

ISSN 1818-507X

АСТРАХАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ  
СТАЛИ И СПЛАВОВ

БОТАНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им. В.Л. КОМАРОВА РАН

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБЛАСТНОЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИНСТИТУТ ЭВОЛЮЦИОННОЙ ФИЗИОЛОГИИ И БИОХИМИИ  
им. И.М. СЕЧЕНОВА РАН

# **ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ**

ЖУРНАЛ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ  
И ПРИКЛАДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

**№ 2 (23)  
2008**

**Журнал издается с 1999 г.**

Журнал включен в перечень изданий, утвержденных ВАК для публикации основных результатов кандидатских диссертационных исследований по специальностям: «Биологические науки», «Агрономия», «Лесное хозяйство»

Астрахань  
Издательский дом «Астраханский университет»  
2008

ББК 2

Рекомендовано к печати редакционно-издательским советом  
Астраханского государственного университета

## ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

ЖУРНАЛ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ  
И ПРИКЛАДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

№ 2 (23)  
2008

*Редакционный совет:*

д-р биол. наук, проф. Т.Г. Анищенко (г. Саратов)  
д-р мед. наук, проф. О.А. Бутова (г. Ставрополь)  
д-р хим. наук, проф. Ю.М. Дедков (г. Москва)  
д-р биол. наук, проф. Ю.А. Даринский (г. Санкт-Петербург)  
канд. биол. наук, доц. Л.Е. Кокшунова (Калмыкия)  
д-р мед. наук, проф. С.С. Клаучек (г. Волгоград)  
д-р биол. наук, проф. А.Н. Неваленный (г. Астрахань)  
канд. пед. наук, проф. Н.Г. Ованесов (г. Астрахань)  
д-р мед. наук, проф. А.А. Терентьев (г. Москва)  
д-р физ.-мат. наук, доц. С.Б. Убизский (Украина)

*Главный редактор:*

Д.Л. Теплый

*Редакционная коллегия:*

Ю.И. Авдеев, Н.М. Алыков, Э.И. Бесчетнова, А.Г. Глинина, Д. Зерулла,  
В.К. Карпасюк (зам. гл. редактора), А.Г. Кушнер, А.М. Лихтер  
В.Н. Пилипенко, М.И. Пироговский, Н.М. Семчук

*Ответственный секретарь:*

Е.Г. Русакова

Журнал выходит 4 раза в год

Все материалы, поступающие в редколлегию журнала,  
проходят независимое рецензирование

© Издательский дом  
«Астраханский университет», 2008  
© В. Д. Скоблев,  
оформление обложки, 2001

## СОДЕРЖАНИЕ

---

---

### ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

*И.В. Быстрова, Г.З. Карабаева, О.Г. Карабаева*

Природные особенности и оценка состояния  
ильменей Западной ильменно-бугровой равнины ..... 7

*Д.В. Воробьев, В.И. Воробьев*

Физиолого-геохимические и экологические основы пресноводной аквакультуры  
в регионе дельты р. Волги ..... 11

*А.М. Камакин, О.А. Чиженкова*

Макрофитобентос как составляющая донных биоценозов Северного Каспия ..... 15

*Р.С. Сигида*

Изменение природных условий и животного мира Центрального Предкавказья  
в современный период ..... 20

*Д.И. Шабанов, А.Л. Сальников*

Изучение процессов деградации пастбищ с применением ГИС и ДЗЗ ..... 29

*Dr. K. Solaimani, Sh. Shojaey, Dr. A. Hosini, S. Musavi*

An investigation of sediment yield in different types of land use  
(Case Study: Babolroud Watershed) ..... 33

*S.R. Mousavi, K. Solaimani*

Using remote sensing and gis techniques  
in south east caspian coastal changes detection ..... 38

### БОТАНИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ

*Ю.И. Дедова, Г.С. Шахмедова*

Наследование элементов продуктивности у гибридов хлопчатника  
при отдаленно-географических скрещиваниях ..... 51

*М.А. Пригаров*

Метод Браун-Бланке в изучении адвентивной флоры ..... 54

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ, МОРФОЛОГИЯ И МЕДИЦИНА

*Т.И. Джандарова, Ю.В. Кудрявцева, Л.Н. Юшкова*

Организация циркадианных ритмов содержания норадреналина и дофамина  
в крови при дисфункции околощитовидных желез ..... 58

*С.К. Касимова, Е.И. Кондратенко, Н.А. Ломтева*

Возрастная динамика изменения температуры кожи лица женщин  
после грязевых аппликаций ..... 62

*Е.В. Кувалдина, М.А. Вангулова, Т.И. Джандарова*

Особенности состояния кардиореспираторной системы  
у девочек 14–15 лет, занимающихся спортом ..... 66

*А.К. Маслов, А.А. Юценко*

Возможности прогнозирования эффективности терапии  
и риска возникновения рецидива лепры ..... 68

*Ю.В. Нестеров, Д.Л. Теплый, А.С. Чумакова*

Возрастная динамика и тканеспецифические особенности  
свободнорадикальных процессов внутренних органов  
и центральной нервной системы белых крыс ..... 73

*Р.С. Нуралиева, Н.С. Алтуфьева*

Морфофункциональная характеристика почек ампулярии *Pomacea bridgesii*  
в условиях промышленного выращивания ..... 76

**МАТЕМАТИКА И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ФИЗИКА**

*М.Р. Кадырбердиева, А.М. Лихтер, Е.А. Спатарь,*

*Е.Ю. Степанович, Э.О. Черемных*

Математическое моделирование световых полей селективных источников света  
в системах лова рыбы .....82

**АННОТАЦИИ**.....87

**ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ**.....91

## CONTENTS

---

---

### ECOLOGICAL RESEARCHES

<b><i>I.V. Bystrova, G.Z. Karabaeva, O.G. Karabaeva</i></b> Natural features and valuation of state of ilmens of the Western ilmen-hillock plain .....	7
<b><i>D.V. Vorobiev, V.I. Vorobiev</i></b> Physiological-geochemical and ecological bases of freshwater aquaculture in the Volga delta .....	11
<b><i>A.M. Kamakin, O.A. Chizhenkova</i></b> Macrophytobenthos as a component of biocenosis of the Northern Caspian.....	15
<b><i>R.S. Sigida</i></b> The current changes of natural conditions and fauna in the Central Ciscaucasia in the modern period.....	20
<b><i>D.I. Shabanov, A.L. Salnikov</i></b> Studying of processes of pastures degradation with application of GIS and DZE.....	29
<b><i>Dr.K. Solaimani, Dr.A. Hosini, S. Mousavi, Sh. Shojaey</i></b> An investigation of sediment yield in different types of land use (case study: babolroud watershed) .....	33
<b><i>S.R. Mousavi, K. Solaimani</i></b> Using remote sensing and gis techniques in south east caspian coastal changes detection .....	38

### BOTANICAL RESOURCES

<b><i>Yu.I. Dedova, G.S. Shakhmedova</i></b> Inheritance of elements of productivity of cotton hybrids by distance-geographic hybridization .....	51
<b><i>M.A. Prigarov</i></b> Braun-Blanquet method in studying adventive flora.....	54

### EXPERIMENTAL PHYSIOLOGY, MORPHOLOGY AND MEDICINE

<b><i>T.I. Dzhandarova, Yu.V. Kudryavtseva, L.N. Yushkova</i></b> Organization of circadian rhythms of the content of noradrenaline and dopamine in blood at dysfunction of parathyroids.....	58
<b><i>S.K. Kasimova, E.I. Kondratenko, N.A. Lomteva</i></b> The age dynamic of change of temperature of face skin of women after mud application .....	62
<b><i>E.V. Kuvaldina, M.A. Vangulova, T.I. Dzhandarova</i></b> Features of state of cardiorespiratory system for the girls of 14–15 who are going in for sports.....	66
<b><i>A.K. Maslov, A.A. Yushchenko</i></b> Possibilities of predictability of therapy efficiency and risk of lepra relapse.....	68
<b><i>Yu.V. Nesterov, D.L. Teply, A.S. Chumakova</i></b> Age dynamics and tissue-specific features of free radical processes of inner organs and central nervous system of white rats .....	73
<b><i>R.S. Nuralieva, N.S. Altufieva</i></b> Morphofunctional characteristics of kidneys of ampulary of <i>Pomacea bridgesii</i> in conditions of industrial growing.....	76

**MATHEMATICS AND EXPERIMENTAL PHYSICS**

*M.R. Kadyrberdieva, A.M. Likhter, E.A. Spatar,*

*E.Yu. Stepanovich, E.O. Cheremnykh*

Mathematical modelling of light fields of selective light sources in systems fishing .....82

**ANNOTATIONS** .....87

**RULES FOR THE AUTHORS** .....91

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 551.481

### ПРИРОДНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ИЛЬМЕНЕЙ ЗАПАДНОЙ ИЛЬМЕННО-БУГРОВОЙ РАВНИНЫ

**И.В. Быстрова, Г.З. Карабаева, О.Г. Карабаева**  
Астраханский государственный университет  
Россия, 414000, г. Астрахань. пл. Шаумяна, 1  
тел. (8512) 44-00-95 (доп. 117), факс (8512) 22-82-64

Район исследования располагается в Западной ильменно-бугровой равнине дельты р. Волги. В административном отношении принадлежит к землям колхоза «Большевик», ОАО «Дельта», ЗАО СХП «Восточное» Икрянинского района, Астраханской области (рис.).

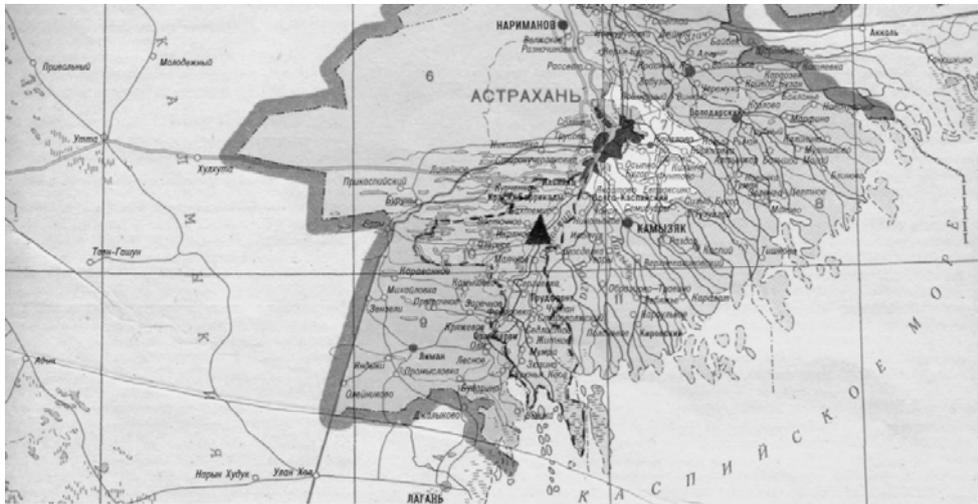


Рис. Карта-схема Астраханской области:

▲ – исследуемый участок  
- - - - - граница Икрянинского района

Ильмени на изучаемой территории в большинстве своем пресноводные. Они широко используются в хозяйственной деятельности населения как источник естественного увлажнения сенокосных угодий, пашен. Таким образом, как природная, так и хозяйственная значимость ильменей определяется в первую очередь наличием в них наиболее ценных ресурсов – пресных вод. Ценность ильменей заключается и в том, что они являются главным условием и средой для формирования биологических (рыбы, водная растительность, водоплавающая птица) и минеральных (пески, соли, глины) ресурсов и сапропели. В последние годы возросла роль ильменей и озер как своеобразных и уникальных рекреационных ресурсов (места активного отдыха). Особую значимость приобретает рыбохозяйственное значение ильменей в рамках выполнения продовольственной программы России, особое внимание уделяется разведению частичковых пород рыб и белорыбицы.

Ильмени являются наиболее чувкими индикаторами изменений, происходящих в ландшафтах региона и изучаемого участка. На фоне общей аридизации климата и роста антропогенных нагрузок в режиме озер происходят существенные изменения, отрицательно влияющие на состояние всех ресурсов.

Зимой большинство водоемов подвергается частичным и сильным заморам, летом они значительно усыхают. Распашка водосборных территорий приводит к возрастающему поступлению в экосистемы ильменей фосфорных, азотных и других соединений. Все это в конечном итоге приводит к качественному и количественному сокращению и полному истощению озерных ресурсов.

В последние годы, как показали наши исследования в пределах Икрянинского административного района, в котором и располагается описанная территория, наблюдается заметное уменьшение размеров и глубины водоемов, что привело и приводит в настоящее время к вторичному засолению используемых земельных угодий, деградации естественного растительного покрова, а местами даже к полному исчезновению отдельных ильменей. Так, близко расположенные друг от друга ильмени Дархур и Газын (к северу от с. Протоchnое), характеризующиеся практически одинаковым химическим и биологическим составом воды, возможно не так давно представляли собой единый водоем. В настоящее время их связывает неширокая протока. Ильмень Дархур находится в стадии активного пересыхания (данные на 26 ноября 2007 г.). Аналогичный вывод можно сделать и для ильменя Шарьяман (к востоку от ильменя Дархур) и серии небольших по размерам ильменей, расположенных к северу и югу от описываемых ильменей. Тем более вероятным кажется это предположение, что данные водоемы во время половодья весной либо сливаются в единый, либо настолько близко разливаются друг к другу, что в это время разделяются лишь узкой полоской земли. Аналогичные по составу и возрасту донные осадки, ихтиофауна, растительные сообщества окончательно подтверждают этот вывод. Ярким примером сезонного усыхания до нулевых отметок в связи с хозяйственной деятельностью человека (забор воды) являются ильмени, находящиеся возле населенных пунктов Икрянинского района.

Таким образом, можно выявить ряд факторов, влияющих на понижение уровня воды в ильменах, сокращение их площади и осложняющих экологическую ситуацию района:

1. Уменьшение весеннего половодья, вызванного зарегулированием стока р. Волги в вышележащих по течению мостах.
2. Увеличением забора воды из ильменей в связи с возрастающими запросами земледелия.
3. Действия вошедшего в строй вододелителя, направляющего в маловодные годы часть весеннего стока р. Волги за пределы изучаемого участка.

Район исследования лежит в пределах Западной ильменно-бугровой равнины [2]. Ее рельеф представляет чередование бугров с абсолютными отметками от  $-3 \dots -4$  м до  $15-16$  м и межбугровых понижений с абсолютными отметками дна от  $-22$  м до  $-27$  м. Они имеют субширотную ориентацию. Конфигурация бугров четкая, относительная высота достигает  $5-15$  м. Склоны бугров в основном ассиметричны: крутизна северных до  $8-10^\circ$ , южных  $-3-7^\circ$ , западных и восточных  $-1,5-2-3^\circ$ . Бэровские бугры обязаны своей формой верхнехвалынскому бассейну, и в дальнейшем эта форма лишь незначительно была изменена в результате образования покровного чехла и абразии склонов. В настоящее время склоны бэровских бугров подвергаются разрушению, что выражается в эрозийном воздействии ливней и поливных вод, дренирующих крутые незаросшие склоны, образуя промоины и борозды.

Склоны бугров плавно или через нисходящие уступы террас высотой  $0,5-1,5$  м сочленяются с межбугровыми понижениями шириной  $0,3-0,6$  км, реже  $2-2,5$  км [3].

Как правило, днища межбугровых понижений заняты ильменями и ериками, часть из которых с абсолютными отметками ниже  $-25$  м соединяются с протоками р. Волги, другие с абсолютными отметками выше  $-25$  м эту связь утеряли.

Обычно ильмени и ерики ориентированы в широком направлении. Конфигурация ильменей, вслед за конфигурацией межбугровых понижений, плавно извилистая. Протяженность их от  $0,8-1,0$  до  $4,5-15$  км, ширина от  $20-35$  (ильмень Голга) до  $250-300$  м (ильмень Большой Табунный), относительная глубина  $1,0-1,8$  м (ильмень Большой Табунный) [1].

Ширина ериков, соединяющих ильмени, колеблется от  $5-10$  до  $35-45$  м, относительная глубина  $0,8-1,5$  м. Днища их, как и у ильменей, плоские и слабоогнутые, склоны симметричны. При спаде вод вдоль берегов ильменей и ериков появляются гигрофитная растительность.

Основу ильменя составляет углубленное понижение с водой, в котором накапливаются, развиваются, созревают и хранятся разнообразные ресурсы, т.е. происходит круговорот веществ и энергии. А аккумуляция ресурсов ильменей, их качественные и количественные параметры во многом определяются ландшафтными условиями водосборов. Донные отложения довольно однообразны. Они представлены послехвалынскими песчано-глинистыми осадками, часто с небольшими линзами илистых фракций. Основная часть ильменей представлена баткаком – это типичный грунт ильменей, иногда очень богатый водой, мягкий и сильно илистый.

Особенности водного баланса предопределены положением озер в данной ландшафтной зоне, т.е. подчинены зональному распределению основных гидротермических элементов увлажнения территории, величин испаряемости, термического режима.

Изучение ильменей в полевых условиях в ноябре 2007 г. позволило получить основные данные для составления подробного паспорта каждого ильменя. За данный период были обследованы 18 ильменей. Большинство из них может быть использовано для разведения рыб частиковых пород, а с 2008 г. здесь планируется разведение белорыбицы.

Одним из этапов исследований было измерение глубины ильменей. Максимальная глубина достигает 1,5–1,8 м (ильмени Большой Табунный, Монетный, Баркас, Речка Табун, Долгий, Таби-Хурдун, Малый Табунный). Глубина ильменей Кулик, Бунтур, Джора, Ювяли, Галга, Соленая дорога и других достигает 1,0–1,2 м.

Особое внимание уделялось определению площадей ильменей. По размерам площади все ильмени разделены на три группы:

1. Крупные ильмени: Галга – 927 га, Бунтур – 487 га, Ювяли – 380 га, Большой Табунный – 270 га, Долгий – 200 га, Таби-Хурдун – 320 га, Кандаган – 320 га.
2. Средние ильмени: Монетный – 150 га, Речка Табун – 150 га, Алык – 160 га, Баркас – 100 га, Джора – 60 га, Санхин – 70 га, Соленая дорога – 80 га, Малый Табунный – 70 га.
3. Мелкие ильмени: Керемта – 50 га, Кулик – 35 га, Байбашал – 50 га.

Фотометрические свойства воды определялись с помощью диска Секки, опускаемого в воду размерной веревкой. Данные этих измерений приведены в таблице 1.

Таблица 1

**Показатели прозрачности воды ильменей  
Западной ильменно-бугровой равнины**

№	Название ильменей	Максимальная глубина, см	Глубина отчетливости очертания диска, см
1	Ювяли	90–100	39
2	Баркас	140–150	40
3	Кулик	90–100	45
4	Большой Табунный	150–180	50
5	Керемта	100	35
6	Джора	100	30
7	Бунтур	120	40
8	Галга	100–150	35
9	Монетный	100–120	50
10	Малый Табунный	180	50
11	Соленая дорога	140	48
12	Санхин	150	40
13	Речка Табун	190	50
14	Долгий	200	50
15	Таби-Хурдун	150	45
16	Байбашал	120	40
17	Алык	150	50
18	Кандаган	150	45

Максимальная глубина 1,0–1,5 м – диск просматривается на глубине от 35 до 50 см.

Максимальная глубина 1,4–1,8 м – диск просматривается на глубине 40–50 см.

На момент обследования водоемов предзаморных явлений не наблюдалось.

Отмечается обильное зарастание сине-зелеными водорослями практически всех обследованных водоемов. Поэтому мутность воды по шкале прозрачности оценивается как средняя. Особую тревогу вызывает зарастание ильменей водной растительностью (макрофиты), нитчатыми водорослями и жесткой растительностью (тростник, камыш, рогоз).

В обследованных ильменях вырисовывается следующая картина (табл. 2).

Таблица 2

**Показатели зарастаемости ильменей**

№	S, га	Название ильменя	Макрофиты, %	Нитчатые водоросли, %	Жесткая растительность, %
1	380	Ювяли	50	5	10
2	100	Баркас	40	5	10
3	35	Кулик	55	–	10
4	270	Большой Табунный	40	3	20
5	50	Керемта	45	5	15
6	60	Джора	50	5	30
7	485	Бунтур	45	5	10
8	927	Галга	40	5	10
9	150	Монетный	50	3	10
10	70	Малый Табунный	40	5	10
11	80	Соленая дорога	40	–	–
12	70	Санхин	45	–	–
13	150	Речка Табун	35	5	20
14	200	Долгий	45	5	5
15	320	Таби-Хурдун	50	–	25
16	50	Байбашал	45	5	10
17	160	Алык	45	5	10
18	320	Кандаган	40	5	15

Таким образом, из таблицы 2 видно, что зарастаемость ильменей прежде всего обусловлена высшей водной растительностью. Присутствие в ильменях сине-зеленых водорослей отрицательно влияет на содержание кислорода, а высшая водная растительность (макрофиты) затрудняет облов водоемов. Крайне низкий уровень воды в ряде ильменей и высокие температуры воздуха могут вызвать острый дефицит кислорода, что может привести к гибели всех обитателей водоемов.

Таким образом, для предотвращения негативных последствий необходим ряд мероприятий, улучшающих современное состояние ильменей, ериков, проток и позволяющих при существующих природных условиях без причинения ущерба природным комплексам развивать в данном районе сельское хозяйство:

1. Незамедлительное проведение системы мелиоративных и водоохранных мероприятий для системы ильменей, что позволит приостановить их деградацию, улучшить их общий режим и, в конечном итоге, повысить эффективность хозяйственного использования приильменных ландшафтов.

2. Преимущественное развитие богарного земледелия, применение капельного орошения и ведение прудового хозяйства.

**Литература**

1. **Быстрова, И. В.** Комплексное изучение водных ресурсов Северо-Западного Прикаспия / И. В. Быстрова // Водные ресурсы, их использование и охрана. – Горький : ГГПИ им. М. Горького, 1985. – С. 62–67.

2. **Волюнкин, И. Н.** Природные ландшафты Астраханской области / И. Н. Волюнкин // Некоторые вопросы географии Астраханской области. Ученые записки АГПИ. – Астрахань, 1967. – Т. 11, вып. 2.

3. **Свиточ, А. А.** Бэровские бугры Нижнего Поволжья (Ст. 2. Происхождение бэровских бугров) / А. А. Свиточ, Т. С. Ключевиткина // Геоморфология. – 2008. – № 1. – С. 72–87.

УДК 628.394

**ФИЗИОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ  
ПРЕСНОВОДНОЙ АКВАКУЛЬТУРЫ В РЕГИОНЕ ДЕЛЬТЫ р. ВОЛГИ**

**Д.В. Воробьев, В.И. Воробьев**

Астраханский государственный университет  
Россия, 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1  
тел. (8512) 44-00-24 (доп. 115), E-mail: ei@aspu.ru

Комплексное эколого-биогеохимическое исследование различных рыбохозяйственных водоемов, проведенное в 1970–2007 гг., и анализ литературных данных показали неоднородность микроэлементного режима ландшафтов и водных экосистем, расположенных в различных регионах и субрегионах России. Среди факторов, контролирующих содержание микроэлементов в грунтах водоемов, важную роль играют дисперсия минерального субстрата и количество гумуса в нем. Донные отложения прудов, как правило, накапливают больше металлов в гумусном горизонте, чем окружающие водоем почвы. Это объясняется обогащением их микроэлементами за счет грунтовых вод и деструкции органического вещества водоемов [2].

Содержание микроэлементов в основных компонентах экосистем – в планктоне, бентосе, макрофитах и органах и тканях рыб – определяется биогеохимической обстановкой, складывающейся в водоемах субрегионов, и зависит от геохимических факторов среды, видов гидрофитов, их физиологического состояния, сезона года, гидрологического и гидрохимического режимов водоемов. Между микроэлементами, составом почв, окружающих водоемы, донными отложениями и гидробионтами существуют коррелятивные связи. Однако в ряде случаев они могут не выявляться в комплексном виде, а обнаруживаются между отдельными компонентами водных экосистем (почва – донные отложения; грунт – вода; вода – планктон; грунт – моллюски; макрофиты – рыба и т.п.), что зависит от многих причин: типа ландшафтов, почв, гидрологического и гидрохимического режимов водоема, уровня подвижности металлов, гидробиологических процессов, типа водоема, видового состава гидробионтов, их физиологического состояния и сезона года.

В результате процессов деструкции органического вещества водоемов микроэлементы с помощью микробов вымываются из него и вновь вступают в биогенную миграцию, усваиваясь основными компонентами водных экосистем.

Схематическая карта биогеохимического районирования водоемов, составленная в результате исследований европейской части бывшего СССР, позволяет выделить субрегионы с низким, высоким и нормальным уровнями одного или нескольких микроэлементов и помогает прогнозировать перспективность применения в рыбоводных процессах конкретных элементов в конкретных биогеохимических условиях рыбохозяйственных водоемов [1].

Комплексный эколого-геохимический анализ естественных и искусственных водоемов дельты р. Волги и Дагестана, разработанный нами (1978), помог выявить низкий уровень кобальта в прудах осетровых рыбозаводов, а в НВХ центральной части дельты – марганца в основных компонентах водных экосистем в сравнении с водоемами «эталонного» черноземного субрегиона. В основных компонентах экосистем искусственных водоемов, особенно в весенний период, содержится, как правило, меньше микроэлементов, чем в естественных. Это свидетельствует о необходимости применения микроудобрений в рыбоводных хозяйствах на фоне обычно вносимых минеральных туков. Такой вывод подкрепляется еще и высокой биологической ролью кобальта и марганца для нормального роста и развития объектов питания рыб в водоеме и самих рыб.

В результате высокого рН в воде прудов-отстойников вода, поступающая в инкубационные цеха рыбоводных хозяйств Астраханской области, часто обеднена рядом микроэлементов (цинком, марганцем, медью, селеном). В результате инкубирующая-

ся икра растительноядных рыб и карпа (сазана) попадает в условия определенного дефицита микроэлементов.

Отрывочность и противоречивость литературных данных о распределении микроэлементов в организме рыб в различные периоды их жизненного цикла стимулировали наши исследования по динамике микроэлементов в онтогенезе различных видов рыб в естественных и искусственных водоемах. Итогом этих работ явились статистически достоверные данные о том, что в определенные физиологические периоды органы и ткани производителей осетровых, карповых и окуневых рыб содержат различное количество микроэлементов, что объясняется не только физиологической значимостью изучаемых металлов для организма, особенностями метаболизма различных видов рыб, дифференцировкой клеток в органах и тканях, но и геохимической обстановкой, в которой в конкретный момент своей жизни находились исследуемые рыбы. Большой фактический материал по содержанию микроэлементов в органах и тканях производителей различных видов рыб может быть в перспективе использован для сопоставления с аналогичными данными по водоемам других субрегионов с целью определения их биогеохимической характеристики, без выяснения которой нельзя применять микроэлементы в рыбоводстве, а также и в виде определенных (реперных) данных, которые рыбоводам следует использовать в качестве физиологических параметров при содержании производителей в прудах рыбоводных хозяйств.

На примере производителей растительноядных рыб доказано, что к числу физиологических критериев качества икры самок следует отнести и содержание в ней микроэлементов – цинка, марганца, меди, железа, кобальта, селена, алюминия. Высококачественная в рыбоводном отношении икра содержит достоверно больше цинка, марганца, селена, меди и кобальта, чем икра низкого качества. Это обстоятельство следует учитывать не только в обычной практической деятельности рыбоводов, но и для определения дозировок микроэлементов при инкубации разнокачественной икры, особенно в тех случаях, когда вода, поступающая в инкубационные аппараты, обеднена металлами.

Изучение динамики микроэлементов в процессе эмбриогенеза изученных нами видов рыб однозначно показало способность икры после оплодотворения ассимилировать металлы из воды на ранних стадиях эмбриогенеза. Следует отметить, что начало каждого периода развития характеризуется резким подъемом уровня микроэлементов в организме, а конец эмбрионального и личиночного периодов – снижением количества изучаемых металлов ( $P < 0,05$ ).

Выявленные коррелятивные связи в содержании микроэлементов между основными компонентами экосистем водоемов и установление зависимости уровня металлов в организме рыб в процессе раннего онтогенеза от конкретной геохимической обстановки подтверждают правильность разработанной нами парадигмы – эколого-физиологического и геохимического принципа подхода к решению задач интенсификации процессов рыборазведения с помощью микроэлементов.

Низкий уровень кобальта в прудах осетровых рыбоводных заводов Астраханской области и отсутствие достоверных различий в количестве этого элемента в организме молоди осетра, севрюги и белуги послужили предпосылкой применения одинаковых доз кобальтовых микроудобрений при выращивании всех трех исследованных видов рыб [1, 2].

Внесение 10 кг/га хлористого кобальта на фоне обычно применяемых органоминеральных удобрений трансформирует пищевые цепи прудов с молодь севрюги, осетра и белуги в хозяйственно выгодном направлении, увеличивая продукцию бактерий, фито- и зоопланктона, обогащает кормовые организмы и молодь рыб не только кобальтом, но и другими жизненно важными микроэлементами, улучшает физиологическое состояние молоди и, тем самым, создает предпосылки к повышению средней массы осетровой молоди, ее выживаемости и рыбопродуктивности опытных водоемов, что является экономически выгодным интенсификационным мероприятием и способствует восстановлению количества осетровых в Волго-Каспийском бассейне, где запасы этих ценных рыб в последние десятилетия сильно подорваны.

Геохимическая обстановка рыбоводных хозяйств складывается чаще всего таким образом, что вода, поступающая из прудов-отстойников и в ряде случаев проходящая через фильтры, часто содержит меньшее количество микроэлементов, чем вода питающих рыбхозы рек. Поэтому вполне целесообразно восполнять имеющийся дефицит того или иного элемента или комплекса металлов дополнительным применением микроэлементов. Кроме микроудобрений прудов можно предложить и другие способы интенсификации рыбоводных процессов с помощью недостающих минеральных веществ.

Результаты биохимических анализов свидетельствуют о том, что синтез нуклеиновых кислот в икре имеет тенденцию повышения от начала к концу эмбрионального развития. Сопоставление биохимических показателей в опытных и контрольных сериях развивающейся икры показало, что содержание нуклеиновых кислот в инкубируемой опытной икре на стадии выклева эмбрионов превышало аналогичный показатель контроля в 1,5 раза, так как опытные личинки были по массе больше контрольных ( $P < 0,05$ ).

Увеличение активности изоформ ЛДГ в опытных сериях икры объясняется повышением уровня цинка в развивающихся яйцах рыб под влиянием марганца. Кроме того, в опытной икре увеличился процент ненасыщенных жирных кислот, что создало лучшие условия для формирования опытными зародышами полупроницаемых мембран в сравнении с контрольными, что является положительным явлением для роста и развития рыб в раннем онтогенезе.

При низком уровне марганца в воде, поступающей в инкубационные аппараты цехов, кратковременное применение его в дозе 0,05 мг/л в течение первых 40 мин развития икры белого амура и других растительноядных рыб, также способствует стимуляции роста и развития эмбрионов и личинок. Во всех сериях опытов физиолого-рыбоводные показатели личинок в опыте были постоянно выше, чем в контроле ( $P < 0,05$ ).

Различия эффективности действия марганца при любых способах его применения объясняются различным физиологическим качеством половых продуктов карповых рыб, в том числе и неодинаковой обеспеченностью этим микроэлементом икры производителей.

Присутствие в воде 0,001–0,007 мг/л цинка обуславливает, на наш взгляд, необходимость обогащения воды инкубационных аппаратов солями цинка в количестве 0,05–0,1 мг/л в течение первых 40 мин инкубации икры карповых рыб с помощью специально созданной установки УВМ-3 [2].

Во-первых, низкий уровень цинка способствует усилению синтеза РНК-азы, за счет чего снижается количество РНК. Во-вторых, цинк входит в состав РНК-полимераз и ДНК-полимераз, и его дефицит отразится на синтезе рибонуклеиновых кислот. В-третьих, цинк стимулирует рост, прежде всего влияя на синтез РНК, так как входит в состав молекул РНК и необходим для стабилизации молекул РНК и ДНК. Видимо, увеличение количества РНК в проведенных экспериментах обусловлено полифункциональным влиянием цинка на нуклеиновый обмен в развивающейся икре рыб [1].

Следует особо отметить, что ионы цинка, проникая через мембраны зародыша, способствуют поступлению в развивающуюся икру и других жизненно важных элементов, таких как марганец, селен и медь. Все это создает более оптимальные условия для биосинтеза и работы ряда ферментативных систем, так как микроэлементы способны не только активировать отдельные ферменты, но и улучшать процессы метаболизма рыб на разных стадиях развития.

Физиологический механизм положительного влияния марганца и цинка на процессы эмбриогенеза рыб, разводимых в среде, слабо обеспеченной этими металлами, является весьма схожим. Добавляя в воду инкубационных аппаратов марганец, мы в определенной мере повышаем способность полупроницаемых мембран развивающихся яиц усваивать не только марганец, но и цинк. И, наоборот, применение цинка влечет за собой ассимиляцию икрой рыб не только цинка, но и определенных количеств марганца, меди, селена, алюминия и других жизненно важных элементов.

Присутствие в воде 0,0006–0,002 мг/л меди, на наш взгляд, является поводом к применению меди при заводском воспроизводстве личинок карповых рыб. Наиболее простым, не требующим никакого дополнительного специального оборудования способом является добавление меди в дозе 0,1–0,5 мг/л в растворы гиалуронидазы или молока, которыми, согласно биотехническим нормативам, обрабатывают в течение 15 мин икру карпа и сазана с целью обесклеивания, а также применение 0,05–0,1 мг/л меди в течение 2–5 мин при отмывании икры растительноядных рыб перед закладкой ее в инкубационные аппараты.

Икра в период ее обработки медью активно усваивает ионы металла, что благоприятно сказывается на процессах белкового метаболизма и итогах инкубации, так как дефицит меди снижает образование ДНК и РНК, уменьшает каталитические возможности цитохромоксидазы, тирозиназы, аминоксидазы и других катализаторов [1].

