukaryotic Microbiology. – 2010. – Vol. 57, iss. 5. – P. 435–443. – <https://doi.org/10.1111/j.1550-7408.2010.00498.x>
22. Mereschkowsky C. On some new or little-known Infusoria // Annals and Magazine of Natural History. Ser. 5. – 1881. – Vol. 7, iss. 39. – P. 209–219. – <https://doi.org/10.1080/00222938109459496>
23. Precht H. Epizoen der Kieler Bucht : dissertation // Nova Acta Leopoldina. Neue Folge. – 1935. – Bd. 3, H. 15. – S. 405–474.
24. Stiller J. Die Peritrichenfauna der Nordsee bei Helgoland // Archiv für Protistenkunde. – 1939. – Bd. 92, H. 3. – S. 415–452.

25. Trueba F. J. A taxonomic revision of the peritrich ciliate genus *Pyxicola* // Beaufortia. – 1978. – Vol. 27, no. 341. – С. 219–243.
26. Valkanov A. Notizen uber die Brackwasser Bulgariens. 1 // Jahrbuch der Universität Sofia. – 1935. – Bd. 31, H. 3. – S. 249–303.
27. Valkanov A. Notizen uber die Brackwasser Bulgariens. 2 // Jahrbuch der Universität Sofia. – 1936. – Bd. 32, H. 3. – S. 209–341.
28. Verschaffelt F. Protozoa // Flora en fauna der Zuiderzee: Monografie van een brakwatergebied. Supplement / ed. H. Redeke. – Den Helder : Drukkerij C. de Boer Jr., 1936. – P. 24–40.

THE FIRST FINDINGS OF *PYXICOLA SOCIALIS* (CILIOPHORA, PERITRICHIA) IN CRIMEAN COASTAL WATERS OF THE BLACK SEA

Gavrilova N. A., Abibulaeva A. Sh., Danilyuk O. N., Dovgal I. V.

A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS, Sevastopol, Russian Federation,
e-mail: krinelly@mail.ru

Abstract: The paper dealt with sessile peritrich ciliate *Pyxicola socialis* (Gruber, 1879), which was firstly registered in microperiphyton and plankton of the Crimean coastal zone of the Black Sea. An improved diagnosis of the species is given, the distribution and ecological characteristics of the *Pyxicola socialis* are also analyzed based on own and literary data. It was shown that *P. socialis* is euryhaline species, which found at salinities ranging from 0.1 to 35.0 ‰, but confined to estuaries. The find of the single species individual in the plankton of Sevastopol Bay was probably casual. The species was found in the Pacific Ocean, as well as the North, White, Baltic, Azov and Black Seas. The nomenclature of the species was also discussed. Based on the such characters as the presence of protuberances on the lorica bottom, a flattened rather than rounded bottom of the lorica, and the absence of an endostyle in *Cothurnia corrugata* Davis, 1879, which was considered as junior synonym of *P. socialis*, the *C. corrugata* was excluded from the list of synonyms and transferred to the genus *Pyxicola* as *Pyxicola corrugata* (Davis, 1879) comb. n.

Keywords: *Pyxicola socialis*, Peritrichia, nomenclature, microperiphyton, distribution, Crimea, Black Sea

Сведения об авторах

Гаврилова
Нелли
Александровна кандидат биологических наук, научный сотрудник, ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалеского РАН», просп. Нахимова, 2, Севастополь, 299011, Российская Федерация, e-mail: krinelly@mail.ru

Абибулаева
Алие
Шакировна младший научный сотрудник, ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалеского РАН», просп. Нахимова, 2, Севастополь, 299011, Российская Федерация, e-mail: abibulaeva_92@mail.ru

Данилюк
Ольга
Николаевна ведущий инженер, ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалеского РАН», просп. Нахимова, 2, Севастополь, 299011, Российская Федерация, e-mail: danyol@yandex.ru

Довгаль
Игорь
Васильевич доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник, ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалеского РАН», просп. Нахимова, 2, Севастополь, 299011, Российская Федерация, e-mail: dovgal-1954@mail.ru

Поступила в редакцию 06.08.2024 г.
Принята к публикации 26.09.2024 г.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ НАХОДОК СИНАНТРОПНЫХ ПАУКОВ-ОХОТНИКОВ (ARANEI, SPARASSIDAE) С КОММЕНТАРИЯМИ О ВИДОВОМ СОСТАВЕ СЕМЕЙСТВА В КРЫМУ *

Надольный А. А.¹, Емец М. Д.²

¹ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН»,
г. Севастополь, Российская Федерация,
e-mail: nadolnyanton@ibss-ras.ru

²Независимый исследователь, г. Евпатория, Российская Федерация

Аннотация: На основании собранных образцов и фоторегистраций отмечен новый для фауны Крыма вид пауков-охотников. Даны сравнительные иллюстрации копулятивных органов самцов и самок этого вида из разных мест его ареала. Обсуждается состав семейства Sparassidae в Крыму.

Ключевые слова: Araneae, *Olios*, экзотический вид, интродукция, географическая изменчивость, гражданская наука

Введение

В течение последних нескольких лет в социальных сетях (ВКонтакте и iNaturalist) появлялись сообщения о находках крупных пауков из семейства Sparassidae в различных населённых пунктах Крыма. На основании фотографий, сделанных очевидцами, предполагалось, что эти находки относятся к виду *Olios sericeus* (Kroneberg, 1875). Соавтором данного сообщения собраны самцы и самка, которые были сопоставлены с доступными нам экземплярами вида *O. sericeus* из Средней Азии, откуда он был описан. Это позволило окончательно определить видовую принадлежность и идентичность обсуждаемых пауков.

Материал и методы

Материалом для данной работы послужили собранные экземпляры пауков из Крыма, Туркменистана и Таджикистана, а также фотографии пауков *in situ*, взятые из социальных сетей ВКонтакте [Все животные ...] и iNaturalist [iNaturalist ...].

Изученные экземпляры хранятся в Зоологическом музее Московского государственного университета (ZMMU) и в Национальной арахнологической коллекции Крымского федерального университета (TNU).

Для детального исследования копулятивные органы были отделены и выварены в 10%-ном растворе калиевой щёлочи, затем помещены в глицерин на предметное стекло с лункой. Фотографии выполнены камерой Canon EOS 550D, совмещённой с микроскопами МБС-1 и Olympus CX41, в ФИЦ ИнБЮМ (Севастополь). Полученные снимки обработаны в программах Helicon Focus 7.0.2. и CorelDRAW 11.

Результаты

Olios Walckenaer, 1837

Olios sericeus (Kroneberg, 1875)

Рис. 1 А–Г, 2 А–С

Sparassus sericeus Kroneberg, 1875: 28, табл. 3, рис. 19 (♂♀).

Olios sericeus: Jager, Otto, 2007: 20, figs. 1–16 (♂♀).

Olios sericeus: Moradmand et al., 2015: 78, figs. 1A–E, 2A–C (♂♀).

*Работа А. Н. выполнена в соответствии с госзаданием ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН», регистрационный номер 124022400148-4.

Типовые экземпляры: *Sparassus sericeus* Kroneberg, 1875: 1 ♂ 1 ♀ (ZMMU Ta-4291), «Туркестанская учёная экспедиция Императорского общества любителей естествознания. Федченко. Туркестанский край», синтипы, исследованы (рис. 2 А–D, М).

Изученный материал. Россия: 1 subad. ♂ (TNU 10319), Крым, Первомайский р-н, с. Степное, в доме, пойман juv. IV.2022, через месяц перелинял в subad., Т. Стефанович; 1 ♂ (TNU 10320), Крым, Евпатория, пересечение улиц Льва Толстого и Мориса Тореза, на заборе, 16.III.2024, М. Емец (рис. 1 Е); 1 ♀ (TNU 10321), там же, поймана subad. 3.IV.2024, через месяц перелиняла в половозрелую (рис. 1 F, 2 Q–S); 1 ♂ (TNU 10322), там же, 3.IV.2024 (рис. 2 E–L); 1 juv. (TNU 10323), там же, 8.IV.2024; 1 ♂ 1 subad. ♀ (TNU 10324), там же, 10.IV.2024. Таджикистан: 1 ♀ (TNU 10325), Худжанд, 40°18'43.48"N, 69°39'31.45"E, 7.X.2011, сборщик неизвестен (рис. 1 G, 2 N–P).

Фоторегистрации. Крым: 1 ♀, Севастополь, на стене, вечером, 6.VII.2022 (рис. 1 А; <https://www.inaturalist.org/people/filarina>); 1 ♀, Симферополь, на автомобиле, 10.V.2024 (рис. 1 В; Т. Тулякова, https://vk.com/fauna_crimea); 1 subad. ♂, Первомайский р-н, с. Степное, в доме, на потолке, 19.II.2022 (рис. 1 С; А. Стефанович, https://vk.com/fauna_crimea); 1 ♂, Судакский р-н, с. Богатовка, на заборе, вечером, 28.III.2020 (рис. 1 D; Б. Погадаев, https://www.inaturalist.org/people/bogdan_mag).

Дополнение к описанию. Крымские экземпляры соответствуют переописанию *O. sericeus* [Jager, Otto, 2007]. Были выявлены несколько особенностей, которые ранее не отмечались. Самец: у основания тегулярного отростка (*Ta*) имеется дополнительный отросток (*Ap*) клиновидной формы, который скрыт с вентральной стороны и хорошо виден на расправленном бульбусе (рис. 2 К–L); на дорсальной стороне тегулярного отростка имеется выступ (отмечен знаком *) (рис. 2 J, 2 L); конец эмболюса (*Em*) прилегает к кондуктору (*Cn*) (рис. 2 L). Самка: у некоторых особей ширина воротника эпигины (*Ec*) трижды укладывается в ширину вульвы (*Vu*) (рис. 2 Q–R).

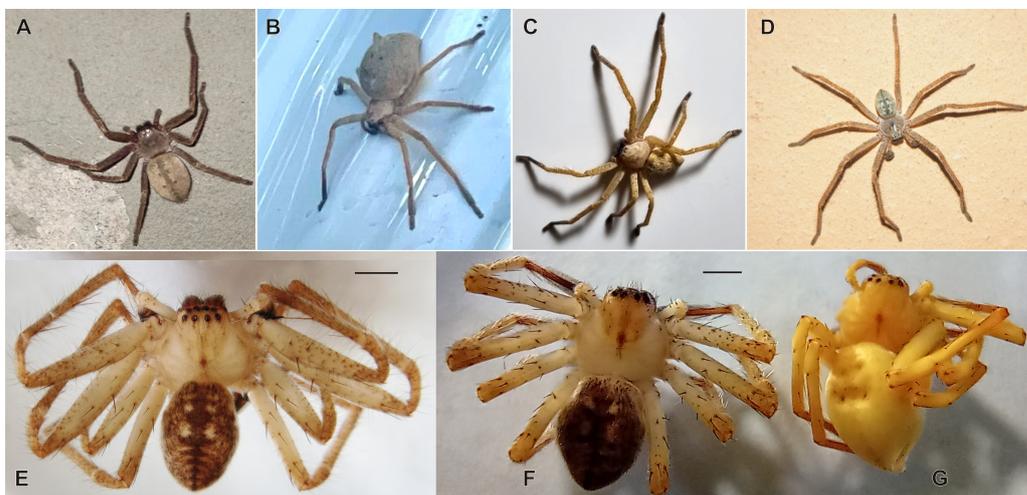


Рис. 1. Габитус *Olios sericeus* из Крыма (А–F) и Таджикистана (G). Самки (А–В, F–G), самцы (С–Е). Масштаб (Е–G) 2 мм

Распространение. Нативный ареал *O. sericeus*, скорее всего, находится в Средней Азии, откуда он и был описан [Кронеберг, 1875]. Вид известен с юга европейкой части России, Грузии, Армении, Азербайджана, Ирана, Афганистана, Казахстана, Узбекистана, Туркменистана, Киргизии и Таджикистана [Mikhailov, 2013; Moradmand, Mirshamsi, Hula, 2015; Пономарёв, 2022; Araneae. Spiders ... ; наши данные]. Отмечен случай обнаружения *O. sericeus* в Чувашской Республике России [Борисова, Димитриев, 2022]. Крым является самой западной частью известного ареала *O. sericeus*.

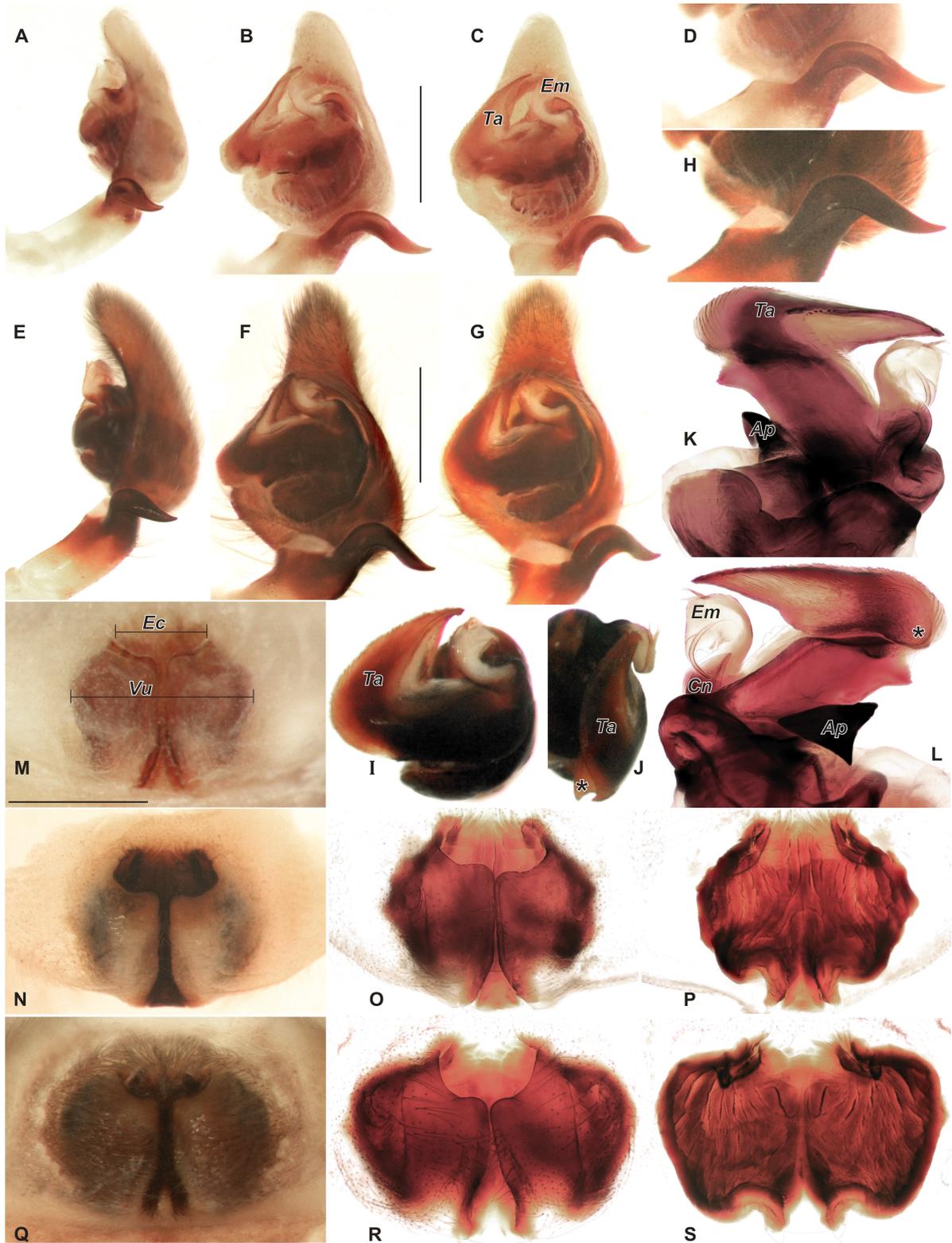


Рис. 2. Копулятивные органы *Olios sericeus*. Синтипы *Sparassus sericeus* (A–D, M), экземпляры из Крыма (E–L, Q–S) и Таджикистана (N–P). Пальпа самца, ретролатерально, вентро-ретролатерально и вентрально (A–C, E–G); ретролатеральный отросток голени пальпы, латерально (D, H); бульбус, вентрально и пролатерально (I–J); расправленный бульбус, вентрально и дорсально (K–L); эпигина, вентрально (M–N, Q); вываренная эпигина, вентрально (O, R); вываренная вульва, дорсально (P, S). Обозначения см. в тексте. Масштаб 1 мм

Обсуждение

Ранее из Крыма было отмечено два вида семейства Sparassidae — это *Micrommata virescens* (Clerck, 1757) и *Eusparassus walckenaeri* (Audouin, 1826) [Ковблюк, Кастрыгина, 2015]. Ареал *M. virescens* транспалеарктический полизональный. В Крыму этот вид обычен, он распространён в горах и на южном берегу. Ареал *E. walckenaeri* западнопалеарктический субтропический. В настоящее время считается маловероятным, что этот вид обитает в Крыму, откуда он известен по единственной самке, пойманной более 160 лет назад. На основании этого экземпляра изначально был описан вид *Sparassus validus* Thorell, 1875. Некоторые авторы высказывали сомнения по поводу происхождения этого экземпляра из Крыма, считая, что в первоописании и на этикетке голотипа указано «Taur.», что следует относить к Таврским горам в Турции, а не к Крыму [Moradmand, Jager, 2012]. На самом деле на этикетке голотипа, хранящегося в зоомузее Университета Хельсинки, указано буквально следующее: «Mus. Zool. Helsingfors. Sparassus validus Thor. Aranea Taur. merid. Nordmann [Eut. etiketti № 232]» [Arachnida and ...]. В работе Т. Торелля в качестве типового местонахождения для *S. validus* отмечена «Tauria meridionalis», что соответствует именно Крыму, а сборщиком материала указан А. Нордманн, который провёл несколько длительных ботанико-зоологических экспедиций в Крыму, но никогда не посещал Анатолию [Thorell, 1875; Пузанов, 1969]. В дальнейшем, на основании повторного изучения типового материала, название *S. validus* было признано младшим синонимом названия *E. walckenaeri* [Levy, 1989]. Случаи с «забытыми» видами, описанными Т. Тореллем по сборам А. Нордманна из Крыма, рассмотрены в литературе [Kovblyuk, Marusik, Omelko, 2013; Nadolny, 2018]. Поэтому мы считаем присутствие вида *E. walckenaeri* (= *S. validus*) на полуострове возможным.

Обнаруженный в Крыму *O. sericeus* заметно отличается от двух других представителей семейства Sparassidae, ранее указанных для этой территории, как по внешнему виду, так и по строению копулятивных органов [Araneae. Spiders ...]. Поэтому мы уверенно связываем находки *O. sericeus* в Евпатории с фоторегистрациями пауков-охотников из других населённых пунктов Крыма. Обстоятельства всех обнаружений этого вида схожи: пауки найдены в антропогенных биотопах, на стенах строений и заборах, чаще в ночное время суток. В Евпатории, в марте и апреле, встречались особи разных жизненных стадий (ювенильные, субадультные, половозрелые), что, вместе с регистрациями из других мест, свидетельствует об успешной интродукции *O. sericeus* в Крым.

Первая известная нам находка *O. sericeus* в Крыму была сделана в 2020 г. (рис. 1 D). Поскольку этот крупный вид пауков ранее на полуострове не был замечен, мы предполагаем, что его вселение произошло в течение последнего десятилетия. В пользу этого свидетельствует тот факт, что в Украине этот вид до сих пор не найден, в то время как на юге европейской части России он зарегистрирован во многих местах [iNaturalist ...]. Таким образом, непреднамеренная интродукция могла произойти после 2014 года с увеличением транспортного оборота, в первую очередь с Краснодарским краем.

Интерес представляют различия между крымскими и азиатскими экземплярами *O. sericeus* (рис. 2 A–S [Jager, Otto, 2007, figs 6–14; Moradmand, Mirshamsi, Hula, 2015, figs 1–2]). У самки из Крыма отношение ширины воротника эпигины (*Ec*) к ширине вульвы (*Vu*) составляет 0.4, в то время как у синтипов и экземпляров из Грузии, Ирана, Узбекистана и Таджикистана этот показатель равен 0.5–0.6, то есть у крымского экземпляра вульва заметно шире, чем в остальных описанных случаях. У самцов из Крыма свободная часть цимбиума (*Cy*) немного длиннее, чем у азиатских. Возможно, отмеченные отличия в пропорциях копулятивных органов маркируют западные популяции *O. sericeus*.

Заключение

Olios sericeus — натурализовавшийся в Крыму синантропный вид. Это третий вид пауков из семейства Sparassidae, отмеченный на полуострове. Голотип *S. validus* происходит из Крыма. В настоящее время обитание в Крыму вида *E. walckenaeri* (= *S. validus*) нуждается в подтверждении.

Благодарности. Выражаем свою признательность К. Г. Михайлову (Зоомузей МГУ) за предоставление типовых экземпляров *O. sericeus* в наше распоряжение, А. Замани (Зоомузей Университета Турку) за помощь в поиске информации о голотипе *S. validus*, а также лицам, поделившимся фотографиями *O. sericeus* из Крыма.

Список литературы

1. Борисова Н. В., Димитриев А. В. О находке *Olios sericeus* (Kroneberg, 1875) (Araneae: Sparassidae) в Чувашской Республике // Эверсманния. Энтомологические исследования в России и соседних регионах. – 2022. – Вып. 69. – С. 72.
2. Все животные Крыма : группа Вконтакте. – URL: https://vk.com/fauna_crimea (дата обращения: 10.09.2024). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
3. Ковблюк Н. М., Кастрыгина З. А. Обновлённый каталог пауков (Arachnida, Aranei) Крыма // Українська ентомофауністика. – 2015. – Т. 6, № 2. – С. 1–81.
4. Кронеберг А. И. Путешествие в Туркестан А. П. Федченко. Пауки. Araneae // Известия Общества любителей естествознания, антропологии и этнографии. – 1875. – Т. 19, вып. 3. – С. 1–55.
5. Пономарёв А. В. Пауки (Arachnida: Aranei) юго-востока Русской равнины: каталог, особенности фауны. – Ростов-на-Дону : Изд-во ЮНЦ РАН, 2022. – 640 с. – URL: https://www.ssc-ras.ru/editions/pauki_arachnida_aranei_yugo-vostoka_russkoi_ravniny_katalog_oso/ (дата обращения: 10.09.2024).
6. Пузанов И. И. Александр Давидович Нордман (1803–1866). – Москва : Наука, 1969. – 83 с. – (Научно-биографическая серия).
7. Arachnida and Myriapoda (Luomus) : collection // LAJ.FI / Finnish Biodiversity Inform. Facility. – URL: <http://id.luomus.fi/HLB.20492> (accessed: 10.09.2024).
8. Araneae. Spiders of Europe : site / ed. by W. Nentwig et al. – 2024. – URL: <https://www.araneae.nmbe.ch> (accessed: 12.09.2024).
9. iNaturalist : social network. – URL: <https://www.inaturalist.org> (accessed: 10.09.2024). – Access mode: for registered users.
10. Jager P., Otto S. New records of *Olios sericeus* (Kroneberg 1875) with notes on its taxonomy and biogeography (Araneae: Sparassidae: Sparassinae) // Revista Iberica de Aracnologia. – 2007. – Vol. 14. – P. 19–24.
11. Kovblyuk M., Marusik Yu., Omelko M. On four poorly known species of spiders (Araneae: Gnaphosidae and Lycosidae) described by T. Thorell from Crimea // Acta Zoologica Bulgarica. – 2013. – Vol. 65, no. 4. – P. 423–427.
12. Levy G. The family of huntsman spiders in Israel with annotations on species of the Middle East (Araneae: Sparassidae) // Journal of Zoology. – 1989. – Vol. 217, iss. 1. – P. 127–176. – <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1989.tb02480.x>
13. Mikhailov K. G. The spiders (Arachnida, Aranei) of Russia and adjacent countries: a non-annotated checklist / Zoological Museum of Moscow State University. – Moscow : KMK Scientific Press Ltd., 2013. – 262 p. – (Arthropoda Selecta ; suppl. no. 3).

14. Moradmand M., Jager P. Taxonomic revision of the huntsman spider genus *Eusparassus* Simon, 1903 (Araneae: Sparassidae) in Eurasia // Journal of Natural History. – 2012. – Vol. 46, iss. 39/40. – P. 2439–2496. – <https://doi.org/10.1080/00222933.2012.707249>
15. Moradmand M., Mirshamsi O., Hula V. New records of the huntsman spider genus *Olios* (Araneae: Sparassidae) from Iran, Iraq and Afghanistan // Zoology in the Middle East. – 2015. – Vol. 61, iss. 1. – P. 76–80. – <https://doi.org/10.1080/09397140.2014.985505>
16. Nadolny A. A. Lost and found: *Alopecosa krynickii* (Araneae: Lycosidae) in the Crimea // Zootaxa. – 2018. – Vol. 4394, iss. 4. – P. 594–599. – <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4394.4.11>
17. Thorell T. Verzeichniss südrussischer Spinnen // Horae Societatis Entomologicae Rossicae. – 1875. – T. 11, no. 2. – P. 39–122.