Применение при отмывании икры растительноядных рыб различных доз железа в условиях рыбоводных хозяйств, где в воде, подающейся в аппараты, содержится не более 0,04–0,06 мг/л железа, позволило выяснить, что лучшая из испытанных дозировок железа – 0,5 мг/л. Однако эффект от воздействия этой дозы был менее ярок, чем при применении цинка или марганца. Известно, что физиологическая роль железа наиболее активно проявляется с момента начала гемопозитических процессов и только в присутствии определенного количества меди, увеличиваясь по мере роста организма, в связи с возрастом, увеличением количества гемоглобина и потребления кислорода. Воздействие железа, в отличие от цинка и марганца, не влечет за собой изменения свойств полупроницаемых мембран и не увеличивает количество других элементов в развивающейся икре рыб, что, вероятно, зависит от разных химических свойств изучаемых металлов. Кроме того, если недостаточное содержание цинка, марганца и меди в организме предопределяет пониженную способности синтеза белка и активность ряда ферментативных систем, то дефицит железа в эмбриональном периоде не приводит к подобному явлению. Этими обстоятельствами можно объяснить меньший биотический эффект от применения железа при отмывании икры.

В связи с этим нецелесообразно рекомендовать применение железа для повышения эффективности процессов инкубации икры. В перспективе, детально исследовав синергетические и конкурентные взаимоотношения железа с другими элементами, можно было бы попытаться применить или только этот элемент, или в комплексе с другими микроэлементами на более поздних стадиях эмбриогенеза рыб, когда организм нуждается в большем количестве железа, чем развивающаяся икра, так как этот элемент необходим для синтеза гемоглобина в организме развивающейся молоди.

Анализ личинок по такому критерию, как жизнестойкость, показал, что лишь 3-суточные личинки под влиянием дозировок от 0,05 до 0,5 мг/л железа и 2-суточные (1,0 мг/л) повышали свою жизнестойкость относительно контроля. Однако достоверные различия по жизнестойкости личинок получены только от применения 0,5 мг/л железа на 3-суточных личинках, когда у них уже хорошо сформирована система гемопоза.

Эти различия в реакции на воздействие железа объясняются, в первую очередь, неодинаковой потребностью разновозрастных личинок в железе, а также условиями наших опытов.

Возможно, что при наличии еще не полностью израсходованных запасов питательных веществ желточного мешка 3-суточные личинки, получая дополнительное количество железа, могут более экономично расходовать их. То же можно наблюдать и на 2-суточных личинках под влиянием более высокой дозы, равной 1,0 мг/л железа.

Личинки в возрасте 4 сут и старше, израсходовав значительную часть запасов веществ желточной капли, уже не способны отзываться на воздействие железа, так как любые стимулирующие рост и развитие организма вещества могут быть эффективными только в случае нормальной обеспеченности организма питательными веществами.

Установленный физиологический эффект увеличения жизнестойкости 3-суточных личинок под влиянием 0,5 мг/л железа может быть использован в практике инкуба-

ционных цехов рыбоводных хозяйств, особенно когда возникает необходимость транспортировки личинок. Для этого сернокислое железо в указанной дозе следует добавлять в воду, в которой перевозят личинок.

Применение комплекса микроэлементов, как выяснилось в результате исследований, дает более высокие рыбоводные показатели, чем применение отдельных металлов. Так, комплекс металлов повышает каталитический потенциал всех изоформ лактатдегидрогеназы оплодотворенной икры, а отдельно применяемые марганец и цинк увеличивают каталитическую активность лишь некоторых изоформ. Под комбинированным влиянием марганца, цинка и меди более заметны различия отзывчивости разнокачественной икры на применение одинаковой дозы металлов, что зависит от различного содержания микроэлементов в икре, а, возможно, и в сперме производителей.

Для низкокачественной икры, достоверно отличающейся по микроэлементному составу от высококачественной, необходимы более высокие дозы металлов, так как это поможет выровнять итоги инкубации разнокачественной икры карповых рыб.

Различные микроэлементы и их комплексы целесообразно применять также для увеличения процента выживаемости личинок при их транспортировке. Апробирование влияния ряда дозировок металлов в различных сочетаниях на жизнестойкость личинок белого амура показало, что лучшим является комплекс цинка и меди в дозе, равной 0,05 мг/л каждого элемента, который следует вносить в пакеты при транспортировке личинок. Отход личинок в этом случае снижается на 20–30 % относительно контрольных партий, перевозимых без добавок микроэлементов.

Таким образом, применение различных способов и апробированных нами дозировок микроэлементов в рыбоводстве на основе комплексного геохимического и эколого-физиологического принципа анализа водных экосистем с учетом функционального состояния рыб при постоянном контроле за накоплением микроэлементов в основных компонентах водных экосистем стимулирует процессы эмбриогенеза, рост и развитие молоди в прудах. Именно такой комплекс геохимических и эколого-физиологических концепций позволит создать научно обоснованные рекомендации для интенсификации процессов рыборазведения в разных субрегионах России и других стран мира.

#### Литература

1. **Воробьев, В. И.** Микроэлементы и их применение в рыбоводстве / В. И. Воробьев. – М. : Пищевая промышленность, 1978. – С. 236.
2. **Воробьев, В. И.** Биогеохимия и рыбоводство / В. И. Воробьев. – Саратов : ЛИТЕРА, 1993. – С. 312.

УДК 581.526.323 (262.81)

### МАКРОФИТОБЕНТОС КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ ДОННЫХ БИОЦЕНОЗОВ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ

**А.М. Камакин, О.А. Чиженкова**

Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства  
Россия, 414056, г. Астрахань, ул. Савушкина, 1  
тел. (8512) 25-76-46, факс. (8512) 25-25-81, E-mail: kamakin\_a@mail.ru

Проводя в последнее время мониторинговые исследования акватории Северного Каспия как среды обитания редких и эндемичных видов гидробионтов, можно отметить стойкую тенденцию к увеличению антропогенных нагрузок на все компоненты донных экосистем. Подходя к этой проблеме комплексно, можно сказать, что антропогенное влияние сказывается в изменении абиотических и биотических факторов, что в конечном итоге приводит к снижению качественного и количественного состава видов гидробионтов на всех трофических уровнях экосистем такого замкнутого водоема, как Каспийское море. Данный процесс протекает на фоне активизации промышленной деятельности. С началом широкомасштабной разведки и разработки запасов углеводородного сырья на шельфе Северного Каспия значимость полученных

данных по бентосной флоре и фауне, особенно по организм-фильтраторам, возрастает на несколько порядков.

Суммарное антропогенное воздействие приводит к ряду негативных, зачастую необратимых (проникновение *Mnemiopsis leidy*) последствий: ухудшению среды обитания, качественному и количественному снижению видового состава гидробионтов, исчезновению эндемичных видов и т.п. В связи с этим изучение донных сообществ является весьма актуальным. Результаты исследований позволяют объективно оценивать экологическое состояние среды обитания гидробионтов, продукционный потенциал донных биоценозов Северного Каспия. Кроме этого, исследования видового состава макрофито- и зообентоса позволяет эффективно проводить мониторинговые наблюдения в местах морского бурения, получать оперативную и комплексную информацию загрязнения экосистем на первых уровнях трофических пирамид.

Работы по изучению формирования и пространственного распространения фито- и зообентоса проводились ФГУП «КаспНИРХ» в период с 2003 по 2007 г. Сбор материала осуществлялся в западной и центральной частях Северного Каспия на 24 станциях на глубинах от 4 до 37 м с применением подводных методов исследований: маршрутного учета, отбора проб водолазным скребком, подводных наблюдений и видеосъемки ландшафта и донных сообществ [8]. Определение видового состава фитобентосных сообществ проводилось в лабораторных условиях [1–4].

Биоценозы западной части Северного Каспия подразделяются на группы предустьевого взморья и авандельты Волги, прибрежные слабосоленатоводные, морские соленатоводные группы. Динамика гидрологических и гидрохимических характеристик водных масс (соленость, прозрачность, температура и т.д.) этих районов различна, следовательно, она в разной степени влияет на интенсивность формирования макрофитобентоса.

Наши подводные микроландшафтные наблюдения показали, что макрофитобентос предустьевого взморья и авандельты Волги состоял из пресноводных представителей родов *Potamogeton*, *Ceratophyllum*, *Vallisneria*, *Charophyta* (рис. 1, 2) [2]. Общее проективное покрытие дна этими видами макрофитобентоса в течение года колеблется в значительных пределах – от 20–30 (в начале и конце вегетационного периода) до 70–95 % (в пик развития).

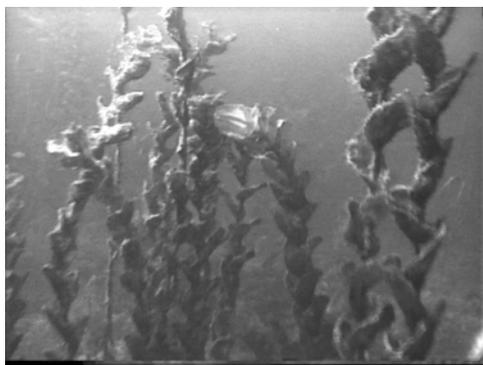


Рис. 1. Заросли рдеста пронзеннолистного (*Potamogeton perfoliatus*) в районе предустьевого взморья



Рис. 2. Заросли валлиснерии спиралевидной (*Vallisneria spiralis*) в районе предустьевого взморья

В зарослях подводной пресноводной растительности в значительных количествах встречались характерные для этого района представители инфауны: личинки *Chironomus* (1930 экз./м<sup>2</sup>), малощетинковые черви – класс *Oligochaeta* (650 экз./м<sup>2</sup>), многощетинковые черви – класс *Polychaeta* (320 экз./м<sup>2</sup>), низшие ракообразные – сем. *Gammaridae* (1560 экз./м<sup>2</sup>), представитель высших раков – *Pontastacus eichwaldi* Bott (рис. 3) и личинки насекомых – класс *Insecta* [1, 3, 4].

Численность донной фауны пресноводного комплекса возрастала с увеличением плотности произрастания водной растительности. На участках с разреженной растительностью наблюдалось снижение количественных показателей ракообразных и червей в 2–3 раза. Видовой состав моллюсков эпифауны предустьевого взморья состоял из представителей родов *Viviparus*, *Anodonta*, *Gyraulus*, *Unio*. Средняя биомасса зообентоса в июне на изучаемых полигонах составила 76,4 г/м<sup>2</sup>, к осени она уменьшилась в 2 раза (34,2 г/м<sup>2</sup>). Из рыб здесь в основном встречались костистые виды и их молодь (рис. 4): *Scardinius erythrophthalmus* (L.), *Rutilus rutilus caspicus* (L.), *Perca fluviatilis* (L.), *Tinca tinca* (L.), *Cyprinus carpio* (L.), сем. *Gobiidae* [5].



Рис. 3. Длиннопалый рак (*Pontastacus eichwaldi* Bott) в районе предустьевого взморья



Рис. 4. Скопление молоди частиковых рыб в районе зарослей макрофитов авандельты Волги

Наиболее благоприятные условия для роста морских форм фитобентоса в солоноватых водах Северного Каспия складываются к июлю, что способствует формированию видового состава эпифауны грунтов и приводит к увеличению видового разнообразия бентоса, но и всей прилегающей к ней пелагиали. Особенно эта тенденция наиболее ярко проявляется в местах произрастания фитобентоса – на банках Кулалинская, Средняя и Большая Жемчужная. Растительный покров поверхности дна этих районов представлен разреженными колониями с доминированием красных, реже зеленых водорослей (общее проективное покрытие дна от 1 до 20 %).

Макрофитобентос банки Средняя Жемчужная и прилегающего к ней района состоял из следующих видов: *Zostera nana*, *Polysiphonia caspica*, *Polysiphonia violacea*, *Enteromorpha prolifera*, проективное покрытие в начале вегетационного периода составляет в среднем 1–2 % и увеличивается до 5–6 % осенью. Доминирующими видами зообентоса морского комплекса были черви *Hediste diversicolor*, *Hypania invalida*, *Hypaniola kowalewskii* (численность – 730 экз./м<sup>2</sup>; биомасса – 6,4 г/м<sup>2</sup>); низшие ракообразные родов *Pterocuma*, *Niphargoides*, *Schizorhynchus* (1750 экз./м<sup>2</sup>, 2,3 г/м<sup>2</sup>); крабы (*Rhithropanopeus harrisi*). Представители моллюсков встречались в незначительных количествах: *Cerastoderma lamarcki* – 10 экз./м<sup>2</sup>; *Didacna trigonoides* – 20 экз./м<sup>2</sup>. Придонная икhtiофауна банки Средняя Жемчужная в основном состояла из молоди бычков (род *Benthophilus*). Среди зарослей *Zostera nana* встречалась рыба-игла (сем. *Syngnathidae*), молодь леща (*Abramis brama* (L.)), наблюдались скопления молоди воблы (*Rutilus rutilus caspicus* (Jak.)).

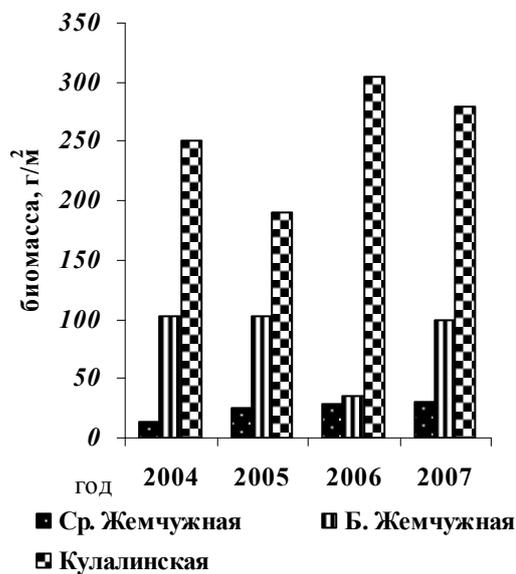
На банке Большая Жемчужная на протяжении ряда лет (2003–2007 гг.) сформировались благоприятные условия для развития фитобентоса; *Polysiphonia caspica*, *P. violacea*, *P. elongata*, *Laurencia caspica*, *Zostera nana* встречались мозаично [6, 7]. Их июньское проективное покрытие составляло 2–3 %, сентябрьское – 7–9 %. В состав зообентоса входили моллюски *Didacna trigonoides*, *Abra ovata*, *Cerastoderma lamarcki*, *Mytilaster lineatus*, многочетинковые черви *Hediste diversicolor*, *Hypania invalida* и ракообразные сем. *Gammaridae*, *Mysidae*.

По материалам подводных видеонаблюдений и количественным данным дночерпателя «Океан-50» [2, 8] выявлено, что в морских биотопах в местах произрастания макрофитов (на ракушечно-песчаных грунтах) обитает большее количество видов и большая численность ракообразных, чем в местах, где они отсутствуют (на илисто-песчаных грунтах) [6, 7]. На основании этого можно сделать вывод, что в морских донных биотопах с увеличением доли твердого субстрата и проективного покрытия макрофитами дна, качественные и количественные характеристики зообентоса возрастают. Подобная тенденция наблюдается и по отношению к ихтиофауне дна (бентофауна) и придонного слоя воды (пелагиали), видовой состав представлен бычками (род *Benthophilus*) и рыбой-иглой (*Syngnathus nigrolineatus caspius* (Eichw.)).

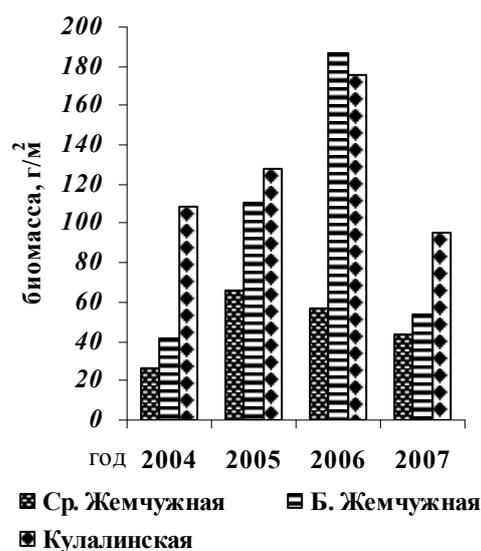
На западном склоне банки Кулалинская в видовом составе макрофитобентоса развивались следующие виды водорослей: *Laurencia caspica*, *Polysiphonia caspica*, *P. violacea*, *Enteromorpha prolifera* и *Chaetomorpha linum*. Проективное покрытие этих видов в весенний период составляло в среднем 2–4 % и увеличивалось осенью до 15–20 %. Как следствие этого, на площадях произрастания водорослей отмечена высокая численность ракообразных (сем. *Gammaridae*, *Mysidae*) и червей (*Hediste diversicolor*). Из моллюсков здесь доминировали *Mytilaster lineatus*, *Abra ovata*. Ихтиофауна была представлена бычками (род *Benthophilus*), рыбой-иглой (*Syngnathus nigrolineatus caspius* (Eichw.) и атериной (*Atherina mochon caspia* (Eichw.)).

Сравнительный анализ собранного материала показал, что условия формирования и развития макрофитобентоса западной части предустьевой зоны были стабильными, кардинальных внешних и структурных изменений донных сообществ не наблюдалось, площадь распространения пресноводных макрофитов составила около 5498 км<sup>2</sup> и ограничивалась изобатой 4–6 м.

Многолетние устойчивые показатели среды на банках Кулалинская, Средняя и Большая Жемчужная положительно сказываются на развитии макрофитобентоса, следовательно, и зообентоса в этих районах (рис. 5). Фитобентосные сообщества способствует увеличению видового разнообразия донной фауны. В рассматриваемых акваториях отмечены высокие качественные и количественные показатели зообентоса в летний период: банка Средняя Жемчужная – 69,7 г/м<sup>2</sup>, Большая Жемчужная – 84,8 г/м<sup>2</sup>, Кулалинская – 183,9 г/м<sup>2</sup> (рис. 5б).



а



б

Рис. 5. Межгодовая динамика биомассы бентоса ( $\text{г}/\text{м}^2$ ) в Северном Каспии на банках Средняя Жемчужная, Большая Жемчужная, Кулалинская летом 2004–2007 гг.: а – фитобентос; б – зообентос

Анализ данных показал, что на банках Северного Каспия проективное покрытие, видовое разнообразие, численность и биомасса в 3,5–5 раз больше по сравнению с более приглубой зоной, окружающей эти геоморфологические образования. Общая площадь распространения биотопов морских макрофитов в районе банки Средняя Жемчужная составляет примерно  $140 \text{ км}^2$ , Большая Жемчужная –  $1075 \text{ км}^2$  и банки Кулалинская –  $1650 \text{ км}^2$ .

Таким образом, уровень развития донных макрофитов необходимо рассматривать с точки зрения биотического фактора. В местах интенсивного развития макрофитобентоса формируются биоценозы с высокой биопродуктивностью, создаются дополнительные субстраты для икры и убежища для личинок и молоди. Следовательно, их стабильность должна положительно сказываться на условиях развития и нагула молоди многих видов гидробионтов, в том числе и редких видов рыб Волго-Каспийского бассейна.

На основании материалов, полученных за 2003–2007 гг., нами установлено, что в современных условиях, т.е. при отсутствии широкомасштабной разработки и добычи углеводородного сырья экосистема мелководья Северного Каспия находится в динамичном состоянии, при этом основные донные биоценозы сохраняют свою устойчивость.

#### Литература

1. *Атлас* беспозвоночных Каспийского моря / Я. А. Бирштейн, Л. Г. Виноградова, Н. Н. Кондакова и др. – М. : Пищевая промышленность, 1968. – 415 с.
2. *Методические* рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоема. Зообентос и его продукция. – Л. : Изд-во ГосНИОРХа, 1984. – 28 с.
3. *Определитель* зеленых, бурых и красных водорослей южных морей СССР / А. Д. Зинова. – М. ; Л. : Наука, 1967. – 398 с.
4. *Определитель* пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР (планктон и бентос) / под ред. Л. А. Кутикова, Я. И. Старобатова. – Л. : Гидрометеоздат, 1977. – 511 с.
5. *Рыбы* Каспийского моря / под ред. Е. Н. Казанчеева. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 168 с.
6. *Ушивцев, В. Б.* Распространение фитобентоса и его роль в формировании кормовой базы Каспийского моря / В. Б. Ушивцев, О. А. Чиженкова // Рыбохозяйствен-

ные исследования на Каспии: Результаты НИР за 2004 г. – Астрахань : Изд-во КаспНИРХа, 2005. – С. 130–140. – ISBN 5-8267-0051-3.

7. **Чиженкова, О. А.** Характеристика фитобентоса в некоторых районах Северного и Среднего Каспия / О. А. Чиженкова, А. М. Камакин, Р. М. Султанова // Рыбохозяйственные исследования на Каспии: Результаты НИР за 2005 г. – Астрахань : Изд-во КаспНИРХа, 2006. – С. 98–99. – ISBN 5-8267-0061-0.

8. **Шабалин, В. Н.** Водолазная техника в рыбном хозяйстве / В. Н. Шабалин, А. А. Печатин, Б. В. Громадский. – М. : Пищевая промышленность, 1977. – 290 с.

УДК 574.24

## **ИЗМЕНЕНИЕ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ И ЖИВОТНОГО МИРА ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ В СОВРЕМЕННЫЙ ПЕРИОД**

**Р.С. Сигида**

Ставропольский государственный университет  
Россия, 355000, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1

тел. (8652) 35-34-86, факс (8652) 36-22-25, E-mail: omophon@yandex.ru

К концу первой половины XX столетия изменение природы Центрального Предкавказья достигло больших размахов. К 1941 г. из общей площади Ставропольского края (8 060 000 га) посевная составляла 3 052 900 га, в том числе под зерновыми – 2 010 600 га, техническими – 361 800 га, овощебахчевыми – 76 700 га и под кормовыми – 25 000 га [25].

Интенсивно развивающееся земледелие ускорило процесс окультуривания ландшафтов Центрального Предкавказья, в большой степени повлияло на изменение растительного и почвенного покрова. Замена естественных степных фитоценозов агроценозами привела к изменению микроклиматических условий и водного режима. Распашка повлияла на усиление эрозионных процессов.

Увеличение площадей пастбищ в восточных районах привело к нарушению растительного покрова этой территории в виде разрежения проективного покрытия и видового изменения флоры. Однако одновременно произошло и зарастание больших площадей сыпучих песков под влиянием лесомелиоративных работ, проведенных в довоенное время.

Новым элементом в степных ландшафтах Предкавказья в советское время стали лесные полосы, выполняющие преимущественно почвозащитные и ветрозащитные функции.

В процессе широко развернувшихся в Предкавказье мелиоративных работ произошли изменения и в естественном стоке рек, особенно Терека и Кубани. Со строительством оросительных и обводнительных каналов значительное количество вод расходовалось на орошение. В результате искусственного орошения большое количество земель оказалось подтоплено, например, в Ставропольском крае 95 798 га богарных и 139 891 га орошаемых земель (табл. 1).

К середине 1990-х гг. естественные ландшафты Центрального Предкавказья трансформировались в разряд антропогенных. Большинство их площадей оказались вовлеченными в сферу хозяйственной деятельности человека. Так, например, в самых благополучных лесостепных ландшафтах Ставропольской возвышенности, которые в силу большой расчлененности рельефа располагают значительным по сравнению с другими ландшафтами количеством «неудобий», в хозяйственный оборот вовлечено 96,54 % площадей (табл. 2).

Всего в Ставропольском крае, занимающем большую часть Центрального Предкавказья, из 6 559,2 тыс. га земельного фонда к сельскохозяйственным угодьям относится 5 639,9 тыс. га (86 %), из которых на пашни приходится 3 946,1 тыс. га (70 %), пастбища – 1 558,9 тыс. га (28 %), сенокосы – 97,0 тыс. га (1,7 %) и залежи – 45,5 тыс. га (0,2 %) [20].

Таблица 1

**Распределение подтопленных земель (га) по районам Ставропольского края**

Район	Богарные земли	Орошаемые земли	Всего
Александровский	8372	89	8461
Георгиевский	14444	930	15374
Грачевский	13221	11320	24541
Изобильненский	38611	31598	70209
Шпаковский	20550	756	21306
Всего:	95798	44693	139891

Примечание. \*Данные приводятся по материалам Ставропольского отдела Русского географического общества.

Таблица 2

**Площади (км<sup>2</sup>) угодий некоторых лесостепных ландшафтов  
Центрального Предкавказья**

Основные угодья		ВЕ	ГК	КЯК	ПС	ПБ	Всего
Лесные массивы	абс.	69,60	8,00	19,68	27,20	9,60	134,08
	%	6,80	0,34	1,59	1,93	0,7»	1,86
Селитебные комплексы	абс.	129,76	17,12	5,76	48,00	40,00	240,64
	%	12,67	0,74	0,46	3,41	3,27	3,33
Сенокосы и пастбища	абс.	245,76	592,16	428,00	180,00	92,96	1538,88
	%	24,00	25,40	34,52	12,78	7,59	21,30

Примечания: ВЕ – Верхнегорлыкский ландшафт; ГК – Грачево-Калаусский ландшафт; КЯК – Кубано-Янкульско-Калаусский ландшафт; ПС – Прикалаусско-Саблинский ландшафт; ПБ – Прикалаусско-Буйволинский ландшафт.

Такие коренные изменения природных ландшафтов Центрального Предкавказья не могли не сказаться на глубоких и зачастую необратимых изменениях животного населения региона. В естественных лесах продолжились тенденции изменения структуры населения, которые получили свое развитие в конце XIX – начале XX в.

Усилились изменения в животном населении лесов, так как часть из них оказалась практически полностью включенной в черту крупных городов и, по существу, превратилась в лесопарковую зону [9], например, на Таманской лесной даче, которая к 1975 г. оказалась окруженной г. Ставрополем, произошли изменения в населении птиц по сравнению с другими лесами Ставропольских высот, удаленными от населенных пунктов и не испытывающими рекреационной нагрузки (Томузловский и Лопатинский леса). Прежде всего была отмечена объединенность видового состава птиц, который насчитывал на 10–16 видов меньше (25 против 41 и 35), чем в других лесах при сходной суммарной численности (269 против 259 и 276 пар/км<sup>2</sup>), но меньшей биомассе (13,780 против 16,628 и 21,312 кг/км<sup>2</sup>, табл. 3).

Таблица 3

**Основные показатели структуры населения птиц  
в лесах Ставропольской возвышенности [9]**

Показатели	Лес		
	Томузловский	Лопатинский	Таманский
Общее число видов	41	35	25
Плотность, пар/км <sup>2</sup>	259	276	269
Биомасса, кг/км <sup>2</sup>	16,628	21,312	13,780
Число фоновых видов	24	31	21
Участие фоновых видов в населении, %	96	99	99
Число многочисленных видов	12	10	7
Участие многочисленных видов в населении, %	87	87	88
Число редких видов	17	4	4
Участие редких видов в населении, %	4	1	1
Участие в населении доминантных видов, %	57	61	-72
Виды-доминанты	<i>Fringilla coelebs</i> , <i>Sylvia atricapilla</i>	<i>F. coelebs</i> , <i>S. atricapilla</i>	<i>F. coelebs</i> , <i>Parus major</i> , <i>Scopus cottybitus</i>

В Таманской лесной даче отсутствовали обычные, а в других лесах – серые славки, соловьи (*Luscinia megarhynchos*) и черноголовые овсянки; нет таких редких птиц, как малая мухоловка (*Muscicapa parva*), трещотка (*Phylloscopus sibilator*), обыкновенный сверчок (*Locusiella naevia*); в категорию редких перешли обычные в других лесах сорока (*Pica pica*), серая ворона (*Corvus comix*), кукушка (*Cuculus canorus*); почти совершенно вытеснены крупные виды; оказалось намного меньше хищных птиц (1 вид против 6), уменьшилось число редких видов, изменился видовой состав доминантов, что свидетельствует о формировании совершенно нового орнитокомплекса. Существенные изменения произошли и в экологических группах птиц. Так, в населении Таманского леса увеличилась доля участия птиц, гнездящихся в малодоступных местах, кроногнездников, кустогнездников и закрытогнездящихся, в то же время резко сократились число и доля участия в населении наземногнездящихся видов.

Увеличение числа доминантов, сокращение числа фоновых и многочисленных видов с параллельным увеличением доли их участия в населении свидетельствуют о деформации естественного, экологически обусловленного баланса в сообществе птиц Таманской лесной дачи.

В течение последующего времени население птиц этого леса, в связи с ростом города и численности его населения, еще больше изменилось. Исследования показали [24], что по сравнению с 1975 г. изменение структуры птичьего населения шло в нескольких направлениях. Во-первых, налицо изменение качественного состава населения. С одной стороны, число видов птиц увеличилось до 29, что произошло за счет активно синантропизирующих в последние годы чечевички, иволги (*Oriolus oriolus*), серой славки и ястребов – тетеревики (*Accipiter gentilis*) и перепелятника (*A. nissus*). Последних сюда привлекла большая концентрация воробьев (*Passer domesticus*, *P. montanus*), большой синицы (*Parus major*) и сизого голубя (*Columba livid*), которые служат их основной добычей. Также здесь поселилась расширившая свой ареал кольчатая горлица (*Streptopelia decaocto*). С другой стороны, из состава орнитофауны вышли обыкновенная кукушка, зарянка (*Erithacus rubecula*), скворец (*Sturnus vulgaris*) и сорокопуд-жулан (*Lanius collurio*).

Во-вторых, за истекший период в процентном отношении увеличилась доля самой защищенной группы – кроногнездников, доля остальных экологических групп уменьшилась. Так, доля кустогнездников и дуплогнездников сократилась на 3 %, хотя количество видов осталось прежним, а доля самой уязвимой группы – наземников – стала меньше на 7 %.

Однако наиболее крупные изменения произошли в количественном составе птиц. Если в 1975 г. общая плотность птичьего населения составляла 269 пар/км<sup>2</sup>, то в 1993 г. только 71,1 пар/км<sup>2</sup>, т.е. в 3,8 раз меньше. Кроме того, из числа доминантов исчезла пещерка-теньковка, что связано, видимо, с большой уязвимостью этого наземногнездящегося вида.

В то же время изменения в структуре животного населения происходили и в лесах, которые не испытывали наглядно выраженного прямого антропогенного пресса. В первую очередь это касается изменения численности животных: сокращения уязвимых видов и рост экологически пластичных. Это коснулось изменения статуса многих видов животных. Например, если в конце XIX столетия малый подорлик (*Aquila pomarina*) считался обычной птицей лесов Предкавказья [2], то в современный период был отнесен к категории редких [9]. Ранее часто встречался на гнездовании в пойменных лесах по долинам р. Кубани [2] и в окрестных лесах г. Ставрополя [5] орлан-белохвост (*Haliaeetus albicilla*), тогда как в настоящее время в регионе гнездится всего три пары [23]. Очень редким на гнездовании стал вальдшнеп (*Scolspax rusticola*), хотя раньше найти его гнездо здесь не составляло труда [5]. Резко сократилась численность лесного кота (*Silvestris dinniki*). В начале XX столетия лесной кот был обидным видом в лесах, окружающих г. Ставрополь [5], в ремном лесу на горе Стрижамент [11]. Он был отнесен к многочисленным. А.Н. Хохлов приводит данные по заготовке шкур лесного кота «Заготконторой», которые свидетельствуют о встречаемости и численности этого зверя: в довоенные годы населением ежегодно сдава-

лось около 900 шкур, в 1940-е этот показатель составляет в среднем 170, 1950-е – 164, 1970-е – 57 [24]. В последующие годы промысел kota в связи с его низкой численностью практически прекратился. Общая численность вида на Ставрополье в начале 1990-х гг. оценивались в 75 особей [24]. Сократилась численность и других лесных зверей, в частности лесной соны (*Syomis nitedula*) и соны-полчка (*Glis glis*). Если в 1930-х гг. ежегодно заготавливалось около 1,5 тыс. шкурок сонь, то в последующие годы – всего по несколько десятков, а с 1956 г. соны вообще перестали встречаться в заготовках пушнины [24].

Благодаря реинтродукционным мероприятиям в животном населении лесов Центрального Предкавказья вновь появились виды, которые под влиянием антропогенного пресса здесь исчезли. Так, в 1956 г. в Темный лес, на гору Стрижамент, были завезены 15 косуль; в 1965 г. их здесь уже насчитывалось 2 000, а к 1993 г. в Ставропольском крае обитало уже около 1 500 особей. В 1970 г. был реакклиматизирован кабан, численность популяции которого к настоящему времени оценивается в 1 000 голов [24]. И кабан, и косуля широко расселились по территории и встречаются в настоящее время не только в лесных массивах, но также в зрелых лесополосах, тростниково-рогозовых крепях и т.д.

Также в леса региона были интродуцированы такие не свойственные аборигенной фауне виды, как лань (*Cervus dama*) (в 1987 г. в лесах на Прикалаусских высотах обитало 20 особей [12], а к 1993 г. их здесь оставалось не более 7 [24]), пятнистый олень (*Cervus nippon*), который в настоящее время изредка встречается в лесах у станций Бекешевской, Боргустанской и у с. Иргаклы. Искусственное лесоразведение, продолженное в степной зоне, обусловило формирование совершенно новых комплексов животного населения. По достижении возраста посадок 100 и более лет в видовой структуре населения птиц присутствуют уже 36 гнездящихся видов [8, 9], что приближается к показателю числа видов, гнездящихся в естественных лесах.

Искусственные лесопосадки разного возраста представляют собой сукцессионную серию развития комплексов животного населения и в своей климаксовой фазе образуют оригинальный комплекс животного населения, который, по данным [14] и нашим сведениям, имеют индекс общности видового состава с естественными лесами 67,4–70,0 %, индекс сходства обилия – 17,4–20,1 %.

Изменение животного населения степных комплексов в современный период, помимо искусственного лесоразведения в степной зоне, о котором уже говорилось, связано с активным сельскохозяйственным освоением степных площадей: формированием агроценозов, посадкой полезащитных лесополос, мелиоративными работами и т.д. Если сравнивать население животных сохранившихся степных целинных участков и рядом расположенных с ними агроценозов, выясняется следующее: в агроценозах произошло сокращение видов птиц и повысилась доля участия в населении доминантов, при этом практически все виды, относящиеся к этой категории, доминируют. В большинстве случаев резко (в 2–4 раза) уменьшилась плотность населения птиц и изменился состав доминирующих форм, что свидетельствует о формировании новых коммунаций животного населения. Так, в агроценозах, сформированных вблизи ксерофитных степных участков, по численности преобладает степной жаворонок (*Mefonocorypha calandra*), а в мезофитной степи – полевой жаворонок (*Alauda arvensis*).

Антропогенные трансформации степных биогеоценозов, имеющие свою специфику, по-разному сказались на животном населении преобразованных территорий. Полезащитные лесополосы стимулировали продвижение представителей лесных и приближенных к ним комплексов животного населения вглубь степной зоны. В зрелых лесополосах с хорошим подлеском увеличилось видовое разнообразие животных и плотность их населения по сравнению с исходными комплексами в несколько раз. Это привело к повышению продуктивности исходных природных комплексов, в 3–6 раз увеличилась биомасса животных.

В то же время агроценозы имеют обратную тенденцию. Так, средняя плотность населения птиц в агроценозах (117,9 ос./км<sup>2</sup>) более чем в 3 раза ниже по сравнению с

подобным показателем естественных степных участков (424,4 ос./км<sup>2</sup>) [23]. Основу населения здесь составляют многочисленные грач (*Corvus frugilegus*) и сизый голубь.

Преобразование степных ландшафтов вызвало резкое сокращение численности или исчезновение многих видов животных, исконных обитателей этих комплексов. Так, в современный период стали крайне редки дрофа и стрепет. Если еще в первой половине XX столетия численность степного орла (*Aquila mpax*) была высокой [4, 15], то к настоящему времени в связи с распашкой земель, интенсивным выпасом и другими мероприятиями в регионе сохранилось не более трех пар этого вида [24]. К середине прошлого века сократилась численность журавля-красавки, который до этого был многочислен и широко распространен [5].

В связи с повышенной элиминацией, связанной с гибелью кладок во время сельскохозяйственных работ, из категории обычных в категорию редких перешла болотная сова (*Asio flammeus*).

Сокращение численности коснулось также таких видов, как лисица корсак (*Vulpes corsac*), степной хорь (за период с конца 1930-х гг. добыча этого зверька сократилась с 13 тыс. в год до 0,3 тыс. в 1980-е гг.; современная численность не превышает 2,5 тыс. особей [24]), хорь-перевязка (ранее был распространен повсюду и многочислен [5]), но к концу прошлого столетия численность сократилась до 100 особей на весь регион [12]. Редкими стали и некоторые формы грызунов, которые до этого доминировали в животном населении степных ландшафтов. Это уже упоминавшиеся степная мышовка и степная пеструшка, а также хомяк Радде (*Mesocricetus raddei*). В довоенные годы государству сдавалось ежегодно 76 тыс. шкурок этого зверька (в 1940 г. – более 143 тыс., в 1940-х гг. – 63 тыс., в 1950-х – 70 тыс.), затем его добыча сократилась до 1 тыс. ежегодно, а в последние годы он не добывается вовсе. Подобная картина наблюдается в регионе и практически со всеми видами земноводных и пресмыкающихся [17, 18].

Сокращение площадей естественных степных ценозов в настоящее время обусловило сокращение численности и относительно многочисленных видов. Так, например, плотность населения разноцветной ящурки (*Eremias arguta*) в естественных комплексах составляет в среднем 55,0 экз./га, в полевых лесополосах – 7,0, а в агроценозах – всего лишь 3,0 экз./га [17]. Исследования показывают, что плотность населения фоновых видов овсянок (просянки, садовой и черноголовой) в антропогенных модификациях степных биоценозов в 3–70 раз ниже по сравнению с исходными сообществами [14, 25].

Сходная картина трансформации животного населения наблюдается в условиях полупустынь. Однако, в отличие от степных ландшафтов, появление полевых лесополос не увеличивает биологическую продуктивность природных комплексов, которая здесь приближена к таковой агроценозов. Так, общее число видов птиц в Терско-Кумском песчаном массиве 26, плотность их населения – 465 ос./км<sup>2</sup>, число доминантов – 5, доля их участия в населении составляет 82,1 %. В то же время в лесополосах и агроценозах полупустынных районов обитает 20–22 вида птиц с общей плотностью населения 126,5–218,0 ос./км<sup>2</sup>, группу доминантов составляют 3–4 вида с долей участия в населении 48,1–60,9 %.

Одновременно с этим антропогенная трансформация степных и полупустынных ландшафтов способствовала увеличению численности и расселению многих экологически пластичных видов животных. Так, земледелие, возникновение сети лесополос, оптимизировавших трофическую базу и гнездовые станции, способствовали всплеску численности многих видов врановых (*Corvidae*), в первую очередь, грача и серой вороны, которые раньше в Предкавказских степях были редки [3], а в настоящее время их послегнездовая численность оценивается 1,3 млн и 300 тыс. особей соответственно [23]. Вслед за увеличением численности врановых последовало увеличение численности ряда мелких хищных птиц, чему способствовал рост популяций многих видов грызунов в условиях преимущественно зернового сельского хозяйства, а также то обстоятельство, что эти виды начали не только гнездиться в лесополосах, но и

приспособились использовать гнезда врановых птиц. Так, обыкновенная пустельга (*Falco tinminculus*) в разные годы занимает до 13,3 % гнезд серой вороны, 3,1 % гнезд грача и 25,6 % гнезд сороки [6, 21]. Сходным образом ведут себя и другие виды мелких соколов – чеглок (*F. subbuteo*) и кобчик (*F. vespertinus*), а также ушастая сова (*Asio otus*).

К середине прошлого столетия продолжалась экспансия малого суслика. До 1960-х гг. в Ставропольском крае ежегодно заготавливалось от 1,1 до 5,2 млн шкурок этого вида. Однако позже этот показатель снизился до 230 тыс. в 1980-е гг. Очевидно, это связано с тем, что развитие орошаемого земледелия в восточных районах способствовало вовлечению в сельскохозяйственный оборот больших площадей, которые малый суслик избегает.

Кроме того, исследования, показали, что в условиях антропогенной трансформации полупустынных ландшафтов сформировались своеобразные комплексы населения грызунов [24]. Такие виды, как малый суслик, большой (*Allactaga jaculus*) и малый (*A. elater*) тушканчики, емуранчик (*Scirtopoda telum*) избегают распаханых участков и покидают крупные массивы; гребенщикова песчанка (*Meriones tamariscinus*), общественная (*Microtus socialis*) и обыкновенная (*M. arvalis*) полевки, обыкновенная слепушонка (*Ellobius talpinus*) предпочитают освоенные участки и полностью отсутствуют на целине, при этом гребенчуковая песчанка продвигается в западные районы, а обыкновенная полевка и лесная мышь (*Apodemus sylvaticus*) осваивают глубинные участки полупустыни по лесополосам и оросительным каналам; наконец домовая мышь (*Mus musculus*) и серый хомячок (*Cricetulus migratorius*) встречаются повсеместно, но большей численности достигают на поливных участках.

Практически по всей территории расселился ушастый еж (*Hemichinus auritus*), который ранее обитал только в полупустынных районах. Навстречу ушастому ежу шло расселение на восток по полевостепным лесополосам белогрудого ежа (*Erinaceus concolor*), обитавшего ранее в основном в лесостепной провинции [11, 13, 19].

В современный период происходила реинтродукция и акклиматизация в степных и полупустынных ландшафтах некоторых охотничьих видов животных. Так, в течение последних двадцати лет в степных районах дважды был вселен обитавший здесь ранее сурок, численность которого в начале 1990-х гг. составляла около 450 особей [24]. Совершенно новыми видами для животного населения степных районов Центрального Предкавказья оказались интродуцированные сюда кролик (*Oryctolagus cuniculus*) (на начало 1990-х гг. численность достигала 250 особей) и енотовидная собака (*Nyctereutes procyonoides*). Последняя была интродуцирована в европейскую часть России в 1930-х гг., в Центральном Предкавказье была обнаружена в 1951 г. С тех пор «Заготконтроль» ежегодно заготавливалось в среднем от 80 до 300 ее шкур. В настоящее время енотовидная собака широко расселилась и увеличила свою численность.

Коренная перестройка системы обводнения Центрального Предкавказья, строительство большого числа гидротехнических сооружений – водохранилищ, каналов, а также малых сельскохозяйственных водоемов (прудов, арыков и т.д.) значительно изменили физиономичность и распространение водно-болотных комплексов животного населения в регионе.

С одной стороны, перераспределение стока крупных рек степного Предкавказья – Кубани, Калауса, Терека и т.д., изменение их водности, гидрологического режима и пр. Это обусловило дальнейшее сокращение численности стенобионтных видов животных данного комплекса, изменение структуры животного населения, набора фоновых видов, доминантов. С другой стороны, гидроморфные комплексы получили широкое распространение, что создало дополнительные благоприятные местообитания для многих видов животных.

Исследуя население птиц водно-болотного комплекса, А.Н. Хохлов пришел к заключению, что для старых водохранилищ характерно большое видовое разнообразие птиц, превосходящее таковое недавно созданных водохранилищ в 2–2,5 раза, а по плотности населения – в 7 и более раз [23]. Это свидетельствует о том, что население птиц искусственных водоемов, прошедших большинство стадий сукцессионного раз-

вития с устоявшимися фитоценотической структурой макрофитов, сообществами планктона и бентоса мало чем отличается от населения естественных водоемов, сложившегося в настоящее время в регионе (табл. 4).

Вариабельность показателей структуры животного населения естественных и искусственных водоемов Центрального Предкавказья обусловлена разнотипностью водоемов, а также их расположением в различных ландшафтных провинциях региона.

Другой характерной особенностью влияния обводнения на изменение животного населения стало распространение склерофильных комплексов. Так, обводнение степных рек превратило их в системы с постоянным водотоком: сток увеличился более чем в 10 раз, в результате усилилась глубинная и боковая эрозия, что привело к возникновению отвесных берегов. Эти места стали активно заселяться многими видами птиц-норников. Распространению склерофильных комплексов населения птиц способствовало и возникновение большого числа оврагов вследствие активных оползневых процессов, карьеров, силосных ям и т.п. [10].

Помимо этого многие виды водно-болотного комплекса стали использовать различные антропогенные модификации степных биоценозов: в лесополосах и других лесопосадках стали формироваться колониальные поселения многих видов аистообразных птиц [1]. Кряквы стали гнездиться в агроценозах, на крышах кошар, в гнездах врановых [21–23]. Все это способствовало росту численности указанных видов.

В 1956 г. в водоемы Мандата была выпущена ондатра (*Ondatra zibetica*) [16], а в 1964 г. – на территорию Новотроицкого водохранилища [7]. Этот вид достаточно легко акклиматизировался и вошел в состав животного населения региона.

Таблица 4

**Структура населения птиц естественных и искусственных водоемов**

Показатели	Водоемы	
	Естественные	Искусственные
Общее число видов	51–68	25–66
Плотность населения, ос./км <sup>2</sup>	470,0–3804,0	247,2–2365,4
Число доминантных видов	1–2	1–3
Доля в населении, %	27,7–62,9	57,9–63,8

Центральное Предкавказье относится к региону, где наряду с большим разнообразием природных условий и ярко выраженной локальной зональностью прослеживается некоторое нивелирование условий, основанное, в первую очередь, на формировании по сути однотипных селитебных комплексов.

Механизм формирования и структура их животного населения в большей степени предсказуемы, поскольку основным костяком таких сообществ становятся широко распространенные виды-синантропы. Особенно быстро в этих условиях происходило формирование населения птиц [23]. Возникла ситуация, когда в степном Предкавказье древесные насаждения населенных пунктов стали одним из основных местобитаний дендрофильных птиц. Здесь часто в структуру населения входит серая мухоловка (*Muscicapa striata*), преимущественно здесь обитают вьюрковые: коноплянка (*Acanthis cannabina*), черноголовый щегол, зеленушка. Многочисленны в этих условиях и склерофилы, освоившие для гнездования ниши и полости различных построек. Для одних (обыкновенный скворец, домовый и полевой воробьи) антропогенные воздействия оказались благоприятными и привели к росту их численности, для других (степная пустельга, розовый скворец (*Pastor roseus*) и др.) – неблагоприятными, что сказалось на сокращении плотности их населения.

Общеизвестно, что часто основу животного населения селитебных комплексов составляют виды, взятые из исходных окружающих биоценозов. Поэтому население таких комплексов в различных ландшафтах бывает неодинаковым. Так, в условиях Центрального Предкавказья лесостепные ландшафты характеризуются тем, что в видовом составе и населении урбанизированных и селитебных территорий довольно значительное место принадлежит типично лесным видам птиц. Это, в первую оче-

редь, большой дятел (*Dendrocopos major*), зеленый дятел (*Picus viridis*), черный дрозд (*Turdus merula*), зяблик (*Fringilla coelebs*), зеленушка, сойка (*Garrulus glandarius*), а совсем недавно появилась и горихвостка-лысушка (*Phoenicurus phoenicurus*). Помимо этого здесь присутствует лесной вид амфибий – обыкновенная квакша (*Hyla arborea*). Из млекопитающих характерен белогрудый еж.

Селитебные зоокомплексы степных ландшафтов примечательны отсутствием в своей структуре упомянутых выше видов птиц, за исключением, пожалуй, зеленушки, которая в последние годы проявила тенденцию к расселению и освоению новых местообитаний. В данных условиях доминирующее положение занимают такие виды, как черноголовый щегол, чечевица, хохлатый жаворонок (*Galerida cristata*), скворец и иволга. Заметно увеличивается численность зеленой жабы (*Bufo viridis*). Белогрудый еж замещается ушастым. В последнее время довольно многочисленной становится горихвостка-чернушка (*Phoenicurus ochruros*).

Полупустынные ландшафты отличаются тем, что структура животного населения селитебных территорий бедна, в их составе в основном синантропы. Общая плотность населения животных по сравнению с другими ландшафтными провинциями низка.

Структура животного населения селитебной провинции предгорных степных и лесостепных ландшафтов мало чем отличается от рассмотренных ранее. Однако следует подчеркнуть, что в этих ландшафтах в категории доминантов присутствуют горихвостка-лысушка и обыкновенная белка (*Sciurus vulgaris*).

Во всех ландшафтных провинциях региона основу селитебных комплексов животного населения составляют зеленая жаба, обыкновенный уж (*Natrix natrix*), сизый голубь, обыкновенная и кольчатая горлицы, черный стриж (*Apus opus*), городская (*Delichon urbica*) и деревенская (*Hirundo rustica*) ласточки, белая трясогузка (*Motacilla alba*), домовый и полевой воробьи, серая ворона, сойка, домовая и лесная мыши.

Хорологическую неоднородность животного населения селитебных комплексов в регионе подтверждают и данные А.Н. Хохлова, который подсчитал, что плотность населения птиц этого комплекса варьирует в зависимости от природных условий от 684,4 до 3 808,1 ос./км<sup>2</sup> [23]. Также этот показатель разнится от типа населенного пункта: выше он в заброшенных хуторах, ниже – в крупных городах.

В начале XXI столетия на территории Центрального Предкавказья стал наблюдаться так называемый спонтанный фауногенез. Так, в лесостепной провинции Ставропольской возвышенности на гнездовании появились новые виды птиц: зеленый дятел, обыкновенная горихвостка и чернушка, московка (*Parus ater*), обыкновенная пищуха (*Certhia familiaris*), чиж (*Spinus spinus*), пеночка-весничка (*Phylloscopus trochilus*), кольчатая горлица и др. Таким образом, изменение фауны, сложившееся к настоящему времени, обусловило проникновение ее в структуру совершенно новых видов, которые расселяются и увеличивают свою численность, во-первых, вследствие своей экологической пластичности и способности заселять квазиприродные местообитания, а во-вторых, освобождения экологических ниш аборигенными формами животных.

Резюмируя приведенные выше материалы, мы видим, что, с одной стороны, практически все аборигенные позвоночные животные за немногим исключением стали малочисленными и сохранились в форме инсულიризованных территориальных группировок лишь на пригодных к обитанию небольших участках, следствием чего служит истощение генетических ресурсов естественных популяций региона. Многие из них в настоящее время стали редкими и находятся на грани уничтожения. С другой стороны, развитие многообразных антропогенных модификаций биотопов (искусственные леса, ползащитные лесополосы, ирригационные системы, хозяйственные и жилые строения и др.) стимулировало процесс миграции животных в несвойственные им ландшафты. Налицо также усиление процесса синантропизации и урбанизации, при котором преимущество получили синантропы и, в определенной степени, урбанизированные формы.

Таким образом, современная фауна позвоночных животных Центрального Предкавказья – это продукт естественной и антропогенной эволюции животного мира.

### Литература

1. **Бичерев, А. П.** Биология аистообразных птиц Центрального Предкавказья и сопредельных территорий / А. П. Бичерев. – М. : МГПИ, 1988. – С. 35.
2. **Богданов, М. Н.** Птицы Кавказа / М. Н. Богданов // Труды об-ва испытателей природы Императорского Казанского ун-та. – 1879. – Т. 8, вып. 4. – С. 55–61.
3. **Браунер, А. А.** Заметки об экскурсиях, совершенных в 1905 г. в Ставропольской губернии и в Крыму / А. А. Браунер // Записки Новороссийского общества естествоиспытателей. – 1906. – Т. 30. – С. 113–127.
4. **Волчанецкий, И. Б.** Очередные задачи изучения птиц искусственных насаждений / И. Б. Волчанецкий // Изучение ресурсов наземных позвоночных фауны Украины. – Киев, 1959. – С. 78–85.
5. **Динник, Н. Я.** Орнитологические наблюдения на Кавказе / Н. Я. Динник // Труды Санкт-Петербургского об-ва естествоиспытателей. – 1886. – Т. 18, вып. 1. – С. 23–48.
6. **Ильях, М. П.** Сравнительная экология размножения соколов Центрального Предкавказья / М. П. Ильях. – Ставрополь : СГУ, 1997. – С. 30.
7. **Коряков, Б. Ф.** Результаты и перспективы разведения ондатры на Северном Кавказе / Б. Ф. Коряков // Мат-лы научно-производственного совещания по проблемам ондатроводства. – М., 1965. – С. 78–83.
8. **Лиховид, А. А.** К размещению и численности перепела на Ставрополье / А. А. Лиховид // Кавказский орнитологический вестник. – 1996. – Вып. 8. – С. 58–63.
9. **Лиховид, А. И.** Летнее население птиц искусственных лесонасаждений Ставропольской возвышенности / А. И. Лиховид // Животный мир Предкавказья и сопредельных территорий. – Ставрополь : СГПИ, 1988. – С. 78–84.
10. **Маловичко, Л. В.** Сравнительная экология птиц-норников: экологические и морфологические адаптации / Л. В. Маловичко, В. М. Константинов. – М. ; Ставрополь : Изд-во СГУ, 2000. – С. 78.
11. **Морозова-Турова, Л. Г.** Материалы по фауне млекопитающих степей Ставропольского края / Л. Г. Морозова-Турова // Бюлл. МОИП. Отд. биол. – 1953. – Т. 8 (4).
12. **Онопrienко, Л. Г.** Современная численность охотничье-промысловых животных Ставропольского края / Л. Г. Оноприенко, А. Н. Хохлов // Тез. докл. Всесоюз. совещ. по проблемам кадастра животного мира. – Уфа, 1989. – Ч. 3. – С. 95–99.
13. **Сатунин, К. А.** Млекопитающие Кавказского края / К. А. Сатунин. – Тифлис, 1915. – Т. 1. – С. 207.
14. **Сигида, С. И.** Гигрофильные представители семейства жужелиц (Coleoptera, Carabidae) Центрального Предкавказья и сопредельных территорий / С. И. Сигида // Проблемы развития биологии и экологии на Северном Кавказе : мат-лы 52 науч. конф. «Университетская наука региону». – Ставрополь : СГУ, 2007. – С. 214–218.
15. **Спангенберг, Е. П.** Птицы полезащитных насаждений / Е. П. Спангенберг. – М., 1949. – С. 185.
16. **Темботов, А. К.** Млекопитающие / А. К. Темботов // Ресурсы живой фауны. – Ростов н/Д. : Изд-во РГУ, 1982. – Ч. 2. – С. 102–107.
17. **Тертышников, М. Ф.** Ареалогический анализ и герпето-географическое районирование Предкавказья / М. Ф. Тертышников // Фауна Ставрополья. – Ставрополь : СГПИ, 1992. – Вып. 4. – С. 110–113.
18. **Тертышников, М. Ф.** Земноводные Ставрополья / М. Ф. Тертышников. – Ставрополь : Изд-во СГУ, 1999.
19. **Федоров, С. М.** Млекопитающие (Mammalia) Ставропольского края / С. М. Федоров // Материалы по изучению Ставропольского края. – Ставрополь : Ставропольское книжное изд-во, 1954. – Вып. 6. – С. 85–91.
20. **Физическая география Ставропольского края** / под. ред. Н. И. Бутенко, В. А. Шальнева, В. В. Савельевой. – Ставрополь : Ставропольсервисшкола, 2000. – С. 237.
21. **Хохлов, А. Н.** О domestикации и синантропизации кряквы в Центральном Предкавказье / А. Н. Хохлов, А. П. Бичерев // I Всесоюзное совещ. по проблемам зоокультуры. – М., 1986. – Ч. 2. – С. 110–115.

22. **Хохлов А. Н.** К экологии кряквы на Ставрополье / А. Н. Хохлов, А. П. Бичерев // Ресурсы животного мира Северного Кавказа. – Ставрополь : СГПИ, 1988. – С. 95–99.
23. **Хохлов, А. Н.** Антропогенная трансформация и тенденции развития фауны и населения птиц Центрального Предкавказья / А. Н. Хохлов. – М. : ИЭНЭЖ РАН, 1994. – С. 48.
24. **Хохлов, А. Н.** Животный мир Ставрополья / А. Н. Хохлов. – Ставрополь : Ставропольсервисшкола, 2000. – С. 200.
25. **Шальнев, В. А.** История и методология общей географии / В. А. Шальнев. – Ставрополь : Изд-во СГУ, 2000. – С. 162.

УДК 711.14

## ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ДЕГРАДАЦИИ ПАСТБИЩ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИС И ДЗЗ

**Д.И. Шабанов, А.Л. Сальников**

Астраханский государственный университет  
Россия, 414000, Астрахань, пл. Шаумяна, 1  
тел./факс (8512) 22-64-82, E-mail: mettus@hotmail.ru

Обширные пустынные и полупустынные территории Астраханской области (АО) используются как естественные пастбища. Выпас скота является одним из старейших и стабильных (регулярных) форм воздействия человека на экосистемы территории АО. При нарушении норм выпаса и отсутствии или несоблюдении системы пастбищеоборота, выпас скота дает толчок к развитию негативных явлений, затрагивающих все компоненты ландшафта. Процессы опустынивания являются для аридных территорий одними из характернейших откликов на нерациональное хозяйствование [1, 3, 6]. Согласно Международной конвенции по борьбе с опустыниванием, опустынивание означает деградацию земель в засушливых, полусухих и сухих субгумидных районах в результате действия различных факторов, включая изменение климата и деятельность человека.

Процессы деградации пастбищ имеют неравномерную выраженность по территории и для их изучения и оценки необходимо привлечение современных методов пространственного анализа – геоинформационных технологий и дистанционного зондирования Земли.

Для территории АО, как и для многих других засушливых территорий, характерны процессы так называемого приколодезного опустынивания. При анализе космических снимков высокого и среднего разрешения в глаза бросается характерный пятнистый рисунок этих областей. Светлые пятна на темном фоне пустынной растительности соответствуют закономерному чередованию участков развевания почв, участков с измененной растительностью (часто полностью выбитой или замененной на сообщества с доминированием непоедаемых видов), которые расположены вокруг мест водопоя, зимников, летников, кошар, чабанских точек [4].

Нами проведена работа по оценке развития процессов деградации в пустынных и полупустынных участках АО на основе ГИС-технологий и данных дистанционного зондирования Земли. Был использован безоблачный снимок с космического аппарата (КА) за 26 мая 2006 г. Этот КА был запущен 4 мая 2002 г. и является частью программы НАСА «Earth Observing System» (EOS), направленной на глобальное комплексное изучение Земли. Спутник находится на околополярной солнечно-синхронной орбите высотой 705 км. Ключевым инструментом спутника «EOS Aqua» является спектрорадиометр «MODIS» (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer). «MODIS» имеет 36 узких спектральных каналов с 12-битным радиометрическим разрешением в видимом, ближнем и ИК-диапазонах и позволяет производить регулярную съемку одной территории с пространственным разрешением от 250 м 1–2 раза в сутки (день и ночь). Полоса захвата составляет 2 330 км.

Автоматизированное дешифрирование проводилось методом «ISODATA». Для классификации были использованы первый (620–670 нм) и второй (841–876 нм) каналы спектрорадиометра «MODIS», красная и инфракрасная зоны спектра, разрешение 250 м/пиксель.

Алгоритм «ISODATA» («Iterative Self-Organizing Data Analysis Technique» – «Итерационная самоорганизующаяся методика анализа данных» или «Итерационный алгоритм последовательной кластеризации») основан на кластерном анализе. Кластеризация начинается с отнесения пикселей изображения к одному из кластеров. В качестве критерия может быть взято минимальное расстояние до центра кластера. Вторым шагом является вычисление нового положения центра кластера с учетом отнесенных к нему пикселей. После отнесения всех возможных пикселей к одному из классов центры классов сдвигаются и процесс повторяется полностью сначала (следующая итерация). Процесс прекращается в момент выполнения максимального количества итераций (количество может быть задано в настройках классификации) или если после итерации достигнут максимальный процент пикселей, сохранивших свой класс.

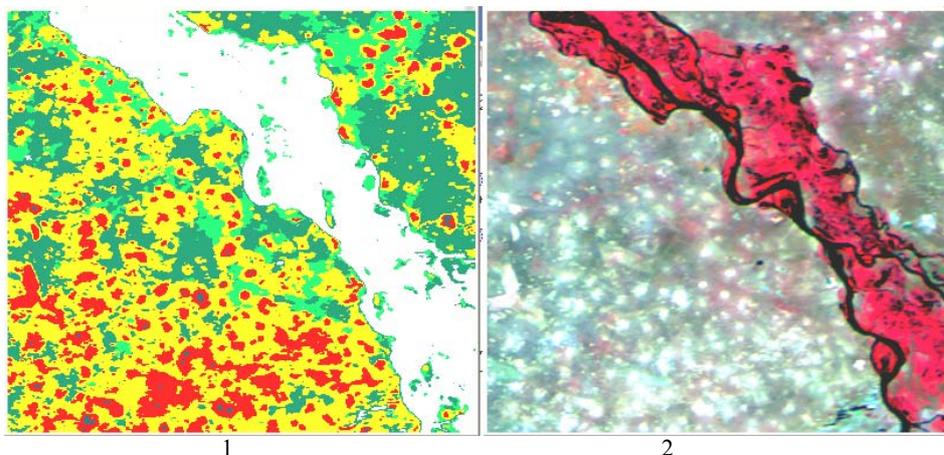


Рис. 1. Участок исходного снимка КА «AQUA» (1) и результаты его классификации методом «ISODATA» (2)

Для дешифрирования и интерпретации информации космоснимков наряду с литературными данными использованы материалы полевых работ, выполненных в июне – августе 2006–2007 гг. Также привлечены информация с КА «Landsat-7 ETM +» и цифровой топографической карты масштаба 1 : 200 000.

С помощью автоматизированного дешифрирования были определены участки пастбищ в пустынной и полупустынной зонах, используемых нерационально. Для них характерно протекание процессов пастбищной дигрессии (появление участков разевавания почв, снижение ценности кормов, часто полное замещение растительными ассоциациями из непоедаемых, ядовитых или малоценных видов).

Исследуемая территория в ботанико-географическом отношении входит в Afro-Asiatic пустынную область (Северотуранская провинция). Доминируют зональные типы растительности – Северотуранские (Прикаспийские) пустыни [5]. Выделяются две группы формаций: полынно-полукустарничковая с доминированием формации *Artemisia lerchiana* и кустарниковая с доминированием формаций *Calligoneta aphyllae* и *Tamariceta* и колосняковые заросли (*Leymus racemosus*) на барханных песках [2].

Приведем примеры нескольких типичных участков, иллюстрирующих процессы, протекающие на территориях, отнесенных к пастбищам с высокой степенью деградации по результатам дешифрирования и интерпретации космических снимков, результатам полевых работ и экспертным оценкам.

*Урочище барханного массива.* Антропогенное происхождение. Растительность представлена злаково-песчаной ассоциацией. Общее проективное покрытие до 10 %,

средняя высота 10–15 см, высота отдельных экземпляров до 40 см. Эдификатор – колосняк гигантский (*Leymus racemosus* (Lam.) Tzvel., рис. 2).

Часто барханные массивы приурочены к котловинам выдувания, которые имеют четко выраженную северо-западную ориентацию, протяженность от нескольких сот метров до 1 км и более. В северо-западной части котловин обычно формируются барханные пески. В днище котловин отмечаются останцы выдувания, скрепленные корнями джужгуна, колодцы с солоноватой водой. Вода в колодцах используется для водопоя скота.



Рис. 2. Урочище барханного массива

*Окрестности чабанских точек.* Характеризуются максимальной выраженностью деградации естественного растительного и почвенного покрова, многочисленны участки развеваемых и полужакопленных песков, наблюдаются обширные скопления помета, перемешанные с песком (рис. 3).



Рис. 3. Чабанская точка. Растительный покров полностью уничтожен



Рис. 4. Результаты перевыпаса. Обширные территории заняты непоедаемыми видами в сочетании с видами низкой кормовой ценности. Активное внедрение *Alhagi pseudalhagi* в белопольные и житняково-белопольные сообщества

Анализ данных экспедиционных исследований в сочетании с анализом космических снимков позволяет сделать следующие выводы о негативных тенденциях в пустынной зоне на территории АО:

1. Увеличение видовой представленности флоры в основном за счет массового распространения рудеральных видов (*Peganum harmala*, *Carduus acanthoides*).

2. Уменьшение обилия и проективного покрытия представителей семейств *Poaceae*, *Fabaceae*, *Asteraceae*.

3. Резкое уменьшение проективного покрытия и обилия многолетних злаков (особенно *Agropyron fragile*); представлены единичными особями и не являются ценообразователями.

4. Высокая представленность пастбищных сорняков (*Anabasis aphylla*, *Salsola australis*, *S. foliosa*, *Atriplex ancheri*).

5. Изреженность и угнетенность одного из основных эдификаторов – *Artemisia lerchiana*.

6. Увеличение обилия эфемеров (*Anisantha tectorum*, *Eremopyrum orientale*, *E. triticeum*) как результат механизма видового замещения.

7. Широкое распространение галофитов семейства *Chenopodiaceae* (*Climacoptera brachiata*, *Neocaspia foliosa*, *Petrosimonia brachiata*, *Salsola australis*, *S. Dendroides*) и рода *Suaeda*.

8. Отмечается тенденция смены многолетних злаков на злаки-эфемеры *Agropyron fragile* → *Anisantha tectorum*.

9. Массовое распространение практически непоедаемого *Alhagi pseudalhagi*.

Эоловые ландшафты из-за крайне скудного растительного покрова и маломощного почвенного горизонта оказываются неустойчивыми и легко разрушаемыми под действием антропогенного фактора. В последние годы пастбищная нагрузка существенно выросла в связи с увеличением поголовья скота. Неконтролируемый выпас скота приводит к резкому сокращению ценных кормовых видов естественной флоры. Отмечается распространение сорных видов: солянки русской, дескурании Софии, дурнишника обыкновенного и колючего.

Необходимо ограничить численность поголовья скота и отар, их выпас производить по схемам пастбищеоборота, давая время для восстановления естественных ландшафтов. Необходимо планирование структуры путей коммуникаций, в том числе сокращение числа прокладываемых, особенно стихийно, грунтовых дорог (большая часть которых используется редко).

#### Литература

1. **Баяржаргал, Ю.** Оценка изменений землепользования и растительного покрова в сомоне Булган с использованием дистанционных методов зондирования / Ю. Баяржаргал, А. Карниели // Аридные экосистемы. – 2004. – № 24–25. – С. 126–134.

2. **Карта** растительности Европейской части СССР (Масштаб 1 : 2 500 000) / отв. ред. Т. И. Исаченко, Е. М. Лавренко. – Л., 1974. – 5 л.

3. **Опарин, М. Л.** Выпас как фактор трансформации наземных экосистем семиаридных регионов / М. Л. Опарин, О. С. Опарина, А. А. Цветкова // Поволжский экологический журнал. – 2004. – № 2. – С. 183–199.

4. **Оценка** возможностей изучения глобальных изменений Земли и динамики отдельных объектов по старым и современным снимкам с пилотируемых орбитальных станций : Шестой Интернет-семинар [Электронный ресурс] / Е. А. Балдина, Е. Р. Чалова. – Электронные данные. – Межуниверситетский аэрокосмический центр при Географическом факультете МГУ им. М.В. Ломоносова, 2004. – Режим доступа: [http://www.geo.msu.ru/acentre/int\\_sem\\_6/sem\\_6\\_3.htm](http://www.geo.msu.ru/acentre/int_sem_6/sem_6_3.htm), свободный. – Яз. рус.

5. **Тахтаджян, А. Л.** Флористические области Земли / А. Л. Тахтаджян. – Л. : Наука, 1978. – 278 с.

6. **Valone, Thomas J.** Effects of fire and grazing on an arid grassland ecosystem. Влияние палов и выпаса на экосистему аридного луга / Valone Thomas J., Nordell Shawn E., Morgan Ernest S. K. // Southwest. Natur. – 2002. – № 4. – С. 557–565.

**AN INVESTIGATION OF SEDIMENT YIELD IN DIFFERENT TYPES OF LAND USE  
(CASE STUDY: BABOLROUD WATERSHED)**

**Dr.K. Solaimani** (Associate Prof., Corresponding Author),

**Dr.A. Hosini** (Assistant Prof.), **S. Mousavi**

Faculty of Natural Resources, University of Mazandaran, POBox 737, Sari, Iran

**Sh. Shojaey**

Former M.Sc Student, University of Mazandaran, POBox 737, Sari, Iran

*Introduction*

Today, soil conservation and its fertility became an important strategy in all countries of the world as the soil is not only the bed of living or the main factor of production but is a key factor which the ecosystem balances and water cycle is directly depended on it. The intensive exploitation of the land by man created rapid erosion which is multiplied by the ever growing rate of economy. Activities like tillage, overgrazing, inappropriate use of forest, mines, urban expansion and etc are the major causes of erosion acceleration. In general any use which decreases the plant coverage on the slopes affects directly the sediment yield (Refahy, 2003). At the present time land use change is the most important crises in arid and semi-arid area such as Iran. The occurrence of destructive flooding, mass movement of the earth, the high level of urban pollution and sprawl, deforestation and desertification are some of the serious problems in the mentioned area. So the appropriate management and use of resources is a vital issue which can prevent or decrease the extent of natural and human hazards. This research tries to investigate the impacts of land use changes in Babolroud watershed in the northern flank of Alborz mountain of Iran.