IDENTIFICATION OF SYNANTHROPIC HUNTSMAN SPIDER FINDINGS (ARANEI, SPARASSIDAE) WITH NOTES ON THE SPECIES COMPOSITION IN CRIMEA

Nadolny A. A.¹, Yemets M. D.²

¹A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS, Sevastopol, Russian Federation,
e-mail: nadolnyanton@ibss-ras.ru

²Independent researcher, Evpatoriya, Russian Federation

Abstract: Based on collected specimens and photographic records, we discuss the occurrence of the huntsman spider *Olios sericeus* (Kroneberg, 1875) in several cities and villages in Crimea. The species range extends from the southern part of European Russia to Kyrgyzstan and from Kazakhstan to Iran. Crimea represents the westernmost part of the known distribution of *O. sericeus*. Our material is illustrated and compared with the syntypes of *O. sericeus* and published data. Crimean and Asian specimens show differences in the details of their copulatory organs. In particular, in female specimen from Crimea, the vulva is three times wider than the epigynal collar, while in females from Asia, it is twice as wide; in males from Crimea, the cymbium is longer than in those from Asia. These variations may indicate distinct western populations of *O. sericeus*. This is the third species of huntsman spider recorded in Crimea. Previously, two species were documented on the peninsula: *Micrommata virescens* (Clerck, 1757), which is common in the Crimean Mountains, and *Eusparassus walckenaeri* (Audouin, 1826), which is enigmatic in Crimea, known only from a single female collected more than 160 years ago. Re-examination of the holotype and labels of *Sparassus validus* Thorell, 1875 (now a junior synonym of *E. walckenaeri*) confirms the origin of this specimen from Crimea: «Mus. Zool. Helsingfors. Sparassus validus Thor. Aranea Taur. merid. Nordmann. [Eut. etiketti № 232]» [Arachnida and ...]. This means that the holotype of *S. validus* was collected in «Tauria meridionalis» (=Crimea) by A. Nordmann. The same is written in the original description by T. Thorell. The presence of *E. walckenaeri* in the Crimean fauna currently requires confirmation.

Keywords: Araneae, *Olios*, alien species, introduction, establishment, geographical variability, citizen science

Сведения об авторах

Надольный Антон Александрович	кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела экологии бентоса, ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского РАН», просп. Нахимова, 2, Севастополь, 299011, Российская Федерация, nadolnyanton@ibss-ras.ru
-------------------------------------	---

Емец Михаил Дмитриевич	ученик МБОУ «Гимназия № 8», ул. Сытникова, 22, Евпатория, 297406, Российская Федерация
------------------------------	--

*Поступила в редакцию 18.09.2024 г.
Принята к публикации 17.10.2024 г.*

ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ЛЕСОТИПОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ АССОЦИАЦИЙ ПУШИСТОДУБОВОЙ ФОРМАЦИИ (*QUERCETEA PUBESCENTIS*) НА ЮЖНОМ БЕРЕГУ КРЫМА

Папельбу В. В., Никифоров А. Р.

ФГБУН «Никитский ботанический сад — Национальный научный центр РАН»,

Ялта, Российская Федерация,

e-mail: serb_84@mail.ru, nikiforov.a.r.01@mail.ru

Аннотация: Проведены исследования ключевых признаков типичных ассоциаций формации (*Quercetea pubescentis* Doing-Kraft ex Scamoni et Passarge 1959) на ЮБК. Установлено, что в экологической структуре по спектру основных биоморф преобладают поликарпические травы, следующие позиции занимают полкустарнички и деревья. По распределению типов структуры наземных побегов выявлен паритет между полурозеточными и безрозеточными побегами, что свидетельствует о генетической гетерогенности ассоциаций в составе пушистодубовой формации. По признаку глубины залегания и типу структуры корневой системы доминируют глубокостержнекорневые виды растений. Выявлен общий для всех ассоциаций признак, который заключается в преобладании ксеромезофитов. Что касается других признаков (отношение к свету, основная биоморфа, типы побегов, структура корневой системы и её глубина), то с запада на восток по ЮБК наблюдаются флуктуации, обусловленные эдафическими факторами условий местопроизрастания. В этом же направлении отмечено снижение биоэкологических показателей в пушистодубовых ассоциациях. Определена их лесотипологическая классификация.

Ключевые слова: Южный берег Крыма, ассоциация, дуб пушистый, экологическая структура, лесная типология, флористический состав

Введение

Дуб пушистый (*Quercus pubescens* Willd.) является одной из главных лесообразующих пород лесов и редколесий Южного берега Крыма (ЮБК). Обычно под ЮБК подразумевают всю приморскую зону южного макросклона Главной гряды Крымских гор, от мыса Айя на западе до массива Кара-Даг на востоке, протяжённостью около 150 км и шириной в 2–8 км [Ена, Кострицкий, 1966]. Ряд учёных — географов и ботаников при выделении ЮБК используют географический (генетико-геоморфологический) критерий и обозначают этим названием регион, охватывающий приморскую часть южного макросклона Главной гряды Крымских гор протяжённостью 180 км вдоль побережья Чёрного моря: от мыса Фиолент на западе Крыма до мыса Ильи на востоке [Ена В. Г., Ена Ал. В., Ена Ан. В., 2009].

Исходя из этих мнений о размерах и границах ЮБК, исследования лесотипологических и экологических эталонных признаков формации дуба пушистого проводили в наиболее типичных лесных массивах *Q. pubescens* от Балаклавы на западе до горно-вулканического массива Кара-Даг на востоке ЮБК (рис. 1).

Доминирование и широкую экологическую амплитуду в древостоях нижнего пояса можжевеловых и дубовых гемиксерофильных лесов, ксерофитных редколесий и саванноидов [Станков, 1941; Малеев, 1948; Дидух, 1992] дубу пушистому обеспечивает гемиксерофитная экологическая природа и толерантность к условиям местного, субсредиземноморского аридного климата (с количеством осадков 300–400 мм в год и засушливым периодом в 2–3 месяца) и разнообразным по происхождению почвам, сформированным на магматических, метаморфических и осадочных горных породах и различающимся по типу, составу и свойствам: на изверженных и карбонатных

почвообразующих породах и продуктах их выветривания, красных, коричневых, мало- и средне-мощных, песчаных, глинистых, суглинистых, щебнистых, со слабо- или средневыраженным гумусовым горизонтом (более или менее плодородных) — на склонах разной крутизны и экспозиций (более или менее сухих) эрозионного и денудационного типов рельефа на высоте от 20 до 500 м над уровнем моря [Кочкин, 1967; Ларина, 1976]. В настоящее время в Крыму *Q. pubescens* в основном представлен многоствольной формой порослевого происхождения в составе вторичных шибляков, как следствие длительного периода использования этой породы в хозяйственных целях [Плугатарь, 2015].



Рис. 1. Ареал фитоценозов пушистодубовой формации на ЮБК [*Quercus pubescens* Willd.]

Дубовые леса на ЮБК выполняют важнейшие для региона экологические, водоохранные, склоноукрепляющие и санитарные функции, способствуют сохранению биоразнообразия и устойчивого функционирования природно-территориальных комплексов (ПТК) и экосистем. На сегодняшний день дубовые леса в Крыму занимают почти 142,0 тыс. га или 54,7 % от всей площади лесных насаждений. Насаждения *Q. pubescens* произрастают на площади 30,55 тыс. га и составляют 21,5 % от всех дубовых лесов Крыма. По типам лесорастительных условий сообщества с доминированием в древостое *Q. pubescens* формируются в восьми экотопах (лесоводственные шифры — В₀₋₁, С₀₋₂, и D₀₋₂), преимущественно распространены (19 669,9 га или 64,4 %) в условиях сухой судубравы [Плугатарь, 2015].

За последние 50 лет прослеживается характер сокращения площадей дубрав по всей территории Российской Федерации (РФ) [Ерусалимский, 2000]. В результате вторичных сукцессионных процессов, которые отмечены и на ЮБК [Корсакова, 2018], происходит смена дуба менее ценными лесными древесными породами, часто наблюдается аллогенная сукцессия, за которой следует полное разрушение природных лесных экосистем под влиянием антропогенного фактора [Плугатарь, 2003].

В опубликованных источниках имеются данные об экологической толерантности дубовых фитоценозов Горного Крыма, описаны экологические факторы, лимитирующие их развитие [Плугатарь, Пательбу, 2018; Корсакова, 2018; Плугатарь и др., 2019]. В частности, установлено, что с начала XXI века на высотах 100–200 м над уровнем моря для развития *Q. pubescens* критически важными экологическими факторами являются факторы климатопа. Оптимальные

экологические условия для развития дуба пушистого наблюдаются лишь на высоте 400 м над уровнем моря [Корсакова, 2018]. Проблема сокращения ареала благоприятных условий для развития дуба пушистого усиливается устойчивой тенденцией аридизации климата и сукцессионными процессами в насаждениях дуба пушистого в пределах высот 100–200 м над уровнем моря на ЮБК, что и обуславливает актуальность наших исследований. В этом контексте целью исследования было изучение специфики состава экоморф травяного яруса пушистодубовых сообществ в пределах высоты 100 м над уровнем моря в отношении светового и водного режимов и некоторых других биоэкологических признаков для выявления типологических и экологических особенностей произрастания *Q. pubescens* на ЮБК.

Методика исследования

После получения первичных данных по составу и биоэкологической структуре выбранных типичных ассоциаций на одной высоте над уровнем моря анализировали состояние насаждений и оценивали их лесотаксационные и экологические параметры.

Исследования структуры и состава ассоциаций пушистодубовой формации на ЮБК проводили по методике закладки пробных площадей в лесных насаждениях [Исиков, Плугатарь, Коба, 2014]. Пробные площади размером 0,25 га закладывали в наиболее типичных древостоях *Q. pubescens*. Изучали таксационную характеристику древесных ярусов [Изюмский, 1972]. Оценку жизненного состояния насаждения определяли по индексу В. А. Алексеева [Алексеев, 1997]. Средние величины дендрометрических показателей получали с использованием метода вариационной статистики [Лакин, 1990].

Фитоценологические описания травяного яруса проводили по методическим рекомендациям [Голубев, Корженевский, 1985]. На каждой пробной площади выполняли по 15 геоботанических описаний, по результатам описаний составляли общий список видов пробной площади. Исследования выполнялись с апреля по ноябрь 2023 г. Состав экобиоморф выясняли по классификации В. Н. Голубева, которая адаптирована к изучению растений флоры и растительных сообществ Крыма [Голубев, 1996]. Анализировали биоморфологические (по основной биоморфе, по структуре надземных побегов, глубине корневых систем) и экологические (по водному и световому режимам) признаки сообществ. Особенности лесорастительных условий оценивали исходя из видового состава и экологических характеристик видов, формирующих ассоциации в составе дубовой формации. В качестве основы для типологической классификации насаждений использована лесоводственно-экологическая классификация П. С. Погребняка и Д. В. Воробьева, оптимизированная в соответствии с условиями Крыма [Плугатарь, 2015]. По трофотопам местообитания подразделяли на: А (боры) — бедные, В (субори) — относительно бедные, С (сугрудки, судубравы) — относительно богатые и D (груды) — богатые; по гигротопам подразделяли на: очень сухие (0), сухие (1), свежие (2), влажные (3). Тип лесорастительных условий устанавливали с применением методики фитоиндикации [Воробьев, 1967].

Названия растений приведены по GBIF [*Magnoliopsida*].

Графические материалы выполнялись в MS EXCEL и MS VISIO. Координаты пробных площадей определяли при помощи навигатора Garmin Oregon 650.

Результаты и обсуждение

Пробная площадь (ПП) «Балаклава» (рис. 2). Координаты центра пробы — 44°30'05.6"N, 33°37'38.7"E. Высота над уровнем моря (ВНУМ) — 124 м. Состав насаждения*: 4Дп4Ясо2Клп (Ясо — *Fraxinus angustifolia* subsp. *oxycarpa* (M.Bieb. ex Willd.) Franco & Rocha Afonso; Клп — *Acer campestre* L.). В подлеске отмечены *Carpinus orientalis* Mill. и *Cornus mas* L. Сомкнутость полога — 0,7.

ПП «Ласпи» (рис. 2). Координаты центра пробы — 44°25'03.9"N, 33°43'07.9"E. ВНУМ — 108 м. Состав насаждения: 5Дп5Мжв + Фст (Мжв — *Juniperus excelsa* M.Bieb.; Фст — *Pistacia atlantica* Desf.). В подлеске: *Carpinus orientalis* и *Amelanchier ovalis* Medik., единично представлен *Juniperus deltoides* R.P.Adams. Сомкнутость полога — 0,6.

ПП «Мартьян» (рис. 2). Координаты центра пробы — 44°30'26"N, 34°14'38"E. ВНУМ — 102 м. Состав насаждения: 6Дп3Змл + Мжв, Ясм (Змл — *Arbutus andrachne* L.; Ясм — *Fraxinus ornus* L.). В подлеске отмечены: *Fraxinus ornus*, *Juniperus deltoides*, *Carpinus orientalis*, *Vupleurum fruticosum* L. и *Rhamnus alaternus* L. Сомкнутость полога — 0,6.

ПП «Кастель» (рис. 2). Координаты центра пробы — 44°38'21"N, 34°23'36"E. ВНУМ — 111 м. Состав насаждения: 5Дп3Дс2Яос. В подлеске: *Carpinus orientalis* и *Cornus mas*, единично произрастает *Juniperus deltoides*. Сомкнутость полога — 0,7.

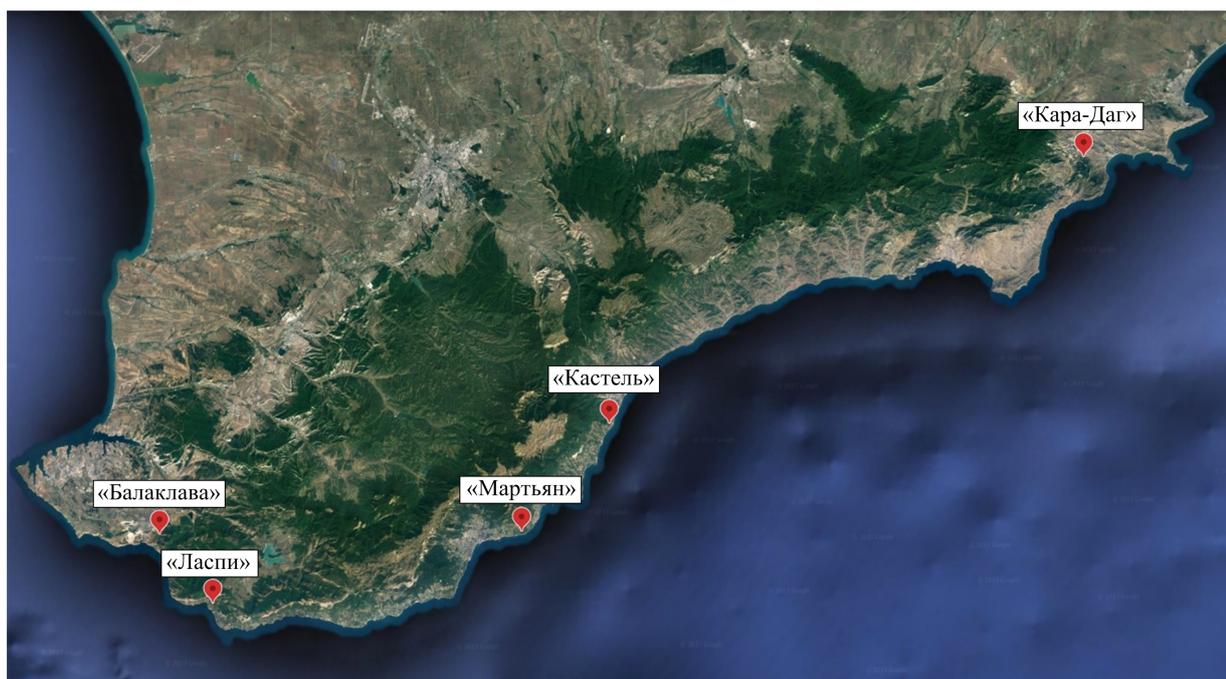


Рис. 2. Схема расположения пробных площадей пушистодубовых фитоценозов на ЮБК

ПП «Кара-Даг» (рис. 2). Координаты центра пробы — 44°57'43"N, 35°12'35"E. ВНУМ — 110 м. Состав насаждения: 10 Дп. В подлеске произрастают *Carpinus orientalis* и *Cornus mas*. Сомкнутость полога — 0,5.

Оценка современного состояния фитоценозов *Q. pubescens* на ЮБК свидетельствует, что в настоящее время они формируют преимущественно порослевые насаждения с невысокими биоэкологическими показателями (табл. 1).

* Дп — дуб пушистый; Дс — дуб скальный; Грб — граб восточный; Клп — клён полевой; Мжв — можжевельник высокий; Фст — фисташка туполистная; Змл — земляничник мелкоплодный; Ясм — ясень манный; Яос — ясень остроплодный.

Таблица 1

Таксационные характеристики насаждений *Quercus pubescens* Willd. на ЮБК

Пробная площадь	Состав насаждения	Высота <i>Quercus pubescens</i> , м	Диаметр ствола <i>Quercus pubescens</i> , см	Индекс состояния
		М ± s*	М ± s	
Балаклава	4Дп4Яос2Клп	12,0 ± 0,3	17,0 ± 0,9	2,9 ± 0,2
Ласпи	5Дп5Мжв + Фст	6,5 ± 0,5	13,0 ± 1,3	2,4 ± 0,1
Мартьян	6Дп4Змл + Мжв, Ясм	7,0 ± 0,4	14,5 ± 1,1	2,3 ± 0,1
Кастель	5Дп3Дс2Яос	7,5 ± 0,4	12,5 ± 1,0	2,7 ± 0,2
Кара-Даг	10 Дп	5,7 ± 0,6	13,0 ± 1,5	2,6 ± 0,2

Примечание к таблице: М — среднее значение, s — ошибка среднего значения.

В западной части ЮБК (ПП «Балаклава») средняя высота дуба пушистого составляет $12,0 \pm 0,3$ м, а диаметр ствола — $17,0 \pm 0,9$ см, индекс жизненного состояния — 2,9. Флористический состав растительного сообщества представлен 32 видами травяного яруса из 26 семейств (табл. 2). По признаку отношения к влаге здесь преобладают ксеромезофиты — 65,6 % (рис. 3). По отношению к световому режиму превалируют сциогелиофиты — 47,5 % (рис. 4).

На ПП «Ласпи» средняя высота насаждения составляет $6,5 \pm 0,5$ м, а диаметр ствола — $13,0 \pm 1,3$ см. Индекс жизненного состояния — 2,4. Флористический состав представлен 32 видами травяного яруса из 22 семейств (табл. 3). По признаку отношения к влаге также преобладают ксеромезофиты — 53,1 % (рис. 3). По признаку отношения к световому режиму на пробной площади доминируют сциогелиофиты (рис. 4) с большим процентом участия гелиофитов.

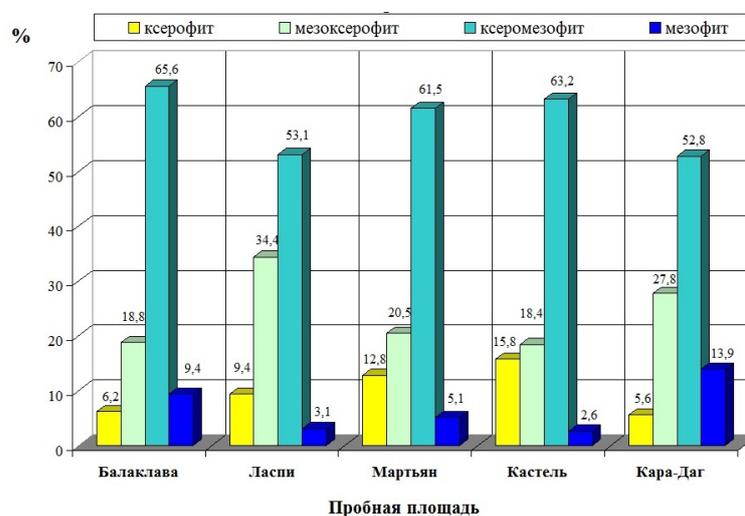


Рис. 3. Экологический спектр экоморф по водному режиму в фитоценозах *Quercus pubescens* Willd. на ЮБК

На ПП «Мартьян» средняя высота насаждений составляет $7,0 \pm 0,4$ м, диаметр — $14,5 \pm 1,1$ см. Здесь наблюдается самый низкий индекс жизненного состояния — 2,3. Предположительно, это вызвано негативными последствиями антропогенной эксплуатации территории до введения здесь заповедного режима в 1973 г. Флористический состав разнообразен: представлен 39 видами травяного яруса из 25 семейств (табл. 4). По признаку отношения к влаге преобладают ксеромезофиты (63,2 %). По признаку отношения к световому режиму на пробной площади отмечено наибольшее количество сциогелиофитов (рис. 4).

Таблица 2

Видовой состав растительности на пробной площади «Балаклава»

Виды	Обилие	Растения, характерные									
		для трофотопов				для гигротопов					
		А	В	С	Д	0	1	2	3	4	
<i>Ajuga orientalis</i> L.	1	x**	x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Althaea cannabina</i> L.	+			+	+	+	+				
<i>Bothriochloa ischaemum</i> (L.) Keng	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Bromus benekenii</i> (Lange) Trimen	+			+	+			+	+		
<i>Carex halleriana</i> Asso	+			+			+				
<i>Centaurea diffusa</i> Lam.	+		+	+		+	+				
<i>Centaurea sterilis</i> Stev.	+		+	+		+	+				
<i>Dactylis glomerata</i> L.	+			+	+		+	+			
<i>Dianthus capitatus</i> J.St.-Hil.	+		+	+			+				
<i>Dictamnus gymnostylis</i> Steven	+		+	+	+		+				
<i>Fragaria viridis</i> Duchesne ex Weston	+		+	+	+		+	+			
<i>Eryngium campestre</i> L.	+		+	+	+	+	+				
<i>Festuca callieri</i> (Hack.) Markgr.	+		+	+			+	+			
<i>Galium mollugo</i> L.	+		+	+	+		+	+	+		
<i>Hypericum perforatum</i> L.	+	+	+	+	+		+	+			
<i>Helianthemum oelandicum</i> subsp. <i>stevanii</i> Greuter & Burdet (Rupr. ex Juz. & Pozdeeva)	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Lotus herbaceus</i> (Vill.) Jauzein	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Paeonia daurica</i> Andrews	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Plantago lanceolata</i> L.	+		+	+				+			
<i>Poa sterilis</i> M.Bieb.	+			+			+	+			
<i>Sedum pallidum</i> M.Bieb.	+			+			+				
<i>Teucrium chamaedrys</i> L.	+	+	+	+			+	+			
<i>Turritis glabra</i> L.	+	+	+	+			+	+			
<i>Thymus roegneri</i> K.Koch	+			+			+	+			
<i>Viola odorata</i> L.	+			+	+		+	+			
<i>Quercus pubescens</i> Willd.	2		+	+	+	+	+	+			
<i>Carpinus orientalis</i> Mill.	2			+	+		+	+			
<i>Acer campestre</i> L.	1				+		+	+	+		
<i>Fraxinus angustifolia</i> subsp. <i>oxycarpa</i> (M.Bieb. ex Willd.) Franco & Rocha Afonso	+			+	+		+	+			
<i>Cornus mas</i> L.	+			+	+		+	+	+		
<i>Juniperus deltoides</i> R.P.Adams	+		+	+		+	+				
<i>Ruscus aculeatus</i> L.	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Всего в наличии видов		32	3	14	25	14	6	24	17	4	0

**Примечание к табл. 2–6: в литературе [Воробьев, 1967; Исиков, 2014] отсутствуют данные.

В центральной части произрастания *Q. pubescens* на ЮБК (ПП «Кастель») средняя высота насаждений составляет $7,5 \pm 0,4$ м, диаметр — $12,5 \pm 1,0$ см. Индекс жизненного состояния — 2,7. Флористический состав представлен 38 видами травяного яруса из 25 семейств (табл. 5). По признаку отношения к влаге преобладают ксеромезофиты (63,2 %). По признаку отношения к световому режиму на пробной площади отмечено наибольшее количество сциогелиофитов (рис. 4).

Таблица 3

Видовой состав растительности на пробной площади «Балаклава»

Виды	Обилие	Растения, характерные								
		для трофотопов				для гигротопов				
		A	B	C	D	0	1	2	3	4
<i>Achnatherum bromoides</i> (L.) P.Beauv.	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Aegonychon purpurea-coeruleum</i> Holub.	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Althaea cannabina</i> L.	+			+	+	+	+			
<i>Bothriochloa ischaemum</i> (L.) Keng	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Carex halleriana</i> Asso	+			+			+			
<i>Centaurea diffusa</i> Lam.	+		+	+		+	+			
<i>Centaurea sterilis</i> Stev.	+		+	+		+	+			
<i>Dactylis glomerata</i> L.	+			+	+		+	+		
<i>Dianthus capitatus</i> J.St.-Hil.	+		+	+			+			
<i>Dictamnus gymnostylis</i> Steven	+		+	+	+		+			
<i>Eryngium campestre</i> L.	+		+	+	+	+	+			
<i>Erysimum cuspidatum</i> (M.Bieb.) DC.	+			+		+	+	+		
<i>Festuca callieri</i> (Hack.) Markgr.	+		+	+			+	+		
<i>Galium mollugo</i> L.	+		+	+	+		+	+	+	
<i>Hypericum perforatum</i> L.	+	+	+	+	+		+	+		
<i>Helianthemum oelandicum</i> subsp. <i>stevenii</i> (Rupr. ex Juz. & Pozdeeva) Greuter & Burdet	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Ononis pusilla</i> L.	+			+		+	+			
<i>Melica ciliata</i> L.	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Lotus herbaceus</i> (Vill.) Jauzein	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Paeonia daurica</i> Andrews	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Plantago lanceolata</i> L.	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Poa sterilis</i> M.Bieb.	+			+			+	+		
<i>Teucrium chamaedrys</i> L.	+	+	+	+			+	+		
<i>Thymus roegneri</i> K.Koch	+			+			+	+		
<i>Teucrium polium</i> L.	+	+	+	+		+	+			
<i>Viola sieheana</i> W.Becker	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Quercus pubescens</i> Willd.	2		+	+	+	+	+	+		
<i>Juniperus excelsa</i> M.Bieb.	1		+	+		+	+			
<i>Juniperus deltooides</i> R.P.Adams	1		+	+		+	+			
<i>Carpinus orientalis</i> Mill.	2			+	+		+	+		
<i>Pistacia atlantica</i> Desf.	1			+	+	+	+			
<i>Amelanchier ovalis</i> Medik.	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Всего в наличии видов 32		3	13	22	9	11	22	10	1	0

В восточной части ареала на ЮБК *Q. pubescens* произрастает в явно деградирующих фитоценозах (ПП «Кара-Даг»), где зафиксированы наименьшие таксационные показатели: средняя высота $5,7 \pm 0,6$ м, средний диаметр — $13,0 \pm 1,5$ см, индекс жизненного состояния — 2,6. Следует отметить, что данная ПП находится на границе с буферной зоной заповедника, созданного 45 лет назад. Низкая сомкнутость крон является нормой для данной территории, что связано с особенностями климата восточной части ЮБК. Флористический состав представлен 36 видами травяного яруса из 26 семейств (табл. 6). По отношению к влаге, как и во всех исследуемых пробных площадях, доминируют ксеромезофиты (рис. 3). По характеристике светового режима в структуре фитоценоза гелиофиты увеличивают своё долевое участие по отношению к сциогелиофитам (рис. 4).