*Materials and methods*

*Study Area:* Babolroud watershed is located in Mazandaran province in the vicinity of the Southern Caspian Sea. The study area is limited by the Caspian sea in the north, Si-ahroud basin in the East, Aleshroud basin in the West and Alborz mountain ranges in the South. The basin consisted about 395 km<sup>2</sup> (Figure 1) and located between 36°29' Northern latitude and 53°04' Eastern longitude. The maximum elevation is 3362 MSL and the minimum is 160m in the outlet of the watershed. The average annual rainfall according to Mazandaran meteorological office is 975.75 mm. The dominant climate of the region is cold and humid according to Ambergheh method and humid by Demarton (Pashakola Dam General Reportplan, 1999).

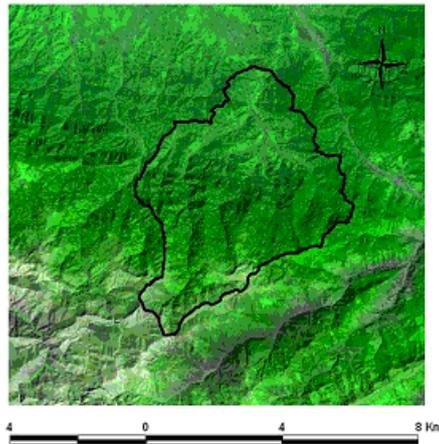


Figure 1. Babolroud basin on satellite image

Topographic maps at 1 : 50000 scale which indexed with 6562I, 6562II, 6562III and 6562VI at the Iranian Geographical Organisation (IGO), also the geological map at 1 : 250000 from Iranian Geological Survey (IGS) were provided to start the investigation. The land use map at 1 : 10000 scale from the Agricultural Ministry of Iran with Landsat TM images of 1998 from Iranian Remote Sensing Centre were completed by rainfall data and sediment of the region. In the next step radiometric correction accomplished with image enhancing.

Since the homogen units are the working unit in the control and investigation of a watershed (Harrison, 2002) so the working units of geology, gradient, and land use maps were provided by integration of base maps in 78 polygons. In the end the erosion and sediment yield were estimated in each working unit.

*Statistical analysis:* The statistical analysis was done by using SPSS version 11.5. Initially, Kolmogorov-Smirnov test showed that the data were normal ( $P \geq 0.05$ ). In the next stage, the One Way Analysis of Variance (OWAV) was used to show the statistical differentiation of the produced sediment in each land uses. Tukey Test was applied for the multiple means comparison.

### Results and discussion

The geological map (Figure 2), land unit (Figure 3) and hydrological map (Figure 4) all were digitized in the ArcView version 3.2 for the required several map production. After provision of digital elevation model (DEM), the gradient maps were extracted in the Arcview software environment. The percent of canopy and the naked soil of the region were produced by Landsat TM and then the NDVI index was drawn by the method of controlled classification in ERDAS software version 8.6.

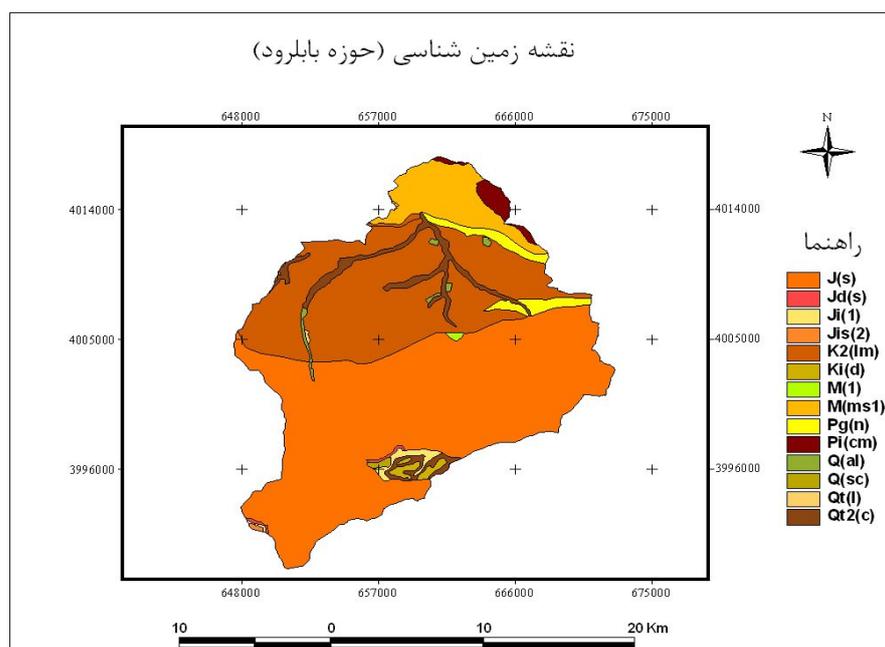


Figure 2. Geology Map of Babolroud watershed

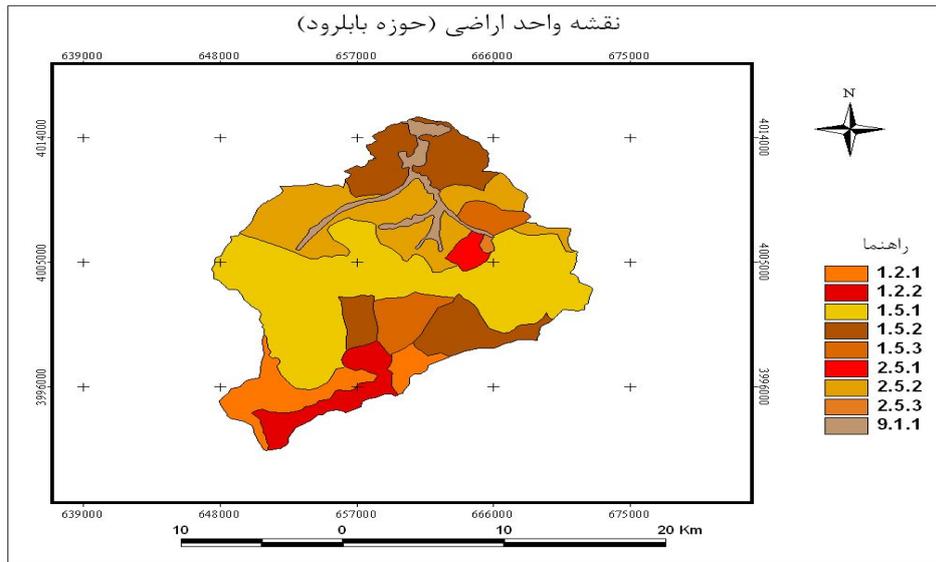


Figure 3. Land Unit Map of Babolroud watershed

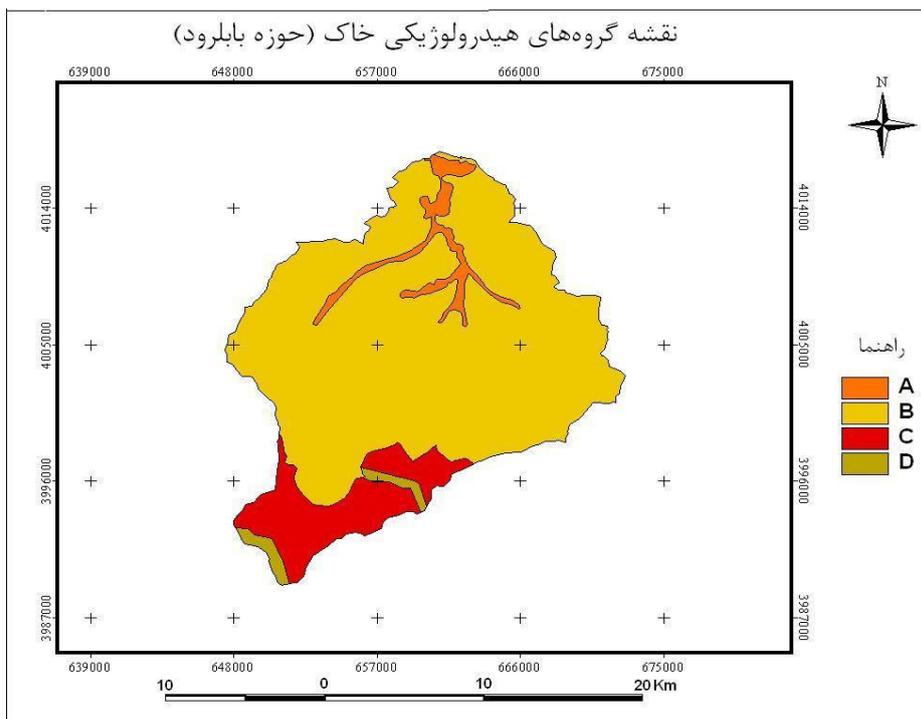


Figure 4. Hydrologic Unit Map of Babolroud watershed

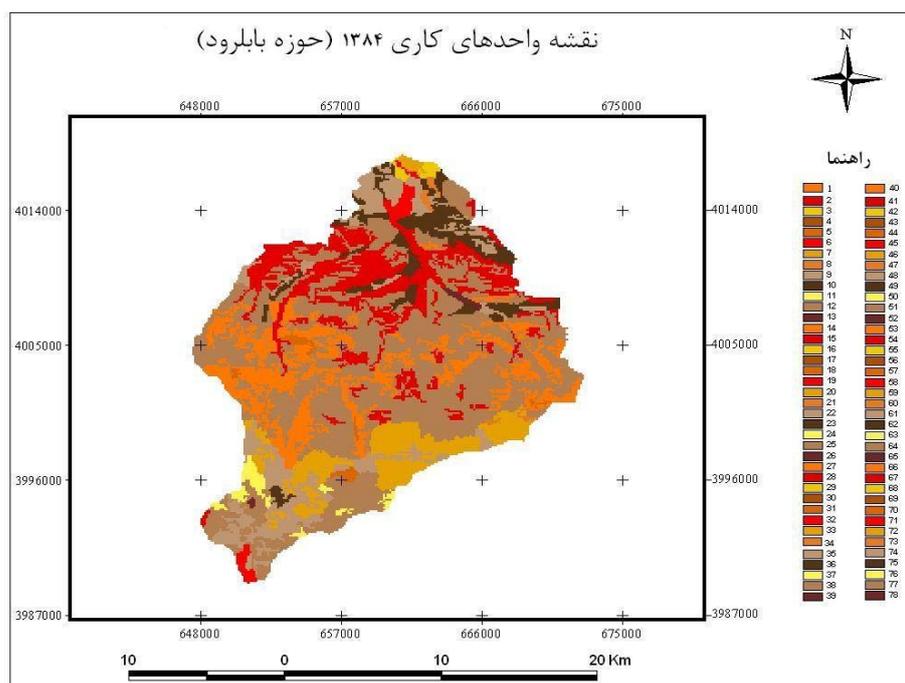


Figure 5. Working Unit Map of Babolroud watershed

Table 1 shows the extent and different types of land use in 2003. There are eleven types of land uses in the study area which the high density forest covers the most (294.15 km<sup>2</sup>) and the mix agro-orchard land allocates the least (0.12 km<sup>2</sup>).

Table 1

**Land use types and their extent in 2003 (Babolroud watershed)**

Land uses	Area, km <sup>2</sup>	% of area
Mix orchard and agriculture	0.12	0.03
Dry farming	1.72	0.44
Intensive pasture	0.46	0.12
Semi-intensive pasture	1.03	0.26
Tree and orchard complexes	0.54	0.14
Mix agro-orchards	4.81	1.22
Semi-intensive forest	48.36	12.24
Mix pasture and dry farming	29.98	7.59
Mix forest and orchard	5.47	1.39
Unlimited agro-land	8.35	2.11
Intensive forest	294.15	74.47
Total	395	100

The variance analysis in different land uses revealed that there are a meaningful difference between sediment rate and the type of land use (Table 2). The Tukey Test showed that the minimum erosion recorded from land use which covered by the high density forest and unlimited agro lands, while the maximum erosion belonged to mix agro-orchard and dry farming land uses. Table 3 shows the other land uses which are remained between them. Figure 10 shows the sediment diagram of different land uses.

Table 2

**Variance analysis of one way of sediment yield in different land use in 2005**

P	F	Means of Sq.	Freedom degree	Sum of Sq.	Source of Changes
0.000**	9.778	30860.050	10	308600.503	Land use
—	—	3156.063	45	142022.833	Error
—	—	—	55	450623.336	Total

\*\* Meaningful in the level of 99

Table 3

**The results of multiple means in comparison by Tukey Test**

Land use type	Sediment mean
Mix agro-orchard	346.92 <sup>d</sup>
Dry farming	285.92 <sup>c</sup>
Intensive pasture lands	305.30 <sup>c</sup>
Semi-intensive pasture lands	265.92 <sup>c</sup>
Tree and orchard complexes	334.65 <sup>d</sup>
Mix agro-orchard	293.79 <sup>c</sup>
Semi-intensive forest	199.81 <sup>b</sup>
Mix pasture and dry farming	189.02 <sup>b</sup>
Mix orchards and forest	189.67 <sup>b</sup>
Unlimited agricultural lands	126.54 <sup>a</sup>
Intensive forest lands	128.14 <sup>a</sup>

*Conclusions*

As we observed the results it can be concluded that the maximum erosion was recorded from mix agro-orchard and tree with orchard complexes land uses. But the lowest rate of erosion belonged to intensive forest and unlimited agricultural lands. The reasons for such condition are clear, because forest with its unique function keeps the organic materials and increases the water infiltration in soils. In contrast, in other land uses, the lack of plants the erosion increased the sediment yield. Therefore forest must conserved and the unappropriate exploitation of trees must be controlled. Many studies clarified such urgent policy in forest management (Dhruva Narayana& Rambabu, 1983, Armestrang et. l, 1990).

Since the comparison between mix orchard-agriculture and tree complexes with pasture lands showed that the erosion was much lower in the recent land use, so the land use change from pasture to agriculture must be avoided or the process of the land use change should directed to the human activities which have lower impact on erosion rate, such as cultivated pasture. The results of some researchers such as Asondai (1999), Lashgarian (2000), Rai and Sharma (1998) are confirmed the mentioned case of study.

Therefore, appropriate management could help proper land use planning and then lower the erosion and sediment yield, for example agricultural activities must be stopped in slopes with high gradient (Hill, 1991), Chapi (1998), Nemati (2001). So, land use is one of the most important factors in erosion rate if land utilized according to its capacity and situation and then we could expect that the risk of erosion decrease considerably. Also the lack of consideration of land potential in development and even inappropriate implementation of compatible uses could accelerate erosion process and lead to socio-economic and environmental problems (Madanchi, 2003).

This research applied the MPSIAC model and integrated remote sensing with G.I.S to investigate the impacts of land use type on erosion and sediment yield. The results showed that integrated R,S and G.I.S techniques are helpful for erosion analysis and better management in watershed studies as the works of Backtes et al (2002), Mokhtari et al (2000) and Abdi (2004) obtained the same results.

Inappropriate use of land could be discussed in two ways. First it relates to the weakness of land management and second the usage of land is not correct (Makhdom, 1995), which the recent one is much common in Iran. Therefore, it seems that the land use planning projects must be well planned in the national level and then implement by close monitoring and management.

*The authors thank Faculty of Natural Resources, University of Mazandaran for providing data and helpful support for this study.*

### References

1. **Abdi, A.** 2004. Investigation of Salinity Map Production Using Remote Sensing Data. Journal of Pajoohesh va Sazandegi (in Persian), No. 64, pp. 33-38.
2. **Armstrong, C.A.,** Daves, D.B. and Castle, D.A. 1990. Soil Water Management and the Control of Erosion on Agricultural Land. John Willey & Sons Ltd, 569-574 pp.
3. **Aswandi, A.** 1999. Application of ANSWERS for Watershed Management Planning (a case in Sikapundug Watershed, North Bandug). The 10th ICID Afro-Asian Regional Conference on Irrigation and Drainage. Bali, Indonesia. Vol.11-A, 12 pp.
4. **Dhruva Narayana, V.V.,** Rambabu, D. 1983. Estimation of Soil Erosion in India. J. Irrig- Drain. Eng. 109(4):419-434 pp.
5. **Hariston, E.J.** 2002. Soil Management to Protect Water Quality: Estimating Soil Erosion Losses and Sediment Delivery Ratios. 1-3 pp.
6. **Hill, C.L.** 1991. Effects of Land Management Practices on Sediment Yield in North-eastern Guilford County. North Carolina. USGS Water Resources Investigation Report 90-4127. 40 pp.
7. **Rai, S.C.** and Sharma, E. 1998. Comparative Assessment of Runoff Characteristic under Different Land Use Pattern within a Himalaya Watershed. J. of Hydrological Processes. 13(12):2235-2248 pp.
8. **Chapi, K.** 1998. An Investigation of Erosion with Respect to the Land Use Management for Optimisation of Land Use Planning. MSc Dissertation, Tarbiat Modares University. 185 pp.
9. **Refahi, H.** 2003. Water Erosion and Its Control, Tehran University Publication. 671pp.
10. **Makhdom, M.** 2001. Principles of Land Use Planning, Forest and Pastures Organization of Iran. 295p.
11. **Madanchi, P.** 2001. The impacts of land use changes on sediment yield in Baft and Rabar watershed basins. MSc dissertation, Gorgan University. 101 pp.
12. **Mokhtari, A.,** Feiznia, S., Ahmadi, H., and Rahnema, F. 2000. Application of Remote Sensing in Land Use Mapping. Journal of Pajoohesh va Sazandegi (in Persian), No. 6, pp. 82-87.
13. **Nemati, M.** 2001. An investigation of land use on soil fertility and erosion, a case study of national park of Golestan. Mazadaran University. 117pp.
14. **Lashkarian, S.** 2000. A study of land use change on soil fertility and erosion, a case study of Masoleh basin in Gilan. Gorgan University MSc dissertation.

### USING REMOTE SENSING AND GIS TECHNIQUES IN SOUTH EAST CASPIAN COASTAL CHANGES DETECTION

**S.R. Mousavi**

Dept. of Watershed Management, University of Mazandaran, PoBox 737, Sari, Iran

**K. Solaimani**

GIS & RS Centre, University of Mazandaran, PoBox 416 Babolsar, Iran,  
E-mail: solaimani2001@yahoo.co.uk

#### *Introduction*

This investigation focuses on the use of various optical (SPOT, Landsat MSS, TM, ETM<sup>+</sup>, ASTER L1A) and RADARSAT data for mapping shoreline changes of Miankaleh peninsula promontory in the south-eastern Caspian Sea coast of Iran during the period of 1975-2002. The hydrological data showed a rapid rise in the level of the Caspian Sea by 2.6 m between 1977 and 1996 (Figure 6). Most GIS software packages allow all remotely sensed data to be imported and analysed. Change detection involves the ability to quantify temporal effects using multi-temporal and multi-sensor data sets.

The Landsat TM provides digital data in infrared spectral bands where Land/Water interface is well defined (Ellis et al. 1989; Tao et al., 1993; and Tittley et al., 1994). Landsat TM and other types of remote sensing imagery used for coastal related research such as

(Hesselmans et al., 1994; Welch et al., 1993; Donoghue et al., 1994; koopmans et al., 1994; Dwivedi and Sankar 1992; EL Raey et al., 1999; Frihy et al., 1998; Loughlin, 1991; and Dewidar and Frihy 2003).

The 'waterline' is defined as the boundary between a water body and an exposed land mass in a remotely sensed image (Mason et al. 1997). Waterline extraction is potentially one of the most effective satellite remote sensing tools for studying changes in tidal flat environments and coastlines (Ryu et al. 2002). Frazier and Page (2000) reported that a simple density slicing method using Landsat TM Band 5 is effective in detecting clear water boundaries. Kevin and El Asmar (1999) exploited TM Band 7 in the Nile Delta region for this purpose.

The rapid sea-level rise of the Caspian Sea by 2.5m (about 15 cm/year) between "1977–1996" caused significant changes in coastal morphology and dynamics especially on the Gorgan Bay entrance. The wetland of Gorgan Bay is an outstanding example of a natural sand spit/coastal lagoon system characteristic of the south Caspian Sea.

The study area extends from the west (Miankaleh Peninsula promontory) with longitude 36°54' to 36°59' N at Ashoradeh area, and latitude 54°01' to 54°04' E (Figure 1). The study area represents a sensitive district of erosion along the Miankaleh Peninsula coast of Iran. Moreover, it is characterized by highly diverse categories of morphodynamic boundaries.

The present study aims to indicate the presence of multi-temporal conflict between different interests of various environmental, economic and related specialists along the Miankaleh Peninsula coastal zone and decision makers, as well as the absence of long term monitoring plans for the coastal dynamic systems of the Caspian Sea in Iran. This conflict is highlighted by detecting the historical shoreline change at Gorgan Bay entrance coastal zone during the last three decades. We will introduce the study area and data in the next section, followed by the waterline extraction method and demonstrate in the results section that selection of the proper band or combination of bands is the key to the proper output, and that the flood condition should be considered.

#### *Study area and data sources*

Gorgan Bay and Miankaleh Peninsula are situated in the Provinces of Mazandaran and Golestan, in northern part of Iran. They are located at the Southeastern Caspian Sea, about 2km west of Bandar-e-Turkmen and lie between 3645 ' N to 371 ' N latitude and 53 30 ' E to 54 7 ' E longitude. Miankaleh Peninsula promontory and Gorgan Bay entrance are situated at Golestan Province, in north Iran (Figure 1). It is located at the Southeastern Caspian Sea, about 2km west of Bandar-e-Turkmen as lie between 3654 ' N to 3659 ' N latitude and 54 01 ' E to 54 04 ' E longitude (Figure 1). Gorgan Bay is the largest coastal wetland in the southern coastal Caspian Sea. The average dimension of Gorgan Bay are 12500 m in the North-South direction, and 60000 m in the East-West direction, an area of 583 km<sup>2</sup> and the average dimension of Miankaleh peninsula are 2000 m in the North-South direction, and 58000 m in East-West direction, an area of 116 km<sup>2</sup> (Figure 1).

Multi-date satellite images from Landsat MSS, TM, ETM, ASTER L1A, SPOT PAN, RADARSAT sensors were used to detect the changes of Gorgan Bay entrance shorelines. Since the shape of Miankaleh Peninsula promontory shoreline is a result of the advance and retreat in historical times, the present study is largely based on the analysis of recent multi-dates satellite images during 1975 to 2002.

We have had requested various radar and optical data of different dates and sources for the most important time periods, e.g. Landsat MSS of 1975 for a Caspian Sea level lowest state, SPOT of 1993 for a middle of the last sea transgression period, RADARSAT of 1999 for the highest sea level after the last transgression and so on (Table 1).

Table 1

Satellite data for Miankaleh Peninsula and Gorgan Bay

Satellite	Sensor	Path/Row	Scene	Date
ASTER-L1A	Full Mode	–	Full	11.05.2002
LANDSAT2	MSS	176/34	Full	07.04.1975
LANDSAT2	MSS	176/34	Full	06.06.1977
LANDSAT5	TM	163/34	Full	17.07.1987
LANDSAT5	TM	163/34	Full	13.10.1990
LANDSAT5	TM	163/34	Full	16.07.1998
LANDSAT7	ETM	163/34	Full	30.07.2001
LANDSAT7	ETM	163/34	Full	25.04.2001
SPOT	HRV2-Pan	154/276	Full	28.09.1993
SPOT	HRV1-Pan	153/276	Full	28.09.1993
RADARSAT	ScanSar Narrow.B	Lat 34°30', 37°00'	Full	17.5.1999

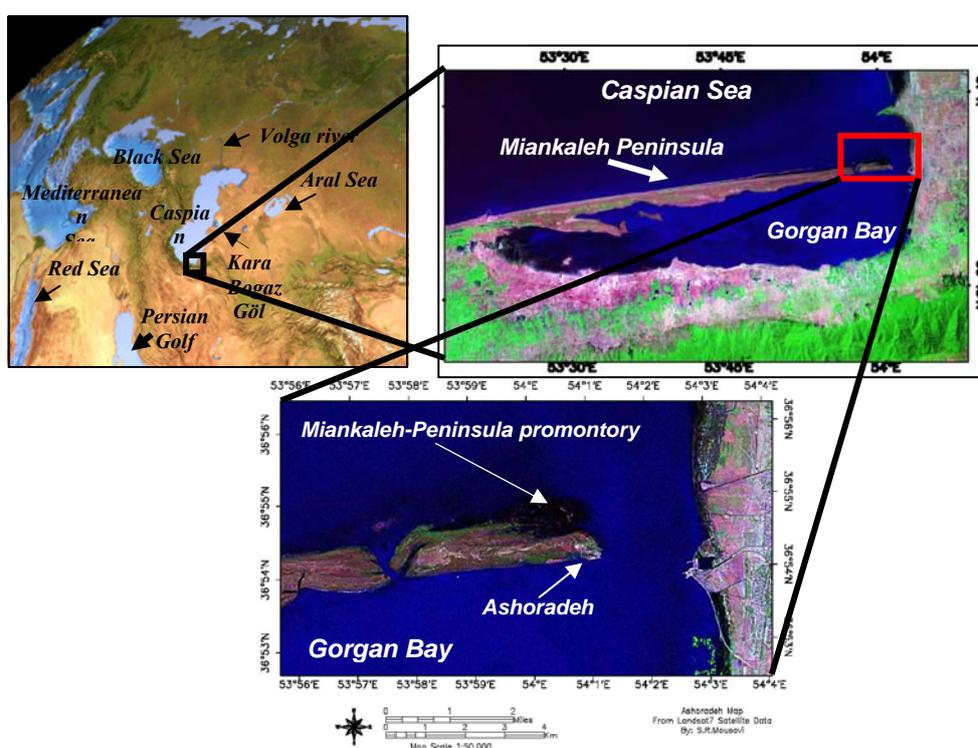


Figure 1. Location of the Miankaleh Peninsula promontory superimposed on regional MODIS and LANDSAT ETM<sup>+</sup> Imagery

### Methodology

The different kinds of optical and radar data were acquired over Miankaleh Peninsula and Gorgan Bay (Table 1). First, from each one of the Landsat MSS, TM, ETM<sup>+</sup>, a false colour composite (742, RGB<sup>1</sup>) were plotted in colour and from SPOT and RADARSAT in grey colour as well. These hardcopies were used for fieldwork and identify the existing main coastal features. In the field, with these images were recorded more than 30 locations by GPS<sup>2</sup> receiver. Second, SPOT-PAN data was geometrically corrected with respect to

<sup>1</sup> Red, Green, Blue

<sup>2</sup> Global Positioning System

1 : 50000 topographic sheets in a UTM<sup>3</sup> projection. Third, all Landsat MSS, TM, ETM<sup>+</sup> and RADARSAT data were registered to this SPOT-PAN 10 meter georeferenced image. Fourth, these mentioned data were analysed using various image processing techniques including, spectral enhancement (PCA<sup>4</sup> and NDVI<sup>5</sup>), level slicing, spatial image enhancement (convolution filtering), TM band ratios, spectral classification and 3D Analysis with DEM<sup>6</sup>. Fifth, all these geocoded data were imported to GIS<sup>7</sup> environments and changes detection were extracted manually by visual interpretation and updated features were digitised on screen as vector layers. Sixth, GIS analysis (overlay and summary) was used to evaluate and visualize the outcome (Figure 2).

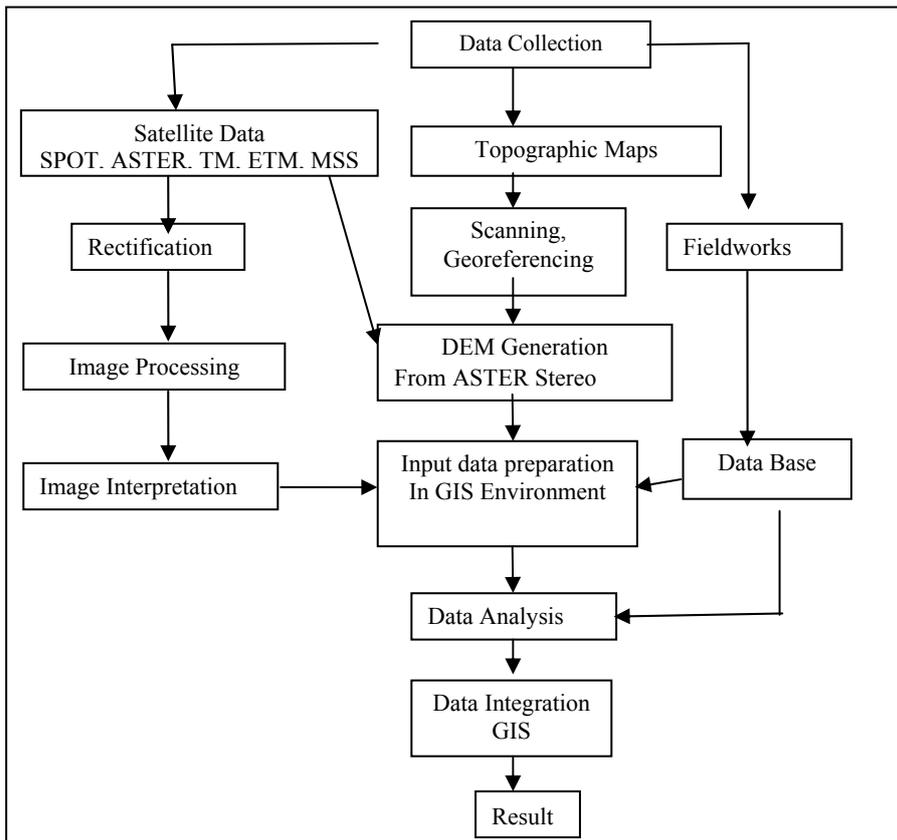


Figure 2. Diagram of methodology for this study

#### *Georeferencing images*

When we are using with various satellite data which are different dates and sensors for a changing territory we should use topographic maps for defining ground control points coordinates. Geometric rectification was carried out using the ERDAS 8.5 and ENVI 3.6 software. Therefore, SPOT-PAN data were georeferenced with respect to 1:50,000 topographic maps using a Universal Transverse Mercator (UTM) Projection and all radar and optical (SPOT, Landsat MSS, TM, ETM<sup>+</sup>) data sets were then registered to this SPOT-PAN image.

<sup>3</sup> Universal Transverse Mercator

<sup>4</sup> Principal Component Analysis

<sup>5</sup> Normalized Difference Vegetation Index

<sup>6</sup> Digital Elevation Model

<sup>7</sup> Geographic Information System

*Principal Component Analysis (PCA)*

PCA is used in various purposes, such as geological mapping and remote sensing terrain features (Loughlin, 1991; Yousef, 1991; Dwivedi and Sankar, 1992). Principal components reduce input data to axes of primary variation and least correlation. PCA of the six non-thermal Landsat TM bands were calculated to determine if one of the rotated axes be applied as a land/water difference signal. None of the components appeared to serve this function directly, however, PCA band 1 was evaluated because it did have a strong water component. This accounts for the primary in the image to extract of shoreline.

*Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and Water Index (WI)*

NDVI is a normalized ratio of TM bands 3 and 4 expressed as  $(B3-B4) / (B3+B4)$ . NDVI value range is from -1 to +1 with higher values characteristic of the high vegetation. As a result of the high vegetation reflectance of near-infrared band 4 and low vegetation reflectance in red visible band 3 (chlorophyll absorption band) (Figure 3 and Figure 4).

The Water Index (WI) is the sum of visible bands divided by the sum of infrared bands  $(B1+B2+B3) / (B4+B5+B7)$  (

Figure 5). The result yields high values for the water, since the visible bands are reflective in water and infrared is largely absorbed by water.

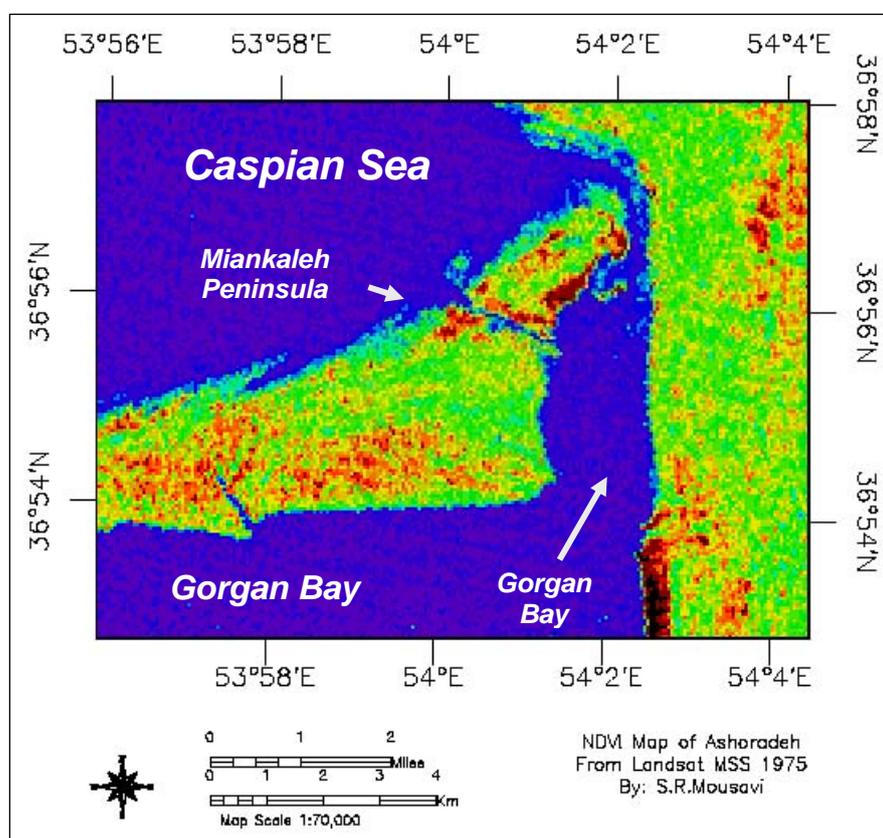


Figure 3. Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) of Landsat MSS from 1975 over Gorgan Bay entrance

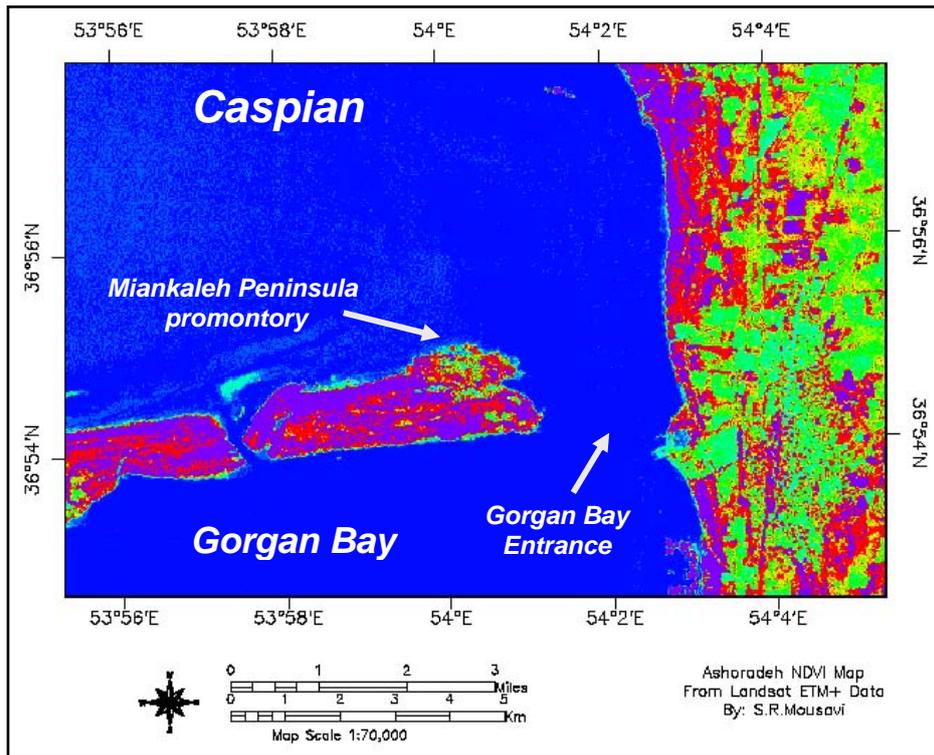


Figure 4. Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) of Landsat ETM+ from 2001 over Gorgan Bay entrance

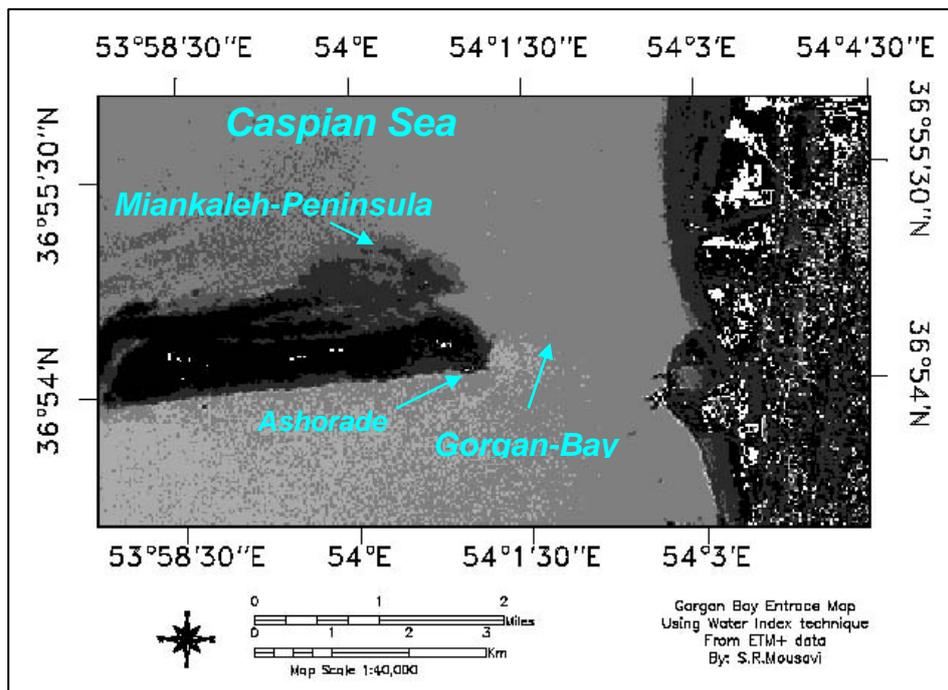


Figure 5. The Water Index (WI) over Gorgan Bay entrance which is the sum of visible bands divided by the sum of infrared bands  $(B1+B2+B3) / (B4+B5+B7)$  from Landsat ETM+ from 2001 after the Caspian Sea level rise

Results and Discussion

The hydrological data showed a rapid rise of the Caspian Sea level by 2.6 m between 1977 and 1996 (Figure 6). The method of georeference and mutual coordination of images has been successfully used for images adjustment and studying of territory changes at large and small scales.

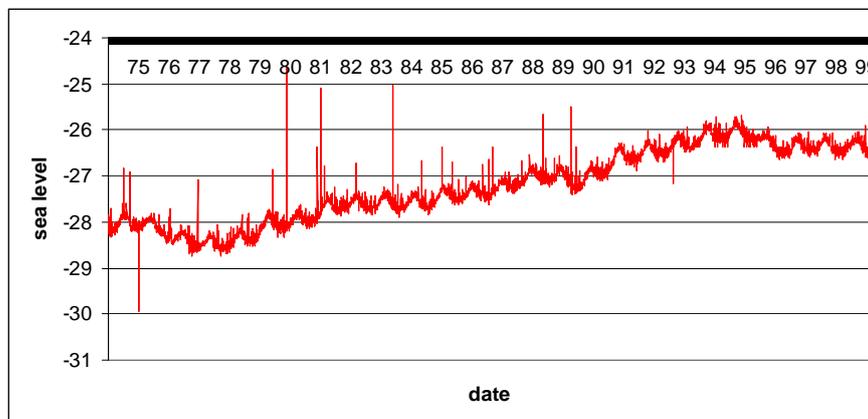


Figure 6. The Caspian Sea level changes (1974–1999) from Anzali’s Station in the Southern Caspian Sea

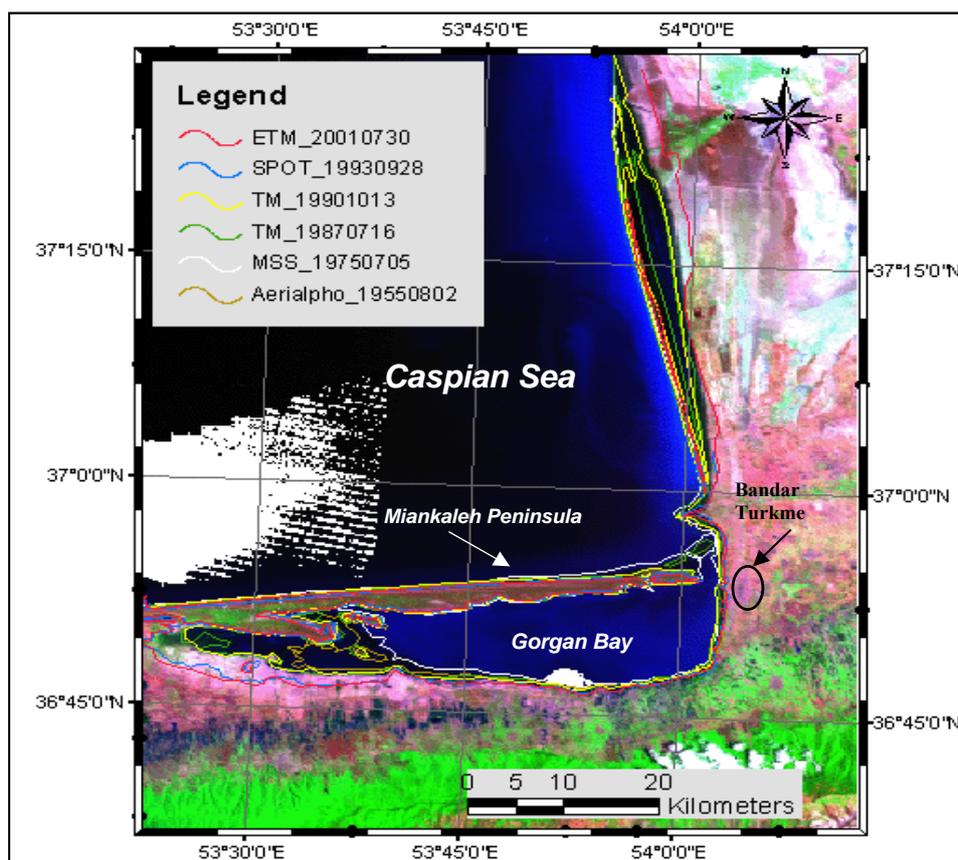


Figure 7. Landsat TM imagery from composite of bands 742 (RGB), with overlay showing shorelines in before and after the Caspian Sea level rise in Gorgan Bay

Six unsupervised classified images of 1975, 1977, 1987, 1990, 1998 and 2001 were obtained using Recode Module, six reclassified images were obtained as binary images (0 for water and 1 for else). In order to map the shoreline of the area, in GIS environment, six vector layers were extracted. These vectors derived from satellite images were superimposed to detect the differences between them and other different data sources (Figure 7). Mapping results of the measured erosion of areas in different data and sources have been shown in (Figure 7). The Caspian Sea level rise affected on whole part of the Gorgan Bay and Miankaleh Peninsula coast but the greatest erosion occurred in the mouth and Westside of Gorgan Bay (Figure 7). By 1997, Gorgan bay waters had transgressed westward, parallel to the Alborz Mountains, increasing the area of the bay by roughly one-half; the spit that defines the northern Bay Shore is narrower owing to the westward flooding (arrow). Sea level rise also encroached upon the eastern shore, widening the channel into the bay and changing the shape of the promontory (Figure 13 and Figure 14).

The data processing procedures identified in the methodology section have produced two digital spatial files as:

a) Classified Land/Water Raster File:

It is necessary to classify the first file for land/water categories because it is the first step in producing the raster and vector interfaces. This is a binary file in which the pixels have all been classified as either land or water (Figure 9 and Figure 10). An interface can be calculated from this file. It can be used for planning, or response purposes as well as serve as the basis for calculating land/water acreage for specific sites. The land/water raster file could also be used for change detection and analysis to document trends and make predictions. Other analytic procedures could be performed on the file to calculate land/water shoreline density and to indicate areas of complex land/water such as areas that are more vulnerable.

b) Land/Water Interface Vector File:

The land/water interface vector file is calculated from the raster land/water classified file and represents the shoreline with lines and polygons rather than with groups of pixels. It has numerous applications to planning and response. It can be used to calculate shoreline length, distance, perimeter, area measurements, and proximity buffering, as well as depict shoreline types with line attributes. It can be displayed with other GIS layers and features to illustrate relative location, change, proximity, and type. The vector shoreline can also be independently plotted, displayed, or measured without interference from other features. It will be a tool for oil spill contingency planning that allows planners to work directly with the shoreline either as a separate entity or in association with other environmental, cultural, or physical features. As a GIS spatial entity, the shoreline can be attributed with characteristics essential to planning and response. The attributes can be queried with Structured Query Language statements or otherwise manipulated with database functions. Thus, shoreline segments with specific criteria can be identified or selected. In a response scenario, the shoreline can be measured, and shoreline type and sensitivity codes accessed. Or the shoreline could be extracted for close examination, plotting, buffering, location query, and attribute assessment. The vector shoreline may also serve as input to certain dispersion models using vectors instead of raster. The shoreline type of potential landfall could be easily identified. Since the Miankaleh Peninsula promontory coast is so large, complex and dynamic, such a digital spatial resource is extremely valuable for response, planning and damage assessment.

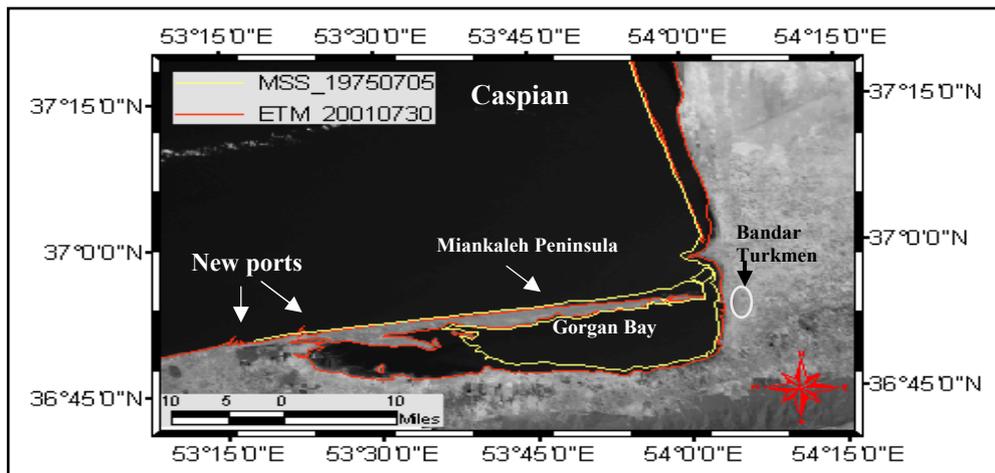


Figure 8. Landsat ETM+ band 7, with overlay showing shorelines before and after the Caspian Sea level rise

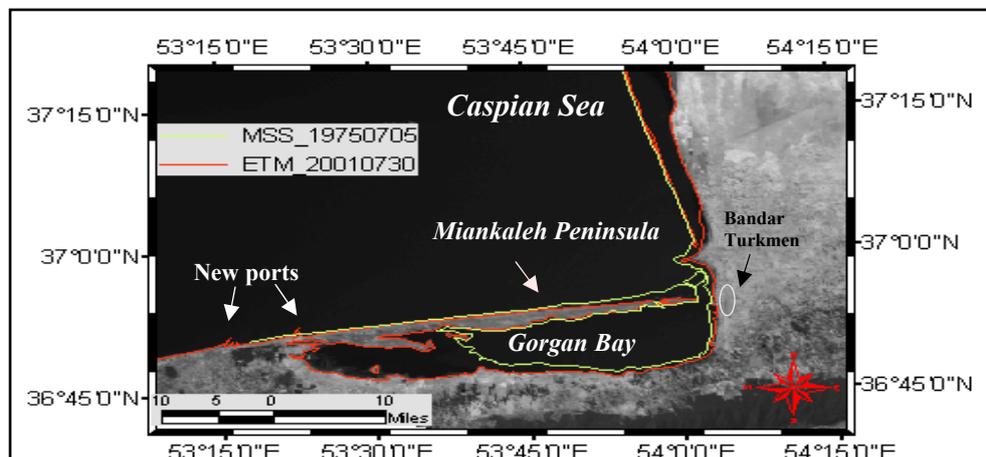


Figure 9. Landsat TM band 5, with overlay showing shorelines before and after the Caspian Sea level rise

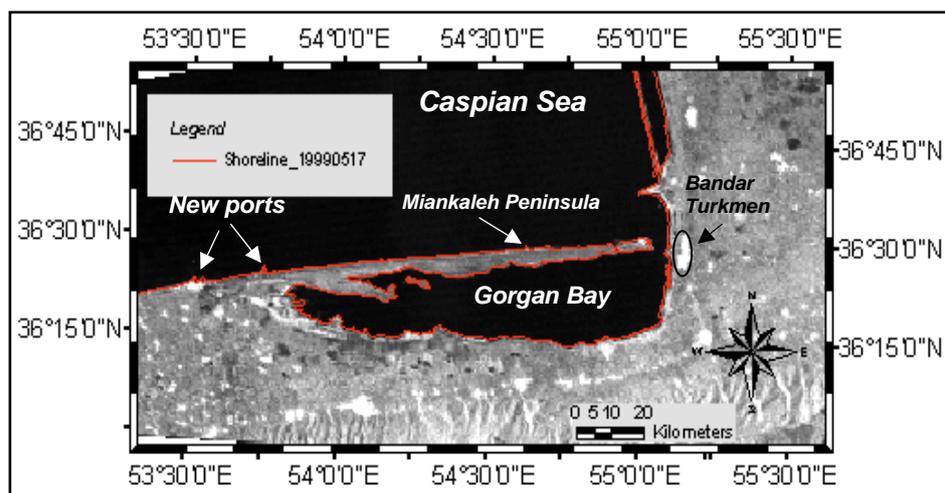


Figure 10. RADARSAT imagery to extract shoreline of the Gorgan Bay 1999

*Conclusion*

This investigation showed that the employment of radar and optical (SPOT, Landsat MSS, TM, ETM<sup>+</sup>, ASTER L1A and Aerial photographs) data with GIS software packages are useful for mapping, updating and documenting changes in coastal shoreline configuration between different dates and data sources. The SPOT-PAN satellite data is suitable for detecting shoreline configuration greater than 10 m (the minimum resolution of the data) and registering of data in different dates and sources ((Table 1). A. Mid-infrared Band 5 was subset from each of the Landsat Thematic Mapper satellite images of the coast of Miankaleh Peninsula promontory (Figure 9).

B. A moderate  $3 \times 3$  convolution edge filter was executed on each band to slightly sharpen the land/water boundary for further processing. The filter had a kernel center of 14.

C. The land/water threshold was independently found in the transition zone for each Band scenes using interactive contrast histogram tools to determine the optimum position of the land/water boundary. Land/water features were corroborated with aerial photography.

D. The threshold value derived for each scene was used as the breakpoint for recoding values less than or equal to the threshold to water (value 1) and those above to land (value 2).

E. The edge enhanced, classified, cleaned and subset land/water files were converted to vector polygon files using raster to vector conversion software that created connected points (lines) along cell boundaries, (i.e. the land/water edge). The imagery files were processed using ERDAS Imagine software and the raster to vector conversion created vector polygon files as Arc-Info coverage.

F. Vector files were cleaned and polygon topology established. The land/water polygons were given land/water designations and colors.

G. The final vector files were examined for accuracy by overlaying them over the MSS ETM<sup>+</sup>, TM, and SPOT composite images (Figure 11, Figure 12 and Figure 14) of the area to ensure that they correctly represented the raster land/water interface as visually observed. The Gorgan Bay entrance shoreline changes map by final vector files was finalized (Figure 15).

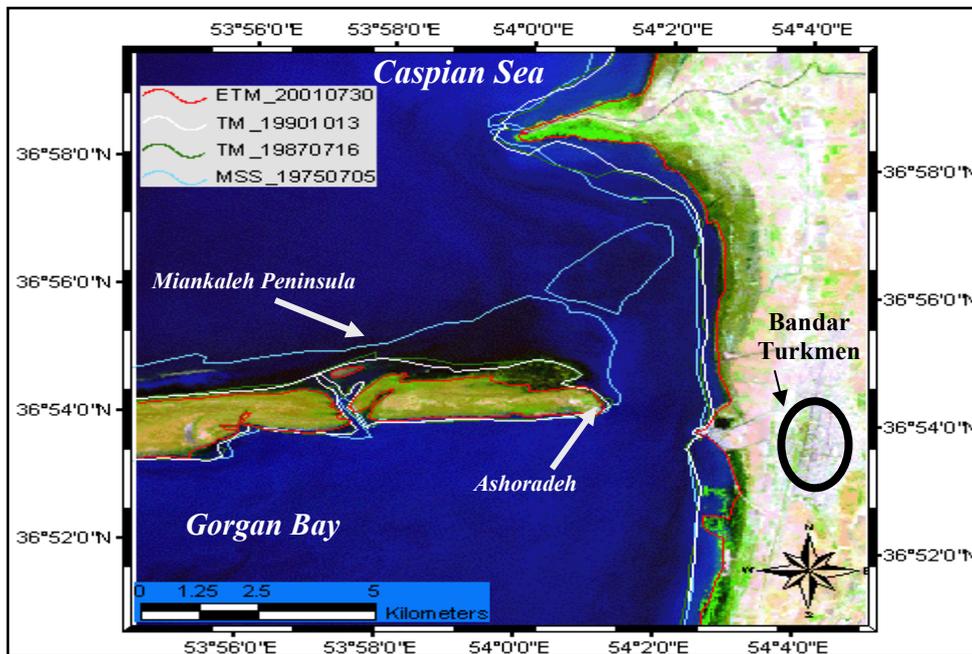


Figure 11. Landsat MSS, with overlay showing shorelines in before and after the Caspian Sea level rise in Entrance of Gorgan Bay area

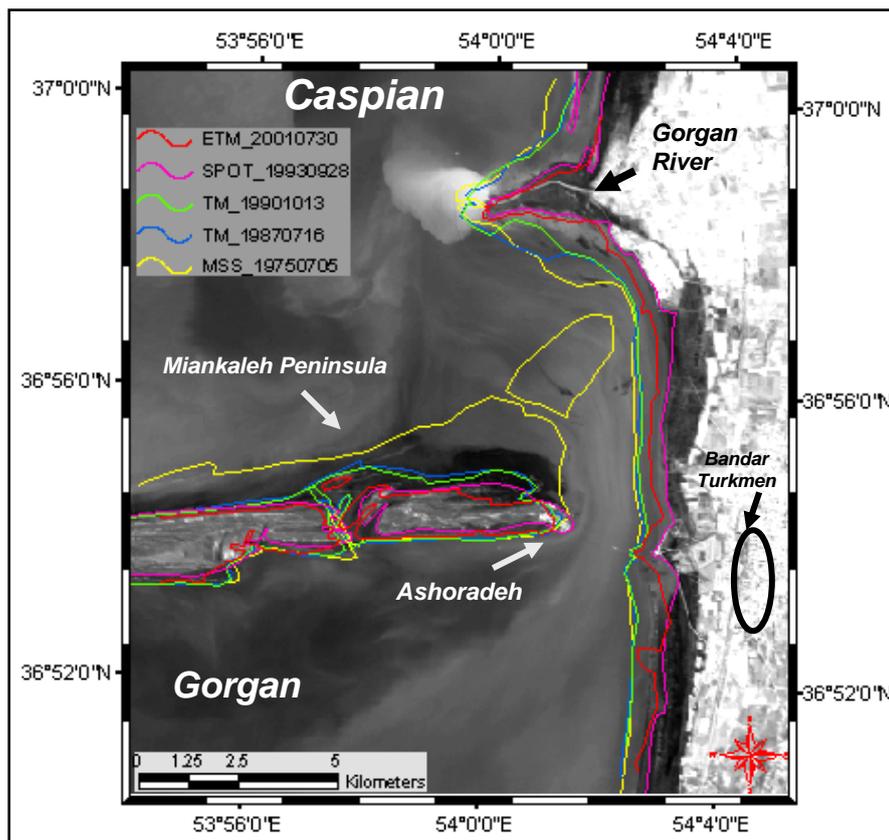


Figure 12. SPOT-PAN Imagery 10meters with overlay showing shorelines in before and after the Caspian Sea level rise in Entrance of Gorgan Bay area

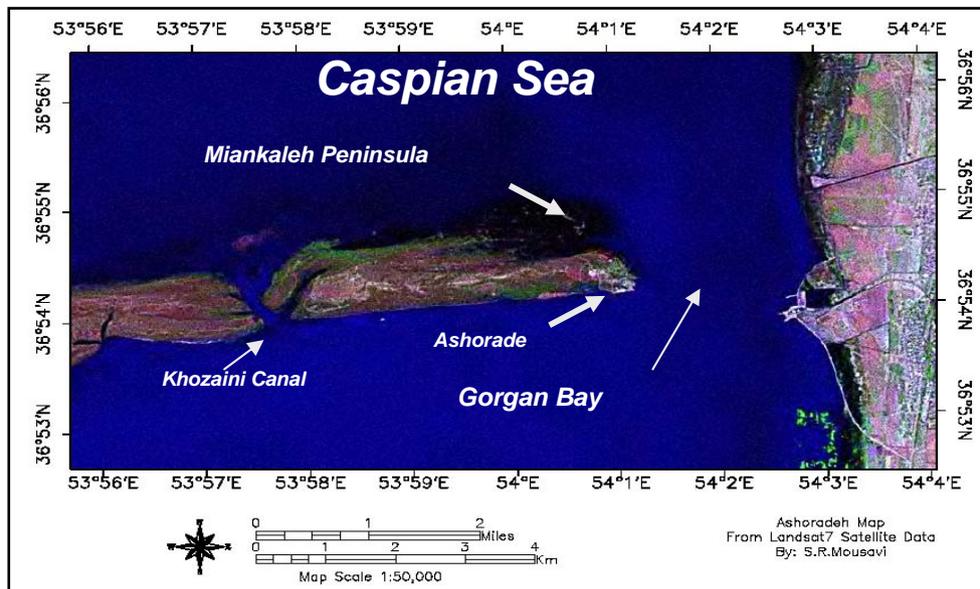


Figure 13. Landsat ETM+ imagery with resolution 14 m using after the Caspian Sea level rise in Entrance of Gorgan Bay

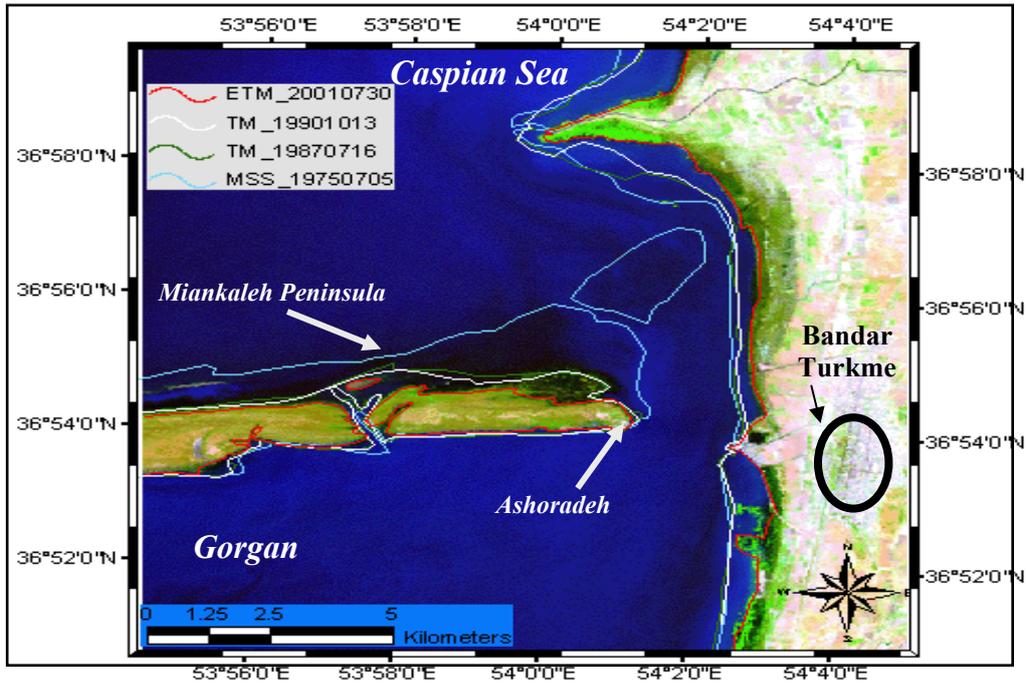


Figure 14. Landsat ETM, with overlay showing shorelines in before and after the Caspian Sea level rise in Entrance of Gorgan Bay

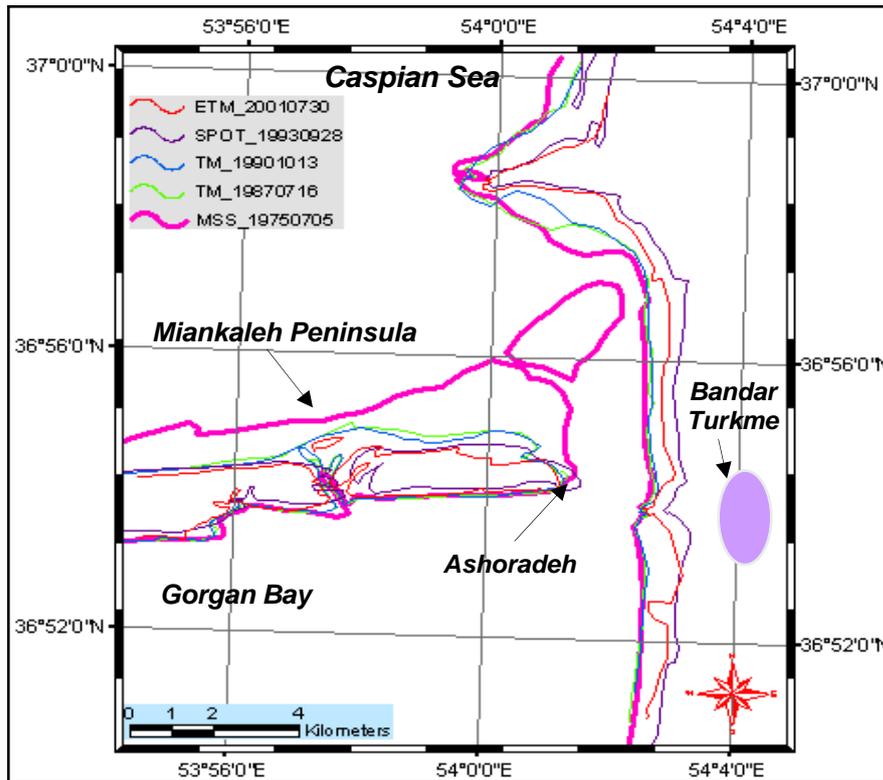


Figure 15. Shoreline changes map, with overlay showing shorelines in before and after the Caspian sea level rise in Entrance of Gorgan Bay

### References

1. **Cracknell, A. P.**, and Qusti, N., 1997. Study using the SPOT multispectral data on the coastal waters of Abu Dhabi city, United Arab Emirates. *In Proc. of the 23<sup>rd</sup> Annual Conference of the Remote Sensing Society*, University of Reading, pp. 512-514.
2. **Dewidar, Kh. M.**, and Frihy, O. E., 2003. Thematic Mapper analysis to identify geomorphologic and sediment texture of El Tineh plain, north-western coast of Sinai, Egypt. *International Journal Remote sensing*, vol. 24, No. 11, pp. 2377-2385.
3. **Donoghue, D. N. M.**, Thomas, D. C. R., and Zong, Y., 1994. Mapping and monitoring the intertidal zone of the east coast of England using remote-sensing techniques and a coastal monitoring GIS. *Marine Technology Society Journal*, 28(2), pp. 19- 29.
4. **Dwivedi, R. S.**, and Sankar, T. R., 1992. Principal components analysis of Landsat MSS data for delineation of terrain features. *International Journal of Remote Sensing*, 13, pp. 2309-2318.
5. **Ellis, J.M.**, Caldwell, P.O., and Goodwin, P. B., 1989. Utilization of Landsat TM to improve mapping of the Niger Delta. *Proceedings of the 7th Thematic Conference on Remote Sensing for Exploration Geology*, Calgary, Alberta, Canada, Vol. 7, pp. 283-297.
6. **EL-Raey, M.**, Dewidar, K. H, and EL Hattab, M., 1999. Adaptation to the impacts of sea level rise in Egypt. *International Journal of Climate Research*, 12, pp. 117-128.
7. **Frihy, O.**, Dewidar, K. H., Nasr, S., and EL Raey, M., 1998. Change detection of the northern Nile Delta of Egypt: shoreline changes, Spit evolution, margin changes of Manzala lagoon. *International Journal of Remote Sensing*, 19, pp. 1901-1912.
8. **Frazier, P. S.**, and Page, K. J. 2000. Water body detection and delineation with Landsat TM data. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 66(12), pp. 1461-1467.
9. **Hesselmans, G.H.**, Wensink, G.J., and Calkoen, C.J., 1994. The use of optical and SAR observations to assess bathymetric information in coastal areas. *Proceedings Second Thematic Conference on Remote Sensing for Marine and Coastal Environments*, New Orleans, LA, pp. I215-I224.
10. **Kevin, W.**, and El. Asmar, H. M., 1999. Monitoring changing position of coastlines using thematic mapper imagery, an example from the Nile Delta. *Geomorphology*, 29, pp. 93- 105.
11. **Koopmans, B.N.**, and Wang, Y., 1994. Satellite radar data for topographic mapping of the tidal flats in the Wadden Sea, the Netherlands. *Proceedings Second Thematic Conference on Remote Sensing for Marine and Coastal Environments*, New Orleans, LA, pp. II.25-II.35.
12. **Loughlin, W. P.**, 1991. Principal components analysis for alteration mapping. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 57, pp. 1163-1169.
13. **Mason, D.**, Hill, D., Davenport, I., Flather, R., and Robinson, G., 1997. Improving inter-tidal digital elevation models constructed by the waterline technique. *Proc. Third ERS Symposium, Florence, Italy*, pp. 1079- 1082. ESA Publications Division.
14. **Ryu, J-H.**, Won, J-S., and Min, K. D. 2002. Waterline extraction from Landsat TM data in a tidal flat: A case study in Gomsu Bay, Korea. *Remote Sensing of Environment* 83, pp. 442-456.
15. **Tao, Q.**, Lewis, A.J., and Braud, D.H.. 1993. Change detection using multi-temporal feature space with digital TM Data, *American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, Bethesda, MD*, pp. 364-373.
16. **Tittley, B.**, Solomon, S.M., and Bjerkelund, C., 1994. The integration of Landsat TM, SPOT, and ERS-1 C-Band SAR for coastal studies in the MacKenzie River Delta, NWT, Canada: A preliminary assessment. *Proc. Second Thematic Conference on Remote Sensing for Marine and Coastal Environments*, New Orleans, LA, pp. I.225-I.236.
17. **Welch, R.**, Remillard, M., and Alberts, J., 1993. Integration of GPS, remote sensing and GIS techniques for coastal resource management. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, Vol. 58, No. 11, pp. 1571-1578.
18. **White, K.**, Clark, R., and Rost, A., 1993. A man-machine partnership for map production: An application of image classification and auto-vectorization in charting coastlines. *Coastlines of the Gulf of Mexico, American Society of Civil Engineering*, N. Y., pp. 44-55.
19. **Yousef, M. H.**, 1991. Application of Landsat TM data to geological studies, Al-Khabt area, southern Arabian shield. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 57, pp. 421-429.

## БОТАНИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ

УДК 631.524:633.511.

### НАСЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОДУКТИВНОСТИ У ГИБРИДОВ ХЛОПЧАТНИКА ПРИ ОТДАЛЕННО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ СКРЕЩИВАНИЯХ

Ю.И. Дедова, Г.С. Шахмедова

Астраханский государственный университет  
Россия, 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1

Практика селекционных работ по многим культурам показывает, что наиболее надежным методом получения ценных ановинов является гибридизация отдаленных географических форм, проводимая внутри одного вида. При этом скрещивания удаются легко, а гибриды характеризуются не слишком сильным расщеплением. Такие скрещивания были проведены нами ранее [3]. Мы также провели анализ гибридов первого поколения хлопчатника по количеству коробочек и урожайности 1 растения.