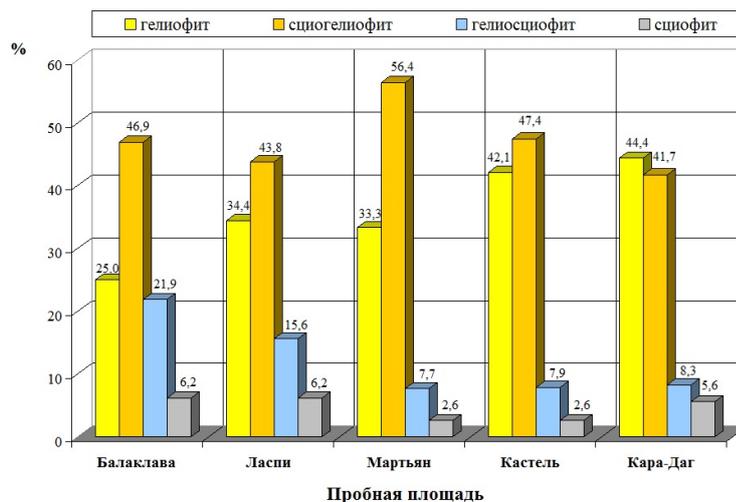


Рис. 4. Распределение травяного яруса фитоценозов *Quercus pubescens* Willd. на ЮБК по отношению к свету

Результаты исследований показали, что ассоциации пушистодубовой формации в западной части ЮБК отличается наиболее плотный полог верхнего яруса, а ассоциации восточнее — постепенное разрежение полога с минимумом в восточной части (ПП «Кара-Даг»). Столь стремительное ухудшение состояния экосистем дубового леса выглядит как аномалия, которая объясняется антропогенной трансформацией. В частности, проведённые в 1987 г. Е. Ф. Молчановым и другими учёными исследования уровня концентрации диоксида серы как основной фитотоксической атмосферной примеси в Крыму показали, что состояние загрязнения атмосферы соединениями серы в западной части ЮБК ниже, чем в центральной и восточной частях [Молчанов, Щербатюк, Голубева, 1987]. Следовательно, лесные экосистемы в западной части ЮБК не испытывают заметного неблагоприятного воздействия атмосферного загрязнения в отличие от фитоценозов в центральной и восточной частях ЮБК. В восточных частях ЮБК достигнут критический уровень загрязнения атмосферы диоксидом серы, при котором наступает хроническое повреждение лесных экосистем, в частности ассоциаций пушистодубовой формации.

По отношению к плодородию почвы большинство ценопопуляций травяного яруса в условиях произрастания дуба пушистого на ЮБК — типичные представители мезотрофов, следовательно, соответствуют лесорастительным условиям — сугрудам (С). По требовательности к водному режиму в экологическом спектре растений преобладают ксеромезофиты (табл. 2–6). Таким образом, в соответствии с классификацией лесорастительных условий эдафотопы исследованных пушистодубовых формаций относятся к сухим сугрудам (лесоводственный шифр — С₁), то есть характеризующимся относительно богатым плодородием и невысокой увлажнённостью почвы.

Анализ биоморфологической структуры травяного яруса показал, что на ЮБК (с запада на восток) по признаку основной биоморфы в фитоценозах *Quercus pubescens* наблюдается уменьшение доли участия полукустарничков (с 15,6–18,8 до 5,6 %) и многолетних или двулетних монокарпиков (с 12,5 до 8,2 %). Поликарпические травы и однолетники, напротив, увеличивают своё доленое участие в травяном ярусе, с 50,5 до 69,4 и с 3,1 до 5,6 % соответственно. В центральном месте произрастания формации *Q. pubescens* на ЮБК (мыс Мартьян и гора Кастель) отмечен наименьший процент видов поликарпических трав и наибольшее количество однолетников (25,6 и 21,1 %), они значительно усиливают своё присутствие по сравнению с западными и восточными участками, что обусловлено нарушениями целостности травяного покрова в результате активных геоморфологических процессов и антропогенного фактора (табл. 7).

Таблица 4

Видовой состав растительности на пробной площади «Мартьян»

Виды	Обилие	Растения, характерные								
		для трофотопов				для гигротопов				
		A	B	C	D	0	1	2	3	4
<i>Achnatherum bromoides</i> (L.) P.Beauv.	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Anthriscus caucalis</i> M.Bieb.	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Arenaria serpyllifolia</i> L.	+	+	+	+			+			
<i>Avena sterilis</i> subsp. <i>ludoviciana</i> (Durieu) Nyman	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Bromus sterilis</i> L.	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Carex halleriana</i> Asso	+			+			+			
<i>Coronilla scorpioides</i> (L.) Koch	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Cerastium brachypetalum</i> subsp. <i>tauricum</i> (Spreng.) Murb.	+		+				+			
<i>Crucianella latifolia</i> L.	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Diplotaxis tenuifolia</i> (L.) DC.	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Dianthus marschallii</i> Schischk.	+			+			+			
<i>Dactylis glomerata</i> L.	1			+	+		+	+		
<i>Erysimum cuspidatum</i> (M.Bieb.) DC.	+			+		+	+	+		
<i>Galium mollugo</i> L.	+		+	+	+		+	+	+	
<i>Geranium robertianum</i> L.	+			+	+			+	+	
<i>Festuca rupicola</i> Heuff.	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Fibigia clypeata</i> (L.) Medik.	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Lepidium graminifolium</i> L.	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Ononis pusilla</i> L.	+			+		+	+			
<i>Papaver dubium</i> L.	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Poa sterilis</i> M.Bieb.	+			+			+	+		
<i>Silene latifolia</i> subsp. <i>alba</i> (Mill.) Greuter & Burdet	+		+	+			+	+		
<i>Seseli dichotomum</i> Pall. ex M.Bieb.	+		+	+			+			
<i>Medicago minima</i> (L.) L.	+			+			+	+		
<i>Veronica chamaedrys</i> L.	+		+	+			+	+		
<i>Verbena officinalis</i> L.	+				+				+	+
<i>Quercus pubescens</i> Willd.	3		+	+	+	+	+	+		
<i>Fraxinus ornus</i> L.	1			+			+			
<i>Arbutus andrachne</i> L.	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Juniperus excelsa</i> M.Bieb.	1		+	+		+	+			
<i>Juniperus deltoides</i> R.P.Adams	+		+	+		+	+			
<i>Pistacia atlantica</i> Desf.	+			+	+	+	+			
<i>Carpinus orientalis</i> Mill.	+			+	+		+	+		
<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>pallasiana</i> (Lamb.) Holmboe	+	+	+	+	+		+	+		
<i>Hippocrepis emerus</i> (L.) Lassen	+				+					+
<i>Bupleurum fruticosum</i> L.	2		+			+	+			
<i>Ruscus aculeatus</i> L.	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Cistus tauricus</i> C.Presl	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Rhamnus alaternus</i> L.	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Всего в наличии видов 39		2	11	20	9	7	21	11	3	2

Таблица 5

Видовой состав растительности на пробной площади «Кастель»

Виды	Обилие	Растения, характерные								
		для трофотопов				для гигротопов				
		А	В	С	Д	0	1	2	3	4
<i>Achnatherum bromoides</i> (L.) P.Beauv.	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Arenaria serpyllifolia</i> L.	+	+	+	+			+			
<i>Brachypodium distachyon</i> (L.) P.Beauv.	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Bromus sterilis</i> L.	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Bromus madritensis</i> L.	+			+			+			
<i>Bellevalia lipskyi</i> (Miscz.) Wulff.	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Bromus japonicus</i> Thunb.	+			+			+			
<i>Bombycilaena erecta</i> (L.) Smoljan.	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Carex halleriana</i> Asso	+			+			+			
<i>Coronilla scorpioides</i> (L.) Koch	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Crucianella latifolia</i> L.	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Convolvulus cantabrica</i> L.	+		+	+	+		+			
<i>Cistus creticus</i> subsp. <i>eriocephalus</i> (Viv.) Greuter & Burdet	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Crocus angustifolia</i> Weston	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Dictamnus albus</i> L.	+		+	+	+		+			
<i>Diplotaxis tenuifolia</i> (L.) DC.	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Dianthus marschallii</i> Schischk.	+			+			+			
<i>Dactylis glomerata</i> L.	1			+	+		+	+		
<i>Galium mollugo</i> L.	+		+	+	+		+	+	+	
<i>Erysimum cuspidatum</i> (M.Bieb.) DC.	+			+		+	+	+		
<i>Festuca rupicola</i> Heuff.	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Fibigia clypeata</i> (L.) Medik.	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Jasminum fruticans</i> L.	1		+	+		+	+			
<i>Ononis pusilla</i> L.	+			+		+	+			
<i>Poa bulbosa</i> L.	+	+	+	+			+	+		
<i>Poa sterilis</i> M.Bieb.	+			+			+	+		
<i>Silene latifolia</i> subsp. <i>alba</i> (Mill.) Greuter & Burdet	+		+	+			+	+		
<i>Seseli dichotomum</i> Pall. ex M.Bieb.	+		+	+			+			
<i>Teucrium chamaedrys</i> L.	+	+	+	+	+		+	+		
<i>Teucrium polium</i> L.	+	+	+	+		+	+			
<i>Thymus roegneri</i> K.Koch	+			+			+	+		
<i>Viola odorata</i> L.	+			+	+		+	+		
<i>Quercus pubescens</i> Willd.	2		+	+	+	+	+	+		
<i>Carpinus orientalis</i> Mill.	+			+	+		+	+		
<i>Juniperus deltoides</i> R.P.Adams	1		+	+		+	+	+		
<i>Pistacia atlantica</i> Desf.	1			+	+	+	+			
<i>Cornus mas</i> L.	+			+	+		+	+	+	
<i>Ruscus aculeatus</i> L.	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Всего в наличии видов 38		4	12	25	10	7	25	13	2	0

Таблица 6

Видовой состав растительности на пробной площади «Кара-Даг»

Виды	Обилие	Растения, характерные									
		для трофотопов				для гигротопов					
		A	B	C	D	0	1	2	3	4	
<i>Aegonychon purpurea-coeruleum</i> Holub.	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Agrimonia eupatoria</i> L.	+		+	+	+		+	+			
<i>Allium rotundum</i> L.	+		+				+				
<i>Althaea cannabina</i> L.	+			+	+	+	+				
<i>Asparagus officinalis</i> L.	+			+	+	+	+	+			
<i>Bothriochloa ischaemum</i> (L.) Keng	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Bupleurum falcatum</i> subsp. <i>cernuum</i> (Ten.) Arcang.	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Carex halleriana</i> Asso	+			+			+				
<i>Centaurea diffusa</i> Lam.	+		+	+		+	+				
<i>Centaurea sterilis</i> Stev.	+		+	+		+	+				
<i>Clinopodium vulgare</i> L.	+		+	+			+	+			
<i>Conringia orientalis</i> (L.) C.Presl	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Dactylis glomerata</i> L.	+			+	+		+	+			
<i>Dianthus capitatus</i> J.St.-Hil.	+		+	+			+				
<i>Dictamnus albus</i> L.	+		+	+	+		+				
<i>Elymus repens</i> (L.) Gould	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Eryngium campestre</i> L.	+		+	+	+	+	+				
<i>Festuca callieri</i> (Hack.) Markgr.	+		+	+			+	+			
<i>Galium mollugo</i> L.	+		+	+	+		+	+	+		
<i>Hypericum perforatum</i> L.	+	+	+	+	+		+	+			
<i>Helianthemum salicifolium</i> (L.) Mill.	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Linaria genistifolia</i> (L.) Mill.	+	+	+				+				
<i>Linum nervosum</i> Waldst. & Kit.	+			+				+			
<i>Melica ciliata</i> L.	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Paeonia daurica</i> Andrews	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Paeonia tenuifolia</i> L.	+		+	+			+	+			
<i>Ornithogalum ponticum</i> Zahar.	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Stachys cretica</i> L.	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Stipa capillata</i> L.	+		+	+	+	+	+				
<i>Teucrium chamaedrys</i> L.	+	+	+	+			+	+			
<i>Teucrium polium</i> L.	+	+	+	+			+	+			
<i>Vincetoxicum scandens</i> Sommier & Levier	+	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Quercus pubescens</i> Willd.	4		+	+	+	+	+	+			
<i>Carpinus orientalis</i> Mill.	2			+	+		+	+			
<i>Cornus mas</i> L.	+			+	+		+	+	+		
<i>Paliurus spina-christi</i> Mill.	+			+	+	+	+				
Всего в наличии видов 38		4	17	23	13	9	24	13	2	0	

По структуре надземных побегов, с запада на восток, наблюдается незначительное снижение числа видов с розеточными побегами, растения с безрозеточным побегом немного увеличивают своё доленое участие (с 53,1 до 55,6 %), что характерно для субсредиземноморских сообществ. По признаку структуры корневой системы видов травяного яруса, от западных местопроизрастаний к восточным, отмечено снижение и увеличение долей стержнекорневых и кистекоорневых видов соответственно. В спектре биоморф по глубине залегания корневой системы, с запада на восток, выявлена тенденция к увеличению процента видов с корневой системой глубокого залегания (с 68,8 до 72,2 %). Также отмечено снижение (с 28,1 до 19,5 %) доли видов со средней глубиной залегания корневой системы.

Таблица 7

Биоморфологическая структура флоры фитоценозов *Quercus pubescens* Willd. на Южном берегу Крыма

Признаки	Количество видов (доля видов, %)				
	Пробные площади				
	Батилиман	Ласпи	Мартьян	Кастель	Кара-Даг
Основная биоморфа					
Дерево	5 (15,6)	5 (15,6)	8 (20,5)	4 (10,5)	2 (5,6)
Кустарник	1 (3,1)	1 (3,1)	4 (10,3)	3 (7,9)	2 (5,6)
Полукустарничек	5 (15,6)	6 (18,8)	3 (7,7)	6 (15,8)	2 (5,6)
Поликарпическая трава	16 (50,0)	16 (50,0)	12 (30,8)	15 (39,5)	25 (69,4)
Многолетний или двулетний монокарпик	4 (12,5)	4 (12,5)	2 (5,1)	2 (5,3)	3 (8,2)
Однолетник	1 (3,1)	0 (0,0)	10 (25,6)	8 (21,1)	2 (5,6)
Структура надземных побегов					
Безрозеточные	17 (53,1)	16 (50,0)	18 (46,2)	16 (42,1)	20 (55,6)
Полурозеточные	12 (37,5)	14 (43,8)	20 (51,3)	18 (47,4)	13 (36,1)
Розеточные	3 (9,4)	2 (6,2)	1 (2,6)	4 (10,5)	3 (8,3)
Структура корневой системы					
Стержнекорневая	21 (65,6)	22 (68,8)	30 (76,9)	23 (60,5)	20 (55,6)
Кистекоорневая	11 (34,4)	10 (31,2)	9 (23,1)	15 (39,5)	16 (44,4)
Глубина залегания корневой системы					
Короткая	1 (3,1)	1 (3,1)	8 (20,5)	10 (26,3)	3 (8,3)
Средняя	9 (28,1)	6 (18,8)	7 (17,9)	7 (18,4)	7 (19,5)
Глубокая	22 (68,8)	25 (78,1)	24 (61,5)	21 (55,3)	26 (72,2)

К видам, присутствующим во всех исследованных ассоциациях с доминированием *Quercus pubescens* в пределах высот 100–120 м над уровнем моря, которые могут быть растениями-эдификаторами сухой судубравы на ЮБК, относятся: *Althaea cannabina* L., *Bothriochloa ischaemum* (L.) Keng, *Carex halleriana* Asso, *Centaurea diffusa* Lam., *Centaurea sterilis* Stev., *Dactylis glomerata* L., *Eryngium campestre* L., *Festuca callieri* (Hack.) Markgr., *Galium mollugo* L., *Hypericum perforatum* L., *Paeonia daurica* Andrews и *Teucrium chamaedrys* L.

Выводы

Показатели биоэкологических характеристик насаждений дуба пушистого на ЮБК снижаются по мере удаления от западного ареала местопроизрастания к границе зоны распространения, расположенной восточнее. Низкие значения таксационных характеристик в местах произрастания восточной части ЮБК обусловлены аллогенной сукцессией.

Во всех исследованных фитоценозах по признаку отношения к влаге доминируют ксеромезофиты. Долевое участие ксерофитов увеличивается от западной к центральной части ЮБК и уменьшается в восточном направлении.

На высотах 100–150 м над уровнем моря в условиях аридного климата ЮБК в экологической структуре травяного яруса по признаку отношения к свету выявлена тенденция к увеличению количества гелиофитов в направлении с запада на восток, что обусловлено эдафическими факторами условий местопроизрастаний.

В спектре основных биоморф в ассоциациях пушистодубовой формации (*Quercetea pubescentis*) на Южном берегу Крыма преобладают поликарпические травы, далее располагаются полукустарнички и деревья. По распределению типов структуры наземных побегов наблюдается паритет между полурозеточными и безрозеточными побегами, что свидетельствует

о генетической гетерогенности ассоциаций в составе пушистодубовой формации. По признаку глубины залегания и типу структуры корневой системы доминируют глубокостержнекорневые виды растений.

По глубине залегания корневой системы, с запада на восток, выявлена тенденция к увеличению доли видов с корневой системой глубокого залегания.

Пушистодубовые фитоценозы на ЮБК в пределах высот 100–150 м над уровнем моря произрастают в условиях сухого сугрудка (судубравы).

Выделено 12 видов травяного яруса, присутствующих во всех исследованных сообществах с участием *Quercus pubescens*, которые могут быть использованы растениями-эдификаторами сухой судубравы на ЮБК для этих фитоценозов.

Список литературы

1. Алексеев В. А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. – 1997. – № 4. – С. 51–57.
2. Воробьев Д. В. Методика лесотипологических исследований. – 2-е изд., испр. и доп. – Киев : Урожай, 1967. – 388 с.
3. Голубев В. Н. Биологическая флора Крыма. – 2-е изд. – Ялта : Никит. ботан. сад, 1996. – 125 с.
4. Голубев В. Н., Корженевский В. В. Методические рекомендации по геоботаническому изучению и классификации растительности Крыма / Никит. ботан. сад. – Ялта : ГНБС, 1985. – 37 с.
5. Дидух Я. П. Растительный покров горного Крыма: (структура, динамика, эволюция и охрана). – Киев : Наук. думка, 1992. – 251 с.
6. Ена В. Г., Ена Ал. В., Ена Ан. В. Краткий географический словарь Крыма. – Симферополь : Бизнес-Информ, 2009. – 262 с.
7. Ена В. Г., Кострицкий М. Е. Крымский полуостров : геогр. очерк. – Симферополь : Крым, 1966. – 63 с. – (Природа Крыма).
8. Ерусалимский В. И. Как сохранить дубравы? // Лесное хозяйство. – 2000. – № 5. – С. 13–15.
9. Изюмский П. П. Таксация тонкомерного леса. – Москва : Лес. пром-сть, 1972. – 88 с.
10. Исиков В. П., Плугатарь Ю. В., Коба В. П. Методы исследований лесных экосистем Крыма. – Симферополь : АРИАЛ, 2014. – 252 с.
11. Корсакова С. П. Оценка экологического режима местообитаний растений в условиях изменения климата // Труды Карадагской научной станции им. Т. И. Вяземского – природного заповедника РАН. – 2018. – Вып. 4. – С. 26–33. – <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/9816>
12. Кочкин М. А. Почвы, леса и климат горного Крыма и пути их рационального использования. – Москва : Колос, 1967. – 366 с. – (Научные труды / ВАСХНИЛ, Гос. Никит. ботан. сад ; т. 38).
13. Лакин Г. Ф. Биометрия. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Высш. шк., 1990. – 352 с.
14. Ларина Т. Г. Флора и растительность заповедника «Мыс Мартьян» // Труды / ВАСХНИЛ, Гос. Никит. ботан. сад. – Ялта : ГНБС, 1976. – Т. 70. – С. 45–61.
15. Малеев В. П. Растительность южного Крыма // Труды Государственного Никитского ботанического сада им. В. М. Молотова. – Симферополь : Крымиздат, 1948. – Т. 25, вып. 1/2. – С. 29–48.
16. Молчанов Е. Ф., Щербатюк Л. К., Голубева И. В. Изучение природных экосистем Крыма и проблема оптимизации окружающей среды // Сборник научных трудов / ВАСХНИЛ, Гос. Никит. ботан. сад. – Москва : Колос, 1987. – Т. 101. – С. 12–23.
17. Плугатарь Ю. В. Леса Крыма : монография. – Симферополь : АРИАЛ, 2015. – 368 с.
18. Плугатарь Ю. В. Степень устойчивости дуба пушистого (*Quercus pubescens* Willd.) и дуба скального (*Q. petraea* Liebl.) к условиям засухи и проблема обновления порослевых дубрав в Крыму // Экосистемы, их оптимизация и охрана / Таврич. нац. ун-т им. В. И. Вернадского. – Симферополь : ТНУ, 2003. – Вып. 13. – С. 64–68.

19. Плугатарь Ю. В., Коба В. П., Пательбу В. В., Сахно Т. М. Ценотическая структура дубовых насаждений нижнего пояса южного макросклона Главной гряды Крымских гор // Экосистемы. – 2019. – № 20. – С. 30–37.
20. Плугатарь Ю. В., Пательбу В. В. Результаты фитоиндикации условий экотопов скальнодубовых фитоценозов Горного Крыма на тренде рекреации // Экосистемы. – 2018. – № 15. – С. 61–66.
21. Станков С. С. Еще о географической изменчивости можжевельниковых лесов Южного Крыма между Ласпи и Карадагом // Ботанический журнал СССР. – 1941. – Т. 26, № 2/3. – С. 162–171.
22. *Magnoliopsida* // GBIF. Global Biodiversity Information Facility : site. – URL: <https://www.gbif.org/species/220> (access date 12.01.2024).
23. *Quercus pubescens* Willd. // GBIF. Global Biodiversity Information Facility : site. – URL: <https://www.gbif.org/species/2881283> (access date 16.01.2024).

**FEATURES OF THE ECOLOGICAL AND FOREST TYPOLOGICAL STRUCTURE
OF ASSOCIATIONS OF THE PUBESCENT OAK FORMATION (*QUERCETEA
PUBESCENTIS*) ON THE SOUTHERN COAST OF THE CRIMEA**

Papelbu V. V., Nikiforov A. R.

*Nikitsky Botanical Garden — National Scientific Centre, Yalta, Russian Federation,
e-mail: serb_84@mail.ru, nikiforov.a.r.01@mail.ru*

Abstract: The key features of typical associations of the formation (*Quercetea pubescentis* Doing-Kraft ex Scamoni et Passarge 1959) on the Southern Coast of the Crimea (SCC) have been studied. It was found that polycarpic grasses predominate in the ecological structure according to the spectrum of the main biormorphs, the following positions are occupied by semi-shrubs and trees. According to the distribution of types of structure of above ground shoots, parity was revealed between semi-rosette and non-rosette shoots, which indicates the genetic heterogeneity of associations in the composition of the pubescent oak formation. Based on the depth of occurrence and the type of structure of the root system, deep-rooted plant species dominate. The signs common to all associations were revealed, which consist in the predominance of xeromesophytes. In relation to other features (relation to light, main biormorph, types of shoots, structure of the root system and its depth), fluctuations are observed from west to east along the SCC due to edaphic factors of the growing conditions. In the same direction, a decrease in bioecological indicators was noted in pubescent oak associations. Their forest typological classification has been determined.