#### *Материалы и методы исследования*

Материалом исследования служили 11 гибридов, в качестве материнских форм использовались образцы Средней Азии и России, а в качестве отцовских – 2 образца Средиземноморья – S/S 1/1 и Lachata. Количество коробочек и урожай 1 растения определяли индивидуально, выборка колебалась от 20 до 25 растений. Материал обработан статистически. Определяли среднеарифметическую ( $\bar{X}$ ) и ее ошибку ( $S_x$ ), среднеквадратичное отклонение ( $\delta$ ) и коэффициент вариации ( $v$ ) признака. Кроме того, определен коэффициент наследуемости признака ( $h^2$ ) по А.А. Доспехову [4].

#### *Результаты исследования и их обсуждение*

Изучением наследуемости признаков на хлопчатнике в условиях Средней Азии занимались многие ученые [1, 2, 5, 7, 8]. Продуктивность – наиболее сложный признак, так как она определяется числом коробочек на растении, а также массой коробочки хлопка-сырца. Кроме того, продуктивность в очень сильной степени зависит и от других факторов: от скороспелости, устойчивости к болезням и вредителям, а также агротехники возделывания и условий вегетации. Как низкий агротехнический фон, так и высокая температура в период цветения способствуют сбрасыванию завязей. Урожайность, кроме того, контролируется всей генетической системой организма. Оба признака, число коробочек и урожай хлопка-сырца 1 растения, обладают высокой паратипической изменчивостью. Она настолько сильна, что может полностью нивелировать генотипическую изменчивость [5, 6]. Взятые для исследования гибридные комбинации содержали в качестве отцовских форм образцы средиземноморской экологической группы, которые были выделены по скороспелости в условиях юга России. Они содержали достаточно высокое число коробочек на растении (9,0 образец S/S 1/1 и 9,3 образец Lachata). Количество коробочек у материнских форм колебалось от 7,5 шт. у образца КМ-13 из Узбекистана до 12,3 и 12,5 шт. у сортообразцов России – Югтекс-1 и Линия А-3 соответственно (табл. 1).

Таблица 1

#### Элементы продуктивности разных форм хлопчатника

Родители и гибриды	Коробочек, шт.	%	Урожайность 1 раст., г	%
	$\bar{X} + S_x$	V	$\bar{X} + S_x$	V
КМ-13	7,5 + 3,2	62,0	91,0 + 45,6	49,6
С-4727	10,8 + 1,2	22,6	47,0 + 19,2	26,9
КК-1198	7,5 + 1,6	32,4	86,3 + 12,6	17,7
Чимбай-4007	11,1 + 1,4	25,3	32,1 + 1,5	6,9
Югтекс-1	12,5 + 2,8	35,9	68,6 + 12,6	17,7

Линия А-3	12,3 ± 1,9	22,1	69,0 ± 8,7	12,0
S/S 1/1	9,0 ± 1,4	40,0	39,9 ± 10,2	48,4
Lachata	9,3 ± 1,3	27,5	61,9 ± 30,3	42,5
КМ-13 × S/S 1/1	12,5 ± 4,0	47,2	93,0 ± 20,3	21,1
С-4727 × S/S 1/1	9,7 ± 2,3	34,5	73,6 ± 27,9	36,7
С-4727 × Lachata	9,9 ± 1,7	24,9	83,5 ± 35,7	41,2
КК-1198 × S/S 1/1	10,9 ± 1,5	44,9	63,4 ± 23,2	36,6
КК-1198 × Lachata	19,5 ± 3,5	29,9	119,8 ± 8,0	18,7
Чимбай-4007 × S/S 1/1	13,6 ± 1,8	23,1	84,6 ± 23,9	27,3
Чимбай-4007 × Lachata	15,4 ± 3,6	36,2	112,1 ± 27,6	23,9
Югтекс-1 × S/S 1/1	14,0 ± 4,5	49,3	75,8 ± 33,6	42,4
Югтекс-1 × Lachata	10,7 ± 1,3	18,3	63,6 ± 7,5	11,4
Линия А-3 × S/S 1/1	14,2 ± 2,8	29,3	120,8 ± 41,7	32,0
Линия А-3 × Lachata	12,5 ± 2,3	24,1	84,7 ± 16,3	25,9

Примечание. С вероятностью 95 %.

О высокой паратипической изменчивости свидетельствуют высокие значения ошибки среднеарифметической, а также коэффициента вариации по обоим признакам (табл. 1). Нами также проведено определение превышения показателей у гибридов (ХГ), как в среднем над родительскими формами (ХР), так и над большим из родителей (ХМ). Во всех гибридных комбинациях отмечен гетерозис по числу коробочек, как в среднем над родительскими формами, так и над большим из родителей (табл. 2).

У гибридов с S/S 1/1 превышение по числу коробочек в среднем над родителями составило от +1,1 до +3,6 коробочек, или от 111,4 до 136,0 %. Превышение по этому признаку у гибридов над большим из родителей – от +0,7 до +2,5 шт., или от 107,8 до 138,5 %. У гибридов с Lachata отмечен больший размах изменчивости по числу коробочек. Так, у гибрида с Югтекс-1 число коробочек было меньше, как в среднем над родителями, так и над большим из родителей, а именно – 98,2 и 85,6 %, и у гибрида с С-4727 в среднем над родителями составил 99,0 %, над большим из родителей – 91,7 %. Превышение в среднем над родителями у остальных гибридов с Lachata было существенным – от 143,5 до 175,6 %, и над большим из родителей – от 126,0 до 209,6 % (табл. 2).

Таблица 2

**Число коробочек у гибридов F<sub>1</sub> отдаленно-географических скрещиваний хлопчатника**

Гибридная комбинация	Коробочек, шт.		Отклонение ХГ от			
	ХГ	ХР	среднего по ХР		большого ХМ	
			шт.	%	шт.	%
КМ-13 × S/S 1/1	12,5	8,2	+4,3	152,4	+3,5	138,9
С-4727 × S/S 1/1	9,7	8,7	+1,0	111,4	+0,7	107,8
С-4727 × Lachata	9,9	10,0	-0,1	99,0	-0,9	91,7
КК-1198 × S/S 1/1	10,9	8,2	+2,7	132,9	+1,9	121,1
КК-1198 × Lachata	19,5	8,4	+11,1	175,6	+10,2	209,6
Чимбай-4007 × S/S 1/1	13,6	10,0	+3,6	136,0	+2,5	122,5
Чимбай-4007 × Lachata	15,4	10,2	+5,2	150,9	+4,3	138,7
Югтекс-1 × S/S 1/1	14,0	10,7	+3,3	130,8	+1,5	112,0
Югтекс-1 × Lachata	10,7	10,9	-0,2	98,2	-1,6	85,6
Линия А-3 × S/S 1/1	14,2	10,6	+3,6	134,0	+1,9	115,4
Линия А-3 × Lachata	15,5	10,8	+4,7	143,5	+3,2	126,0

Важной особенностью является корреляция количественных признаков, и она зависит от их сопряженности. Данные по продуктивности представлены в таблице 3. Во всех гибридных комбинациях хлопчатника с образцом S/S 1/1 отмечен гетерозис, урожайность была выше, как в среднем над родителями, так и в 5 случаях над большим из родителей: от +32,1 до +91 г и от +36,0 до +65,4 г, соответственно. При использовании образца Lachata у гибрида с Югтекс-1 не было отмечено превышения по продуктивности ни над средним по родителям, ни над большим из родителей (табл. 3).

Таблица 3

**Урожайность хлопка-сырца у гибридов F<sub>1</sub>  
отдаленно-географических скрещиваний хлопчатника**

Гибридная комбинация	Продуктивность 1 раст., г		Отклонение ХГ от			
	ХГ	ХР	среднего ХР		большего ХМ	
			г.	%	г.	%
КМ-13 × S/S 1/1	93,0	65,4	+27,6	142,2	+2	102,2
С-4727 × Lachata	83,5	54,6	+28,9	152,9	+21,6	130,4
С-4727 × S/S 1/1	73,6	43,6	+30,0	168,8	+26,2	155,2
КК-1198 × S/S 1/1	63,4	63,1	+0,2	100,5	-22,9	73,5
КК-1198 × Lachata	119,8	74,1	+45,7	161,7	+33,5	138,8
Чимбай-4007 × S/S 1/1	84,6	36,0	+48,6	235,0	+44,7	212,0
Чимбай-4007 × Lachata	112,1	47,0	+65,1	238,5	+50,8	181,1
Югтекс-1 × S/S 1/1	75,8	53,9	+21,9	140,4	+13,9	111,5
Югтекс-1 × Lachata	63,6	64,6	-1,0	98,0	-4,4	93,5
Линия А-3 × S/S 1/1	120,8	54,4	+66,4	222,0	+51,8	175,0
Линия А-3 × Lachata	84,7	65,4	+18,4	129,5	+15,7	122,7

Сопряженность признаков числа коробочек и урожайности хорошо прослеживается у всех гибридов хлопчатника. Так, у гибрида Югтекс-1 на Lachata по обоим признакам не было отмечено превышения ни в среднем над родителями, ни над большим из родителей. А у гибрида Чимбай-4007 на S/S 1/1 очень высокие показатели: по продуктивности они составили 235,0 и 212,0 %, по числу коробочек – 136,0 и 122,5 %. Такая же закономерность прослеживается по другим гибридным комбинациям.

Так как оба эти признака сильно зависят от условий среды и агротехники, то наследуемость по ним очень низкая. По данным Н.Г. Симонгулян, наследуемость по продуктивности у гибридов колебалась от 0,2 до 0,3 и еще ниже [5]. Наследуемость по продуктивности у изученных отдаленно-географических гибридов с образцами Средиземноморья составила по числу коробочек 0,17 и по урожайности хлопка-сырца 1 растения 0,13. Несмотря на то, что работа была проведена в Средней Азии и на других гибридах, показатели наследуемости по изученным признакам очень близки, что убедительно показывает о сильной паратипической изменчивости продуктивности.

Таким образом, изучение гибридов первого поколения показало, что по обоим признакам – числу коробочек на растении и продуктивности – отмечается гетерозис, но из-за низкого коэффициента наследуемости проводить отбор по ним нецелесообразно.

#### Литературы

1. **Ахмедов, М. Б.** Оценка сортов и гибридов хлопчатника по урожаю и коэффициенту доминантности растений F-1 / М. Б. Ахмедов // Труды НИИССХ. – Ташкент, 1983. – Вып. 17. – С. 12–16.
2. **Бабаджанов, Ф. А.** Корреляция длины волокна хлопчатника с другими хозяйственно-ценными признаками хлопчатника / Ф. А. Бабаджанов, Б. Т. Амантурдыев // Узбекский биологический журнал. – Ташкент : ФАН, 1971. – № 4. – С. 25–26.
3. **Дедова, Ю. И.** Скрещиваемость отдаленно-географических форм хлопчатника / Ю. И. Дедова // Материалы конференции. – Астрахань : ИД «Астраханский университет», 2007. – С. 268–270.
4. **Доспехов, Б. А.** Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М., 1985.
5. **Симонгулян, Н. Г.** Наследование количественных признаков хлопчатника / Н. Г. Симонгулян // Генетика. – 1970. – Т. 6, № 1. – С. 15–16.
6. **Симонгулян, Н. Г.** Комбинационная способность и наследуемость признаков хлопчатника / Н. Г. Симонгулян. – Ташкент : ФАН, 1977. – 200 с.
7. **Симонгулян, Н. Г.** Генетика, селекция и семеноводство хлопчатника / Н. Г. Симонгулян, А. Н. Шафрин, С. Р. Мухамедханов. – Ташкент : Укивтучи, 1980.
8. **Тер-Аванесян, Д. В.** Метод усиления изменчивости у гибридов хлопчатника / Д. В. Тер-Аванесян, Е. И. Каменева // Хлопководство. – М., 1967. – № 10.

УДК 58.002

## МЕТОД БРАУН-БЛАНКЕ В ИЗУЧЕНИИ АДВЕНТИВНОЙ ФЛОРЫ

**М.А. Пригаров**

Брянский государственный университет им. И.Г. Петровского  
Россия, 241036, г. Брянск, ул. Бежицкая, 14  
тел. (4832) 66-68-34, (4832) 66-63-53, E-mail: elias@yandex.ru

Поиск новых методов изучения адвентивной флоры – актуальная задача современной флористики [16, 17, 26, 27]. По утверждению известного российского геоботаника В.В. Туганаева, «...современное состояние флористики не может не вызывать беспокойства, и причиной тому является прежде всего отсутствие разработок, имеющих выход на “большую” науку... Флористические исследования, выполняемые в разных регионах, характеризуются однообразием и по форме, и по содержанию... Методика сбора и анализа материалов производится по шаблону. Новизна работ если и указывается, скорее, представляет интерес для краеведов, а не для специалистов-ботаников» [24, с. 158, 159].

Сложившаяся ситуация – результат междисциплинарной изоляции флористики. Дивергенция ботанической географии на флористику и фитоценологию никогда не была и не должна быть полной. Флористов всегда интересовала фитоценотическая приуроченность видов, а фитоценологи не могли обойтись без знания флористического состава растительных сообществ. Неслучайно Б.М. Миркин и Л.Г. Наумова [12] рассматривают задачи флористики и фитоценологии в рамках междисциплинарного комплекса «Наука о растительности», в котором растительный покров изучается на разных уровнях отношений растений и среды обитания.

Л.Г. Абрамовой [1, 2], А.Д. Булоховым [4, 5, 7], Б.М. Миркиным и Л.Г. Наумовой [12] показано, что основой для синтеза флористической и фитоценотической информации о растительном покрове является экологофлористическая классификация растительности, метод Браун-Бланке. Вместе с тем, синтаксономия Браун-Бланке используется флористами очень редко и не полно. Ниже дан обзор возможностей применения метода Браун-Бланке в целях изучения адвентивной флоры.

### *Фактические данные*

Полнота выявления флористического состава растительного сообщества – неоспоримое достоинство метода Браун-Бланке [3, 12, 18]. Геоботаническое описание, выполненное в соответствии с установками метода Браун-Бланке, отвечает всем требованиям флористического описания. Учитывается не только весь флористический состав с указанием облива-покрытия видов, но и ряд таких ценных во флористическом отношении сведений, как геоморфологическое положение, разновидность почвы, местонахождение сообщества, автор и дата описания. В ходе выполнения геоботанического описания растительности встречаются редкие виды. Иногда находки редких видов, указанных в описаниях, подтверждаются гербарным материалом.

Геоботанические описания хранятся в фитоценоарии. Согласно требованиям Международной ассоциации науки о растительности (IAVS) [9], геоботанические описания устанавливаемых синтаксонов должны быть обнародованы в печати. В работах, посвященных синтаксономии Браун-Бланке, описания занимают, как правило, более половины их объема.

Совокупность геоботанических описаний естественной и синантропной растительности содержит богатые фактические данные о видовом составе флоры, в том числе адвентивной. В литературе [6, 8, 15, 28] для территории Брянской области приводится более 2 000 геоботанических описаний. Они содержат около 800 видов, что составляет 55 % от числа видов флоры области. Около 150 видов – адвентивные и составляют 30 % от числа видов адвентивной флоры области. Группа видов, формирующая устойчивое ядро адвентивной флоры, в геоботанических описаниях, представлена полностью. Если учитывать материалы некоторых исследований [19, 22, 25] и фитоценоария Брянского государственного университета, число геоботанических описаний превысит 5 000, а доля адвентивных видов составит 70 %.

### Синтаксономическое пространство

Синтаксоны, установленные методом Браун-Бланке, формируют синтаксономическое пространство, соответствующее гиперпространству градиентов экологических факторов. Перекрытие областей синтаксонов Браун-Бланке имеет место, но не столь значительное по сравнению с синтаксонами доминантной классификации. Природные экологические условия и антропогенные факторы по-разному влияют на флористический состав сообществ и отражаются синтаксонами растительности разного ранга. Так, при классификации растительности пастбищ уровня класса отражается режим увлажнения, а при классификации рудеральной и сегетальной растительности – стадия восстановительной сукцессии. В свою очередь, классы, охватывающие широкий спектр местообитаний по фактору увлажнения, разделяются на порядки отражающие градации этого фактора. Так, в классе *Artemisietea vulgaris*, объединяющем рудеральные сообщества высокорослых двулетних и многолетних видов, порядок *Onopordetalia* соответствует ксеротермным условиям, а *Artemisietalia vulgaris* – условиям лугового увлажнения.

Идея использования синтаксонов Браун-Бланке и формируемого ими синтаксономического пространства для анализа флоры не нова. Однако анализ флор в синтаксономическом пространстве реализован в полной мере только для целей фитоценологии [1, 2, 4, 5, 7, 10].

Анализ синтаксономического распределения видов адвентивной флоры возможен в регионах с развитым уровнем эколого-флористической классификации. Материалом для анализа являются результаты инвентаризации флоры и синтаксономии Браун-Бланке [14]. В полевых условиях целесообразно использование определителей синтаксонов. Анализ синтаксономического распределения видов позволит оценить вклад географических и экологических факторов в процесс формирования адвентивных флор. Актуален анализ систематической, географической, экологической и фитоценологической структур адвентивных флор синтаксонов.

### Фитосоциологический спектр

Важнейшей фитоценологической характеристикой вида является его синтаксономическая приуроченность. Практически все виды флоры приурочены к синтаксонам различного ранга, причем афинность вида высшим единицам системы Браун-Бланке достаточно стабильна. Синтаксон эколого-флористической классификации имеет четкую зональную и экологическую приуроченность, сукцессионный статус. Сопоставляя доленое участие видов разных классов, можно получить информацию о географии, экологии и антропогенной нарушенности флоры [11–14, 21]. Так, преобладание видов классов *Vaccinio-Piceetea*, *Quercio-Fagetea* и *Festuco-Brometea* свидетельствует о принадлежности флоры к бореальной зоне, зоне широколиственных лесов и степи. Преобладание видов классов *Artemisietea vulgaris*, *Chenopodietea*, *Plantaginetea* и *Secalietea* отражает сильную антропогенную нагрузку на флору.

В качестве примера рассмотрим фитосоциологические спектры флоры Снежетьско-Навлинского полесья. Территория Снежетьско-Навлинского полесья расположена в пределах левобережья р. Десны Брянской области и занимает площадь 2 850 км<sup>2</sup>. В ботанико-географическом отношении полесье расположено на границе подзон широколиственно-еловых и широколиственных лесов лесной зоны [20]. Синтаксономическая приуроченность установлена на основе работ российских [4, 6, 8, 12, 25, 28] и украинских [23] геоботаников.

Данные таблицы свидетельствуют о преобладании во флоре Снежетьско-Навлинского полесья и ее аборигенной фракции видов, афинных классам *Molinio-Arrhenatheretea* и *Quercio-Fagetea*, объединяющих сообщества послелесных гликофитных лугов Евразии и мезофильных широколиственных лесов умеренной зоны. В спектре адвентивной фракции преобладают виды классов *Chenopodietea* и *Secalietea*, объединяющих рудеральные сообщества однолетников и сегетальные сообщества опесчаненных почв. Спектры свидетельствуют о том, что вклад адвентивных видов усиливает позиции классов синантропной растительности и приводит к нивелированию зональных особенностей флоры.

Таблица

**Фитосоциологические спектры флоры Снежетьско-Навлинского полевья (%)**

Класс	AbF	AdF	TF
<i>Molinio-Arrhenatheretea</i>	15,91	2,52	13,04
<i>Quercu-Fagetea</i>	14,44	2,52	11,88
<i>Chenopodietea</i>	2,75	33,81	9,41
<i>Artemisietea vulgaris</i>	5,80	17,27	8,26
<i>Vaccinio-Piceetea</i>	8,64	0,72	6,94
<i>Secalietea</i>	2,75	19,06	6,62
<i>Phragmiti-Magnocaricetea</i>	6,48	0,36	5,37
<i>Plantaginetea majoris</i>	4,42	7,91	5,37
<i>Alnetea glutinosae</i>	5,70	0,36	4,55
<i>Sedo-Scleranthetea</i>	4,42	1,44	3,78
<i>Trifolio-Geranietea sanguinei</i>	4,52	0,72	3,70
<i>Salicetea purpureae</i>	3,44	1,80	3,09
<i>Festuco-Brometea</i>	3,54	0,36	2,85
<i>Pulsatillo-Pinetea</i>	3,05	–	2,39
<i>Nardo-Callunetea</i>	2,85	–	2,24
<i>Bidentetea tripartitae</i>	1,96	2,52	2,08
<i>Scheuchzerio-Caricetea fuscae</i>	2,46	–	1,93
<i>Epilobietea angustifolii</i>	1,67	1,80	1,70
<i>Agropyretea repentis</i>	1,28	2,16	1,47
<i>Robinietea</i>	0,87	4,31	1,23
<i>Potametea</i>	1,18	0,36	1,00
<i>Lemnetea</i>	0,69	–	0,54
<i>Oxycocco-Sphagnetea</i>	0,69	–	0,54
<i>Isoeto-Nanojuncetea</i>	0,49	–	0,39
Всего видов	521	161	682

Примечание. AbF – аборигенная фракция, AdF – адвентивная фракция, TF – общая флора Снежетьско-Навлинского полевья.

Фитосоциологический спектр дает более информативную характеристику адвентивной флоры в отличие от лесных, луговых, болотных и других групп растений, используемых традиционно в отечественной флористике.

Комплексное изучение адвентивной флоры предполагает использование метода Браун-Бланке. Метод позволяет получить богатые фактические данные о видовом составе адвентивной флоры. Синтаксоны Браун-Бланке формируют синтаксономическое пространство для анализа адвентивной флоры, а фитосоциологический спектр отражает ее географические и экологические особенности. Возможность применения синтаксономии Браун-Бланке зависит от уровня ее регионального развития и предполагает сотрудничество флористов и фитоценологов. Только синтаксономия Браун-Бланке с ее строгостью и последовательностью в выделении экологических синтаксонов при особом внимании к выявлению полного флористического состава растительного сообщества является наиболее продуктивной базой для синтеза интересов флористики и фитоценологии.

#### Литература

1. **Абрамова, Л. М.** Некоторые методы и опыт изучения синантропизации флоры и растительности / Л. М. Абрамова // Проблемы изучения адвентивной и синантропной флоры в регионах СНГ. – М. : Изд-во ботанического сада МГУ ; Тула : Гриф и К°, 2003. – С. 5–7.
2. **Абрамова, Л. М.** Синантропизация растительности: закономерности и возможности управления процессом (на примере республики Башкортостан) / Л. М. Абрамова. – Пермь, 2004. – 46 с.
3. **Александрова, В. Д.** Классификация растительности. Обзор принципов классификации и классификационных систем в разных геоботанических школах / В. Д. Александрова. – Л. : Наука, 1969. – 276 с.
4. **Булохов, А. Д.** Синтаксономия как основа ботанико-географического анализа флоры и охраны растительности / А. Д. Булохов. – М., 1992. – 32 с.
5. **Булохов, А. Д.** Фитоценология и флористика: анализ флоры в синтаксономическом пространстве / А. Д. Булохов // Журнал общей биологии. – 1993. – Т. 54, № 2. – С. 201–209.

6. Булохов, А. Д. Травяная растительность Юго-Западного Нечерноземья России / А. Д. Булохов. – Брянск : Изд-во БГУ, 2001. – 296 с.
7. Булохов А. Д. Фитоиндикация и ее практическое применение. – Брянск: Изд-во БГУ, 2004. – 245 с.
8. Булохов, А. Д. Эколого-флористическая классификация лесов Южного Нечерноземья России / А. Д. Булохов, А. И. Соломещ. – Брянск : Изд-во БГУ, 2003. – 359 с.
9. Вебер, Х. Э. Международный кодекс фитосоциологической номенклатуры / Х. Э. Вебер, Я. Моравец, Ж.-П. Терийя // Растительность России. – 2005. – № 7. – С. 3–38.
10. Ишбирдин, А. Р. Эколого-географические закономерности формирования синантропных флор и растительности селитебных территорий России / А. Р. Ишбирдин. – М., 2001 – 35 с.
11. Миркин, Б. М. О «нише» сравнительной флористики в современной науке о растительности / Б. М. Миркин, Л. Г. Наумова // Журнал общей биологии. – 1996. – Т. 57, № 3. – С. 399–410.
12. Миркин Б. М. Наука о растительности (история и современное состояние основных концепций) / Б. М. Миркин, Л. Г. Наумова. – Уфа : Гилем, 1998. – 413 с.
13. Миркин, Б. М. Место метода Браун-Бланке в анализе синантропизации флоры / Б. М. Миркин, Л. Г. Наумова // Проблемы изучения адвентивной и синантропной флоры в регионах СНГ. – М. : Изд-во ботанического сада МГУ ; Тула : Гриф и К°, 2003. – С. 68–70.
14. Миркин, Б. М. Современная наука о растительности / Б. М. Миркин, Л. Г. Наумова, А. И. Соломещ. – М. : Логос, 2001. – 264 с.
15. Морозова, О. В. Леса заповедника «Брянский лес» и Неруссо-Деснянского полесья (синтаксономическая характеристика) / О. В. Морозова. – Брянск, 1999. – 98 с.
16. Новиков, В. С. Введение: итоги и перспективы изучения и охраны флоры в Средней России / В. С. Новиков, А. А. Нотов, А. В. Щербаков, С. Р. Майоров // Флористические исследования в Средней России. – М. : Тов-во науч. изд. КМК, 2006. – С. 3–7.
17. Пузырев, А. Н. Введение. Изучение адвентивной и синантропной флоры в СНГ: достижения и перспективы / А. Н. Пузырев, О. Г. Баранова // Адвентивная и синантропная флора России и стран ближнего зарубежья: состояние и перспективы. – Ижевск, 2006. – С. 3, 4.
18. Работнов, Т. А. Фитоценология / Т. А. Работнов. – М. : МГУ, 1983. – 292 с.
19. Радченко, Л. А. Синтаксономия как основа стратегии охраны растительного покрова ландшафтов лесовых равнин (в пределах Брянской области) / Л. А. Радченко. – Брянск, 1999. – 24 с.
20. Растительность европейской части СССР. – Л. : Наука, 1980. – 430 с.
21. Рябова, Т. Г. О некоторых синтаксономических закономерностях растительности городов Республики Башкортостан / Т. Г. Рябова, Л. М. Ишбирдина // Бюл. МОИП. Отд. биол. – 1996. – Т. 101, вып. 1. – С. 70–75.
22. Семенищенков, Ю. А. Эколого-флористическая классификация как основа охраны флористического и фитоценологического разнообразия (на примере Судость-Деснинского междуречья) / Ю. А. Семенищенков. – Брянск, 2006. – 24 с.
23. Соломаха В. А. Синантропна рослинність України / В. А. Соломаха, О. В. Костильов, Ю. Р. Шеляг-Сосонко. – Київ : Наукова думка, 1992. – 251 с.
24. Туганаев, В. В. Возможные пути развития флористики / В. В. Туганаев // Флористические исследования в Средней России. – М. : Тов-во науч. изд. КМК, 2006. – С. 158–160.
25. Харин, А. В. Синтаксономия и организация биомониторинга растительного покрова города Брянска / А. В. Харин. – Брянск, 2006. – 24 с.
26. Хорун, Л. В. Тридцать лет в изучении адвентивной флоры регионов Восточной Европы: итоги и тенденции / Л. В. Хорун // Изучение флоры Восточной Европы: достижения и перспективы. – М., СПб. : Тов-во науч. изд. КМК, 2005. – С. 92, 93.
27. Хорун, Л. В. Введение / Л. В. Хорун, А. К. Тимонин, В. С. Новиков // Проблемы изучения адвентивной и синантропной флоры в регионах СНГ. – М. : Изд-во ботанического сада МГУ ; Тула : Гриф и К°, 2003. – С. 3.
28. Федотов, Ю. П. Болота заповедника «Брянский лес» и Неруссо-Деснянского полесья (флора и растительности) / Ю. П. Федотов. – Брянск, 1999. – 106 с.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ, МОРФОЛОГИЯ И МЕДИЦИНА

---

---

УДК 616.329+018.74+612.018

### ОРГАНИЗАЦИЯ ЦИРКАДИАНЫХ РИТМОВ СОДЕРЖАНИЯ НОРАДРЕНАЛИНА И ДОФАМИНА В КРОВИ ПРИ ДИСФУНКЦИИ ОКОЛОЩИТОВИДНЫХ ЖЕЛЕЗ

**Т.И. Джандарова, Ю.В. Кудрявцева, Л.Н. Юшкова**  
Ставропольский государственный университет  
Россия, 355009, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1  
тел. (8652) 35-34-65, E-mail: Djandarova@yandex.ru

Как известно, катехоламины являются важнейшими регуляторами приспособительных реакций организма, обеспечивают возможность быстрого и адекватного перехода из состояния покоя в состояние возбуждения и позволяют ему длительное время находиться на этом уровне [1]. Клетки мозгового слоя надпочечников способны вырабатывать и секретировать три вещества – адреналин, норадреналин и дофамин, которые могут рассматриваться как последовательные звенья в ряду превращений фенилаланина и тирозина. Они имеют сходные биологические эффекты, но способны выступать в роли биологических регуляторов независимо друг от друга. Норадреналин выступает в качестве основного медиатора симпатической нервной системы, а дофамин способен играть самостоятельную медиаторную роль в некоторых образованиях центральной нервной системы, а также служить регулятором в органах, обладающих скудной симпатической иннервацией [6, 5]. Катехоламины являются активными участниками нервных процессов, и нарушение их обмена может играть большую роль в развитии нервных и психических заболеваний. Существуют доказательства того, что высшая нервная деятельность нарушается при изменении гормонального баланса в организме [8, 9]. Кроме того, в передаче информации от клеточной мембраны к внутренним структурам клетки чрезвычайно важную роль играет кальций. При этом главное место занимает также паратгормон, вырабатываемый околощитовидными железами (ОЩЖ) [10].

Исходя из вышесказанного, целью нашей работы было исследование суточной динамики содержания норадреналина и дофамина в крови при дисфункции ОЩЖ. Исследования проведены на 108 взрослых белых лабораторных крысах линии Вистар. В соответствии с задачами исследования животные были разделены на три экспериментальные группы: 1) интактные крысы; 2) крысы, которым были трансплантированы три пары дополнительных ОЩЖ от крыс-доноров; 3) крысы с гипопаратиреозом, у которых были удалены ОЩЖ путем электрокоагуляции.

Первоначально животные содержались в условиях обычного светового режима (12С : 12Т). В последующем производили смещение режима освещения на 10 ч с включением в 20 ч и выключением в 10 ч (10Т : 14С). Забор крови у животных проводили из хвостовой вены в соответствии с процедурой хронобиологического среза [2, 3] при обычном световом режиме и через 1, 2 и 3 недели после смещения режима освещения 6 раз в течение суток через каждые 4 ч. Уровень норадреналина и дофамина в крови определяли флюориметрическим методом [4]. Полученные данные были обработаны на компьютере с использованием стандартного пакета статистической обработки данных (версия 2000 г.).

Как следует из полученных данных, у интактных крыс в условиях обычного светового режима содержание норадреналина в крови в течение суток изменялось от  $37,7 \pm 2,12$  до  $172,4 \pm 3,25$  нмоль/л, максимальные значения его при этом отмечались в темное время суток. По результатам косинор-анализа акрофаза циркадианного ритма норадреналина в крови приходится на 20,5 ч (рис. 1А). После изменения режима освещения суточная динамика норадреналина в крови на первой неделе находилась в

пределах от  $40,9 \pm 1,39$  до  $158,9 \pm 4,58$  нмоль/л, на второй неделе – от  $49,5 \pm 1,65$  до  $203,0 \pm 6,82$  нмоль/л, на третьей неделе – от  $78,9 \pm 4,03$  до  $246,4 \pm 12,61$  нмоль/л. Как следует из этих данных, смещение светового режима у контрольных крыс сопровождалось увеличением содержания норадреналина в крови вплоть до конца эксперимента. При этом изменяются и процессы перестройки ритма норадреналина в крови в новых условиях среды. В первую и вторую недели после изменения режима освещения циркадианный ритм его дестабилизируется с установлением акрофазы соответственно в 3,1 ч и в 1,3 ч. В конце третьей недели суточный ритм норадреналина начинал перестраиваться, акрофаза перемещалась к темному периоду суток и приходилась на 14,7 ч (рис. 1А).

При гипопаратиреозе в условиях обычного светового режима суточная динамика содержания норадреналина в крови слабо выражена, а средние значения его оказываются достоверно более высокими в течение суток по сравнению с показателями интактных животных. В отличие от контрольных животных максимальные значения уровня норадреналина выявлены в светлое время суток с акрофазой в 14,6 ч и довольно низкой суточной амплитудой ритма (рис. 1Б). После изменения режима освещения концентрация норадреналина в первую неделю в 10 и 14 ч оказывается достоверно выше, а в 22, 2 и 6 ч – существенно ниже по сравнению с контролем. При этом акрофаза циркадианного ритма норадреналина регистрируется в 11,4 ч с увеличением амплитуды суточных колебаний (рис. 1Б). На второй неделе в темное время нового свето-темнового цикла концентрация норадреналина в крови у крыс с удаленными ОЩЖ была достоверно выше, а в светлый период суток, наоборот, значительно ниже по сравнению с интактными животными. Наиболее высокое содержание его при этом приходилось на темное время суток с акрофазой циркадианного ритма в 14,6 ч (рис. 1Б). На третьей неделе содержание норадреналина в крови у опытных животных в течение суток существенно снижалось вплоть до 2 ч, а к 6 ч достоверно повышалось по сравнению с контролем. Результаты косинор-анализа показывают значительное снижение амплитуды ритма норадреналина и положение акрофазы в 7,8 ч (рис. 1Б).