Keywords: Southern Coast of the Crimea, association, pubescent oak, ecological structure, forest typology, floral composition

Сведения об авторах

Пательбу Владимир Владимирович кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории лесоведения ФГБУН «Никитский ботанический сад — Национальный научный центр РАН», Никитский спуск, 52, пгт Никита, Ялта, 298648, Российская Федерация, serb_84@mail.ru

Никифоров Александр Ростиславович кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией природных экосистем ФГБУН «Никитский ботанический сад — Национальный научный центр РАН», Никитский спуск, 52, пгт Никита, Ялта, 298648, Российская Федерация, nikiforov.a.r.01@mail.ru

*Поступила в редакцию 03.06.2024 г.
Принята к публикации 03.09.2024 г.*

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АКТИВНОСТИ АМИНОТРАНСФЕРАЗ В ГОНАДАХ ЧЕРНОМОРСКИХ РЫБ ИЗ ПРИБРЕЖНЫХ АКВАТОРИЙ Г. СЕВАСТОПОЛЯ ***Чеснокова И. И., Скуратовская Е. Н., Чекмарева Т. М.***ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН»,
г. Севастополь, Российская Федерация,
e-mail: chekmareva@ibss-ras.ru*

Аннотация: Проведён сравнительный анализ активности аминотрансфераз (аланинаминотрансферазы (АЛТ), аспаргатаминотрансферазы (АСТ)) в гонадах четырёх черноморских видов рыб — морского ерша *Scorpaena porcus* Linnaeus, 1758, смариды *Spicara flexuosum* Rafinesque, 1810, кефали сингиля *Chelon auratus* (Risso, 1810), ласкиря *Diplodus annularis* (Linnaeus, 1758), отловленных в двух прибрежных акваториях г. Севастополя (б. Александровская, б. Карантинная). Активность АЛТ варьировала в пределах от 0.040 ± 0.005 до 0.210 ± 0.020 мкмоль/час*мг. Наиболее высокие значения активности фермента обнаружены в семенниках морского ерша и яичниках смариды. Активность АСТ изменялась в пределах от 0.025 ± 0.005 до 0.300 ± 0.050 мкмоль/час*мг. Максимальные значения активности фермента установлены в гонадах морского ерша. Выявлены половые различия активности ферментов. У самцов морского ерша, кефали сингиля и ласкиря активность аминотрансфераз была выше, чем у самок. Для смариды обнаружена обратная тенденция. Установлено увеличение активности ферментов в гонадах смариды, сингиля и ласкиря из Александровской бухты по сравнению с соответствующими показателями этих видов рыб из б. Карантинной. Полученные результаты могут быть использованы для мониторинга состояния рыб и среды их обитания.

Ключевые слова: аминотрансферазы, гонады, рыбы, Чёрное море, антропогенное воздействие

Введение

Прибрежные морские акватории характеризуются высоким биологическим разнообразием. Здесь происходит нерест многих видов рыб, их рост и развитие на ранних стадиях онтогенеза. В то же время эти районы в наибольшей степени подвержены антропогенному воздействию, поскольку туда осуществляется слив коммунальных сточных вод, сбросы сточных вод сельскохозяйственных и промышленных предприятий, морского транспорта и ливневой канализации, сток речных вод. Совершенно очевидно, что обитатели прибрежных акваторий морей и океанов подвергаются негативному воздействию разных видов хозяйственной деятельности человека, что приводит к развитию у них стрессовых состояний и нарушениям нормальных процессов жизнедеятельности [Руднева, 2016; Грузинов и др., 2019; Riechers et al., 2021].

Последствия стресса, вызванного загрязнением среды обитания, проявляются на разных уровнях биологической организации — от субклеточного до популяционного. При этом информативными показателями ранних патологических изменений в организме рыб в условиях загрязнения являются показатели молекулярных защитных систем и окислительного стресса, а также параметры, характеризующие процесс воспроизводства. В этом отношении информация о состоянии гонад гидробионтов в загрязнённых акваториях и поиск маркеров, характеризующих их функционирование, представляет несомненный интерес для выяснения влияния антропогенного воздействия на процессы репродукции [Tancioni et al., 2015; El-Shenawy et al., 2021].

* Работа выполнена в рамках темы государственного задания ФИЦ ИнБЮМ РАН «Биоразнообразие как основа устойчивого функционирования морских экосистем, критерии и научные принципы его сохранения», № 124022400148-4.

Особый вред нормальному развитию гонад рыб наносят коммунальные сточные воды, содержащие как естественные эстрогены, так и ксенобиотики. Химическая структура многих из них имеет сходство с половыми гормонами животных [Goksøyr, 2006]. В результате попадания этих веществ в организм происходит повреждение репродуктивной системы рыб, что проявляется в уменьшении количества половых клеток, объёма и массы гонад, нарушении структуры половых продуктов и сроков их созревания, гонадной атрезии, аномалиях сперматогенеза и оогенеза, замедлении процессов созревания гамет, инверсии пола и увеличении числа гермафродитных особей в популяциях. Патологические изменения в гонадах приводят к аномалиям развития эмбрионов и личинок рыб, негативно влияют на естественное воспроизводство популяций [Овен, 2004; Puy-Azurmendi et al., 2013; Bizarro et al., 2014; Beyer et al., 2016; Bashir et al., 2022; Rohani, 2023]. В связи с этим можно заключить, что показатели репродуктивной системы рыб могут быть использованы в качестве индикаторов химического загрязнения акваторий.

Выраженным патологиям генеративной ткани предшествуют изменения биохимических параметров, которые могут служить биомаркерами ранних повреждений репродуктивной системы. Таким показателем может служить активность аминотрансфераз — ферментов, связывающих воедино белковый и углеводный обмен, являющихся непосредственными участниками как роста и развития всего организма гидробионтов, так и созревания гонад.

Целью настоящей работы явилось исследование активности аминотрансфераз в гонадах четырёх черноморских видов рыб — морского ерша *Scorpaena porcus* Linnaeus, 1758, смариды *Spicara flexuosum* Rafinesque, 1810, кефали сингиля *Chelon auratus* (Risso, 1810), ласкиря *Diplodus annularis* (Linnaeus, 1758), обитающих в акваториях г. Севастополя с различным уровнем антропогенной нагрузки.

Материал и методы

Рыб отлавливали в Карантинной и Александровской бухтах г. Севастополя в период с декабря 2013 г. по февраль 2014 г.

Бухта Александровская является частью большой Севастопольской бухты и характеризуется по содержанию поллютантов в донных осадках как одна из наиболее загрязнённых бухт города. Это обусловлено тем, что б. Севастопольская является полузамкнутой акваторией с затруднённым водообменом, которая длительное время подвергается интенсивному антропогенному воздействию. Прибрежная акватория Карантинной бухты — зона экологической реабилитации вод, так как, несмотря на наличие аварийного выпуска хозяйственно-бытовых сточных вод, в ней осуществляется интенсивный водообмен с прилегающей частью моря, а уровни токсикантов существенно ниже, чем в Александровской бухте [Руднева, 2016].

В лаборатории проводили биологический анализ рыб, включающий определение общей и стандартной длины, массы рыбы, массы гонад, пола, стадии зрелости гонад [Правдин, 1966]. Исследовали особей в возрасте 3–4 года, гонады которых находились на стадии покоя (64 экз. морского ерша, 58 экз. смариды, 48 экз. кефали сингиля, 45 экз. ласкиря). В гонадах определяли активность аланинаминотрансферазы (АЛТ), аспартатаминотрансферазы (АСТ) с использованием стандартных наборов реактивов АЛТ-РФ-ОЛЬВЕКС, АСТ-РФ-ОЛЬВЕКС.

Результаты обрабатывали статистически, вычисляли среднее значение и ошибку средней, достоверность различий между выборками определяли с применением критерия Манна — Уитни.

Результаты и обсуждение

Активность АЛТ в гонадах исследуемых видов рыб варьировала в пределах от 0.040 ± 0.005 до 0.21 ± 0.02 мкмоль/час*мг. Наиболее высокие значения активности фермента обнаружены в семенниках морского ерша и яичниках смариды. Активность АЛТ в гонадах самцов из обеих бухт превышала соответствующие величины у самок, за исключением смариды, где отмечена противоположная тенденция у рыб из б. Александровской (рис. 1).

Не обнаружено различий активности фермента в гонадах рыб из Александровской и Карантинной бухт, за исключением смариды. Активность АЛТ у самок и самцов смариды из Александровской бухты была достоверно выше ($p \leq 0.05$) по сравнению с аналогичными показателями рыб из б. Карантинной (рис. 1).

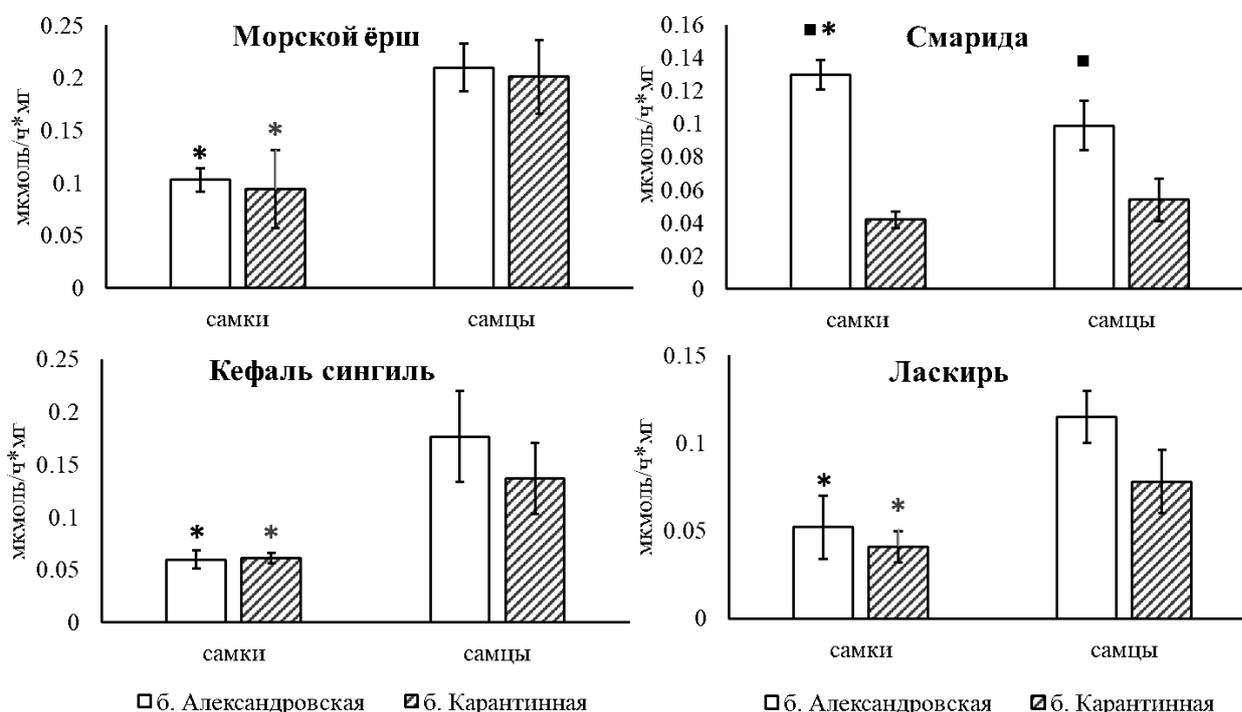


Рис. 1. Активность аланинаминотрансферазы в половых железах черноморских рыб ($M \pm m$); * — различия достоверны по сравнению с показателями самцов; ■ — то же по сравнению с показателями рыб из Карантинной бухты ($p \leq 0.05$)

Активность АСТ в гонадах рыб варьировала в пределах от 0.025 ± 0.005 до 0.30 ± 0.05 мкмоль/час*мг. Максимальные значения активности фермента установлены в семенниках и яичниках морского ерша. Активность фермента у самок морского ерша и ласкиря была ниже, чем у самцов ($p \leq 0.05$). У смариды отмечена противоположная тенденция: активность фермента была выше у самок, чем у самцов из обеих бухт. У кефали сингиля активность АСТ была выше у самцов из Александровской бухты по сравнению с показателями самок, тогда как у рыб из Карантинной бухты выявлена противоположная тенденция. Активность АСТ у самок и самцов смариды и ласкиря, самцов кефали сингиля из Александровской бухты была достоверно выше ($p \leq 0.05$) по сравнению с показателями рыб из б. Карантинной (рис. 2).

Таким образом, установлены определённые межвидовые и половые различия активности аминотрансфераз в гонадах рыб из двух районов исследования.

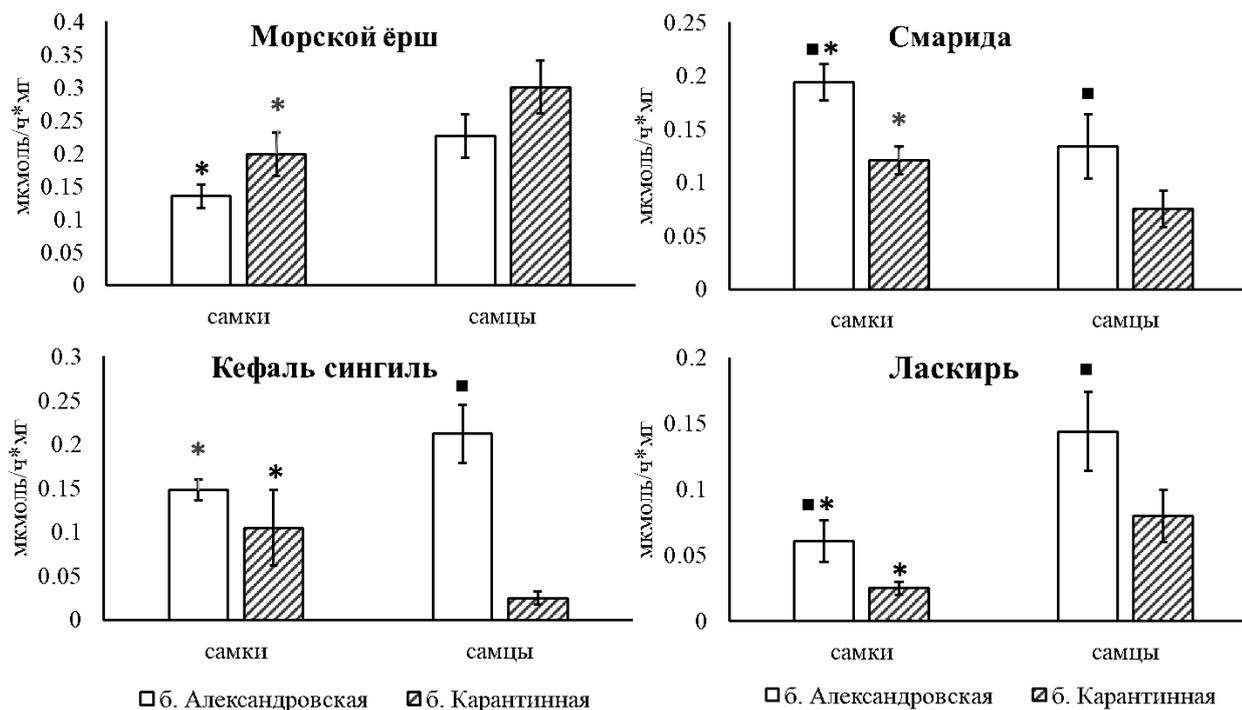


Рис. 2. Активность аспаратаминотрансферазы в половых железах черноморских рыб ($M \pm m$); * — различия достоверны по сравнению с показателями самцов; ■ — то же по сравнению с показателями рыб из Карантинной бухты ($p \leq 0.05$)

Антропогенное загрязнение среды обитания вызывает разнообразные нарушения нормального функционирования организма, в том числе вызывает серьёзные отклонения в процессе репродукции [Arukwe, 2001; Solé, Mañanós, Blázquez, 2016]. Накопленные данные междисциплинарных исследований позволяют выделить самостоятельное направление, именуемое «репродуктивной токсикологией» [Arukwe, 2001]. Рыбы в данном случае являются удобной моделью для исследования механизмов формирования половых и репродуктивных отклонений, поскольку имеют достаточно короткий жизненный цикл, что позволяет анализировать не только быстрые эффекты, но и долговременные последствия. В основном нарушения процессов воспроизводства в природных популяциях связывают с влиянием эндокринных дизрапторов — экзогенных веществ или смесей, которые изменяют функции эндокринной системы, что негативно влияет на здоровье организма, его потомство и популяцию в целом. Эти вещества могут быть как синтетическими (детергенты, лекарства, косметические средства, ретарданты, пестициды и т. д.), так и натуральными (гормоны людей и животных, фито- и микоэстрогены), попадающими в окружающую среду с коммунальными, промышленными и сельскохозяйственными стоками. Механизмы действия этих веществ на всех уровнях биологической организации вида в настоящее время активно изучаются [Goksøyr, 2006]. Действие любого из этих веществ, а также их сочетание приводит к молекулярным, биохимическим и клеточным изменениям, проявляющимся в нарушении гаметогенеза, сдвиге его сроков, снижении качества гамет как следствии иммунной супрессии, а также повреждении или полном блокировании синтеза необходимых ферментов, обеспечивающих нормальное функционирование половых желез [Arukwe, 2001; Solé, Mañanós, Blázquez, 2016]. К таким ферментам следует отнести аминотрансферазы, участвующие в регуляции белкового и углеводного обмена, что важно для обеспечения нормального формирования половых продуктов.

В настоящем исследовании обнаружены выраженные видовые и половые отличия активности аминотрансфераз в гонадах рыб. Активность АЛТ в гонадах самцов из обеих бухт превышала соответствующие величины у самок, за исключением смариды, для которой установлена противоположная тенденция. Существенные половые различия активности ферментов в гонадах были обнаружены и другими исследователями. Так, например, активность ацетилхолинэстеразы и карбоксилэстеразы была выше у самцов двух видов камбал — *Solea solea* и *Solea senegalensis*, отловленных в разных районах Средиземного моря [Solé, Mañanós, Blázquez, 2016]. Ранее также были показаны межвидовые вариации половых различий активности антиоксидантных ферментов в гонадах костистых и хрящевых рыб Чёрного моря. При этом активность супероксиддисмутазы и пероксидазы у большинства исследуемых видов костистых рыб была выше в семенниках, нежели в яичниках, тогда как активность каталазы и глутатионредуктазы имела противоположную тенденцию [Руднева, 1995]. Были установлены значительные различия активности фермента второй фазы трансформации глутатион-S-трансферазы в гонадах черноморских рыб, при этом наиболее высокая активность отмечена в гонадах смариды [Rudneva et al., 2010].

В меньшей степени различия активности аминотрансфераз были выражены в гонадах рыб, отловленных в разных бухтах. В то же время у самок и самцов смариды из Александровской бухты активность АЛТ и АСТ превышала соответствующие показатели рыб из Карантинной бухты. Активность АСТ у самок и самцов ласкиря и самцов кефали сингиля была также достоверно выше в Александровской бухте, характеризующейся более высоким уровнем комплексного загрязнения. Увеличение активности аминотрансфераз является ответной реакцией на изменение состояния гонад в неблагоприятных условиях и направлено на поддержание нормального функционирования половых желез, что выражается в усилении синтеза белков и, следовательно, росте потребности в различных аминокислотах. Таким образом, условия жизни в двух акваториях также оказывают влияние на биохимические процессы, протекающие в половых железах. Однако отсутствие отличий активности аминотрансфераз в гонадах донного оседлого вида — морского ерша из двух бухт может быть связано с его высокой устойчивостью к загрязнению и наличием механизмов, направленных на защиту репродуктивной системы в условиях хронического загрязнения прибрежных акваторий.

Полученные данные согласуются с результатами других исследователей, которые показали влияние загрязнения на биохимические параметры в гонадах рыб. Активность глутатионтрансферазы в гонадах камбал, отловленных в загрязнённом районе, существенно превышала аналогичные показатели рыб из относительно чистых акваторий [Solé, Mañanós, Blázquez, 2016]. Снижение содержания белка в гонадах рыб под действием загрязняющих веществ показано у мешкожаберного сома (*Heteropneustes fossilis* (Bloch, 1794)) [Mishra, Khatri, 2015] и у пятнистого змееголова (*Channa punctatus* (Bloch, 1793)) [Srivastava, Verma, 2009]. Исследования нильской теляпии *Oreochromis niloticus* показали существенное увеличение (в 2 раза) концентрации свободных аланина и аспарагиновой кислоты в гонадах самок и самцов из акваторий, загрязнённых тяжёлыми металлами, нефтью и сточными водами, по сравнению с особями из относительно чистого района [Matta et al., 2007]. В гонадах нильской теляпии, отловленной в районах сброса промышленных, бытовых и сельскохозяйственных отходов, обнаружено повышенное содержание тяжёлых металлов, увеличение уровня перекисного окисления липидов, активности супероксиддисмутазы и каталазы [El-Shenawy et al., 2021].

Выводы

Таким образом, результаты проведённых исследований позволили заключить, что активность аминотрансфераз имеет выраженные видовые и половые особенности у четырёх изученных костистых видов рыб Чёрного моря. У самцов морского ерша, кефали сингиля и ласкиря активность аминотрансфераз была выше, чем у самок. Однако для смариды обнаружена обратная тенденция. Установлено увеличение активности ферментов в гонадах смариды, сингиля и ласкиря из Александровской бухты по сравнению с аналогичными показателями этих видов рыб из б. Карантинной. Полученные данные могут быть использованы для анализа состояния рыб в прибрежных морских акваториях, подверженных влиянию разных видов антропогенного воздействия, оценки его последствий для прибрежной ихтиофауны, а также могут дополнить информацию о половых различиях в биохимических процессах, протекающих в гонадах самок и самцов рыб.

Список литературы

1. Грузинов В. М., Дьяков Н. Н., Мезенцева И. В., Мальченко Ю. А., Жохова Н. В., Коршенко А. Н. Источники загрязнения прибрежных вод Севастопольского района // *Океанология*. – 2019. – Т. 59, № 4. – С. 579–590. – <https://doi.org/10.31857/S0030-1574594579-590>
2. Овен Л. С. Специфика развития половых клеток морских рыб в период размножения как показатель типа нереста и реакции на условия среды обитания / *Всерос. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва и океанографии*. – Москва : ВНИРО, 2004. – 188 с. – <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/11942>
3. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / под ред. П. А. Дрягина, В. В. Покровского. – 4-е изд., перераб и доп. – Москва : Пищ. пром-сть, 1966. – 376 с.
4. Руднева И. И. Соотношение процессов перекисного окисления липидов и антиоксидантной активности в гонадах хрящевых и костистых рыб Чёрного моря // *Украинский биохимический журнал*. – 1995. – Т. 67, № 5. – С. 72–79.
5. Руднева И. И. Экотоксикологические исследования прибрежной черноморской ихтиофауны в районе Севастополя / под ред. И. И. Рудневой ; Ин-т мор. биол. исслед. им. А. О. Ковалевского РАН ; Рос. фонд фундам. исслед. – Москва : ГЕОС, 2016. – 360 с. – <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/9279>
6. Arukwe A. Cellular and molecular responses to endocrine-modulators and the impact on fish reproduction // *Marine Pollution Bulletin*. – 2001. – Vol. 42, iss. 8. – P. 643–655. – [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(01\)00062-5](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(01)00062-5)
7. Bashir W., Sultana S., Sultana T., Al-Misned F., Riaz M. N. Histopathology unveiling the structural damage in gonads of *Catla catla* due to freshwater contamination // *Journal of King Saud University-Science*. – 2022. – Vol. 34, iss. 8. – Art. 102369. – <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2022.102369>
8. Beyer J., Trannum H. C., Bakke T., Hodson P. V., Collier T. A. Environmental effects of the Deepwater Horizon oil spill : a review // *Marine Pollution Bulletin*. – 2016. – Vol. 110, iss. 1. – P. 28–51. – <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.06.027>
9. Bizarro C., Ros O., Vallejo A., Prieto A., Etxebarria N., Cajaraville M. P., Ortiz-Zarragoitia M. Intersex condition and molecular markers of endocrine disruption in relation with burdens of emerging pollutants in thicklip grey mullets (*Chelon labrosus*) from Basque estuaries (South-East Bay of Biscay) // *Marine Environmental Research*. – 2014. – Vol. 96. – P. 19–28. – <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2013.10.009>

10. El-Shenawy N. S., Gad EL-Hak H. N., Ghobashy M. A., Mansour M. A., Soliman M. F. M. Using antioxidant changes in liver and gonads of *Oreochromis niloticus* as biomarkers for the assessment of heavy metals pollution at Sharkia province, Egypt // *Regional Studies in Marine Science*. – 2021. – Vol. 46. – Art. 101863. – <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2021.101863>
11. Goksøyr A. Endocrine disruptors in the marine environment: mechanisms of toxicity and their influence on reproductive processes in fish // *Journal of Toxicology and Environmental Health*. Pt A. – 2006. – Vol. 69, iss. 1/2. – P. 175–184. – <https://doi.org/10.1080/15287390500259483>
12. Matta C. A., Kheirallah A.-M. M., Abdelmeguid N. E., Abdel-Moneim A. M. Effects of water pollution in Lake Mariut on gonadal free amino acid composition in *Oreochromis niloticus* Fish // *Pakistan Journal of Biological Sciences*. – 2007. – Vol. 10, iss. 8. – P. 1257-1263. – <https://doi.org/10.3923/pjbs.2007.1257.1263>
13. Mishra K., Khatri A. Alteration in protein and glucose level in the ovary of a fresh water catfish *Heteropneustes fossilis* (Bloch) exposed to textile dyes // *International Journal of Research – GRANTHAALAYAH*. – 2015. – Vol. 3, iss. 9. – P. 1–4. – <https://doi.org/10.29121/granthaalayah.v3.i9SE.2015.3128>
14. Puy-Azurmendi E., Ortiz-Zarragoitia M., Villagrana M., Kuster M., Aragón P., Atienza J., Puchades R., Maquieira Á., Domínguez C., López de Alda M., Fernandes D., Porte C., Bayona J. M., Barceló D., Cajaraville N. P. Endocrine disruption in thicklip grey mullet (*Chelon labrosus*) from the Urdaibai Biosphere Reserve (Bay of Biscay, Southwestern Europe) // *Science of the Total Environment*. – 2013. – Vol. 443. – P. 233–244. – <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.10.078>
15. Riechers M., Brunner B. P., Dajka J.-C., Duşu I. A., Lübker H. M., Manlosa A. O., Sala J. M., Schaal T., Weidlich S. Leverage points for addressing marine and coastal pollution : a review // *Marine Pollution Bulletin*. – 2021. – Vol. 167. – Art. 112263. – <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112263>
16. Rohani M. F. Pesticides toxicity in fish: histopathological and hemato-biochemical aspects : a review // *Emerging Contaminants*. – 2023. – Vol. 9, iss. 3. – Art. 100234. – <https://doi.org/10.1016/j.emcon.2023.100234>
17. Rudneva I. I., Kuzminova N. S., Skuratovskaya E. N., Kovyreshina T. B. Comparative study of Glutathione-S-transferase activity in tissues of some Black Sea teleosts // *International Journal of Science and Nature*. – 2010. – Vol. 1, iss 1. – P. 1–6.
18. Solé M., Mañanós E., Blázquez M. Vitellogenin, sex steroid levels and gonadal biomarkers in wild *Solea solea* and *Solea senegalensis* from NW Mediterranean fishing grounds // *Marine Environmental Research*. – 2016. – Vol. 117. – P. 63–74. – <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2016.03.010>
19. Srivastava N., Verma H. Alterations in biochemical profile of liver and ovary in zinc-exposed fresh water murrel, *Channa punctatus* (Bloch) // *Journal of Environmental Biology*. – 2009. – Vol. 30, iss. 3. – P. 413–416.
20. Tancioni L., Caprioli R., Al-Khafaji A. H. D., Mancini L., Boggione C., Ciccotti E., Cataudella S. Gonadal disorder in the Thinlip grey mullet (*Liza Ramada*, Risso 1827) as a biomarker of environmental stress in surface waters // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. – 2015. – Vol. 12, iss. 2. – P. 1817–1833. – <https://doi.org/10.3390/ijerph120201817>

COMPARATIVE ANALYSIS OF AMINOTRANSFERASE ACTIVITIES IN THE GONADS OF THE BLACK SEA FISH FROM SEVASTOPOL COASTAL AREAS

Chesnokova I. I., Skuratovskaya E. N., Chekmareva T. M.

A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS, Sevastopol, Russian Federation,
e-mail: chekmareva@ibss-ras.ru

Abstract: A comparative analysis of aminotransferase (alanine aminotransferase (ALT), aspartate aminotransferase (AST)) activities was performed in the gonads of four Black Sea fish species: European black scorpionfish *Scorpaena porcus* Linnaeus, 1758, picarel *Spicara flexuosum* Rafinesque, 1810, golden grey mullet *Chelon auratus* (Risso, 1810), and annular seabream *Diplodus annularis* (Linnaeus, 1758) caught in two coastal regions of Sevastopol (Aleksandrovsкая Bay, Karantinnaya Bay). It was established that ALT activity varied from 0.040 ± 0.005 to 0.210 ± 0.020 $\mu\text{mol}/\text{hour} \cdot \text{mg}$. The highest enzyme activity values were detected in the testes of black scorpionfish and ovaries of picarel. AST activity ranged from 0.025 ± 0.005 to 0.300 ± 0.050 $\mu\text{mol}/\text{hour} \cdot \text{mg}$. Maximum values of enzyme activity were found in the gonads of European black scorpionfish. Also, it was revealed sex differences in enzyme activities. In males of European black scorpionfish, golden grey mullet, and annular seabream activity of aminotransferases was higher compared to females, contrastingly it was higher in picarel females. An increase in enzyme activities was observed in the gonads of the picarel, golden grey mullet, and annular seabream from Aleksandrovsкая Bay compared to Karantinnaya Bay. The results obtained can be useful to monitor the state of fish and their habitats.

Keywords: aminotransferases, gonads, fish, Black Sea, anthropogenic impact

Сведения об авторах

Чеснокова Ирина Игоревна	кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН», просп. Нахимова, 2, Севастополь, 299011, Российская Федерация, chii@ibss-ras.ru
Скуратовская Екатерина Николаевна	кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН», просп. Нахимова, 2, Севастополь, 299011, Российская Федерация, skuratovskaya@ibss-ras.ru
Чекмарева Татьяна Михайловна	кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, научный сотрудник, ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН», просп. Нахимова, 2, Севастополь, 299011, Российская Федерация, chekmareva@ibss-ras.ru

Поступила в редакцию 07.10.2024 г.
Принята к публикации 01.11.2024 г.

ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ ЗУБАРИКА *DIPLODUS PUNTAZZO* (СЕТТИ, 1784): ОБЗОР *

Поспелова Н. В.¹, Маркова В. С.², Чекмарева Т. М.¹, Белогурова Р. Е.^{1,2}

¹ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН»,

г. Севастополь, Российская Федерация,

²Научно-исследовательский центр пресноводной и солоноватоводной гидробиологии — филиал ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН»,

г. Севастополь, Российская Федерация,

e-mail: nv.pospelova@ibss-ras.ru

Аннотация: На сегодняшний день морское рыбоводство в черноморских водах России практически отсутствует. Рынок России открыт для новых рыбных продуктов, поэтому внедрение объектов марикультуры на базе местных видов или видов-вселенцев весьма актуально. Одним из таких видов может быть зубарик обыкновенный *Diplodus puntazzo* (Cetti, 1784), который с успехом выращивают более 30 лет в черноморском регионе Турции и странах Средиземноморья. Целью настоящей работы было проанализировать особенности спектра питания зубарика *D. puntazzo* на разных стадиях жизненного цикла в природных условиях и в условиях аквакультуры. Представлены особенности внешнего и внутреннего строения зубарика в связи с всеядностью. В спектр питания *D. puntazzo* входят как растительные (макрофиты), так и животные объекты (преимущественно беспозвоночные), что свидетельствует о хороших кормовых адаптационных способностях вида и избирательности питания. Эти качества благоприятно влияют на процесс выращивания зубарика в аквакультуре. В условиях разведения при кормлении зубарика используют коловраток, науплии артемии, комбикорма. Поскольку при коммерческом культивировании значительная доля затрат приходится на корм, большое число исследований по варьированию состава кормов для зубарика в лабораторных условиях указывает на возможность выбора экономически эффективного способа выращивания в условиях Северного Причерноморья.

Ключевые слова: аквакультура, зубарик, кормовая база, Чёрное море, планктон, бентос

Введение

По оценкам ООН, население мира к 2050 году увеличится до 9,6 и к 2100 году – до 10,2 миллиардов человек [World Population ...]. С ростом населения Земли вырастет и спрос на продовольствие. Для развития здорового поколения требуется больше источников белка, и наиболее ценным является белок морского происхождения. Морепродукция характеризуется высоким содержанием незаменимых аминокислот и полиненасыщенных жирных кислот. Аквакультура может внести значительный вклад в обеспечение такими продуктами, учитывая, что объём мирового производства аквакультуры в настоящее время превышает объёмы продукции рыболовства [The State of World Fisheries ... , 2022]. Эта отрасль активно развивается, в том числе за счёт диверсификации культивируемых видов.

В России, несмотря на то что её берега омывают 13 морей, вклад аквакультуры в общее производство отечественной рыбопродукции не превышает 7–8 % [Макоедов и др., 2023]. Российский сектор Азово-Черноморского бассейна, с учётом того что Азовское море с 2022 г. приобрело статус внутреннего моря России, имеет значительный производственный потенциал для развития

*Работа выполнена в рамках темы государственного задания НИЦ пресноводной и солоноватоводной гидробиологии — филиала ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН» «Оценка и развитие рыбохозяйственного потенциала перспективных районов Северного Причерноморья» и в рамках государственного задания ФИЦ ИнБЮМ по теме «Биоразнообразие как основа устойчивого функционирования морских экосистем, критерии и научные принципы его сохранения» (№ гос. регистрации 124022400148-4).

марикультуры. На сегодняшний день морское рыбоводство в черноморских водах России практически отсутствует [Скляр и др., 2013; Вялова, 2019], тогда как на Черноморском побережье Турции выращивают европейского сибаса (*Dicentrarchus labrax*), радужную форель (*Oncorhynchus mykiss*), дораду (*Sparus aurata*) [Massa et al., 2021]. Поэтому рынок России открыт для новых рыбных продуктов, а внедрение новых объектов марикультуры на базе местных видов или видов-вселенцев очень актуально.

Одним из таких видов может быть зубарик обыкновенный *Diplodus puntazzo* (Cetti, 1784), который с успехом выращивают более 30 лет в черноморском регионе Турции [Aydın, Özdemir, 2021] и странах Средиземноморья [Papandroulakis, 2004]. Он характеризуется большой привлекательностью для потребителей, высокой рыночной ценой, лёгкой адаптацией к содержанию в неволе, удовлетворительными показателями роста в условиях аквакультуры, аналогичными характеристикам дорады [Coutinho et al., 2012].

Поскольку затраты на кормление составляют до 50 % от общей суммы расходов на предприятиях интенсивной аквакультуры [Piedecausa et al., 2007], для выращивания новых видов необходимым условием является изучение кормовой базы перспективного для культивирования объекта. Относительно *D. puntazzo* существуют некоторые вопросы питания, связанные с недостатком знаний о пищевых потребностях и последовательности кормления [Boglione et al., 2003].

Цель работы: на основе имеющихся литературных данных проанализировать пищевой спектр и пищевое поведение зубарика *Diplodus puntazzo* на разных стадиях жизненного цикла в природных условиях и в условиях аквакультуры.

Особенности биологии зубарика в связи с потребляемой пищей

В работе [Болтачев, Карпова, 2012] вид отнесён к морским оседлым придонным пелагофилам (рис. 1).



Рис. 1. *D. puntazzo* в лабораторном аквариуме ФИЦ ИнБЮМ, длина — 124 мм, возраст — 1 год

Согласно подводным наблюдениям, зубарик выбирает одиночный образ жизни и искусно скрывается среди камней, расселин скал, в подводных пещерах. Взрослые особи предпочитают обитать на глубине до 60 метров, молодь — до 20 метров. Его можно встретить в устьях рек, лиманах и лагунах. *Diplodus puntazzo* — эвритермный вид, широко распространённый в восточной части Атлантического океана (от Бискайского залива до Сьерра-Леоне, Канарских островов и Кабо-Верде), а также в Средиземноморском бассейне (Адриатическое, Эгейское, Мраморное моря) и Чёрном море [García et al., 2011; Aydın, Özdemir, 2021].

Считается, что численность *D. puntazzo* в Чёрном море невысока, он редко встречается в местах, подходящих для промышленного вылова. У черноморских берегов Турции (в частности, возле Трабзона) зубарик активно выращивают в морских садках [Болтачев, Карпова, 2017]. В морях Средиземноморского бассейна это также один из наиболее важных объектов марикультуры.

Зубарик является всеядной рыбой. Строение его ротового аппарата позволяет ему использовать разные виды пищи: на обеих челюстях спереди — по 8 направленных вперёд, узких, длинных зубов, крайние из них более короткие, со скошенным назад режущим краем, сбоку, с каждой стороны, ещё около 18 мелких, заострённых зубов [Бердиева, Кузьминова, 2013]. Острые зубы помогают ему сгрызать водоросли с камней, а также прокусывать защитные покровы беспозвоночных, коренные зубы служат для измельчения ракообразных, моллюсков. Кишечник зубарика длиннее, чем у других видов *Diplodus*, что является приспособлением к питанию «малоперевариваемыми» организмами, такими как водоросли и губки [Болтачев, Карпова, 2017; Sala, Ballesteros, 1997]. Это помогает ему выживать среди скал, где меньше простора для охоты, но больше видовое разнообразие гидробионтов на небольших участках. При исследовании влияния морфологии молодёжи разных видов рыб рода *Diplodus* на пищевые предпочтения показано, что большая ширина рта у *D. puntazzo* подразумевает большой диапазон размеров добычи. Это указывает на способность к избирательности в питании и более высокую эффективность хищника в ловле и поедании пищи [Ventura et al., 2017]. Молодь *D. puntazzo* имеет дисковидную форму тела и округлую голову со смещённым кончиком рта, что позволяет мальку лучше маневрировать на мелководье каменистых субстратов для охоты на мелкую бентосную добычу [Webb, 1984; Ventura et al., 2017].

Личинки *D. puntazzo* при переходе на экзогенное питание уже имеют полный набор необходимых пищеварительных ферментов для переваривания и усвоения питательных веществ, содержащихся в живой пище [Savona, Tramati, Mazzola, 2011]. У личинок зубарика пищеварительный тракт через 4 дня после вылупления (к первому экзогенному кормлению) уже разделён на 5 сегментов (ротовая полость, пищевод, первичный желудок, средняя кишка и задняя кишка), а также функционируют поджелудочная железа, печень и желчный пузырь. К 30-му дню личинки достигают зрелости своих пищеварительных функций для перехода к всеядности [Micale et al., 2010].

Пищевой спектр зубарика на разных стадиях онтогенеза в естественной среде обитания

Согласно классификации рыб по функциональным группам на основе их трофности [Stergiou, Karpouzi, 2002], взрослые особи *Diplodus puntazzo* — это всеядный вид с предпочтением растительной пищи (трофический уровень (TРОPH) 2,45–2,7) [Chaouch et al., 2013].

В первые 4–14 дней личинка питается за счёт желточного мешка. За это время у неё формируется рот. К тому моменту, когда рот открывается, рацион личинок *D. puntazzo* состоит из микроорганизмов — фито- и зоопланктона. В стадии малька *D. puntazzo* продолжает употреблять в пищу зоопланктон. Наиболее подходящими для питания являются артемии и другие мелкие ракообразные. Однако уже на втором месяце жизни зубарик начинает проявлять интерес к более крупным видам [Болтачев, Карпова, 2017].

Молодь зубарика продолжает питаться планктонными и бентосными микроорганизмами, а также личинками других рыб. Помимо этого, в возрасте трёх месяцев данный вид уже переходит ко «взрослому» типу питания — моллюскам, ракообразным, мелким видам рыб. Молодые особи также охотно поедают медуз аурелий (*Aurelia aurita*). Кроме того, *D. puntazzo* не пренебрегает более мелкими организмами и некоторыми видами водорослей, которые в дикой природе растут на прибрежных скалах и подводных камнях. С этого субстрата зубарик сгрызает водоросли своими хорошо развитыми резцами, благодаря которым ему и было дано русскоязычное название [Болтачев, Карпова, 2017]. Таким образом, к первому полугодю жизни у *D. puntazzo* формируется тот рацион, которого он придерживается на протяжении всей дальнейшей жизни.

Однако имеются некоторые особенности пищевого спектра зубарика из разных мест обитания. В желудках молоди зубарика (длина особей 13–77 мм) из Эгейского моря доминировали ракообразные (70–80 % от суммарного веса потреблённой пищи), значительно меньшую долю составляли водоросли (8–9 %), кольчатые черви (6–7 %) и моллюски (4–5 %) [Altin et al., 2015] (табл. 1).

Таблица 1

Пищевые предпочтения *Diplodus puntazzo* из разных мест обитания (на основе исследований содержимого пищеварительного тракта)

Район	Длина особей, см	Объекты питания		Ссылка
		основные	второстепенные	
Эгейское море	1,3–7,7	ракообразные	водоросли, кольчатые черви, моллюски	Altin et al., 2015
Адриатическое море	15–24	макрофиты, Porifera, Bivalvia, Ophiuroidea	Anthozoa, Hydrozoa, Polychaeta, Amphipoda	Dulcic et al., 2006
Адриатическое море	24–41	макрофиты, Porifera, Bivalvia, Anthozoa	Polychaeta, Hydrozoa, Ophiuroidea	Dulcic et al., 2006
Средиземное море, залив Габес	12–26	морские травы, макроводоросли, нитчатые (Cyanoprocariota), Mollusca	Porifera, Tunicata, Echinodermata, Crustacea, Annelida, Teleostei	Chaouch et al., 2013
Балеарское море	28–36	Algae, Porifera, Anthozoa	Hydrozoa, Polychaeta, Bivalvia	Sala, Ballesteros, 1997
Средиземное море, залив Сидра	12–34	Crustacea, Cephalopoda, Algae (Chlorophyta)	Polychaeta, Bivalvia, Gasteropoda, детрит	Saleh, El-Mor, 2015
Центральная часть Средиземного моря	до 1,2	Copepoda, Amphipoda, Polychaeta	Isopoda, Gnathiidae, Chironomidae	Ventura et al., 2017
Чёрное море (район Севастополя)	0,8–1,8	Copepoda	Amphipoda	Синюкова, 1971
Чёрное море (побережье Турции)	22–41	Rapana ovoteca	Algae <i>Cystoseira</i> sp., <i>Ulva</i> sp.	Aydin, Saglam, 2019

В пищевом комке взрослых особей *D. puntazzo* из Чёрного и Средиземного морей были идентифицированы растения, губки, оболочники, мшанки, асцидии, коралловые полипы, кишечнополостные, иглокожие, ракообразные, кольчатые черви, моллюски и костистые рыбы. При этом доминирующим по численности источником пищи были растения, по биомассе — двустворчатые моллюски, тогда как другие объекты были второстепенными. Из растений в спектр питания зубарика входят морские травы *Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa*, макроводоросли *Caulerpa prolifera*, *Hypnea* sp., а также нитчатые цианобактерии *Lyngbia* sp. [Dulčić et al., 2006; Chaouch et al., 2013].

Наиболее важным кормовым объектом *D. puntazzo* из Морского заповедника островов Медес (Испания) были водоросли, а также губки и книдарии. Эти группы составляли 72 % общего веса содержимого желудка. Водоросли были обнаружены в желудках всех обследованных особей, а губки — только у 81 % рыб. Из водорослей зубарик в первую очередь поедает зелёные *Flabellia petiolata*, бурые *Lomentaria ercegovicii*, красные *Rhodomenia ardissoni* и *Peyssonnelia* spp. [Sala, Ballesteros, 1997]. Основную группу пищи для *Diplodus puntazzo* с побережья Бенгази (Восточная Ливия) формировали ракообразные наряду с головоногими моллюсками и зелёными водорослями. Ракообразные составили 40,1 % по объёму состава основной части рациона, который был представлен небольшими креветками и крабами, тогда как головоногие (22,1 %) и зелёные водоросли (*Ulva* spp. и *Enteromorpha* spp.) (17,7 %) находились на втором месте по важности. Группу второстепенных пищевых объектов составили двустворчатые и брюхоногие

моллюски (5,2 %), полихеты (1,1 %), а также детрит (13,7 %) [Saleh, El-Mor, 2015]. Вентура с соавторами (2017) изучали пищевые предпочтения и связь морфологических признаков тела со спектром питания у молоди четырёх видов рыб из рода *Diplodus* с юго-восточного побережья острова Джильо (центральная часть Средиземного моря). Исследователи отметили, что молодь *D. puntazzo* имеет самые высокие значения трофического разнообразия содержимого желудков, а рацион питания на 90 % состоял из бентосных видов гидробионтов. Основную добычу составляли копеподы, амфиподы и полихеты — обитатели твёрдых субстратов. Из планктонных организмов в спектр питания зубарика входили эктопаразиты — гнатиды. Растительная пища в желудках молоди этого вида не обнаружена. По мере взросления (длина тела более 12 мм) спектр питания расширялся за счёт зелёных и красных водорослей. На питание молоди зубарика эктопаразитическими копеподами указывает и Мариани (2001). Данный факт свидетельствует о том, что вид выполняет функции рыб-чистильщиков. Это косвенно подтверждается обнаружением чешуи кефалевых и спаровых в желудках молоди *D. puntazzo* наряду с экземплярами *Caligus* sp. — эктопаразитами указанных семейств.

Исследования питания *D. puntazzo* в Чёрном море единичны. В работе Синюковой (1971) показано, что мальки зубариков размером от 8 до 17 мм питались в основном копеподами и амфиподами. Указано также на высокое видовое разнообразие потреблённой пищи — до 15 таксонов зоопланктонных организмов. Суточные рационы молоди зубарика в экспериментальных условиях варьировали от 16 до 28 % веса тела [Синюкова, 1971]. В 2017 г. впервые было показано, что в спектр питания зубарика в Чёрном море входят кладки брюхоногого моллюска-вселенца *Rapana venosa*, причём в летний период оводки рапаны были основной пищей. Второстепенными объектами питания были бурые и зелёные водоросли [Aydin, Saglam, 2019].

Питание в условиях аквакультуры

В Средиземноморье в последние годы разведение *Diplodus puntazzo* проводилось с использованием технологий разведения и протоколов питания, разработанных для европейского морского окуня и дорады. Корм для личинок зубарика рекомендуется составлять из коловраток (70 % — *Brachionus rotundiformis* и 30 % — *B. plicatilis*) и микроводорослей (*Nannochloropsis* sp., *Chlorella* sp. и *Isochrysis* sp.). Кроме того, зубарика подходят *Artemia nauplii* (с 15-х до 24-х суток развития) и *Artemia metanauplii* (с 25-х суток и до конца выращивания). На стадии малька можно начинать приучать его к мотылю и другим некрупным бентосным организмам, не имеющим крепких внешних покровов, а молодь зубарика можно начинать кормить кусочками кальмара, мидий, каракатиц [Çoban et al., 2012].

На сицилийской рыбоводческой ферме кормом для личинок с 0 по 16-й день служили коловратки (*Brachionus plicatilis*), до 30-го дня — науплии *Artemia* sp., а с 31-го дня — экстрадированный комбикорм [Savona, Tramati, Mazzola, 2011].

В экспериментальных работах в Италии, при исследовании функционирования холецистокнин-иммунореактивных клеток в кишечнике, личинок зубарика с 3-го по 25-й день кормили коловратками (*Brachionus plicatilis*), обогащёнными микроводорослями (*Isochrysis* sp., *Tetraselmis* sp. и *Chlorella* sp.), и коммерческим кормом (DNA Protein Selco, INVE SA, Бельгия). Начиная с 18-го дня добавляли науплии артемии и коммерческий корм. С 30-го дня личинок полностью переводили на коммерческий корм [Micale et al., 2010].

Поскольку для личинок рыб основным источником энергии являются аминокислоты, исследована биодоступность этих соединений для личинок зубарика в возрасте 5, 9, 12, 17, 25 и 35 дней после вылупления [Saavedra et al., 2007]. Обнаружена более эффективная усвояемость изолейцина, лейцина и валина, меньшая эффективность была показана для аланина, глутамата и аспартата. Гистидин лимитировал рост и выживаемость личинок на 4-й день после вылупления при кормлении коловратками, треонин — на 12-й, 25-й и 35-й день.

Для определения потребности зубарика в белке в лабораторных условиях были составлены рационы с использованием рыбной муки и рыбьего жира в качестве источников белка и липидов. Показано, что для максимального увеличения веса оптимальная потребность этого вида в белке составляет 42,9 % [Coutinho et al., 2012]. При этом известно, что *D. puntazzo* не может эффективно использовать высокие уровни липидов (выше 12 %). При постоянном содержании белка (44 %) в пище влияния липидов в диапазоне концентрации 4–20 % от веса рациона на рост зубарика не обнаружено [Hernández et al., 2008].

Этот вид способен к выбору сбалансированного питания. Из предложенных в эксперименте кормов с разным сочетанием белка, липидов и углеводов рацион взрослых особей зубарика содержал 63 % белка, 19 % жира и 18 % углеводов. При увеличении в корме содержания целлюлозы до 50 % рыба увеличивала потребление пищи для достижения оптимального содержания белка. Это показывает способность вида компенсировать недостаток питательных веществ, регулируя потребление энергии и соотношение макроэлементов [Vivas et al., 2006]. Представлена возможность замены до 60 % рыбной муки на соевую в кормах для *D. puntazzo* без негативных последствий для роста и органолептических свойств рыбы [Hernández et al., 2008], что экономически оправдано при выращивании этого вида. Изучено и влияние замены рыбьего жира на соевое и льняное масла в рационе культивируемого зубарика. Влияния такой замены на рост не обнаружено, однако за три месяца кормления в мышцах рыбы снизилось содержание омега-6 (арахидонозой) и омега-3 (эйкозопентаеновой и докозагексаеновой) жирных кислот [Piedecausa et al., 2007].

Факторы, влияющие на потребление пищи

Температура. В Средиземном море, в районах интенсивного выращивания зубарика в садках, температура воды варьирует от 14 °С зимой до 27 °С летом. Показано, что она значительно влияет на скорость роста зубарика и потребление пищи [García et al., 2011]. Температура, при которой достигается максимальное потребление пищи, снижается по мере увеличения массы тела. Несмотря на то что рост и эффективность использования пищи *D. puntazzo* зависят от её годовых колебаний, температурный режим в Средиземном море благоприятен в течение большей части года. Очень низкие интенсивность роста и эффективность питания отмечены только в зимние месяцы.

Сезон года. Показаны значительные различия в спектре питания зубарика из залива Габес Средиземного моря (Тунис) в зависимости от сезона. Во все сезоны, особенно осенью, в рационе этого вида доминировали растения. Кроме того, в течение всего года в спектр питания входили губки с пиком в летний период, иглокожие чаще потреблялись весной, летом и осенью, костистые рыбы — летом, ракообразные — зимой и весной, кольчатые черви и оболочники — зимой [Chaouch et al., 2013]. В Эгейском море (побережье Турции) осенью и зимой наиболее важным объектом питания зубарика были копеподы, весной — амфиподы, летом основными объектами питания были моллюски, амфиподы и кольчатые черви [Altin et al., 2015]. У зубарика из Адриатического моря также показаны сезонные отличия в питании. Доминирующими группами корма во все сезоны были водоросли и двустворчатые моллюски, амфиподы и иглокожие также присутствовали в рационе в течение всего года с максимумом весной, губки и гидрозои — летом, коралловые полипы обнаруживались в желудках в течение весны и лета, в минимальных количествах во все сезоны в рацион входили асцидии, мшанки, ракообразные [Dulčić et al., 2006]. В заливе Сидра Средиземного моря основу рациона зубарика во все сезоны года составляли ракообразные, головоногие моллюски и зелёные водоросли, но активность питания была самой высокой в зимний период (78,5 %), минимальной — летом (27,0 %) [Saleh, El-Mor, 2015].