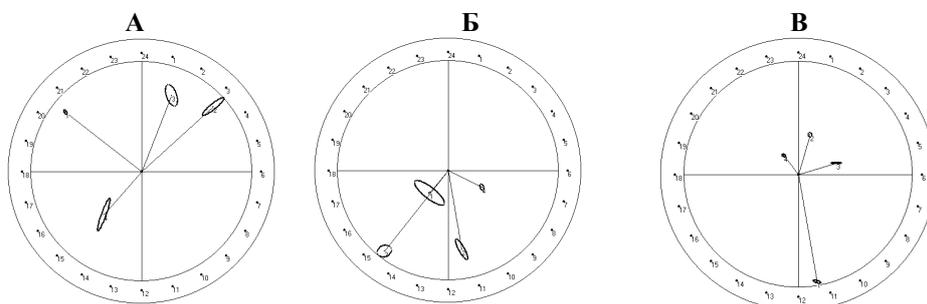


Рис. 1. Косинор-анализ перестройки циркадианного ритма содержания норадреналина в крови у крыс с гипо- и гиперпаратиреозом в условиях обычного и смещенного светового режима:

А – интактные крысы, Б – с гипопаратиреозом, В – с гиперпаратиреозом;

1 – обычный световой режим; после смещения режима освещения:

2 – через 1 неделю, 3 – через 2 недели; 4 – через 3 недели

У крыс с гиперпаратиреозом в условиях обычного светового режима концентрация норадреналина в крови в 10, 14, 2 и 6 ч оказывается существенно выше, а в 18 и 22 ч – достоверно ниже по сравнению с соответствующими показателями у интактных животных. В отличие от контрольных крыс, у животных с гиперпаратиреозом максимальные значения уровня норадреналина отмечались в светлое время суток с акрофазой в 11,3 ч и очень высокой суточной амплитудой ритма (рис. 1В). В первую неделю после смещения режима освещения у крыс с экспериментальным гиперпаратиреозом содержание норадреналина в крови в течение суток достоверно повышалось по сравнению с контролем за исключением 2 ч, когда его уровень был значительно ниже показателей контрольных животных. На второй неделе нового свето-темнового цикла концентрация норадреналина

в крови в течение суток изменялась в интервале от  $50,6 \pm 2,30$  до  $274,4 \pm 6,08$  нмоль/л, а на третьей неделе – от  $43,1 \pm 1,83$  до  $330,8 \pm 6,35$  нмоль/л. В отличие от контрольных животных, у крыс с гиперпаратиреозом после изменения светового режима максимальные значения норадреналина устанавливаются в светлое время суток, т.е. существующий при обычном режиме освещения «извращенный» ритм перестраивается в первую же неделю (рис. 1В). В новых условиях режима освещения акрофаза циркадианного ритма концентрации норадреналина в крови отмечалась в 1,0 ч, на второй неделе – в 17,0 ч и на третьей неделе – в 21,7 ч (рис. 1В).

Содержание дофамина в крови у интактных крыс при обычном световом режиме в течение суток изменялось в пределах от  $330,7 \pm 6,1$  до  $629,1 \pm 3,8$  нмоль/л с повышением днем и снижением ночью. По данным косинор-анализа, акрофаза циркадианного ритма уровня дофамина приходилась на 6,3 ч (рис. 2А). После изменения режима освещения концентрация дофамина у интактных крыс изменялась в течение суток в первую неделю от  $301,5 \pm 8,1$  до  $919,9 \pm 3,5$  нмоль/л, во вторую неделю – от  $338,2 \pm 9,2$  до  $908,1 \pm 9,2$  нмоль/л, в третью неделю – от  $924,7 \pm 7,2$  до  $1524,0 \pm 13,8$  нмоль/л. Изменение режима освещения у интактных животных сопровождалось значительным увеличением уровня дофамина в крови. На первой неделе нового свето-темнового цикла циркадианный ритм дофамина дезорганизован, а акрофаза приходилась на 9,6 ч (рис. 2А). На второй неделе ритм дофамина начинает перестраиваться в соответствии с новыми условиями среды с акрофазой в 2,9 ч, а в конце третьей недели акрофаза устанавливается в 3,2 ч с увеличением суточной амплитуды (рис. 2А).

У крыс с гипопаратиреозом при обычном световом режиме содержание дофамина в крови в 10, 22 и 2 ч достоверно выше, а в остальное время суток достоверно ниже по сравнению с показателями контрольных животных. Максимальная концентрация дофамина у крыс опытной группы отмечалась в светлое время суток, но в отличие от интактных животных акрофаза его циркадианного ритма приходилась на 6,5 ч (рис. 2Б). После изменения режима освещения на первой неделе у крыс с гипопаратиреозом уровень дофамина в крови в течение суток изменялся в пределах показателей контрольных животных, а достоверно более высокие значения отмечались в 18 ч. В этот период по результатам косинор-анализа амплитуда суточных колебаний дофамина значительно уменьшалась, а максимум функций приходился на конец светлого периода новых суток на 8,9 ч (рис. 2Б). На второй неделе нового свето-темнового цикла самое низкое содержание дофамина в крови отмечалось в 10 ч, к 14 ч достигает максимума, затем снова снижается, а к 2 и 6 ч вновь повышается до уровня интактных животных. При этом акрофаза ритма дофамина перемещается к 13,6 ч и значительно увеличивается амплитуда суточных колебаний (рис. 2Б). К концу третьей недели концентрация дофамина в крови значительно понижается по сравнению с показателями контрольных животных с максимумом в темное время суток. По данным косинор-анализа акрофаза циркадианного ритма дофамина устанавливается в 4,3 ч (рис. 2Б).

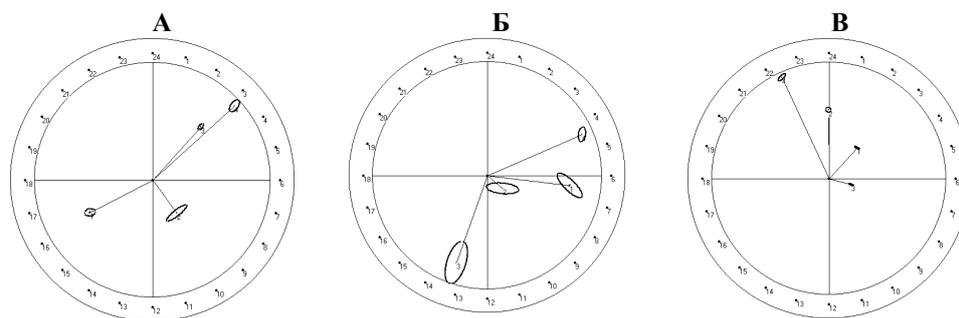


Рис. 2. Косинор-анализ перестройки циркадианного ритма содержания дофамина в крови у крыс с гипо- и гиперпаратиреозом в условиях обычного и смещенного светового режима:  
 А – интактные крысы, Б – с гипопаратиреозом, В – с гиперпаратиреозом;  
 1 – обычный световой режим; после смещения режима освещения: 2 – через 1 неделю,  
 3 – через 2 недели; 4 – через 3 недели

При гиперпаратиреозе в условиях обычного светового режима суточные колебания уровня дофамина в крови находились в пределах от  $302,18 \pm 5,3$  до  $691,7 \pm 7,9$  нмоль/л. При этом в отличие от контрольных животных значимо высокая концентрация его отмечалась в 2 ч, а в остальное время суток оказывалась на достоверно низком уровне по сравнению с контролем. Акрофаза циркадианного ритма дофамина приходилась на 2,7 ч, а амплитуда суточных колебаний была значительно ниже, чем у контрольных животных (рис. 2В). В первую неделю после изменения светового режима у крыс с гиперпаратиреозом содержание дофамина в крови в течение суток изменялась от  $318,8 \pm 10,6$  до  $900,5 \pm 5,5$  нмоль/л, причем максимум его отмечался в 22 ч, что соответствовало светлому времени суток нового свето-темнового цикла. По результатам косинор-анализа в этот период акрофаза циркадианного ритма смещается к 24,0 ч и немного повышается амплитуда. На второй неделе нового режима освещения достоверно более высокие значения дофамина выявлены в 18 и 6 ч, а в остальное время суток уровень его существенно ниже по сравнению с контролем. При этом значительно снижена амплитуда суточных колебаний, а акрофаза приходилась на 7,2 ч (рис. 2В). К концу третьей недели после изменения режима освещения в суточной динамике уровня дофамина в крови также наблюдались дополнительные флуктуации и достоверно высокие значения были выявлены в 18 ч. Косинор-анализ показывает резкое увеличение амплитуды суточных колебаний дофамина в крови в этот период, а акрофаза циркадианного ритма устанавливается на 22,3 ч, что соответствует началу светлой фазы суток (рис. 2В).

Следует отметить, что изучение суточной динамики катехоламинов в крови имеет большую информативность для хронобиологической оценки функционального состояния симпатико-адреналовой системы [1, 11]. В поддержании циркадианного ритма катехоламинов важную роль играет ЦНС, о чем свидетельствуют данные D. Ratge et al. [12], которые выявили отсутствие суточных колебаний их секреции у большинства пациентов с нарушением функции головного мозга. Вместе с тем показано решающее значение ионов кальция для высвобождения катехоламинов из секреторных гранул. Выход катехоламинов из мозгового слоя надпочечников или в окончаниях симпатических нервов происходит под влиянием ацетилхолина. Связываясь со своими рецепторами, этот нейромедиатор в сотни раз усиливает вход в клетку ионов натрия и кальция, в результате чего происходит деполяризация мембраны. При отсутствии ионов кальция ацетилхолин может вызвать деполяризацию, однако при этом не происходит секреции катехоламинов [7].

В наших исследованиях у интактных крыс при обычном световом режиме выявлены циркадиантные ритмы норадреналина в крови с максимумом функции в начале темного периода, дофамина в светлое время суток. После изменения режима освещения к концу третьей недели адаптивная перестройка содержания норадреналина еще не завершается, а циркадиантный ритм дофамина – перестраивается в соответствии с новым чередованием света и темноты.

Гипо- и гиперпаратиреоз и вызванные ими гипо- и гиперкальциемия сопровождаются достоверным изменением уровня и суточной динамики норадреналина и дофамина в крови, существенными амплитудно-фазовыми нарушениями их циркадиантных ритмов, как в условиях обычного светового режима, так и после смещения режима освещения.

#### Литература

1. **Кассиль, Г. Н.** Гуморально-гормональные механизмы регуляции функций при спортивной деятельности / Г. Н. Кассиль, И. Л. Вайсфельд, Э. Ш. Матлина, Г. Л. Шрейберг. – М. : Наука, 1978. – 304 с.
2. **Карп, В. П.** Вычислительные методы анализа в хронобиологии и хрономедицине / В. П. Карп, Г. С. Катинас. – СПб., 1997. – 115 с.
3. **Карп, В. П.** Опыт и перспективы использования математических методов в хронобиологических исследованиях / В. П. Карп, Г. С. Катинас // Хронобиология и хрономедицина / под ред. Ф. И. Комарова, С. И. Рапопорта. – М. : Триада-Х, 2000. – С. 168–194.
4. **Коган, Б. М.** Чувствительный и быстрый метод одновременного определения дофамина, норадреналина, серотонина и 5-оксииндолуксусной кислоты в одной пробе / Б. М. Коган, Н. В. Нечаев // Лабораторное дело. – 1979. – № 5. – С. 301–303.
5. **Комаров, Ф. И.** Биохимические исследования в клинике / Ф. И. Комаров, Б. Ф. Коровкин, В. В. Меньшиков. – Элиста : АПП «Джангар», 1999. – 249 с.

6. **Смиттен, Н. А.** Периферическая нейроэндокринная хромоаффинная система позвоночных / Н. А. Смиттен, В. Г. Шаляпина // *Нейроэндокринология*. – СПб., 1993. – С. 362–394.
7. **Ткачук, В. А.** Введение в молекулярную эндокринологию / В. А. Ткачук. – М. : Изд-во МГУ, 1983. – 256 с.
8. **Федотова, Ю. О.** Влияние гормонов периферических эндокринных желез на процессы поведения, обучения и памяти / Ю. О. Федотова // *Журнал высшей нервной деятельности*. – 1998. – Т. 48, № 6. – С. 980–987.
9. **Федотова, Ю. О.** Влияние дефицита гормонов периферических эндокринных желез на процессы поведения, обучения и памяти / Ю. О. Федотова // *Журнал высшей нервной деятельности*. – 1999. – Т. 49, № 1. – С. 39–47.
10. **Худавердян, Д. Н.** Влияние паратгормона на накопление  $Ca^{++}$  в нейросекреторных клетках и содержание вазопрессина в крови при введении паратиреоидина и недостаточности околощитовидных желез / Д. Н. Худавердян, А. А. Асратян // *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины*. – 1992. – № 3. – С. 230–232.
11. **Шустов, С.Б.** Хронобиологические аспекты эндокринологии / С. Б. Шустов, В. А. Яковлев, Ю. Ш. Халимов // *Комаров Ф. И., Рапопорт С. И. Хронобиология и хрономедицина*. – М. : Триада-Х, 2000. – С. 356–377.
12. **Ratge, D.** Circadian rhythm of catecholamine, cortisol and prolactin is altered in patients with apallic syndrome in comparison with volunteers / D. Ratge, E. Knoll, U. Diener et al. // *Acta Endocri. (Kbh)*. – 1982. – Vol. 101, № 3. – P. 428–435.

УДК 615.838.7:612.79:613.495

### **ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ КОЖИ ЛИЦА ЖЕНЩИН ПОСЛЕ ГРЯЗЕВЫХ АППЛИКАЦИЙ**

**С.К. Касимова, Е.И. Кондратенко, Н.А. Ломтева**

Астраханский государственный университет  
Россия, 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1  
тел. (8512) 22-93-47, E-mail: saule\_kasimova@mail.ru

Как известно, в основе действия применяемых наружно лечебных грязей лежит сложное и взаимосвязанное влияние на организм температурного, химического, биологического и механического факторов. Одним из основных факторов воздействия грязевых аппликаций является локальное повышение температуры кожи [2]. Механизм данного действия основан на активации обменных процессов на участке тела, находящемся под воздействием грязевой аппликации, локальная активация микроциркуляции обладает мощным лечебным эффектом, особенно проявляющимся при назначении курса грязевых процедур. Уникальный лечебно-терапевтический эффект грязевых аппликаций недостаточно разработан в такой бурно развивающейся и перспективной области, как косметология. Сульфидно-иловая лечебная грязь эффективна для решения проблем, возникающих в основном в молодом возрасте (расширенные поры, комедоны, себорея, сальные кисты). Но остается малоисследованным вопрос о возможности и целесообразности использования пелоидов в составе маски для лица в старшем и пожилом возрасте для повышения тонуса кожи, замедления процесса появления морщин и стимуляции обмена межклеточной жидкости.

Исходя из этих позиций, мы определили цель нашего исследования следующим образом: изучить возрастную динамику влияния грязевых аппликаций на температуру кожи лица в области щек и лба у женщин-добровольцев.

#### *Материалы и методы исследования*

Испытания проводились на женщинах-добровольцах в течение июня – июля в одно и то же время (с 10 до 12 часов). Всего в эксперименте участвовало 63 человека. У испытуемых измерялось давление до и после грязевых аппликаций, определяли тип кожи, также учитывался день менструального цикла. Все женщины-добровольцы принадлежали четырем разным возрастным категориям. В первую группу входили добровольцы

18–25 лет (25 человек), вторую возрастную группу составляли женщины 26–35 лет (11 человек), третью группу – 36–45 лет (14 человек), четвертая возрастная группа включала испытуемых 46–55 лет (13 человек). Для определения влияния лечебных грязей на микроциркуляцию кожи использовали термометрический метод. Температуру кожи лица измеряли контактным термометром до и после воздействия лечебной грязи (через 5 и 15 мин) в области щек и области лба. Измерение температуры кожи проводили в 6 точках правой щеки (от края губы до мочки уха по диагонали) и в области лба (горизонтальная линия на 1,5 см выше середины надбровной дуги от середины линии до линии роста волос, рис. 1), далее накладывали грязевую аппликацию на очищенную кожу лица (на область щек и лба) и держали ее в течение 15 мин. После чего ее смывали теплой водой, избегая растирания кожи, и промокивали сухой салфеткой. Затем у испытуемых вновь измеряли давление и температуру кожи лица в тех же точках. Измерение температуры проводили два раза (через 5 и через 15 мин) после снятия грязевой аппликации. Таким образом, проводили три измерения температуры кожи лица в области щек и в области лба в шести точках (1 щ., 2 щ., 3 щ., 4 щ., 5 щ., 6 щ., 1 л., 2 л., 3 л., 4 л., 5 л., 6 л.). Полученные данные статистически обрабатывали, используя t-критерий Стьюдента. В настоящей работе изложены результаты, полученные при измерении температуры через 5 мин после снятия грязевой аппликации.

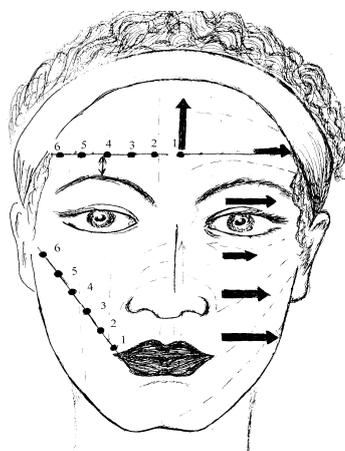


Рис. 1. Схема расположения точек измерения температуры на лице

#### Результаты исследований и их обсуждение

Температура кожи лица в области щек (табл. 1) значительно различалась между возрастными группами. Самые высокие показатели температуры были характерны для первой группы (18–25 лет), тогда как в трех остальных группах происходило значительное снижение температурных показателей по всем исследуемым точкам. Самая низкая температура зафиксирована у женщин старшей возрастной группы (рис. 2).

Таблица 1

#### Сравнение температуры кожи лица в области щек между возрастными группами

Точки	Первая возрастная группа, n = 25	Вторая возрастная группа, n = 11	Третья возрастная группа, n = 14	Четвертая возрастная группа, n = 13
1 щ.	34,7 ± 0,11	33,0 ± 0,40 ααα	32,6 ± 0,49 ααα	33,3 ± 0,18 ααα
2 щ.	34,2 ± 0,15	32,5 ± 0,41 ααα	33,0 ± 0,36 αα	32,6 ± 0,20 ααα
3 щ.	33,8 ± 0,17	32,0 ± 0,39 ααα	33,6 ± 0,39 **	32,2 ± 0,25 ααα #
4 щ.	33,9 ± 0,16	32,0 ± 0,45 αα	33,7 ± 0,35 **	32,3 ± 0,25 ααα##
5 щ.	33,9 ± 0,16	32,2 ± 0,49 αα	33,2 ± 0,39 *	32,2 ± 0,26 ααα #
6 щ.	34,6 ± 0,12	33,1 ± 0,44 αα	33,4 ± 0,40 α	32,9 ± 0,25 ααα

Примечания. α – достоверность различий по сравнению с первой возрастной группой (α – p ≤ 0,05; αα – p ≤ 0,01; ααα – p ≤ 0,001); \* – достоверность различий по сравнению со второй возрастной группой (\* – p ≤ 0,05; \*\* – p ≤ 0,01; \*\*\* – p ≤ 0,001); # – достоверность различий по сравнению с третьей возрастной группой (# – p ≤ 0,05; ## – p ≤ 0,01; ### – p ≤ 0,001).

Температура кожи лица в области лба (табл. 2) имела аналогичные показатели. Так, происходило значительное снижение температуры по всем исследуемым точкам с увеличением возраста.

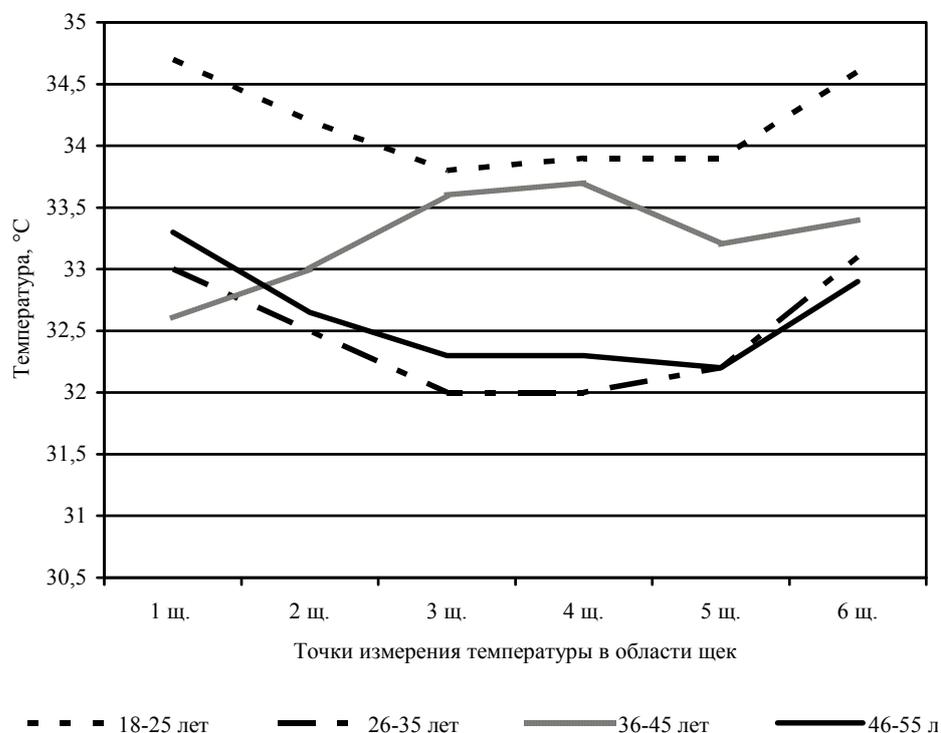


Рис. 2. Сравнение температуры кожи лица в области щек после нанесения аппликации между возрастными группами

Таблица 2  
Сравнение температуры кожи лица в области лба между возрастными группами

Точки	Первая возрастная группа, n = 25	Вторая возрастная группа, n = 11	Третья возрастная группа, n = 14	Четвертая возрастная группа, n = 13
1 л.	34,6 ± 0,26	32,4 ± 0,29 ααα	32,2 ± 0,38 ααα	32,8 ± 0,14 ααα
2 л.	34,5 ± 0,26	32,4 ± 0,38 ααα	32,4 ± 0,44 ααα	33,0 ± 0,28 ααα
3 л.	34,5 ± 0,25	32,5 ± 0,40 ααα	32,3 ± 0,39 ααα	33,2 ± 0,21 ααα
4 л.	34,6 ± 0,23	32,6 ± 0,38 ααα	32,5 ± 0,46 ααα	33,4 ± 0,19 αα ##
5 л.	34,7 ± 0,24	32,8 ± 0,40 αα	32,7 ± 0,49 ααα	33,7 ± 0,18 ααα**#
6 л.	34,9 ± 0,14	32,9 ± 0,41 ααα	32,8 ± 0,48 ααα	33,8 ± 0,18 ααα* #

Примечания. α – достоверность различий по сравнению с первой возрастной группой (α – p ≤ 0,05; αα – p ≤ 0,01; ααα – p ≤ 0,001); \* – достоверность различий по сравнению со второй возрастной группой (\* – p ≤ 0,05; \*\* – p ≤ 0,01; \*\*\* – p ≤ 0,001); # – достоверность различий по сравнению с третьей возрастной группой (# – p ≤ 0,05; ## – p ≤ 0,01; ### – p ≤ 0,001).

Максимальные значения температуры наблюдались в первой возрастной группе (18–25 лет), снижаясь в остальных возрастных группах (рис. 3). Полученные результаты свидетельствуют о том, что температура кожи сильно различается на разных участках кожи и может быть неодинакова в двух близко расположенных точках (на расстоянии 2 см).

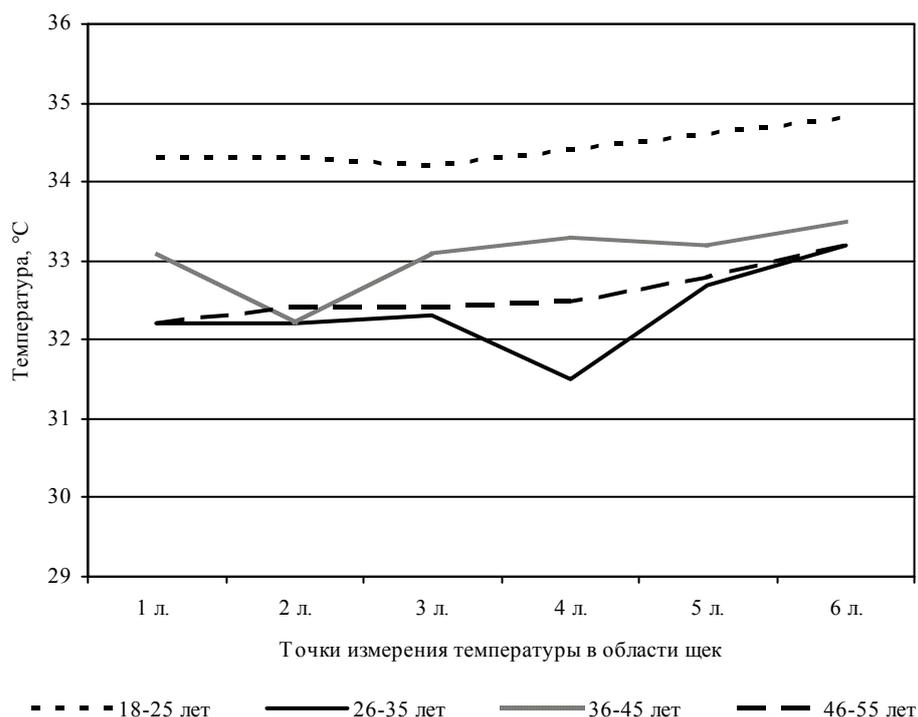


Рис. 3. Сравнение температуры кожи лица в области лба после нанесения аппликации между возрастными группами

Полученные нами результаты согласуются с данными литературы о микроциркуляции кожи, которая не одинакова и зависит как от определенной области, так и от функционального состояния [1]. Сосудистая система кожи, представленная самой богатой среди других органов сетью кровеносных сосудов и лимфатических капилляров, выполняет не только питательную функцию, но и играет большую роль в процессах защиты кожи от повреждающих факторов окружающей среды и сохранения ее гомеостаза [4]. Кожа имеет сильно развитую систему кровоснабжения, обильно снабжена капиллярами, которые располагаются неоднородно, поэтому и температура на разных участках кожи лица отличается. Можно предположить, что участки кожи, имеющие более высокую температуру, характеризуются более интенсивным обменом веществ, лучшим питанием тканей и выведением продуктов обмена.

Биологически активные вещества, содержащиеся в лечебных грязях, стимулируют кровообращение, улучшая обменные процессы в тканях [3]. Снижение температуры кожи лица, наблюдающееся у первой возрастной группы при первом измерении температуры после грязевой аппликации, может быть связано с охлаждением кожи после испарения влаги с ее поверхности.

Измерение температуры кожи, проведенное до воздействия лечебной грязи, выявило значительные отличия в показателях между возрастными группами. Так, температура кожи лица и в области щек, и в области лба у самых молодых испытуемых (18–25 лет) была максимальной, а после 26 лет происходило ее снижение. Литературные данные указывают на то, что с возрастом происходит снижение микроциркуляции кожи в результате снижения интенсивности кровообращения. Кроме того, показано, что с возрастом многие капилляры подвергаются редукции [5].

При сравнении эффективности биологического действия лечебной грязи на разные возрастные группы можно говорить о более выраженном эффекте воздействия грязевых аппликаций на испытуемых старших возрастных групп в сравнении с первой группой (18–25 лет). Температура кожи лица, как в области щек, так и в области лба, изменялась более интенсивно после воздействия лечебных грязей с 26 до 55 лет,

т.е. во всех трех возрастных группах по сравнению с молодым возрастом (первая возрастная группа), тогда как более низкие базальные значения температуры поверхности кожи, наблюдающиеся в старших возрастных группах, эффективно повышаются при грязевых аппликациях.

Таким образом, лечебные грязи вызывают усиление кровообращения и микроциркуляции. Такое воздействие осуществляется за счет расширения сосудов, происходит ускорение кровотока. Как следствие – повышение температуры в месте воздействия, расширение капилляров, приток питательных веществ к тканям, более интенсивное удаление продуктов обмена.

#### Литература

1. *Анатомо-физиологические* особенности крово- и лимфообращения кожи / В. К. Хугаева, А. В. Ардасенов, С. Б. Ткаченко, Н. Н. Потекаев // Экспериментальная и клиническая дерматокосметология. – 2003. – № 2. – С. 4–10.
2. *Бальнеотерапия* и иммунный статус кожи / Х. Г. Пратцель, К. Артманн // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 1991. – № 2. – С. 13–21.
3. *Влияние* пелоидотерапии сульфидно-иловой грязью «Чокракская» на некоторые показатели липидного статуса организма человека / Ф. Г. Баранцев, С. И. Ромасюк // Новые медицинские технологии в системе профессиональной и медицинской реабилитации летного состава на курортном этапе. – М., 1997. – С. 2–4.
4. *Корреляция* между кровотоком мозга, скелетных мышц и кожи / В. В. Дементенко, Л. Г. Коренева, А. Г. Марков, Ю. А. Поляков, В. Л. Романов // Физиология человека. – 1991. – Т. 17, № 4. – С. 13–17.
5. *О профилактике* возрастных изменений кожи / Т. А. Матковская, Э. А. Юрьева, В. С. Сухоруков, Ю. Ю. Столяров // Военно-медицинский журнал. – 2000. – № 8. – С. 16–24.

УДК 612.014.5+572.7+612.143

### ОСОБЕННОСТИ СОСТОЯНИЯ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ У ДЕВОЧЕК 14–15 ЛЕТ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ СПОРТОМ

**Е.В. Кувалдина, М.А. Вангулова, Т.И. Джандарова**

Ставропольский государственный университет  
Россия, 355009, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1  
тел. (8652) 35-34-65, E-mail: Djandarova@yandex.ru

Как известно, двигательная деятельность сопровождается повышенным притоком кислорода к мышцам. Это происходит в результате увеличения кровотока через работающие мышцы, силы дыхательных движений и изменения глубины дыхания. Поэтому ведущими физиологическими системами в условиях адаптации к мышечной деятельности являются кислородотранспортные системы – кровообращение, дыхание [1, 2]. Даже при условии высоких функциональных возможностей систем, участвующих в кислородном обеспечении организма, выполнение многих видов физических упражнений связано с возникновением кислородного дефицита [8].

Исходя из вышесказанного, целью нашей работы стало изучение влияния систематических занятий спортом (баскетболом) на функциональное состояние кардиореспираторной системы у девочек в возрасте 14–15 лет.

Исследования проводили на девочках 14–15 лет, занимающихся регулярно в спортивной секции баскетболом. Контролем служили девочки этого же возраста, не занимающиеся спортом. Всего в обследовании приняли участие 84 учащихся. У школьников обеих групп исследовали вариабельность сердечного ритма. Для этого математическую обработку интервалов R-R-зубцов 100 кардиоциклов проводили с помощью специально разработанной компьютерной программы «Сог-7», включающей гистографический и спектральный анализ. Показатели функции внешнего дыхания определяли с помощью спирографа «SpiroPro» (Jaeger) с автоматической регистраци-

ей и анализом кривой «поток – объем». Анализ полученных данных производился с помощью пакета компьютерных программ «Microsoft Excel».

Как следует из полученных данных (табл.), средние значения вариационного размаха у девочек, занимающихся баскетболом, были достоверно выше по сравнению с показателями контрольной группы. Вместе с тем занятия спортом не оказывали существенного влияния на средние значения моды и амплитуды моды. Анализ изучаемых параметров показал, что у девочек, занимающихся баскетболом, происходило увеличение парасимпатических влияний на сердечный ритм и усиление гуморального канала регуляции. В частности на это указывает достоверное уменьшение значе- ний индекса напряжения до  $96,12 \pm 3,18$  отн. ед., индекса вегетативной регуляции – до  $180,6 \pm 4,37$  отн. ед. по сравнению с соответствующими показателями девочек контрольной группы. При этом частота сердечных сокращений у девочек, занимающихся спортом, была достоверно ниже по сравнению с контролем.

Таблица

**Показатели вариационной пульсометрии у девочек 14–15 лет, занимающихся баскетболом ( $M \pm m$ )**

Показатели сердечного ритма	Контроль, n = 48	Баскетбол, n = 36	P
Вариационный размах, с	$0,26 \pm 0,027$	$0,4948 \pm 0,024$	$< 0,001$
Мода, с	$0,9319 \pm 0,034$	$0,9638 \pm 0,034$	$> 0,1$
Амплитуда моды, %	$45,63 \pm 1,616$	$47,92 \pm 2,451$	$> 0,1$
Индекс напряжения, отн. ед	$129,3 \pm 5,6$	$96,12 \pm 3,18$	$< 0,001$
Индекс вегетативной регуляции, отн. ед	$205 \pm 4,68$	$180,6 \pm 4,37$	$< 0,001$
ЧСС	$73,45 \pm 2,835$	$63,32 \pm 2,132$	$< 0,001$

*Примечание.* P – достоверность различий по сравнению с контролем.

Ритм сердца, также как и сила его сокращений, регулируемые симпатическим и парасимпатическим отделами вегетативной нервной системы, очень чутко реагируют на любые стрессорные воздействия. С этих позиций показатели кардиоритма могут выступать в качестве интегральных маркеров стрессированности организма [2, 3, 7]. В процессе занятий спортом происходят существенные сдвиги, как в отношении морфологии, так и в функции сердечно-сосудистой системы. Хорошее функциональное состояние физиологически спортивного сердца расценивается как проявление долговременной адаптационной реакции, обеспечивающей осуществление ранее недоступной по своей интенсивности физической работы [4]. При исследовании влияния физической нагрузки выявлена значительная перестройка деятельности сердца в течение дня, недели, учебного года, связанная как со здоровьем учащихся, так и с режимом учебных занятий [5, 6]. Устойчивую реакцию организма детей на повышение двигательной активности можно рассматривать как реакцию адаптивного ответа, целесообразную и необходимую при реально существующей деятельности [5]. Ежедневные физические упражнения у детей с преобладанием центральных механизмов способствуют улучшению функционального состояния сердечно-сосудистой системы. Под влиянием расширенного двигательного режима происходит снижение напряженности регуляторных процессов за счет меньшего снижения симпатических и большего усиления парасимпатических влияний на ритм сердца [10, 11]. Выявленная динамика ЧСС у юных баскетболисток может рассматриваться как состояние хорошей тренированности и свидетельствовать о более раннем становлении парасимпатического отдела вегетативной нервной системы [9]. Анализ показателей вариабельности сердечного ритма в наших исследованиях выявил преобладание парасимпатических влияний на работу сердца у девочек в возрасте 14–15 лет, занимающихся спортом.