Размер рыб. Размер взрослых особей также имел значение при изучении спектра питания зубарика. Помимо основной растительной пищи, в рационе особей длиной до 24 см относительно большое значение имели иглокожие, губки, амфиподы, а в рационе более

крупных рыб (более 24 см) чаще встречались губки, оболочники, двустворчатые моллюски, коралловые полипы [Dulčić et al., 2006; Chaouch et al., 2013]. Эти же пищевые объекты находились в желудках всех размерных групп морского леща, различался только размер объектов: добыча более крупных рыб была большего размера, молодь более мелких гидробионтов. При этом размер ракообразных и зелёных водорослей увеличивался по мере увеличения размера зубарика, тогда как размер головоногих, моллюсков и полихет уменьшался по мере увеличения размера рыбы [Saleh, El-Mor, 2015].

Заключение

Морфологические особенности тела, а также строение и функционирование пищеварительного тракта свидетельствуют о всеядности морского леща *D. puntazzo*, что делает этот вид хорошим кандидатом для выращивания в прибрежных водах Крыма. Широкий спектр потребляемой пищи как на ранних стадиях онтогенеза, так и у взрослых особей свидетельствует о хороших кормовых адаптационных способностях вида и избирательности питания, что благоприятно при выращивании его в условиях аквакультуры. Поскольку при коммерческом культивировании значительная доля затрат приходится на корм, большое число исследований по варьированию состава кормов для зубарика в лабораторных условиях указывает на возможность выбора экономически эффективного способа выращивания в условиях Северного Причерноморья.

Список литературы

1. Бердиева А. В., Кузьминова Н. С. Новые данные о скелете некоторых видов черноморских рыб // Рыбное хозяйство Украины. – 2013. – № 3. – С. 26–31.
2. Болтачев А. Р., Карпова Е. П. Ихтиофауна прибрежной зоны Севастополя (Чёрное море) // Морской экологический журнал. – 2012. – Т. 11, № 2. – С. 10–27. – URL: <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/1209> (дата обращения: 23.08.2024).
3. Болтачев А. Р., Карпова Е. П. Морские рыбы Крымского полуострова / НАН Украины, Ин-т биологии юж. морей им. А. О. Ковалевского. – 2-е изд. – Симферополь : Бизнес-Информ, 2017. – 376 с. – URL: <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/5698> (дата обращения: 23.08.2024).
4. Вялова О. Ю. Морская аквакультура Крыма в ретроспективе (2012–2019 гг.) и перспективе (2020–2025 гг.) // Современное состояние водных биоресурсов : материалы 5-ой Междунар. конф., г. Новосибирск, 27–29 нояб. 2019 г. / под ред. Е. В. Пищенко, И. В. Морузи. – Новосибирск : НГАУ, 2019. – С. 300.
5. Макоедов А. Н., Матишов Г. Г., Пономарева Е. Н., Бердников С. В. Аквакультура на юге России // Известия ТИНРО. – 2023. – Т. 203, № 2. – С. 413–426. – <https://doi.org/10.26428/1606-9919-2023-203-413-426>
6. Синокова В. И. Питание молоди зубарика *Puntazzo puntazzo* (Cetti) // Биология моря. – 1971. – № 25. – С. 66–70. – <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/1607>
7. Скляр В. Я., Бондаренко Л. Г., Коваленко Ю. И., Петрашов В. И., Каширин А. В., Черных Е. Н. Аквакультура юга России, перспективы развития // Труды ВНИРО. – 2013. – Т. 150. – С. 50–56. – <http://dspace.vniro.ru/handle/123456789/7238>

8. Altin A., Özen Ö., Ayyıldız H., Ayzan A. Feeding habits and diet overlap of juveniles of 2 sparids, *Diplodus puntazzo* (Walbaum, 1792) and *Diplodus vulgaris* (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817), from the North Aegean Sea of Turkey // Turkish Journal of Zoology. – 2015. – Vol. 39, no. 1. – P. 80–87. – <https://doi.org/10.3906/zoo-1312-2>
9. Aydın M., Özdemir Ç. Age, growth, reproduction and fecundity of the Sharpsnout Seabream (*Diplodus puntazzo* Walbaum, 1792) in the Black Sea region // Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. – 2021. – Vol. 22, no. 5. – Art. no. TRJFAS19462 (11 p.). – <http://doi.org/10.4194/TRJFAS19462>
10. Aydın M., Sağlam H. First report of predation on egg capsules of invasive Rapa whelk by sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*) in the Black Sea // Thalassas: An International Journal of Marine Sciences. – 2019. – Vol. 35, iss. 1. – P. 319–321. – <https://doi.org/10.1007/s41208-019-0124-3>
11. Boglione C. Giganti, M., Selmo C., Cataudella S. Morphoecology in larval fin-fish: a new candidate species for aquaculture, *Diplodus puntazzo* (Sparidae) // Aquaculture International. – 2003. – Vol. 11. – P. 17–41. – <https://doi.org/10.1023/A:1024119032359>
12. Chaouch H., Ben Abdallah-Ben Hadj Hamida O., Ghorbel M., Jarboui O. Diet composition and food habits of *Diplodus puntazzo* (Sparidae) from the Gulf of Gabès (Central Mediterranean) // Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. – 2013. – Vol. 93, iss. 8. – P. 2257–2264. – <https://doi.org/10.1017/S0025315413000805>
13. Coutinho F., Peres H., Guerreiro I., Pousão-Ferreira P., Oliva-Teles A. Dietary protein requirement of sharpsnout sea bream (*Diplodus puntazzo*, Cetti 1777) juveniles // Aquaculture. – 2012. – Vol. 356/357. – P. 391–397. – <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.04.037>
14. Dulčić J., Lipej L., Glamuzina B., Bartulović V. Diet of *Spondylisoma cantharus* and *Diplodus puntazzo* (Sparidae) in the eastern central Adriatic // Cybium. – 2006. – Vol. 30, iss. 2. – P. 115–122.
15. García B. G., Cerezo Valverde J. C., Aguado-Giménez F., García J. G., Hernández M. D. Effect of the interaction between body weight and temperature on growth and maximum daily food intake in sharpsnout sea bream (*Diplodus puntazzo*) // Aquaculture International. – 2011. – Vol. 19, iss. 1. – P. 131–141. – <https://doi.org/10.1007/s10499-010-9347-2>
16. Çoban D., Suzer C., Yıldırım Ş., Saka Ş., Fırat K. Morphological development and allometric growth of sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*) larvae // Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. – 2012. – Vol. 12. – P. 883–891. – http://doi.org/10.4194/1303-2712-v12_4_16
17. Hernández M. D., Martínez F. J., García B. G. *Diplodus puntazzo*, a new species in aquaculture: biology and culture // Aquaculture Research Trends / ed. S. H. Schwartz. – New York : Nova Science Publishers Inc., 2008. – P. 237–261.
18. Mariani S. Cleaning behaviour in *Diplodus* spp.: chance or choice? A hint for future investigations // Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. – 2001. – Vol. 81, iss. 4. – P. 715–716. – <https://doi.org/10.1017/s0025315401004490>
19. Massa F., Aydın I., Fezzardi D., Akbulut B., Atanasoff A., Beken A. T., Bekh V., Buhlak Yu., Burlachenko I., Can E., Carboni S., Caruso F., Dağtekin M., Demianenko K., Deniz H., Fidan D., Fourdain L., Frederiksen M., Guchmanidze A., Hamza H., Harvey J., Nenciu M., Nikolov G., Niță V., Özdemir M. D., Petrova-Pavlova E., Platon C., Popescu G., Rad F., Can Ş. S., Theodorou J. A., Thomas B., Tonachella N., Tribilustova E., Yakhontova I., Yesilsu A. F., Yücel-Gier G. Black Sea aquaculture: Legacy, challenges & future opportunities // Aquaculture Studies. – 2021. – Vol. 21, iss. 4. – P. 181–220. – http://doi.org/10.4194/2618-6381-v21_4_05
20. Micale V., Levanti M. B., Germanà A., Guerrera M. C., Kurokawa T., Muglia U. Ontogeny and distribution of cholecystokinin-immuno reactive cells in the digestive tract of sharpsnout sea bream, *Diplodus puntazzo* (Cetti, 1777), during larval development // General and Comparative Endocrinology. – 2010. – Vol. 169, iss. 1. – P. 23–27. – <https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2010.07.001>

21. Papandroulakis N., Kentouri M., Maingot E., Divanach P. Mesocosm: a reliable technology for larval rearing of *Diplodus puntazzo* and *Diplodus sargus sargus* // Aquaculture International. – 2004. – Vol. 12, iss. 4. – P. 345–355. – <https://doi.org/10.1023/B:AQUI.0000042134.21211.ab>
22. Piedecausa M. A., Mazón M. J., García García B., Hernández M. D. Effects of total replacement of fish oil by vegetable oils in the diets of sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*) // Aquaculture. – 2007. – Vol. 263, iss. 1/4. – P. 211–219. – <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.09.039>
23. Saavedra M., Beltran M., Pousão-Ferreira P. M., Dinis M. T., Blasco J., Conceição L. E. C. Evaluation of bioavailability of individual amino acids in *Diplodus puntazzo* larvae: towards the ideal dietary amino acid profile // Aquaculture. – 2007. – Vol. 263, iss. 1/4. – P. 192–198. – <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.10.027>
24. Sala E., Ballesteros E. Partitioning of space and food resources by three fish of the genus *Diplodus* (Sparidae) in a Mediterranean rocky infralittoral ecosystem // Marine Ecology Progress Series. – 1997. – Vol. 152. – P. 273–283. – <https://doi.org/10.3354/meps152273>
25. Saleh H. M., El-Mor M. Feeding habits of the sharp snout sea bream, *Diplodus puntazzo* (Cetti, 1777) (Teleostei: Sparidae) from Benghazi Coast, Eastern Libya // International Journal of Bioassays. – 2015. – Vol. 4. – P. 3860–3865.
26. Savona B., Tramati C., Mazzola A. Digestive enzymes in larvae and juveniles of farmed sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*) (Cetti, 1777) // The Open Marine Biology Journal. – 2011. – Vol. 5, iss. 1. – P. 47–57. – <https://doi.org/10.2174/1874450801105010047>
27. Stergiou K. I., Karpouzi V. S. Feeding habits and trophic levels of Mediterranean fish // Reviews in Fish Biology and Fisheries. – 2002. – Vol. 11. – P. 217–254. – <https://doi.org/10.1023/A:1020556722822>
28. The State of World Fisheries and Aquaculture. Towards Blue Transformation / FAO. – Rome : FAO, 2022. – 236 p. – URL: <https://doi.org/10.4060/cc0461en> (accessed: 23.08.2024).
29. Ventura D., Bonhomme V., Colangelo P., Bonifazi A., Lasinio G. J., Ardizzone G. Does morphology predict trophic niche differentiation? Relationship between feeding habits and body shape in four co-occurring juvenile species (Pisces: Perciformes, Sparidae) // Estuarine, Coastal and Shelf Science. – 2017. – Vol. 191. – P. 84–95. – <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2017.04.014>
30. Vivas M., Rubio V. C., Sánchez-Vázquez F. J., Mena C., García García B., Madrid J. A. Dietary self-selection in sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*) fed paired macronutrient feeds and challenged with protein dilution // Aquaculture. – 2006. – Vol. 251, iss. 2/4. – P. 430–437. – <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2005.06.013>
31. Webb P. W. Body form, locomotion and foraging in aquatic vertebrates // American Zoologist. – 1984. – Vol. 24, iss. 1. – P. 107–120. – <https://doi.org/10.1093/icb/24.1.107>
32. World Population Prospects 2024 / UN, Dep. of Econ. and Social Affairs, Population Div. – URL: <https://population.un.org/wpp/Download/Standard/MostUsed/> (accessed: 23.08.2024).

DIETARY FEATURES OF SEA BREAMS *DIPLODUS PUNTAZZO* (CETTI, 1784): REVIEW

Pospelova N. V.¹, Markova V. S.², Chekmareva T. M.¹, Belogurova R. E.^{1,2}

¹A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS, Sevastopol, Russian Federation,

²Research Center for Freshwater and Brackish Water Hydrobiology — branch of A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS, Sevastopol, Russian Federation,

e-mail: nv.pospelova@ibss-ras.ru

Abstract: To date, marine fish farming in the Black Sea waters of Russia is virtually non-existent. The Russian market is receptive to new fish products, and the introduction of new mariculture objects based on native or invasive species is a promising avenue for expansion. One such species is the sharpsnout seabream *Diplodus puntazzo* (Cetti, 1784), which has been successfully cultivated for over three decades in the Black Sea region

of Turkey and Mediterranean countries. The objective of the present study was to analyse the dietary characteristics of the sharpsnout seabream *D. puntazzo* at different stages of its life cycle in natural conditions and in aquaculture. The specific characteristics of the its external and internal structure in relation to its omnivorous diet are presented. The dietary spectrum of the sharpsnout seabream encompasses both plant and animal matter, indicative of the species' adept foraging abilities and dietary selectivity, which is conducive to its cultivation in aquaculture. Given that a substantial proportion of the costs associated with commercial sharpsnout seabream cultivation are allocated to feed, a considerable body of research on the variation of feed composition for this species in laboratory settings has identified the potential for the development of a cost-effective cultivation method in the northern Black Sea region.

Keywords: aquaculture, sharpsnout seabream, dietary spectrum, Black Sea, plankton, benthos

Сведения об авторах

Поспелова Наталья Валериевна	кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН», просп. Нахимова, 2, Севастополь, 299011, Российская Федерация, pospelova@ibss-ras.ru
Маркова Вероника Сергеевна	младший научный сотрудник, Научно-исследовательский центр пресноводной и солоноватоводной гидробиологии — филиал ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН», просп. Нахимова, 2, Севастополь, 299011, Российская Федерация, nikasergeevnamarkova@mail.ru
Чекмарева Татьяна Михайловна	кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, научный сотрудник, ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН», просп. Нахимова, 2, Севастополь, 299011, Российская Федерация, chekmareva@ibss-ras.ru
Белогурова Раиса Евгеньевна	кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Научно-исследовательский центр пресноводной и солоноватоводной гидробиологии — филиал ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН», просп. Нахимова, 2, Севастополь, 299011, Российская Федерация, belogurova_re@ibss-ras.ru

Поступила в редакцию 10.10.2024 г.

Принята к публикации 02.11.2024 г.

**СТРУКТУРА, ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ
И ДИНАМИКА ЭКОСИСТЕМ**

УДК 502.5(597-751.2)

DOI: [10.21072/eco.2024.09.2.06](https://doi.org/10.21072/eco.2024.09.2.06)

**ИЗМЕНЕНИЕ ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ В ПРИРОДНОМ
ЗАПОВЕДНИКЕ НГОК ЛИНЬ, ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ВЬЕТНАМ ***

Нгуен Данг Хой, Нго Чунг Зунг, Данг Хунг Кыонг, Кузнецов А. Н.

*Российско-Вьетнамский Тропический научно-исследовательский и технологический центр, Институт
тропической экологии, Ханой, Вьетнам,
e-mail: danghoi110@gmail.com*

Аннотация: Изучение характеристик ландшафта и его изменений является ключевым аспектом рационального использования земельных и лесных ресурсов, особенно в условиях выраженной вертикальной зональности, как в горном районе Нгок Линь (Центральный Вьетнам). В данном исследовании были использованы полевые методы, методы картографирования и ГИС на основе данных дистанционного зондирования для анализа особенностей ландшафта. Исследуемая территория включает 65 видов ландшафтов. Результаты демонстрируют значительное разнообразие ландшафтных систем в Нгок Линь. За исследуемый период (2010–2019 гг.) было утрачено 3 вида ландшафтов, в то время как сформировалось 7 новых. Установлено, что процесс трансформации ландшафтов в значительной степени обусловлен антропогенной деятельностью, особенно вблизи населённых пунктов.

Ключевые слова: антропогенная деятельность, изменение ландшафта, естественная растительность, тропический лес, Нгок Линь, Вьетнам

Введение

Природно-антропогенный ландшафт — это ландшафт, сформированный на основе географического комплекса, в котором деятельность человека становится основным фактором, влияющим на формирование, изменение и сукцессию ландшафта [Nguyen, 2003; Nguyen D. H., Nguyen C. H., 2010]. Природно-антропогенные ландшафты формируются во многом благодаря деятельности человека. Таким образом, исследования ландшафтов в целом и природно-антропогенных ландшафтов в частности всё чаще применяются в различных областях, таких как пространственное планирование производства, землепользование, использование природных ресурсов, управление окружающей средой и др. [Кочуров и др., 2018; Татаринцев и др., 2020; Беров, Хацаева, 2019; Nguyen et al., 2022].

С целью сохранения биоразнообразия ландшафты исследуются в охраняемых зонах — заповедниках и парках — для прогнозирования изменения видов ландшафта [Nguyen et al., 2019; Daniel, Frid, 2012]. Изучение изменений ландшафтов на каждом этапе их развития (10–20 лет) позволяет не только оценить изменение растительности и отдельных ландшафтных единиц низких уровней в результате изменения составляющих компонентов, таких как климат, почвенный покров и последствия деятельности человека, но и использовать эти данные при принятии управленческих решений [Nguyen et al., 2019; Darkhani, Tahir, Ibrahim, 2019; Mehrabi et al., 2019; Тишков, 2012].

*Статья выполнена в рамках темы «Эколан Э-1.2 — Сохранение, восстановление и устойчивое использование тропических лесных экосистем на основе изучения их структурно-функциональной организации» и темы «Исследование характеристик ландшафтной структуры в природном заповеднике Нгок Линь, провинция Кон Тум, на основе применения методов дистанционного зондирования, ГИС и беспилотных летательных аппаратов (БПЛА)» Совместного Российско-Вьетнамского Тропического научно-исследовательского и технологического центра.

В настоящее время благодаря активному использованию современных средств и технологий эффективность и точность исследований ландшафтов значительно повысились, а время исследования ландшафта сокращено, особенно при обследовании, съёмке и идентификации границ низкоуровневых ландшафтных единиц, например видов [Ngo et al., 2016; Нгуен, Данг, Нго, 2019]. К таким технологическим средствам относят данные дистанционного зондирования, технологии геоинформационных систем (ГИС) и другие технологии [Нгуен, Данг, Нго, 2019; Mousavi, Solaimani, 2008; Maggiore et al., 2019; Nijhuis, 2016; Le et al., 2020]. Изображения, полученные с помощью дистанционного зондирования, имеют высокое разрешение, при этом создаются многократные изображения, более удобные для изучения и мониторинга объектов [Maggiore et al., 2019; Nijhuis, 2016]. Эти данные помогают оценить масштабы и колебания растительного покрова, сезонный статус каждой единицы ландшафта, связанной с видами растений и животных [Нгуен, Данг, Нго, 2019].

В настоящее время изменения ландшафта в природных заповедниках Вьетнама недостаточно изучены. Например, в заповеднике Нгок Линь такие исследования ранее не проводились. Поэтому тенденция развития ландшафта на этой территории не выяснена, что оказывает существенное влияние на управление ресурсами, сохранение биоразнообразия и использование территории.

Целью исследования было изучить особенности изменения природно-антропогенных ландшафтов природного заповедника Нгок Линь в Центральном Вьетнаме. Настоящее исследование основано на применении данных дистанционного зондирования и результатов полевых наблюдений и направлено на: 1) уточнение характеристик природных и антропогенных компонентов и факторов, формирующих ландшафты, особенно растительный покров; 2) анализ изменения ландшафта за последние 10 лет (2010–2019 гг.) через изменение формы и структуры ландшафтных единиц (начиная с ландшафтного вида).

Материалы и методы

Объект исследований. Заповедник Нгок Линь был основан в 2002 г. на территории 41 429 га. Он расположен на территории двух районов — Ту Мо Ронг и Дак Глей провинции Кон Тум. Природный заповедник Нгок Линь является составной частью ландшафтной подсистемы высокогорного тропического муссонного леса наряду с сильной дифференциацией природных условий в соответствии с высотным поясом рельефа. Однако со временем под влиянием деятельности человека, особенно коренных народов (этнических групп Зе Ченг, Та Ги и др.), ландшафты на территории заповедника сильно изменились, превратившись в антропогенные ландшафты.

Природный заповедник Нгок Линь расположен в горной области провинции Кон Тум, соединяющейся с горным хребтом Южный Чыонг Шон, с вершиной Нгок Линь на высоте 2598 м над уровнем моря (рис. 1). Это место относится к зоне тропического муссона, подсистеме высокогорных муссонов. Год делится на два разных сезона — влажный и сухой. Здесь расположены истоки основных рек Центрального Вьетнама — Дак Мек и Дак По Ко. Сложный рельеф с углом наклона склона от 30 до 45° (на отдельных участках может достигать 65°) простирается от плато до высоких и низких гор, долин и равнин. Почва в исследуемом регионе разделена на 4 группы и 9 типов почв в соответствии с системой классификации ФАО (ЮНЕСКО). Почти на всех уровнях в горном районе распространены красные ферраллитные, а также альферритные почвы — ferralsols и acrisols.

Природный заповедник Нгок Линь является одним из природных заповедников и национальных высокогорных парков с самым высоким уровнем биоразнообразия во Вьетнаме. Заповедник отличается большим разнообразием типов растительного покрова, которые характеризуются

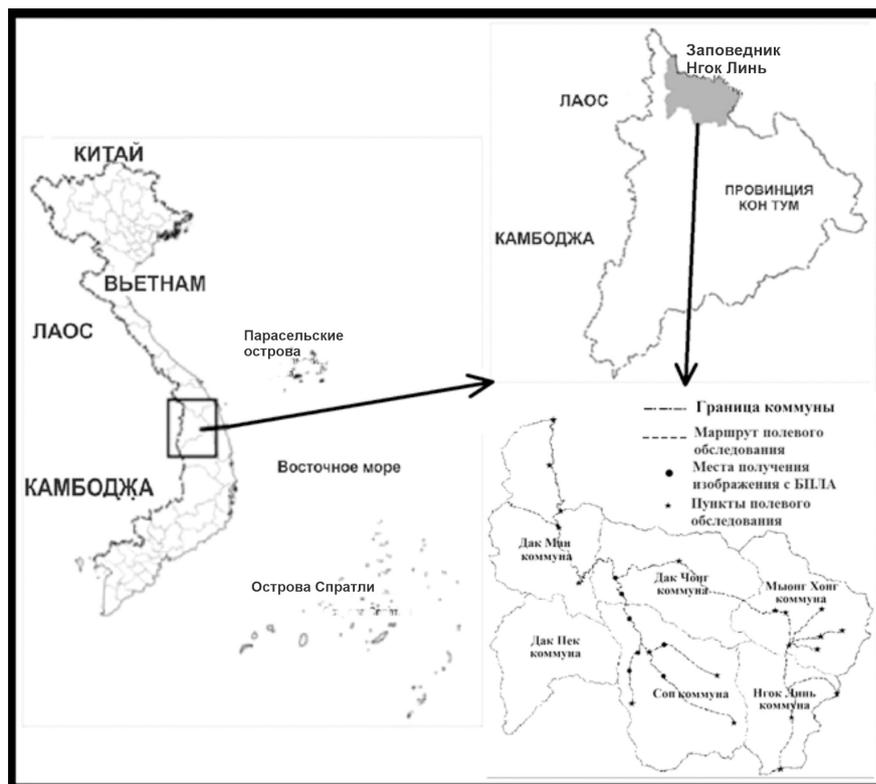


Рис. 1. Расположение заповедника Нгок Линь: маршруты и пункты полевого обследования

следующими группами: вечнозелёный широколиственный тропический лес, хвойный лес, смешанный широколиственный и хвойный лес, смешанный лес (деревья и бамбук), бамбуковый лес и луга, кустарники. Местная фауна также характеризуется особыми чертами высокогорного региона с разнообразием видов млекопитающих, птиц, земноводных и насекомых.

Природный заповедник Нгок Линь является районом проживания нескольких этнических групп — Зе Ченг, Та Ги, Вьетов и Се Данг. У них относительно различные методы ведения сельского хозяйства и условия проживания, но при этом они всё ещё сохраняют свои традиционные, этнические особенности. Основным видом экономической деятельности является сельское хозяйство (земледелие и животноводство). Подсечно-огневое земледелие является распространённой формой ведения сельского хозяйства. Вырубка леса для подсечно-огневой обработки — это способ возделывания земли, который включает вырубку и сжигание деревьев или кустарников для высвобождения площадей, что обеспечивает производство продуктов питания для коренных народов на территории заповедника Нгок Линь.

Методы исследований. Сбор данных. На основе топографических карт и предварительных карт ландшафта были выбраны места (пункты) и маршруты для исследований. Сбор данных проводился в сентябре 2019 г. в коммунах Дак Чоонг, Соп и Нгок Линь. Результаты исследований по пунктам и маршрутам на местности различных типов были записаны для описания природных характеристик объектов, результатов деятельности человека и их пространственной дифференциации. Границы ландшафтных единиц были проверены, особенно границы различных видов ландшафта с учётом произрастающих разных видов растений. После проведения анкетирования местных жителей и лесничих было получено больше информации о видах ландшафтов, особенно о тех, которые ранее были определены как ненарушенный лес, а сейчас — как антропогенно нарушенная территория. Собраны данные спутниковых снимков SPOT в 2010 и 2019 гг., которые были использованы для составления карт растительности.

Редактирование и создание карт. Для проведения исследования были отредактированы существующие карты и разработаны карты природно-антропогенного ландшафта исследуемой территории в 2010 и 2019 гг. Для построения карт использовали программы MapInfo Pro 15, ArcGIS 10.2, ENVI 5.3 и спутниковые снимки SPOT 5 (2010) и SPOT 6 (2019). Снимки датируются мартом 2010 и 2019 гг. Для изображения SPOT 5 использовали цветное изображение с разрешением 2.5 м и размером 60 × 60 км. Для изображения SPOT 6 использовано цветное изображение с разрешением 1.5 м и размером 60 × 60 км. Для определения типов растительного покрова использовались ключи интерпретации изображений дистанционного зондирования в рамках Национальной программы инвентаризации лесов [Results of the National Program ... , 2017]. После автоматической интерпретации с использованием программного обеспечения ENVI 5.3 данные сравнивались с результатами полевых работ для построения карты растительного покрова.

Компонентные карты были модифицированы и построены на основе исходной карты в масштабе 1 : 50 000. Карта природно-антропогенного ландшафта природного заповедника Нгок Линь была составлена в масштабе 1 : 50 000 на основе совмещения и анализа комбинации компонентных карт и результатов полевых исследований. Из-за схожих условий с западными провинциями Вьетнама были выбраны таксоны природного заповедника Нгок Линь по шести рангам: система → подсистема → класс → подкласс → тип → вид (табл. 1). Благодаря однородности системы и подсистемы изучаемой территории в легенде карты природно-антропогенного ландшафта эти два ранга были исключены (табл. 1).

Таблица 1

Таксономический ранг и критерии классификации природно-антропогенного ландшафта в природном заповеднике Нгок Линь

№ п/п	Таксономический ранг	Критерии классификации
1	Система	решающая роль режима атмосферной циркуляции в процессе формирования климата в поясе
2	Подсистема	решающая роль режима атмосферной циркуляции в процессе формирования климата и растительности
3	Класс	особенность формы рельефа, обуславливающая однородность двух больших процессов в вещественном цикле: эрозия и накопление
4	Подкласс	особенность образования крупных форм рельефа проявляет азональные свойства на основе сочетания рельефа и типичного геоморфологического процесса
5	Тип	характеристика климата и антропогенной деятельности, обуславливающая формирование групп покрова растительности
6	Вид	дифференциация покровов растительности на разных типах почв

Для создания карты ландшафта были отредактированы компонентные карты (геологическая карта, карта геоморфологии и почв) в едином масштабе 1 : 50 000 на основе данных атласа «Центральное нагорье Вьетнама» [Atlas of the Central ... , 2015]. На основе карт растительности, комбинированных топографических карт и интерпретации спутниковых снимков после обработки изображений дистанционного зондирования были получены предварительные карты. В сентябре 2019 г. на основе этих карт было проведено полевое обследование в коммунах Нгок Линь, Соп и Дак Чоонг, чтобы дополнить и уточнить структуру растительности и границы видов ландшафта. Для создания ландшафтной карты использовали метод наложения слоёв с помощью программы ArcGIS 10 (лицензия ESU006984479, ArcGIS Desktop Basic). Ландшафтная карта исследуемой территории создавалась путём послойного наложения компонентов карты.

Анализ данных. Анализ ландшафта использовался для определения состояния компонентов ландшафта, включая идентификацию растений в лесных, кустарниковых, травянистых и сельскохозяйственных ландшафтах. Этот метод также использовался для анализа изменения ландшафтов путём сравнения данных и карт 2010 и 2019 гг. Сравнительный анализ собранных данных был проведён с учётом данных дистанционного зондирования, доступных источников и траекторий развития лесных сообществ растений, биологических и экологических характеристик сельскохозяйственных культур в условиях тропического муссонного климата Вьетнама.

Результаты и обсуждение

Разнообразие и дифференциация ландшафта. Разделение природных условий и деятельности человека является основой для формирования природно-антропогенных ландшафтов в природном заповеднике Нгок Линь, которые включают 1 систему, 1 подсистему, 4 класса, 7 подклассов, 11 типов и 65 видов ландшафтов (табл. 2).

Система и подсистема ландшафта. Территория расположена в ландшафтной системе муссонного тропического климата. На плато и в горах под влиянием юго-западных и юго-восточных муссонов территория образовала ландшафтную подсистему муссонного тропического климата на плато.

Классы и подклассы ландшафта. Исследуемая территория делится на 5 классов ландшафта: равнина, долина, плато, горы и особенный класс ландшафта — водохранилище. Класс гор характеризуется тремя подклассами в зависимости от высоты (в метрах) над уровнем моря: низкие горы (ниже 1000 м), средние горы (1000–2000 м) и высокие горы (выше 2000 м). Класс равнин и долин делится на два подкласса: эрозионно-аккумулятивные долины и аккумулятивно-эрозионные равнины. У класса плато есть только один подкласс ландшафта — высокое плато. Водоохранилище, как особенный класс, включает гидрологические типы на территории исследования.

Типы ландшафта. На исследуемую территорию наибольшее влияние оказывает деятельность человека. Тем не менее уровень воздействия различается для каждого типа и вида ландшафта в отдельности. Некоторые из них сохраняют своё развитие в соответствии с природными условиями территории, некоторые сильно пострадали и полностью трансформировались. Ландшафт в исследуемом районе состоит из 11 типов и 3 групп: естественная растительность, антропогенная растительность и особенная группа — водохранилище. Ландшафтные типы естественной растительности включают 6 видов: вечнозелёный широколиственный тропический лес, хвойный лес, смешанный широколиственный и хвойный лес, смешанный лес (лиственные деревья и бамбук), бамбуковый лес, саванна и кустарники. Растительность, в соответствии с характеристиками растений и особенностями землепользования, можно разделить на 4 группы видов: плантация леса, технические культуры, однолетние культуры и растения в населённом пункте. Особенный тип ландшафта — водохранилище включает искусственные водоёмы для гидроэнергетики и ирригации.

Разнообразные виды ландшафта. Разнообразие в классе плато. Подкласс высокого плато является единственным в ландшафтном классе плато, разделённом на 2 типа с 10 видами ландшафта. В этом подклассе существует 5 видов ландшафта с естественной растительностью, в которых вечнозелёный широколиственный тропический лес состоит из двух видов (№ 1, 7). Ландшафт № 7 имеет наибольшую площадь, равную 932.01 га, распределённую в районе базальтового плато, между коммунами Соп-Мьонг Хоонг и Соп-Нгок Линь. Ландшафтные виды смешанного широколиственного и хвойного леса, смешанного леса (широколиственные деревья и бамбук) и бамбуковых лесов соответствуют № 8, 9 и 10.

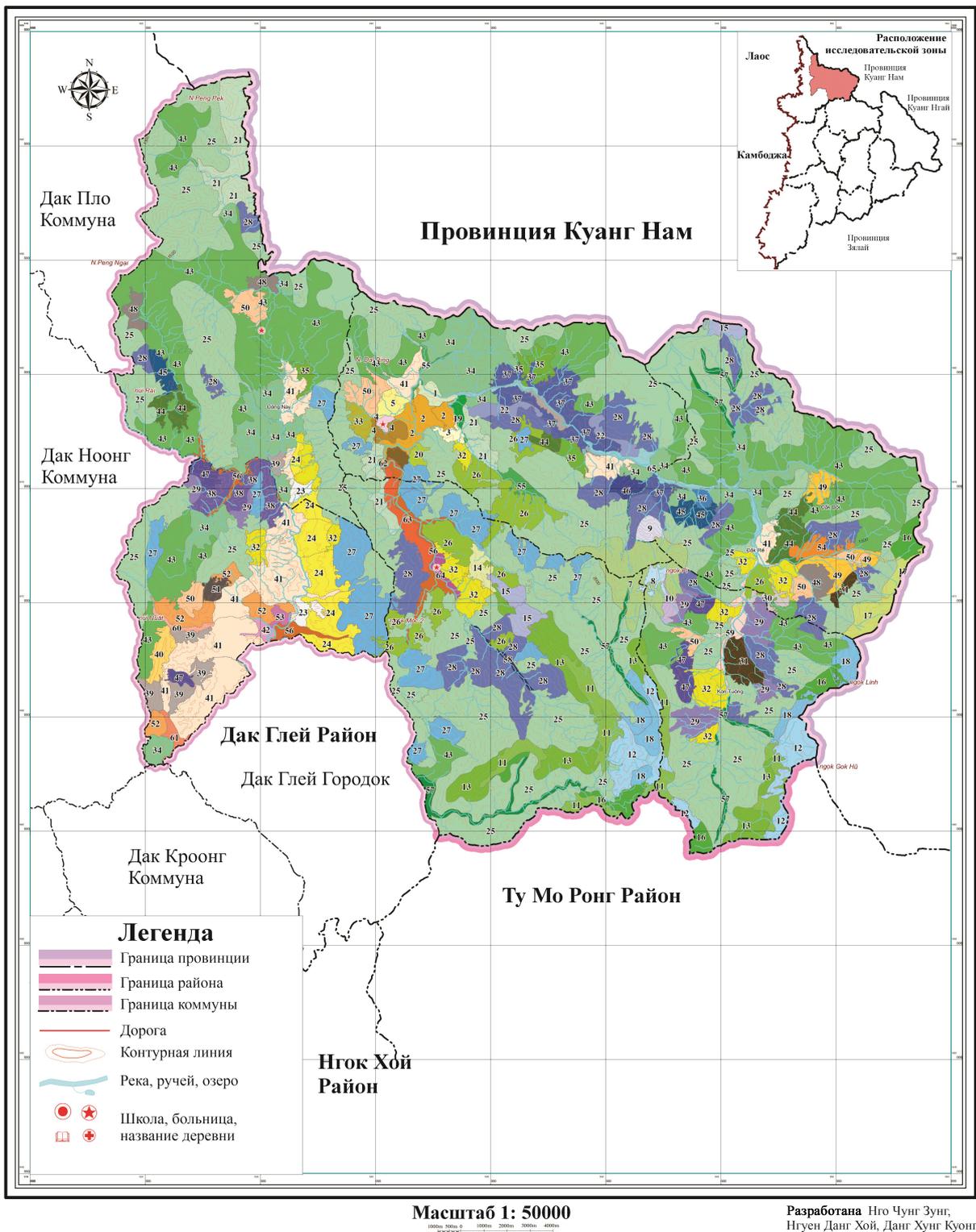


Рис. 2. Карта природно-антропогенного ландшафта заповедника Нгок Линь (2019 г.)

Таблица 2

Легенда карты природно-антропогенных ландшафтов заповедника Нгок Линь (2019 г.)

ЛАНДШАФТНЫЕ КЛАССЫ	ЛАНДШАФТНЫЕ ПОДКЛАССЫ	ЛАНДШАФТНЫЕ ТИПЫ	Тропический муссонный высокогорный климат, влажный, средняя температура – 22 °С. Общее годовое количество осадков колеблется (1500–2800 мм), недостаток влаги. Сезон дождей длится 8–9 месяцев, сухой сезон – 3–4 месяца										Водохранилище
			Растительность										
		Антропогенная растительность					Естественная растительность						
ЛАНДШАФТНЫЕ ВИДЫ		вечнозелёный широколиственный тропический лес	хвойный лес	смешанный широколиственный и хвойный лес	смешанный лес (дерево и бамбук)	бамбуковый лес	саванна и кустарники	лесная плантация	технические культуры	однолетние культуры	растения в населённом пункте		
Плато	Высокое плато с процессом эрозии	Umbri-Acric Ferralsols	1						2	3			
		Hapli-Chromic Acrisols							4	5	6		
		Alumi-Humic Acrisols	7		8	9	10						
Гора	Высокие горы с эрозионными процессами доминируют	Chromi-Humic Alisols	11		12								
		Alumi-Humic Acrisols	13	14		15							
	Средние горы с эрозионными процессами доминируют	Chromi-Humic Alisols	16	17	18								
		Umbri-Acric Ferralsols	19	20									
		Hapli-Chromic Acrisols	21			22		23			24		
		Alumi-Humic Acrisols	25	26	27	28	29	30	31		32		
	Низкие горы, оползни с эрозией и процессами аккумуляции доминируют	Umbri-Acric Ferralsols									33		
		Hapli-Chromic Acrisols	34	35	36	37	38	39	40		41	42	
		Alumi-Humic Acrisols	43	44	45	46	47	48	49		50		
		Endo Skeleti-Arenic Acrisols							51		52	53	
		Humi-Undo Leptic Acrisols								54			
Равнина и долина	Эрозионно-аккумулятивные долины	Hapli-Chromic Acrisols	55								56		
		Alumi-Humic Acrisols	57			58					59		
		Chromi-Skeletal Acrisols									60		
		Humi-Gleyic Fluvisols									61		
	Аккумулятивно-эрозионные равнины	Umbri-Acric Ferralsols								62			
		Hapli-Chromic Acrisols									63	64	
Водохранилище												65	

Тип антропогенного растительного ландшафта включает 5 видов. В этой группе ландшафты технических культур и ландшафты однолетних культур представлены двумя видами: технические культуры (№ 2, 4) и однолетние культуры (№ 3, 5). Ландшафт растений в коммуне Дак Чоонг имеет только один вид (№ 6) с наименьшей площадью в этом классе, равной 32.37 га.

Разнообразие класса гор. Этот класс состоит из трёх подклассов: высокие, средние и низкие горы. Это также ландшафтный класс с наибольшим разнообразием в природном заповеднике Нгок Линь с 5 типами и 44 видами ландшафтов.

Подкласс высоких гор. Ландшафты естественной растительности в высокогорьях составляют 6 % от общей площади, включая 5 видов ландшафта. В этом подклассе преобладают вечнозелёные тропические леса с двумя видами ландшафта, причём вид ландшафта № 13 имеет наибольшую площадь (1127.51 га), в основном распределённую на территории коммуны Соп и юго-восточной части коммуны Нгок Линь. Подклассу высоких гор соответствуют хвойный, а также смешанный широколиственный и хвойный леса. Ландшафтные виды антропогенной растительности в этом

подклассе не встречаются. Это отражает особенности размещения населённых пунктов и особенности социально-экономической деятельности по закону высоких поясов в горных районах Центрального нагорья Вьетнама (рис. 2, табл. 2).

Подкласс средних гор. Этот подкласс включает 2 типа ландшафта — естественная и антропогенная растительность. Преобладает естественная растительность с 15 видами, тогда как антропогенная включает только 3 вида. Широколиственный вечнозелёный тропический лес доминирует и встречается на четырёх типах почв, что составляет общую площадь 23 947.19 га. Особенно выделяется ландшафт № 25 (широколиственный вечнозелёный тропический лес на Alumi-humic Acrisols) с площадью 22 150.04 га, в основном распределённой на изучаемой территории. Группа естественных хвойных лесов представляет второе по величине ландшафтное разнообразие с тремя видами, занимающими площадь 1849.41 га. В основном *Pinus kesiya* распространяется на высоте около 1100 м, а *Pinus dalatensis* — на высоте более 1700 м.

Близкое произрастание хвойных и широколиственных лесов создало группу смешанных широколиственных и хвойных лесных ландшафтов, представленных двумя видами (№ 18 и 27) общей площадью 3162.03 га. Типичные растительные виды ландшафта № 18 включают *Pinus dalatensis* и широколиственные виды (*Symingtoni*, *Lithocarpus*, *Betula* и др.), распространённые на склонах гор Нгок Линь и Нгок Гок Ху, в восточной части коммуны Соп. Ландшафт № 27 распространён на более низких высотах (около 1100 м), в основном с *Pinus kesiya* и другими широколиственными видами (Fagaceae, Lauraceae и др.).

Ландшафтные виды бамбуковых и смешанных лесов (деревья и бамбук) появляются на высоте более 1000 м, их общая площадь составляет 4510.02 га. Эти виды ландшафта часто формируются на территориях, восстановленных после разрушений. В состав этих ландшафтов входят некоторые виды бамбука (*Pseudoxylanthera*, *Pseudosasa*, *Vietnamosasa*), засухоустойчивые растения (*Lagerstroemia*, *Dipterocarpus*) и некоторые виды вечнозелёных тропических растений (*Lithocarpus*, *Hopea*, *Phoebe*). Саванна и кустарники состоят из двух видов ландшафта (№ 23 и 30) общей площадью 234.96 га, расположенных в районах на небольших высотах над уровнем моря (к югу от коммун Дак Пек и Дак Ман, между коммунами Мьонг Хоонг и Нгок Линь). На эти виды ландшафта оказывает влияние антропогенная нагрузка. По словам местных жителей, в 1976 г. они были мобилизованы для миграции из леса в центр коммуны. Поэтому некоторые ландшафты саванн и кустарников были превращены в деревни.

Ландшафтные виды антропогенной растительности на средних горах характеризуются низким уровнем разнообразия и представлены тремя видами, общая площадь которых составляет 2572.74 га. Ландшафт лесных плантаций на Alumi-humic Acrisols (№ 31) имеет площадь 298.01 га, включает два контура, распределённые в центре коммуны Нгок Линь и к юго-востоку от коммуны Мьонг Хоонг. Во всех коммунах на исследуемой территории вдоль речных долин встречаются два вида однолетних культур — рис посевной *Oryza sativa* (№ 24) и кукуруза *Zea mays* (№ 32).

Подкласс низких гор обладает наибольшим разнообразием ландшафтных видов (всего 22 вида). В этом подклассе естественная растительность преобладает в 13 видах, что составляет 25.5 % от общей площади (16 807.19 га). Среди них — ландшафт вечнозелёного широколиственного тропического леса на Alumi-humic Acrisols (№ 43), составляющий наибольшую площадь в регионе, с 9698.51 га (57.7 %). Ландшафты саванны и кустарника характеризуются наибольшим разнообразием, включающим 3 вида ландшафтов (№ 39, 48, 51).

Ландшафтный тип антропогенной растительности на низкогорье включает 9 видов (4866.94 га), что составляет 7.4 % от общей площади. Среди них преобладают однолетние культуры (5 видов из 9), что эквивалентно 86.8 % от этого типа ландшафта. Этот тип ландшафта также активно способствует экономическому развитию района и представлен двумя видами (№ 42 и 53) с общей площадью 115.46 га.

Разнообразие в классе равнин и долин. Равнины и долины подразделяются на 2 подкласса с 11 видами общей площадью 1903.74 га. Это самый малый по площади ландшафтный класс в изучаемой области. Однако он является наиболее подверженным влиянию человеческой деятельности и экономического развития района, что значительно изменило его первоначальный облик.

Ландшафтный тип естественной растительности в долинах состоит из трёх видов (№ 55, 57 и 58) общей площадью 767.46 га. Растительный покров в этой области включает широколиственные вечнозелёные тропические и смешанные леса, состоящие из деревьев и бамбука. Антропогенная растительность в долине насчитывает только одну группу однолетних культур с четырьмя видами общей площадью 781.69 га, на которой расположены сельскохозяйственные угодья. На аккумулятивно-эрозионных равнинах ландшафтные типы антропогенной растительности включают 3 вида (№ 62, 63, 64). Эти виды охватывают технические, однолетние культуры и растения населённых пунктов. Наибольшую площадь занимает ландшафт однолетних культур (226.68 га), сосредоточенный в коммуне Соп и частично в коммуне Дак Чоонг.

Водохранилища представляют собой особый тип ландшафта, играющий значимую роль в экономическом развитии региона, особенно в сельском хозяйстве. Они являются основным источником поливной воды для других ландшафтов, что способствует повышению продуктивности сельскохозяйственных угодий и общему развитию региона. Площадь этого ландшафта составляет всего 0.48 % от общей площади (316.07 га).

Ландшафтные изменения за период 2010–2019 гг. Для выявления изменений ландшафта в природном заповеднике Нгок Линь за 10 лет (с 2010 по 2019 г.) были использованы данные спутниковых снимков SPOT 5, сделанных в 2010 г., и создана карта природно-антропогенного ландшафта для сравнения с картой 2019 г.

По данным табл. 2 и 3, количество видов ландшафтов варьируется, но незначительно. Саванна и кустарники имеют наибольшую вариацию с образованием трёх видов (№ 23, 30 и 39).

Ландшафты хвойных лесов, смешанных широколиственных и хвойных лесов, а также однолетних культур претерпели незначительные изменения. В каждом типе ландшафта формируется новый вид ландшафта соответственно № 20, 36 и 3. Наряду с формированием новых ландшафтных видов происходит потеря трёх разных видов (№ 66, 67 и 68), принадлежащих к смешанным широколиственным и хвойным лесам, хвойным лесам и техническим культурам.

На основании рис. 3 и табл. 3 была создана таблица, отображающая изменения в площадях различных ландшафтных видов в природном заповеднике Нгок Линь за период с 2010 по 2019 г. (табл. 4). В этой таблице были рассмотрены два ландшафтных вида (№ 6 и 42), характеризующиеся одинаковыми группами фруктовых деревьев (банан, апельсин, манго, джекфрут), а также неизменяемостью свойств и площадей. Другие виды ландшафтов не меняют свои свойства, но есть изменения в площади. Так, ландшафтный вид № 40 (лесная плантация на Napli-chromic Acrisols) продемонстрировал наибольшее сокращение площади (на 580.85 га) с 2010 по 2019 г. В то же время площадь других видов ландшафта значительно увеличилась: например, площадь ландшафта № 43 (вечнозелёный широколиственный тропический лес на Alumi-humic Acrisols) увеличилась на 384.41 га (с 9314.10 до 9698.51 га). Площадь ландшафта № 24, наоборот, сократилась на 282.55 га (с 1270.12 до 987.57 га).

Матрица изменений площади ландшафтов за период 2010–2019 гг., представленная в табл. 5, демонстрирует значительные колебания в группе видов ландшафта саванн и кустарников. Эти типы ландшафтов увеличились в площади в 3.4 раза. В то же время площадь лесных плантаций уменьшилась в 1.6 раза по сравнению с 2010 г. Площадь бамбуковых лесов также сократилась, потеряв 150.73 га. За исследуемый период наблюдается значительная замена хвойных и бамбуковых лесов ландшафтами однолетних культур. Однолетние культуры заняли 4.8 и 9.3 % от площадей, ранее занимаемых хвойными и бамбуковыми лесами соответственно. Ландшафты хвойных лесов были заменены однолетними культурами в основном в юго-восточной части территории (коммуна Нгок Линь). Бамбуковые леса были заменены однолетними культурами на юге, в коммунах Соп и Нгок Линь района Дак Глей (табл. 5).

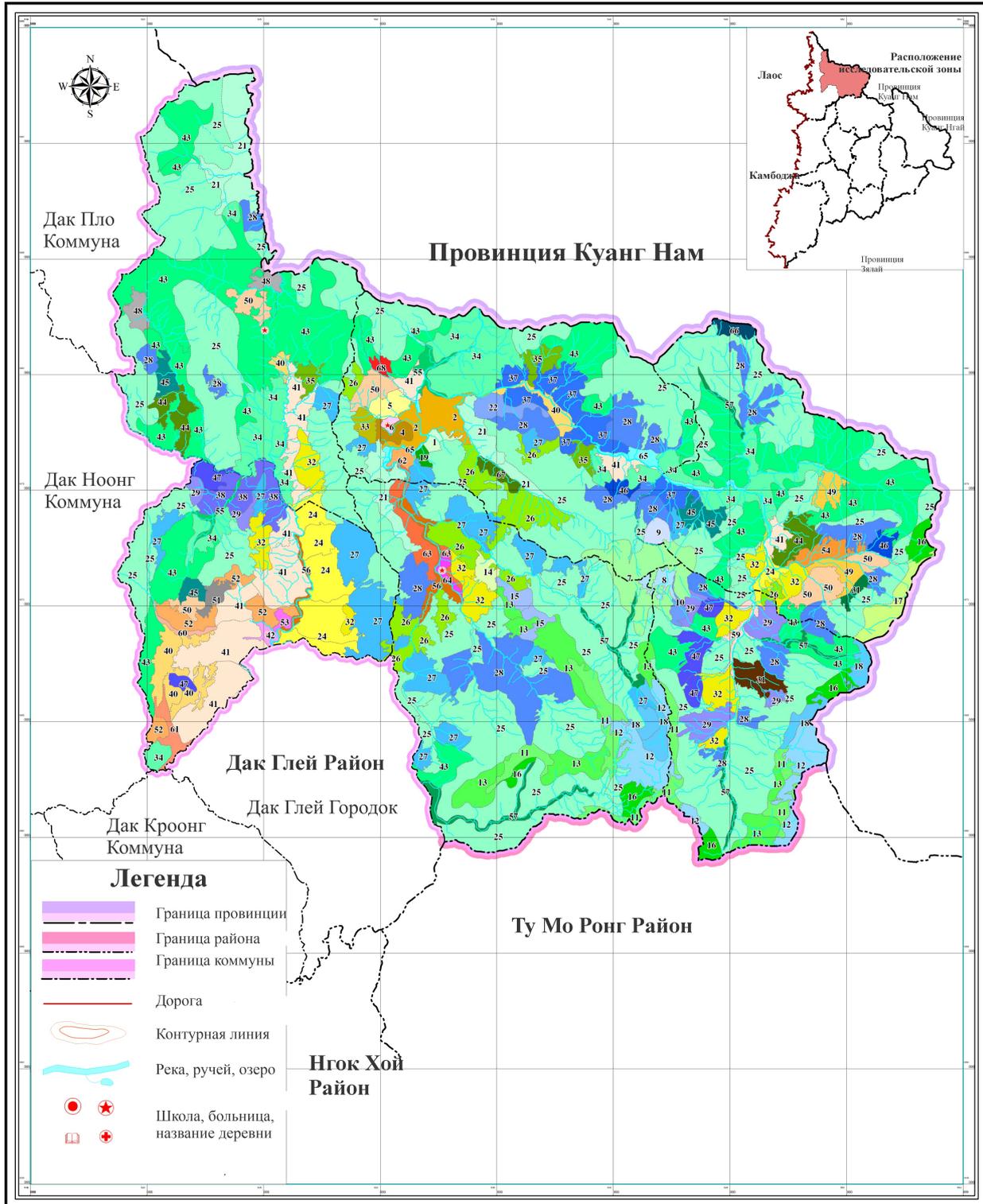


Рис. 3. Карта природно-антропогенных ландшафтов заповедника Нгок Линь (2010 г.)

Таблица 3

Легенда карты природно-антропогенных ландшафтов заповедника Нгок Линь (2010 г.) (рис. 3)

ЛАНДШАФТНЫЕ КЛАССЫ	ЛАНДШАФТНЫЕ ПОДКЛАССЫ	ЛАНДШАФТНЫЕ ТИПЫ	Тропический муссонный высокогорный климат, влажный, средняя температура – 22 °С. Общее годовое количество осадков колеблется (1500–2800 мм), недостаток влаги. Влажный сезон (сезон дождей) длится 8–9 месяцев, сухой сезон – 3–4 месяца									
			Растительность							Водохранилище		
		Антропогенная растительность					Естественная растительность					
ЛАНДШАФТНЫЕ ВИДЫ		вечнозелёный широколиственный тропический лес	хвойный лес	смешанный широколиственный и хвойный лес	смешанный лес (дерево и бамбук)	бамбуковый лес	саванна и кустарники	лесная плантация	технические культуры	однолетние культуры	растения в населённом пункте	
Плато	Высокое плато с процессом эрозии	Umbri-Acric Ferralsols	1						2			
		Hapli-Chromic Acrisols							4	5	6	
		Alumi-Humic Acrisols	7		8	9	10					
Гора	Высокие горы с эрозионными процессами доминируют	Chromi-Humic Alisols	11		12							
		Alumi-Humic Acrisols	13	14	66	15						
	Средние горы с эрозионными процессами доминируют	Chromi-Humic Alisols	16	17	18							
		Umbri-Acric Ferralsols	19									
		Hapli-Chromic Acrisols	21	67		22					24	
	Низкие горы, оползни с эрозией и процессами аккумуляции доминируют	Alumi-Humic Acrisols	25	26	27	28	29		31		32	
		Umbri-Acric Ferralsols									33	
		Hapli-Chromic Acrisols	34	35		37	38		40		41	42
		Alumi-Humic Acrisols	43	44	45	46	47	48	49	68	50	
		Endo Skeleti-Arenic Acrisols						51			52	53
Humi-Undo Leptic Acrisols									54			
Равнина и долина	Эрозионно-аккумулятивные долины	Hapli-Chromic Acrisols	55								56	
		Alumi-Humic Acrisols	57								59	
		Chromi-Skeletal Acrisols									60	
	Аккумулятивно-эрозионные равнины	Humi-Gleyic Fluvisols									61	
		Umbri-Acric Ferralsols								62		
		Hapli-Chromic Acrisols									63	64
Водохранилище												65

Хотя общая площадь групп видов ландшафта относительно велика, различия между ними весьма значительны. Группа видов ландшафта вечнозелёного широколиственного тропического леса превращается в смешанный широколиственный и бамбуковый лес, включающий виды бамбука родов *Pseudoxytenanthera*, *Pseudosasa*, тропические широколиственные деревья родов *Lithocarpus*, *Hopea*, *Phoebe* и др., с самой большой площадью (542.87 га). Кроме того, 340.83 га вечнозелёных широколиственных тропических лесов сменились однолетними культурами, а 353.17 га — смешанными широколиственными и хвойными лесами. Далее следует смена смешанного широколиственного и хвойного леса, смешанного леса (дерево и бамбук) с площадями 423.44 и 429.31 га соответственно на вечнозелёный широколиственный тропический лес. Группа видов ландшафта однолетних культур также была преобразована в вечнозелёный широколиственный тропический лес общей площадью 359.03 га, а саванна — в заросли кустарников площадью 392.88 га. Лесные плантации площадью в 308.61 га также сменились саванной и зарослями кустарников.

Таблица 4

Изменения площади ландшафтных видов (2010–2019 гг.)

№	2010 г.	2019 г.	Изменения (га)	№	2010 г.	2019 г.	Изменения (га)
1	74.26	95.05	20.79	35	349.16	380.74	31.58
2	460.78	376.08	-84.70	36	-	52.14	52.14
3	-	66.55	66.55	37	993.09	906.20	-86.89
4	116.17	110.88	-5.29	38	506.46	478.57	-27.89
5	151.93	121.68	-30.25	39	-	455.81	455.81
6	32.37	32.37	0	40	741.85	161.00	-580.85
7	910.97	932.01	21.04	41	2514.84	2764.04	249.20
8	106.87	87.34	-19.53	42	62.67	62.67	0
9	104.65	105.00	0.35	43	9314.1	9698.51	384.41
10	66.48	71.18	4.70	44	489.57	570.88	81.31
11	930.02	1049.1	119.08	45	417.41	301.78	-115.63
12	1004.94	959.74	-45.20	46	165.28	112.69	-52.59
13	1341.83	1227.51	-114.32	47	554.49	421.48	-133.01
14	112.72	131.66	18.94	48	215.82	321.66	105.84
15	206.81	353.56	146.75	49	318.89	365.95	47.06
16	547.36	576.62	29.26	50	810.45	710.05	-100.40
17	312.51	312.41	-0.10	51	106.87	83.59	-23.28
18	521.47	627.07	105.60	52	478.46	476.45	-2.01
19	40.33	61.03	20.70	53	47.71	52.79	5.08
20	-	57.60	57.60	54	192.68	151.44	-41.24
21	1364.97	1159.5	-205.47	55	190.21	147.78	-42.43
22	183.27	227.19	43.92	56	304.31	496.54	192.23
23	-	148.61	148.61	57	548.79	567.68	18.89
24	1270.12	987.57	-282.55	58	-	52.00	52.00
25	22 264.91	22 150.04	-114.87	59	120.80	152.65	31.85
26	1517.66	1479.40	-38.26	60	58.12	58.16	0.04
27	2647.20	2534.96	-112.24	61	147.04	74.34	-72.70
28	3520.30	3602.24	81.94	62	64.58	60.46	-4.12
29	675.12	680.59	5.47	63	319.26	226.68	-92.58
30	-	86.35	86.35	64	63.90	67.45	3.55
31	283.65	298.01	14.36	65	235.46	316.07	80.61
32	1385.22	1287.16	-98.06	66	100.35	-	-100.35
33	114.08	122.55	8.47	67	104.38	-	-104.38
34	3027.02	3023.14	-3.88	68	57.01	-	-57.01

Группа видов ландшафта с тропическими фруктовыми деревьями в населённых пунктах пре-терпела незначительные изменения: их площадь увеличилась лишь на 8.63 га за счёт однолетних культур. В то же время группа ландшафтов технических культур, включая каучуковые деревья *Hevea brasiliensis* и кофейные деревья *Coffea canephora*, значительно сократилась: на 125.65 га теперь произрастают вечнозелёные широколиственные тропические леса, но при этом качество леса существенно ухудшилось. Бамбуковые леса были вырублены на площади 168.08 га под посев каучуковых и кофейных деревьев.

Таблица 5

Изменение площади ландшафтных групп (2010–2019 гг.), га

2019	Вечнозелёный широколиственный тропический лес	Хвойный лес	Смешанный широколиственный и хвойный лес	Смешанный лес (дерево и бамбук)	Бамбуковый лес	Саванна и кустарники	Лесная плантация	Технические культуры	Однолетние культуры	Растения в населённом пункте	Водохранилище	Всего (2010)
Вечнозелёный широколиственный тропический лес	38 843.35	152.65	353.17	542.87	39.75	107.61	95.27	2.60	340.83		76.67	40 554.77
Хвойный лес	281.11	2392.02	25.36	28.16	0.45	19.02			139.88			2886.00
Смешанный широколиственный и хвойный лес	423.44	51.85	4064.70	122.13	3.6			0.27	132.25			4798.24
Смешанный лес (дерево и бамбук)	429.31	182.20	23.98	4490.01	19.73	1.70	9.06		3.61		13.80	5173.40
Бамбуковый лес	72.28		9.23		1547.65	5.31			168.08			1802.55
Саванна и кустарники	37.74					260.89			24.06			322.69
Лесная плантация	102.84	13.62		77.89	23.17	308.61	657.44		123.33		37.49	1344.39
Технические культуры	125.65	1.48						496.47	57.66		17.28	698.54
Однолетние культуры	359.03	137.36	86.59	65.76	17.47	392.88	63.19	1.53	6702.66	8.63	32.21	7867.31
Растения в населённом пункте										206.65		206.65
Водохранилище	13.22	1.51		32.06				46.55	3.50		138.62	235.46
Всего (2019)	40 687.97	2932.69	4563.03	5358.88	1651.82	1096.02	824.96	547.42	7695.86	215.28	316.07	65 890.00

Дифференциация природных условий и человеческой деятельности в природном заповеднике Нгок Линь создала очень разнообразную ландшафтную систему, включающую 4 класса, 7 подклассов, 11 типов и 65 видов. Класс горных ландшафтов имеет наибольшее разнообразие в изучаемой области с 3 подклассами, 5 типами и 44 видами. Этот ландшафтный класс не только доминирует по количеству видов, но и занимает самую большую площадь, которая охватывает всю исследуемую территорию. Для более детального анализа характеристик ландшафтного разнообразия сравнили ландшафты исследуемой территории с двумя подобными ландшафтными системами тропических лесов Вьетнама: охраняемой территорией Кон Ка Кинь — Кон Чу Ранг и Т-образным соединением района Индокитая (районы Са Тхай и Нгок Хой в провинции Кон Тум). Территория Кон Ка Кинь — Кон Чу Ранг имеет площадь 242 933 га с 1 системой, 1 подсистемой, 3 классами, 5 подклассами, 13 типами и 87 видами. Т-образное соединение района Индокитая имеет площадь 324 235 га с 1 системой, 1 подсистемой, 3 классами, 5 подклассами, 11 типами и 61 видом [Нгуен, Данг, Нго, 2019]. Несмотря на то что площадь Нгок Линь значительно меньше этих двух территорий, уровень его ландшафтного разнообразия остаётся высоким благодаря дифференциации природных условий. Это подтверждается высоким уровнем разнообразия в классе и подклассе ландшафтов. Количество видов ландшафтов природного заповедника Нгок Линь меньше территории Кон Ка Кинь — Кон Чу Ранг, но выше Т-образного соединённого района Индокитая. Это свидетельствует об относительной однородности ландшафта исследуемой территории. Хотя небольшой участок может не оказывать большого влияния на разнообразие более крупных участков, но их совокупная ценность для сохранения разнообразия в ландшафте значительна [Li et al., 2011].

Полученные результаты сравнили с данными исследований тропических лесов в районе Са Тхай провинции Кон Тум. Территория исследования в районе Са Тхай, в соответствии с системой ландшафтного деления, также подразделяется на 1 систему, 1 подсистему, 3 класса, 5 подклассов, 12 типов и 59 видов с общей площадью 241 500 га. Площадь района Са Тхай намного больше, чем в природном заповеднике Нгок Линь, но уровень ландшафтного разнообразия ниже на 6 видов. Изменения в этой области очень сильны и обусловлены исчезновением 20 видов и образованием 16 новых видов ландшафтов. Это показывает, что уровень антропогенного воздействия в данном районе намного выше, чем в природном заповеднике Нгок Линь. Примечательно, что ландшафты хвойных и бамбуковых лесов сменяются ландшафтами однолетних культур, это связано с практикой рубки и выжигания лесов местными жителями для высвобождения площадей. Хотя сейчас масштабы деятельности по вырубке лесов значительно сократились по сравнению с предыдущими годами, вырубка по-прежнему распространена на территориях ландшафтов молодых бамбуковых лесов заповедника Нгок Линь и многих других охраняемых лесов Центрального нагорья Вьетнама.

Преобразование ландшафтов в природном заповеднике Нгок Линь демонстрирует значительное разнообразие и тесную связь с деятельностью человека. Анализ ландшафтных карт 2010 и 2019 гг. показывает, что преобразования затрагивают все классы ландшафтов. В основном ландшафты формируются и развиваются в соответствии с природными условиями и процессами на данной территории. Тем не менее некоторые ландшафты подверглись радикальным изменениям и их «наполнение» изменилось за счёт преобразования одного ландшафта в другой. Изменение ландшафтного разнообразия происходит за счёт формирования семи новых видов ландшафта и утраты трёх старых видов. Площадь видов ландшафта не только варьируется по их количеству, но и существенно изменяется. Разница в площади между разными видами ландшафта также значительна. Виды ландшафта кустарников и саванн имеют наибольшую вариацию на территории, далее следует группа видов ландшафта лесных плантаций. Это можно объяснить увеличением спроса на землю со стороны местного населения. Другие виды ландшафта также имеют изменения в площади, незначительные в сравнении друг с другом. Самым большим изменениям подверглась группа видов ландшафта вечнозелёного широколиственного тропического леса, когда 542.87 га было преобразовано в виды ландшафта смешанного леса (дерево и бамбук).

Трансформация ландшафта обусловлена типом землепользования жителями коммун изучаемой территории. Тип землепользования по-разному влияет на пространственные закономерности изменения ландшафта, лежащие в основе экологических процессов и распределения видов [Li et al., 2011]. Колебания ландшафтных видов сосредоточены в долинах основных речных бассейнов и части юго-западной равнины на исследуемой территории. Самое значительное изменение ландшафта наблюдается в долинах рек коммун Мыонг Хоонг и Нгок Линь, равнине и долине реки коммуны Дак Пек, в долинах рек коммуны Дак Чоонг и юго-восточной части коммуны Дак Ман. Наибольшая численность населения сосредоточена именно здесь. Антропогенная деятельность оказывает непосредственное влияние на структуру и композицию ландшафта, что отражается в изменении растительного покрова. Ландшафты в высоких горах, которые менее подвержены воздействию людей, имеют небольшие изменения вследствие естественных процессов. Это важный фактор при планировании, управлении и правильном использовании земельных и лесных ресурсов. Учитывая взаимосвязь между деградацией растительности и утратой биоразнообразия, сохранение фрагментированных ландшафтов может быть достигнуто путём восстановления растительного покрова. Растительный покров внутри ландшафта должен быть тщательно продуман при планировании поддержания функций среды обитания, регулирования и повышения продуктивных возможностей ландшафта [Schulz et al., 2010]. Пространственно-временная динамика, возникающая в результате взаимодействия природных и социально-экономических факторов, имеет важное значение для поддержания биоразнообразия и сохранения ландшафта [Nahuelhual et al., 2012].

Заключение

Природный заповедник Нгок Линь представляет собой уникальный объект в тропическом муссонном климате Центрального нагорья Вьетнама. Заповедник разделён на зоны в соответствии с природными и социально-экономическими условиями, что приводит к значительному разнообразию естественных и антропогенных компонентов и факторов на изучаемой территории, особенно в результате высотной дифференциации рельефа.

Разнообразие природных условий и влияние человеческой деятельности преобразовали ландшафтную систему заповедника Нгок Линь, состоящую из 1 системы, 1 подсистемы, 4 классов, 7 подклассов, 11 типов и 65 видов. По сравнению с другими заповедниками Центрального нагорья Вьетнама, ландшафты исследуемой территории отличаются высоким уровнем разнообразия, особенно по рангам подкласса и вида. Группа видов ландшафта лесной растительности широко распространена и занимает значительную площадь в районе исследований.

В период с 2010 по 2019 г. было утрачено 3 вида и сформировано 7 новых видов ландшафта. Изменение ландшафта отражается не только в количестве видов ландшафта, но и в его площади. Группа видов ландшафта саванн и кустарников сильно изменилась как по количеству, так и по площади, в то время как группа видов ландшафта естественной растительности продемонстрировала незначительные колебания, сохраняя стабильность в течение исследуемого периода. Динамика и изменение групп ландшафтных типов и видов сосредоточены в долинах бассейнов основных рек и в части юго-западной равнины исследуемой территории, где ландшафт подвергается длительному воздействию человеческой деятельности.

Список литературы

1. *Бероев С. Б., Хацаева Ф. М.* Приоритетные направления экологического природопользования горных территорий Республики Северная Осетия – Алания // Устойчивое развитие горных территорий. – 2019. – Т. 11, № 4. – С. 429–435. – <https://doi.org/10.21177/1998-4502-2019-11-4-429-435>
2. *Кочуров Б. И., Хазиахметова Ю. А., Ивашкина И. В., Сукманова Е. А.* Ландшафтный подход в градостроительном проектировании // Юг России: экология, развитие. – 2018. – Т. 13, № 3. – С. 71–82. – <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2018-3-71-82>
3. *Нуен Д. Х., Данг Х. К., Нго Ч. З.* Антропогенная сукцессия ландшафтов западных провинций Вьетнама // Вестник Московского университета. Сер. 5, География. – 2019. – № 1. – С. 19–28.
4. *Татаринцев В. Л., Татаринцев Л. М., Мацора А. В., Бондарович А. А.* Организация устойчивого сельскохозяйственного землепользования на основе ландшафтного анализа // Устойчивое развитие горных территорий. – 2020. – Т. 12, № 3. – С. 339–348. – <https://doi.org/10.21177/1998-4502-2020-12-3-339-348>
5. *Тишков А. А.* Сукцессии растительности зональных экосистем: сравнительно-географический анализ, значение для сохранения и восстановления биоразнообразия // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14, № 1-5. – С. 1387–1390.
6. *Atlas of the Central Highlands, Vietnam / Vietnam Acad. of Science and Technology.* – Hanoi : Publ. House for Science & Technology, 2015.
7. *Daniel C. J., Frid L.* Predicting landscape vegetation dynamics using state-and-transition simulation models // Proceedings of the First landscape state-and-transition simulation modeling conference, June 14–16, 2011, Portland / eds: Kerns B. K. et al. – Portland : U. S. Dep. of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 2012. – P. 5–22.

8. Darkhani F., Tahir O. M., Ibrahim R. Sustainable urban landscape management: an insight into urban green space management practices in three different countries // Journal of Landscape Ecology. – 2019. – Vol. 12, iss. 1. – P. 37–48. – <https://doi.org/10.2478/jlecol-2019-0003>
9. Le H. T., Vu D. T., Tran X. B., Pham T. T., Dao Kh. H. Remote sensing method for land cover change monitoring using Landsat multi-temporal data (Case study: Tuy Duc and Dak Rap districts, Dak Nong province, Central Highlands of Vietnam) // Sustainable Development of Mountain Territories. – 2020. – Vol. 12, iss. 3. – P. 357–365. – <https://doi.org/10.21177/1998-4502-2020-12-3-357-365>
10. Li C., Liu J., Laforteza R., Chen J. Managing forest landscapes under global change scenarios // Landscape Ecology in Forest Management and Conservation: Challenges and Solutions for Global Change / eds: Li C. et al. – Heidelberg : Springer, 2011. – Chap. 1. – P. 3–21.
11. Maggiore G., Semeraro T., Aretano R., De Bellis L., Luvisi A. GIS analysis of land-use change in threatened landscapes by *Xylella fastidiosa* // Sustainability. – 2019. – Vol. 11, iss. 1. – P. 253–277. – <https://doi.org/10.3390/su11010253>
12. Mehrabi A., Khabazi M., Almodaresi S. A., Nohesara M., Derakhshani R. Land use changes monitoring over 30 years and prediction of future change using multi-temporal Landsat imagery and the land change modeler tools in Rafsanjan city (Iran) // Sustainable Development of Mountain Territories. – 2019. – Vol. 11, iss. 1. – P. 26–35. – <https://doi.org/10.21177/1998-4502-2019-11-1-26-35>
13. Mousavi S. R., Solaimani K. Using remote sensing and GIS-techniques in south east Caspian coastal changes detection // South of Russia: Ecology, Development. – 2008. – Vol. 3, № 1. – P. 32–43.
14. Nahuelhual L., Carmona A., Lara A., Echeverria C., Gonzalez M. Land-cover change to forest plantations: proximate causes and implications for the landscape in south-central Chile // Landscape and Urban Planning. – 2012. – Vol. 107, iss. 1. – P. 12–20. – <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.04.006>
15. Ngo T. D., Nguyen D. H., Cuong D. H., Trong G. V. Study anthropogenic landscape diversity for sustainable development of Sa Thay district // Proceedings of the 2nd National Conference of the Vietnam National Museum of Nature (Hanoi, 11 March 2016). – Hanoi: Publ. House for Science & Technology, 2016. – P. 386–396.
16. Nguyen D. H. Research on anthropogenic landscape to serve the rational use of territory // Journal of Science / Hanoi Nat. Univ. of Education. – 2003. – № 4. – P. 145–153.
17. Nguyen D. H., Kuznetsov A. N., Ngo Trung Dung, Giang Van Trong. Natural-anthropogenic Landscapes of Kon Ka Kinh – Kon Chu Rang Conservation Territory. – Hanoi : Publ. house of science and technique, 2022. – 292 p. – Загл. на яз. оригинала: Cảnh quan tự nhiên - nhân sinh không gian bảo tồn Kon Ka Kinh – Kon Chư Răng.
18. Nguyen D. H., Ngo T. D., Dang H. C., Kolesnikov S. I., Tishkov A. A. Transformation and ecological succession of natural – anthropogenic landscapes in Kon Ka Kinh – Kon Chu Rang conservation territory, Vietnam // Proceedings of the T. I. Vyazemsky Karadag scientific station – Nature Reserve of the RAS. – 2019. – Iss. 3. – P. 52–71. – <https://doi.org/10.21072/eco.2021.11.04>
19. Nguyen D. H., Nguyen C. H. Anthropogenic landscape: from the scientific approach to practical application // Proceedings of the International Conference on Southeast Asian Geography. – Hanoi : Univ. of education publ. house, 2010. – Vol. 1. – P. 63–70.
20. Nijhuis S. Applications of GIS in landscape design research // Research in Urbanism Series. – 2016. – Vol. 4. – P. 43–56. – <https://doi.org/10.7480/rius.4.1367>
21. Results of the National Program on Forest Inspection and Revision for the Period 2013–2016 / Min. of Agriculture and Rural Development. – [Hanoi], 2017.
22. Schulz J., Cayuela L., Echeverria C., Salas J., Benayas J. M. R. Monitoring land cover change of the dryland forest landscape of Central Chile (1975–2008) // Applied Geography. – 2010. – Vol. 30, iss. 3. – P. 436–447. – <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2009.12.003>

**TRANSFORMATION OF NATURAL-ANTHROPOGENIC LANDSCAPES IN NGOC LINH
NATURE RESERVE, VIETNAM**

Nguyen Dang Hoi, Ngo Trung Dung, Dang Hung Cuong, Kuznetsov A. N.

Institute of Tropical Ecology, Vietnam-Russian Tropical Centre, Hanoi, Vietnam,

e-mail: danghoi110@gmail.com

Abstract: The study of landscape characteristics and its changes is an important content for the rational use of land and forest resources, especially in the area of tropical monsoon climate where there is a strong division of non-zonal rule such as Ngoc Linh Mountain area, in Central Vietnam. Based on the SPOT 2019 image data and GIS, natural – anthropogenic landscape map had been established for the study area including 65 kinds of landscapes. Landscape characteristics at two points in time (2010 and 2019) were compared, focused on the dramatic changes of the landscape kinds. Comparison between 2010 and 2019 shows that landscape change is strongly influenced by human activities, especially in densely populated areas.

Keywords: anthropogenic activities, landscape changed, natural vegetation, rainforest, Ngoc Linh Mountain, Vietnam

Сведения об авторах

Нгуен Данг Хой доктор географических наук, профессор, директор, Институт тропической экологии, Российско-Вьетнамский Тропический научно-исследовательский и технологический центр, *Nguyen Van Huyen Str., 63, Cau Giay District, Hanoi, Vietnam*, danghoi110@gmail.com

Нго Чунг Зунг доктор географических наук, Институт тропической экологии, Российско-Вьетнамский Тропический научно-исследовательский и технологический центр, *Nguyen Van Huyen Str., 63, Cau Giay District, Hanoi, Vietnam*, ngotrungdung266@gmail.com

Данг Хунг Кыонг кандидат географических наук, Институт тропической экологии, Российско-Вьетнамский Тропический научно-исследовательский и технологический центр, *Nguyen Van Huyen Str., 63, Cau Giay District, Hanoi, Vietnam*, danghungcuong@gmail.com

Кузнецов
Андрей
Николаевич доктор биологических наук, генеральный директор Российско-Вьетнамского Тропического научно-исследовательского и технологического центра, forestkuz@mail.ru

Поступила в редакцию 14.08.2024 г.

Принята к публикации 04.09.2024 г.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Федеральный исследовательский центр
«ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ имени А.О. КОВАЛЕВСКОГО РАН»

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Федеральный исследовательский центр
«СУБТРОПИЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

БИОРАЗНООБРАЗИЕ И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ

Основан в мае 2016 г.

Основатель журнала –
ФГБУН «Карадагская научная станция им. Т.И.Вяземского –
природный заповедник РАН»

Научное издание

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массовых коммуникаций

**Свидетельство о регистрации средства массовой информации
Сер. ПИ № ФС77-76870 от 11 октября 2019 г.**

Рекомендовано к печати решением учёного совета Федерального государственного бюджетного
учреждения науки Федерального исследовательского центра
«Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН»
(протокол № 9 от 15.10.2024).

Главный редактор: доктор геогр. наук Горбунов Р. В.
Заместитель главного редактора: доктор биол. наук Довгаль И. В.
Ответственный секретарь: Жукова Ю. В.
Корректор: Уткина Е. Г.
Компьютерная вёрстка: Майборода Д. И.
Макет обложки: Келип М.-Е. А.

Фото на обложке: Паук-охотник *Olios sericeus* (Kroneberg, 1875) на потолке жилого дома
в с. Степное, Первомайский р-н, Крым

Подписано к печати: 21.11.2024

Дата выхода: 22.11.2024

Формат 60x84/8 Усл. печ. л. 10,9 Тираж: 100 экз.

Отпечатано в типографии: ИП Ермолов М. П., ОГРНИП 314920436710081 от 26.12.2014;
ул. Кулакова, д. 59, г. Севастополь, 299011;
тел.: +7 978 70-45-111; e-mail: print-e@yandex.ru

Распространяется бесплатно

ISSN 2949-4583