При исследовании функции внешнего дыхания у девочек, не занимающихся спортом, установлено, что показатели кривой «поток – объем» находились в пределах от 71 до 101 % от должных величин для данной группы испытуемых, что расценивается как состояние нормы. У девочек, занимающихся спортом, значения ЖЕЛ и ФЖЕЛ составили соответственно 99,04 и 85,44 % от должных величин, что было достоверно выше по сравнению с контролем. Остальные показатели функции внешнего дыхания (ОФВ<sub>1</sub>, ПОС, МОС<sub>25</sub>, МОС<sub>50</sub>, МОС<sub>75</sub>, СОС<sub>25-75</sub> и СОС<sub>25-75</sub>) изменялись в пределах от 89,25 до

104 % от должных величин, характерных для данной группы детей. Следует отметить, что все показатели функции внешнего дыхания у девочек, занимающихся спортом, были достоверно выше по сравнению с аналогичными показателями контрольной группы. Выявленные изменения показателей кривой «объем – поток» у девочек, занимающихся спортом, свидетельствуют о снижении общего бронхиального сопротивления, о существенном уменьшении сопротивления бронхов среднего и мелкого калибра.

Таким образом, как следует из полученных данных, у девочек в возрасте 14–15 лет, занимающихся баскетболом, установлено снижение частоты сердечных сокращений, преобладание парасимпатических влияний на сердечный ритм. Исследование функции внешнего дыхания у них выявило увеличение скоростных показателей кривой «поток – объем», что свидетельствует о снижении бронхиального сопротивления, как крупных, так и средних и мелких бронхов. Выявленные изменения указывают на оптимальную перестройку сердечной деятельности и бронхо-легочного аппарата под воздействием систематических физических нагрузок.

### Литература

1. **Баевский, Р. М.** Математический анализ сердечного ритма при стрессе / Р. М. Баевский, О. Н. Кириллов, С. М. Клецкин. – М. : Наука, 1984. – 220 с.
2. **Баевский, Р. М.** Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний / Р. М. Баевский, А. П. Берсенева. – М. : Медицина, 1997. – 233 с.
3. **Баевский, Р. М.** Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения / Р. М. Баевский, Г. Г. Иванов // Ультразвуковая и функциональная диагностика. – 2001. – № 3. – С. 106–127.
4. **Меерсон, Ф. З.** Адаптация, стресс, профилактика / Ф. З. Меерсон. – М., 1981. – С. 57–63.
5. **Панова, Н. А.** Комплексный подход к изучению возрастных особенностей сердечно-сосудистой системы школьников / Н. А. Панова, П. А. Филеши // Возрастные особенности физиологических систем детей и подростков. – М., 1981. – С. 115–130.
6. **Панов, Ю. П.** К вопросу о возрастных особенностях хроно- и инотропной регуляции сердца / Ю. П. Панов // Функциональные особенности сердца при физических нагрузках в возрастном аспекте. – Ставрополь, 1975. – Вып. 1. – С. 114–138.
7. **Парин, В. В.** Математические методы анализа сердечного ритма / В. В. Парин, Р. М. Баевский. – М. : Наука, 1968. – 173 с.
8. **Савельев, Б. П.** Функциональные параметры системы дыхания у детей и подростков / Б. П. Савельев, И. С. Ширяева. – М. : Медицина, 2001. – 232 с.
9. **Шаханова, А. В.** Влияние расширенного двигательного режима на онтогенетическое развитие и физическую подготовленность детей и подростков / А. В. Шаханова. – М., 1998. – 50 с.
10. **Шлык, Н. И.** Индивидуальные и возрастные особенности вариабельности сердечного ритма у школьников 7–10 лет / Н. И. Шлык, О. И. Байгурова // Валиология: проблемы и перспективы развития. – Ижевск, 1998. – С. 75–76.
11. **Шлык, Н. И.** Особенности вариабельности ритма сердца у детей в покое, при физических и умственных нагрузках / Н. И. Шлык // Традиционные и нетрадиционные методы оздоровления детей. – Ижевск, 1996. – С. 110–112.

УДК 616-002.5:001.18:616-08

### ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕРАПИИ И РИСКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ РЕЦИДИВА ЛЕПРЫ

**А.К. Маслов, А.А. Ющенко**

Научно-исследовательский институт по изучению лепры Росздрава  
Россия, 414057, г. Астрахань, ул. Н. Островского, 3  
тел. (8512) 33-96-33, E-mail: niil@astmail.astranet.ru

Известно, что при лепре, которая представляет собой хроническое инфекционное заболевание, лечение продолжается многие годы, а по достижении клинического

регресса у части больных после прекращения специфического лечения, а у некоторых даже на фоне продолжающейся терапии (это в основном больные лепрой типа LL, VL форм) возможно развитие рецидива, характеризующегося появлением свежих гранулематозных высыпаний. Поэтому разработка показателей эффективности противолепрозной терапии и прогнозирования риска развития рецидивов заболевания имеет важное практическое значение.

Особенностью лепрозного процесса является паразитирование возбудителя лепры *Mycobacterium leprae* в клетках ретикулоэндотелиальной системы – макрофагах, основной функцией которых является фагоцитоз патогенных микроорганизмов. Именно поэтому в настоящее время большое внимание уделяется изучению морфофункциональных характеристик клеток системы мононуклеарных фагоцитов (СМФ) больных лепрой [1]. Предполагается, что феномен незавершенного фагоцитоза обуславливается специфической функциональной недостаточностью ферментных систем фагоцитов [15].

Наибольший интерес, по нашему мнению, представляла миелопероксидазная (МП) система макрофагов, активно участвующая в процессах фагоцитоза патогенных бактерий. По современным представлениям [6], кислые гидролазы способны переварить в фаголизосоме фагоцита только те бактерии, которые были умерщвлены МП-системой, неферментными катионными белками, лизоцимом и лактоферрином. Так, при исследовании гранулем броненосцев, вызванных *M. leprae*, в тех участках, где выявлялась реакция на МП, *M. leprae* не обнаруживались [13]. При наличии хорошего бактерицидного эффекта против *M. leprae* в перитонеальных макрофагах стимулированных мышей в их цитоплазме выявлялась активность МП и наоборот в гранулемах, вызванных *M. leprae* в экспериментах на этих же животных, МП не выявлялась [9].

Нашими предыдущими исследованиями [5] показано, что у больных лепрой лепроматозного типа в макрофагах гранулем с высокой активностью МП отмечается большое количество дезинтегрированных *M. leprae*. В то же время в лепрозных макрофагах с низкой активностью МП наблюдалось большое количество интактных микобактериальных клеток.

Цель настоящего исследования состояла в том, чтобы выявить корреляцию уровня активности МП лепрозных макрофагов гранулем больных лепрой со степенью дезинтеграции внутриклеточно расположенных *M. leprae*, а также скоростью регресса заболевания на фоне терапии и сроками безрецидивного периода.

С 1974 по 1988 г. изучались биоптаты пораженной кожи (лепромы) 23 больных лепрой погранично-туберкулоидного (ВТ), пограничного (ВВ) и лепроматозного (LLs, LLp) типов в активной стадии заболевания, как впервые зарегистрированных до начала терапии, так и с рецидивом лепры.

Измельченные до объема в 1 мм<sup>3</sup> кусочки ткани фиксировали по обычной методике [14], обезживали и заливали в смесь эпоксидных смол. Кроме этого выявляли активность МП в клетках [12]. Ультратонкие срезы просматривали в электронном микроскопе «Tesla BS-540».

На ультрамикроскопическом уровне учитывались морфология *M. leprae* и лепрозных макрофагов (МФ), а также степень активности МП МФ. Учитывали процент митохондрий с активностью МП по отношению к МП неактивным в 20 срезах МФ. Вычисление значимости различий проводили по методу углового преобразования Фишера. Достоверность различий вычисляли по таблице «Определение значимости различий “р” по известному аргументу нормального распределения UP (двухсторонний критерий)» [2].

В результате показана достоверная разница ( $p < 0,01$ ) в количестве пероксидазоактивных митохондрий у больных с длительными сроками безрецидивного периода и больных с частыми рецидивами заболевания (табл.).

Таблица

**Связь уровня активности миелопероксидазы лепрозных макрофагов со степенью регресса заболевания**

№ п/п	Больные, № истории болезни	Диагноз, год первичного поступления	Пероксидазо-активные митохондрии, %	Количество и сроки рецидивов заболевания	Получаемое лечение
1.	Больной Ч., И.Б. № 3703	LLs, поступил впервые в 1986 г.	± 39,37–55,29 (47,3)	С 1986 г. находится в клинике	Мономедикаментозное и комбинированное
2.	Больной А., И.Б. № 3729	LLs, поступил впервые в 1987 г.	± 68,71–80,17 (74,66)	Поступил в 1987 г.	Комбинированное
3.	Больная К., И.Б. № 3685	LLp, поступила впервые в 1981 г.	± 9,72–20,26 (14,6)	С 1981 по 1987 г. процесс в активном состоянии	Комбинированное с 1981 г.
4.	Больная Ч., И.Б. № 3647	ВВ, поступила впервые в 1979 г.	± 82,24–89,92 (86,31)	Нет с 1980 г.	Мономедикаментозное с 1981 г.
5.	Больная Л., И.Б. № 3635	LLs, поступила впервые в 1978 г.	± 79,7–89,7 (85,05)	Нет с 1978 г.	Мономедикаментозное с 1979 г.
6.	Больная Ч., И.Б. № 3634	ВВ, поступила впервые в 1979 г.	± 72,76–82,89 (78,04)	Нет с момента выписки в 1981 г.	Мономедикаментозное половинными дозами ДДС с 1981 г.
7.	Больная Б., И.Б. № 3632	LLp, поступила впервые в 1981 г.	± 69,5–81,94 (76,0)	Нет с момента выписки в 1983 г.	Мономедикаментозное и комбинированное
8.	Больная Е., И.Б. № 3687	LLs, поступила впервые в 1979 г.	± 25,02–35,01 (29,9)	1986 г. (1)	Преимущественно комбинированное
9.	Больная С., И.Б. № 3602	ВТ, поступила впервые в 1975 г.	± 88,07–94,5 (91,57)	Нет с момента выписки в 1976 г.	Мономедикаментозное
10.	Больная М., И.Б. № 3607	ВВ, поступила впервые в 1975 г.	± 76,93–87,43 (82,5)	Нет с 1977 г.	Преимущественно комбинированное
11.	Больная Ш., И.Б. № 3745	ВВ, поступила впервые в 1987 г.	± 52,97–70,92 (62,16)	Поступила в 1987 г.	Комбинированное
12.	Больная М., И.Б. № 2506	Рецидив, больна с 1954 г.	± 64,57–75,05 (69,85)	До 1977 г. (2)	Мономедикаментозное и комбинированное
13.	Больной К., И.Б. № 3483	LLs, рецидив, болен с 1988 г.	± 18,51–25,03 (22,85)	1977 г. (1)	Мономедикаментозное и комбинированное
14.	Больная Л., И.Б. № 1960	LLp, рецидив	± 21,82–34,13 (27,77)	1963 г., 1975 г., 1977 г. (3)	В основном мономедикаментозное
15.	Больная Ф., И.Б. № 3288	LLp, рецидив	± 19,35–39,71 (29,0)	1976 г. (10)	Мономедикаментозное и комбинированное
16.	Больной О., И.Б. № 1776	LLs, рецидив	± 32,15–41,56 (36,8)	1974 г. (1)	Мономедикаментозное и комбинированное
17.	Больная М., И.Б. № 2344	LLs, рецидив	± 13,17–24,1 (18,32)	1972 г., 1980 г. (2)	Мономедикаментозное и комбинированное
18.	Больная В., И.Б. № 3353	ВВ, рецидив	± 24,7–36,03 (31,7)	1986 г. (1)	Мономедикаментозное и комбинированное
19.	Больной У., И.Б. № 3375	LLs, рецидив	± 26,93–38,43 (32,5)	1976 г. (1)	Мономедикаментозное и комбинированное
20.	Больная Н., И.Б. № 2626	ВВ, рецидив	± 6,41–35,02 (18,51)	1971 г., 1976 г. (2)	Мономедикаментозное и комбинированное
21.	Больная Д., И.Б. № 3640	LLs, рецидив	± 16,4–24,7 (20,8)	1977 г. (1)	Преимущественно комбинированное
22.	Больной Л., И.Б. № 3610	LLs, рецидив	± 14,87–20,54 (17,43)	1962 г., 1986 г. (2)	Мономедикаментозное, с 1975 г. преимущественно комбинированное
23.	Больной Б., И.Б. № 3705	LLs, рецидив	± 12,42–27,56 (19,43)	Процесс постоянно активный, не выписывался с 1983 г.	Мономедикаментозное и комбинированное

У 12 больных с частыми рецидивами заболевания в основном отмечалась низкая активность МП МФ с отсутствием отложений маркера в области мембран фагосом и вокруг *M. leprae* в электроннопрозрачной зоне (ЭПЗ). Процентное содержание пероксидазоактивных митохондрий колебалось в пределах 14,6–36,8 %.

У 3-х больных процент пероксидазо-активных митохондрий колебался в пределах 47,3–69,8 %. Активность пероксидазы на мембранах фагосом и в ЭПЗ, окружающей

*M. leprae*, отсутствовала. Из них рецидив заболевания развился у одного больного, у двух других – незначительные сроки наблюдения.

У 8 больных выявлен наиболее высокий процент пероксидазо-активных митохондрий (76,6–91,6 %) и наличие пероксидазы на мембранах фагосом и в ЭПЗ лепрозных макрофагов. Следует отметить, что высокая активность МП в структурах митохондрий МФ и наличие активности фермента на мембранах фагосом и в ЭПЗ коррелировали с быстрым и стойким регрессом лепрозного процесса у этих больных и длительными сроками безрецидивного периода, определяемого рамками проведенного исследования (до 14 лет), даже в случае мономедикаментозной терапии половинными дозами препарата.

Приводим выписки из истории болезни 2 больных, наблюдаемых в клиническом отделе НИИ по изучению лепры.

*Больная Л.* поступила впервые в 1978 г. На кожном покрове туловища, верхних и нижних конечностей отмечались узелковые инфильтраты и гиперпигментные пятна. При гистологическом исследовании биоптата кожи обнаружен инфильтрат лепроматозной структуры с большим количеством *M. leprae*. Диагноз: субполярный лепроматозный тип лепры (LLs). При электронномикроскопическом изучении констатирован инфильтрат лепроматозной структуры, состоящий, главным образом из МФ, содержащих большое количество интактных и дезинтегрированных *M. leprae*. В лепрозных макрофагах отмечалась высокая активность МП, локализуемая в структурах митохондрии (76,5 % и ниже от нормы), а также на мембранах фагосом, содержащих *M. leprae* и в ЭПЗ.

После двух курсов комбинированной терапии клинические проявления на коже регрессировали. Гистологически также отмечались регрессивные изменения, по показаниям больная была выписана на амбулаторное лечение. В последующем после курса комбинированной терапии получает мономедикаментозное лечение. Рецидива заболевания не было.

*Больная К.* госпитализирована впервые в 1981 г. с распространенными инфильтративно-узловатыми высыпаниями на коже. При гистологическом изучении биоптатов выявлен инфильтрат лепроматозной структуры с обилием гомогенных *M. leprae*. Диагноз: полярный лепроматозный тип лепры (LLp). При электронномикроскопическом изучении констатирован инфильтрат лепроматозной структуры, состоящий главным образом из МФ, содержащих преимущественно интактные *M. leprae*. В лепрозных МФ отмечена низкая активность МП, локализуемая лишь в одиночных митохондриях (76,5 % и ниже от нормы). На мембранах фагосом и в ЭПЗ активность отсутствует. Несмотря на проводимую комбинированную терапию, лепрозный процесс характеризовался чередованием периодом ремиссий с периодами активации.

Миелопероксидаза вместе с другими антимикробными составляющими фагоцитов представляют основную антимикробную систему [6], от активности которой зависит характер течения инфекционного процесса.

Из данных литературы известно, что риск возникновения инфекционных осложнений у больных тесно связан со снижением активности МП. Так, низкие показатели активности МП фагоцитов крови обнаружены у больных инфильтративно-нагноительными дерматофитиями волосистой части головы [11], хроническим кандидозом кожи и слизистых оболочек [8], у больных хроническим тонзиллитом [4]. Риск возникновения инфекционных осложнений у больных хроническим миелолейкозом также связан со снижением активности МП нейтрофилов крови [3].

Однако во всех перечисленных случаях изучались нейтрофилы крови, богатые МП. Известно, что зрелые МФ, которые составляют основную массу гранулемы при лепре, в норме имеют низкий уровень активности МП [10]. Однако нами отмечались МФ, имеющие значительный уровень активности МП. По наблюдениям В.Е. Пигаревского [7], способность к активному киллингу бактерий МФ приобретают после поглощения лизосом нейтрофильных гранулоцитов, богатых МП. Это явление, названное резорбтивной клеточной резистентностью, по мнению автора, составляет один из механизмов барьерной функции организма.

Таким образом, наши многолетние наблюдения эффективности противолепрозной терапии в сопоставлении с уровнем активности МП МФ гранулем при поступлении

больных в стационар показали, что высокий уровень активности МП МФ коррелирует с быстрой элиминацией возбудителя из организма и наибольшей эффективностью терапии. Показательно, что у всех больных, поступивших в клиническое отделение с рецидивом лепрозного процесса, отмечалась низкая активность МП МФ. Низкая активность МП в МФ гранулам больных и отсутствие активности фермента на мембранах фагосом и в ЭПЗ являются показателями отнесения больных лепрой в группу повышенного риска развития рецидива заболевания. За ними должен быть установлен постоянный надзор и более частое квалифицированное освидетельствование, даже в случае назначения комбинированной терапии.

#### Литература

1. **Вишневецкий, Ф. Е.** О роли системы мононуклеарных фагоцитов в развитии лепры / Ф. Е. Вишневецкий, М. Ю. Юшин // Сб. статей и тез. докл. пленума правления ВНОДВ. – Душанбе, 1988. – С. 167–168.
2. **Гублер, Е. В.** Вычислительные методы анализа и распознавания патологических процессов / Е. В. Гублер. – Л., 1978. – 269 с.
3. **Гусева, С. А.** Активность миелопероксидазы нейтрофилов и частота возникновения инфекционных осложнений при миелопролиферативных заболеваниях / С. А. Гусева, Л. М. Тищенко, С. Н. Гайдукова // Арх. патол. – 1988. – № 1. – С. 52–55.
4. **Драгомирецкий, В. Д.** Анализ бактерицидной системы полиморфноядерных лейкоцитов у больных хроническим тонзиллитом / В. Д. Драгомирецкий, Ю. И. Бажора // Лабораторное дело. – 1985. – № 11. – С. 649–651.
5. **Маслов А. К.** Оценка функционального состояния лепрозных макрофагов / А. К. Маслов, А. А. Ющенко // Арх. патол. – 1988. – № 11. – С. 51–54.
6. **Пигаревский, В. Е.** Новое в учении о фагоцитозе и неспецифической резистентности / В. Е. Пигаревский // Арх. патол. – 1977. – Вып. 2. – С. 84–94.
7. **Пигаревский, В. Е.** Гипотеза о резорбтивной клеточной резистентности как особой форме антимикробной защиты организма / В. Е. Пигаревский // Арх. патол. – 1992. – Вып. 8. – С. 40–45.
8. **Полякова М. Н.** Фагоцитарная активность нейтрофильных гранулоцитов у больных хроническим кандидозом кожи и слизистых оболочек / М. Н. Полякова, З. О. Караев, Н. В. Сардыко // Журнал микробиологии. – 1991. – № 2. – С. 63–65.
9. **Турк, Д. Л.** Взаимосвязь между эпителиодными клетками и другими клетками мононуклеарной системы фагоцитов / Д. Л. Турк // Иммунология. – 1985. – № 6. – С. 12–15.
10. **Учитель, И. Я.** Макрофаги в иммунитете / И. Я. Учитель. – М. : Медицина, 1978. – 199 с.
11. **Хамзина, О. Ш.** Оценка активности миелопероксидазы у больных дерматофитиями на фоне иммунной терапии / О. Ш. Хамзина // Тез. докл. VII Всерос. съезда дерматол. и венерол. – Челябинск, 1989. – Ч. 2. – С. 356–357.
12. **Graham, R. C.** The early stages of absorpoin of infected horseradish peroxidase in the proximal tubules of mouse kidney, ultrastructural cytochemistry by a new technique / R. C. Graham, M. J. Karnovsky // J. Histochem., Cytochem. – 1966. – Vol. 14. – P. 291–302.
13. **McKeever, P. E.** Electron microscopy of peroxidase and acid phosphatase in leprous and uninfected armadillo macrophages. A macrophage subpopulation contains peroxisomes and lacks bacilli / P. E. McKeever, G. P. Walsh, E. E. Storrs, J. D. Balentine // Am. J. Trop. Med. Hyg. – 1978. – Vol. 27. – P. 1019–1029.
14. **Ryter, A.** L'inclusion an polyester pour l'ultramicrotomie / A. Ryter, E. Kellenberger // J. Ultrastruct. Res. – 1968. – Vol. 2. – P. 200–214.
15. **Sharp, A. R.** Susceptibility of Mycobacterium leprae to bacterial activity of mouse peritoneal macrophages and to hydrogen peroxide / A. R. Sharp, M. J. Colston, D. K. Banerjee // J. Med. Microbiol. – 1985. – Vol. 19. – P. 77–84.

УДК 591.1+591.4.481+611-08

## ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА И ТКАНЕСПЕЦИФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СВОБОДНОРАДИКАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ И ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ БЕЛЫХ КРЫС

Ю.В. Нестеров, Д.Л. Теплый, А.С. Чумакова

Астраханский государственный университет  
Россия, 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1

Окислительный стресс, приводящий к резкой интенсификации свободнорадикальных процессов в организме, является следствием усиленного образования активных форм кислорода, потенциальных эндогенных прооксидантов и органических свободных радикалов [6, 7]. С другой стороны, активация свободнорадикального окисления (СРО) связана и со снижением эффективности функционирования биологических систем утилизации и детоксикации активных форм кислорода и свободных радикалов – сложного многоступенчатого процесса, в котором участвуют низкомолекулярные антиоксиданты и антиоксидантные ферменты [3, 4, 6]. По данным современной литературы, при стрессе разного генеза под действием активных форм кислорода подвергаются окислению в первую очередь не только липиды, но и белковые компоненты, что приводит к деполимеризации и лизису клетки [1, 3, 12]. При действии повреждающих факторов усиление перекисного окисления белков (ПОБ) наряду с перекисным окислением липидов (ПОЛ) играет важную роль в развитии стрессорного повреждения клеток и тканей. В то же время малоизученным остается вопрос об онтогенетических и тканевых особенностях свободнорадикальных процессов и антиоксидантной системы организма в норме. Несомненно, тканевая и возрастная специфика СРО у интактных животных может быть связана с особенностями выполняемых функций и, соответственно, с характером метаболических процессов [2, 8, 9].

Целью настоящей работы стало сравнительное изучение интенсивности перекисного окисления белков и липидов в различных тканях у животных разных возрастных групп в условиях фоновой активности.

### *Материалы и методы исследования*

Исследования проводились на белых крысах-самцах в трех сериях опытов на трех возрастных группах животных: 1) неполовозрелые 7-недельного возраста массой 64 г; 2) половозрелые 4-месячного возраста средней массой 160 г; 3) старые 18-месячного возраста средней массой 380 г. Животных забивали под нембуталовым наркозом (в дозе 5 мг на 100 г массы тела внутрибрюшинно). После декапитации вскрывали череп, грудную и брюшную полости и отпрепаровывали печень, легкие, сердце, выделяли гипоталамическую область мозга и большие полушария, ткань которых гомогенизировали и экстрагировали для последующего биохимического анализа.

Для определения ПОБ использовали методику Е.Е. Дубининой и соавт. [3]. Критериями оценки уровня ПОЛ были содержание в гомогенатах тканей малонового диальдегида (МДА), скорость спонтанного (СППОЛ) и неферментативного аскорбатзависимого (АЗО) перекисного окисления, которые определялись тиобарбитуровым методом при инкубации гомогенатов тканей в присутствии ионов железа и аскорбата [11]. Полученные экспериментальные данные обрабатывали статистически с использованием t-критерия Стьюдента.

### *Результаты исследования и их обсуждение*

Исследования показали, что гипоталамическая область интактных неполовозрелых животных отличается высоким уровнем перекисного окисления липидов и низким ПОБ, значение которого сравнимо с таковым во всех других обследованных тканях. К половозрелому возрасту уровень малонового диальдегида достоверно снижается, а перекисная деструкция белковых компонентов этой области мозга столь же

значимо возрастает (табл.). У старых животных липидная перекисадация в гипоталамусе резко ослабляется, а ПОБ остается на прежнем высоком уровне ( $p < 0,01$  и  $p < 0,001$  соответственно).

Обращает на себя внимание особенность возрастной динамики ПОЛ внутренних органов. Особенно четко органный специфичность проявилась в онтогенетических изменениях уровня липидных перекисей – в легких и миокарде старых крыс она стала, как и в мозге, существенно меньшей, однако в печени уровень МДА к старости заметно вырос (табл.). В ходе наших исследований выявлено, что динамика ПОЛ и ПОБ внутренних органов интактных крыс отличается тканеспецифическими особенностями. Так, возрастные изменения ПОЛ наиболее заметны у половозрелых животных (ПОЛ в печени резко возрастает), а ПОБ, напротив, столь же резко снижается ( $p < 0,001$  в обоих случаях). В миокарде взрослых животных уровень ПОБ близок к уровню ПОБ неполовозрелых крысят, а пероксидное окисление липидов существенно растет. Обращает внимание характерная особенность возрастной динамики ПОБ печени и легких: на завершающем этапе онтогенеза уровень ПОБ этих органов возвращается к уровню ПОБ неполовозрелых животных, а в центральной нервной системе и миокарде остается либо на уровне, характерном для крысят (легкие), либо значительно увеличивается (мозг и миокард). Для возрастных же изменений ПОЛ характерна другая динамика: интенсивность ПОЛ в легких и миокарде, как и в мозге, существенно уменьшается и лишь в печени достоверно возрастает.

Таблица

**Свободнорадикальное окисление белков и липидов  
в тканях белых крыс разного постнатального возраста**

Ткань	Показатели	Неполовозрелые	Половозрелые	Старые
Печень	ПОБ, нмоль/ч	0,011 ± 0,0002	0,012 ± 0,0001x *	0,011 ± 0,0001
	МДА, нмоль/0,05 г	0,39 ± 0,0003 x	0,35 ± 0,003 x *	0,43 ± 0,004 *
	СППОЛ, нмоль/ч	2,06 ± 0,003 x	2,48 ± 0,003 x *	2,83 ± 0,022 *
	АЗО, нмоль/ч	4,20 ± 0,27 x	2,94 ± 0,42 *	2,41 ± 0,072 *
Легкие	ПОБ, нмоль/ч	0,011 ± 0,0001	0,010 ± 0,0001 *	0,011 ± 0,0001
	МДА, нмоль/0,05 г	0,40 ± 0,0004 x	0,36 ± 0,0004 x *	0,33 ± 0,0002 *
	СППОЛ, нмоль/ч	0,90 ± 0,001 x	2,04 ± 0,002 *	2,01 ± 0,003 *
	АЗО, нмоль/ч	1,97 ± 0,002 x	2,11 ± 0,003 x *	1,92 ± 0,011 *
Миокард	ПОБ, нмоль/ч	0,01 ± 0,0000 x	0,010 ± 0,0002 x	0,011 ± 0,0001 *
	МДА, нмоль/0,05 г	0,33 ± 0,0001 x	0,37 ± 0,0005 x *	0,30 ± 0,006 *
	СППОЛ, нмоль/ч	1,91 ± 0,001 x	2,16 ± 0,002 x *	1,78 ± 0,008 *
	АЗО, нмоль/ч	2,10 ± 0,002	2,35 ± 0,003 *	2,21 ± 0,175
Гипоталамус	ПОБ, нмоль/ч	0,011 ± 0,0001 x	0,016 ± 0,0001 *	0,016 ± 0,0002 *
	МДА, нмоль/0,05 г	2,35 ± 0,003 x	2,18 ± 0,017 x *	0,32 ± 0,003 *
	СППОЛ, нмоль/ч	0,39 ± 0,0001 x	0,34 ± 0,0002 x *	1,98 ± 0,022 *
	АЗО, нмоль/ч	4,62 ± 0,007 x	2,46 ± 0,007 x *	2,25 ± 0,044 *
Большие полушария	ПОБ, нмоль/ч	0,011 ± 0,0001 x	0,012 ± 0,0002x *	0,015 ± 0,0002 *
	МДА, нмоль/0,05 г	0,37 ± 0,0003 x	0,35 ± 0,003 x *	0,34 ± 0,0002 *
	СППОЛ, нмоль/ч	2,02 ± 0,002 x	2,22 ± 0,002 x *	3,083 ± 0,002 *
	АЗО, нмоль/ч	3,16 ± 0,004 x	2,94 ± 0,42 x	5,25 ± 0,007 *

Примечание. x –  $p < 0,05-0,001$  в сравнении со старыми особями; \* –  $p < 0,05-0,001$  в сравнении с неполовозрелыми особями.

Анализ таких результатов осложнен как противоречивостью данных, получаемых другими авторами, так и их пока явной недостаточностью. Согласно литературным источникам, интенсивность образования свободных радикалов и других активных продуктов кислородных метаболитов с возрастом претерпевает существенные изменения. Сведения о возрастной динамике ПОЛ и ПОБ противоречивы [4, 15]. Причинами могут быть различия самих объектов (разные виды, беспородные или линейные животные), тканевая специфичность уровня метаболических или энергетических процессов, состояние про- и антиоксидантной системы. Тем не менее, возрастная динамика уровня АФК свидетельствует о том, что с возрастом продукция их возрастает [10, 14].

Такая направленность возрастной динамики ПОБ, обнаруженная в наших опытах, оказалась характерной для гипоталамической области и больших полушарий мозга крыс (табл.). Как известно, нервная ткань обладает низким уровнем защитных антиоксидантов. Поэтому постоянная генерация АФК создает все условия для окисления как мембранных липидов, так и белков и нуклеиновых кислот, что подтвердили результаты наших опытов в отношении возрастной интенсификации окислительной деградации белков исследуемых отделов центральной нервной системы. Однако подобная направленность возрастной динамики оказалась не характерной для ПОЛ мозговой ткани. Отмечен особенно высокий уровень ПОЛ в гипоталамусе неполовозрелых крыс и существенное уменьшение его в ходе возрастной инволюции. Оказалось, что не только в наших экспериментах, но и в исследованиях других авторов [4, 5] не удалось обнаружить статистически достоверных, обусловленных старением различий между уровнем генерации суперактивного радикала интактных митохондрий у крыс разного возраста. По мнению В.К. Кольтовера, понижение к старости уровня ПОЛ является следствием общего снижения окислительно-восстановительных процессов, свойственных процессам старения. Согласно взглядам ряда авторов [12, 13], окислительная деструкция белков в большей степени, чем ПОЛ, является маркером нейродегенеративных состояний.

В мозге при старении мы не обнаружили значительного снижения уровня МДА, что связано, по-видимому, с высокой активностью низкомолекулярных антиоксидантов. Возможную роль в существенном подавлении липидной перекисидации в гипоталамусе и больших полушариях крыс в онтогенезе мог сыграть альфа-токоферол, уровень которого, по данным В.Г. Мхитаряна и соавт. (1974), в мозге крыс вдвое превышает его содержание в печени.

#### Литература

1. **Анисимов, В. Н.** Возрастные изменения активности свободнорадикальных процессов в тканях и сыворотке крови крыс / В. Н. Анисимов, А. В. Арутюнян, Т. И. Опарина // Российский физиологический журнал им. И. М. Сеченова. – 1999. – Т. 84. – С. 502–507.
2. **Бобырев, В. Н.** Специфичность систем антиоксидантной защиты органов и тканей – основа дифференцированной фармакотерапии антиоксидантами / В. Н. Бобырев // Экспериментальная и клиническая фармакология. – 1994. – Т. 57, № 1. – С. 47–54.
3. **Дубинина, Е. Е.** Окислительная модификация белков сыворотки крови человека, метод ее определения / Е. Е. Дубинина, С. О. Бурмистров, Д. А. Ходов // Вопросы медицинской химии. – 1995. – Т. 41, № 5. – С. 24–26.
4. **Кольтовер, В. К.** Свободнорадикальная теория старения: современное состояние и перспективы / В. К. Кольтовер // Успехи геронтологии. – 1998. – Вып. 2. – С. 37–42.
5. **Кольтовер, В.К.** Надежность митохондриальных электронно-транспортных мембран и роль супероксидных радикалов в старении / В. К. Кольтовер // Химическая физика. – 1996. – Т. 15. – С. 101–106.
6. **Ланкин, В. З.** Антиоксиданты в комплексной терапии атеросклероза (пособие для врачей) / В. З. Ланкин, А. Т. Тихазе, Ю. Н. Беленков. – М. : Медпрактика-М, 2003. – 40 с.
7. **Микаелян, Э. М.** Перекисное окисление липидов в крови при остром стрессе / Э. М. Микаелян, Л. А. Барсегян // Журнал экспериментальной и клинической медицины. – 1988. – Т. 28, № 3. – С. 286–232.
8. **Мхитарян, В. Г.** Динамика содержания альфа-токоферола в тканях крыс под влиянием различных органических перекисей / В. Г. Мхитарян, М. И. Агаджанов, Е. А. Мелик-Агаян // Экспериментальная и клиническая медицина. – 1974. – Т. 14, № 1. – С. 9–17.
9. **Нестеров, Ю. В.** Липидный обмен и стресс-реактивность легких / Ю. В. Нестеров. – Астрахань : АГПУ, 2002. – 82 с.
10. **Скулачев, В. П.** Старение организма – особая биологическая функция, а не результат поломки сложной живой системы: биохимическое обоснование концепции Вейтмана / В. П. Скулачев // Биохимия. – 1997. – Т. 62, вып. 2. – С. 1369–1399.
11. **Строев, Е. А.** Практикум по биологической химии / Е. А. Строев, В. Г. Макарова. – М. : Высшая школа, 1986. – 230 с.
12. **Dean, R. T.** Hypothesis a damaging role in aging for reactive protein oxidative product / R. T. Dean, J. Gebicki. S. Gieseg // Mutat. Res. – 1992. – Vol. 275. – P. 387–393.

13. **Halliwell, B.** Reactive oxygen species and the central nervous system / B. Halliwell // Berlin Springer Verlag. – 1992. – P. 21–40.

14. **Ozawa, T.** Genetic and functional changes in mitochondria associated with aging / T. Ozawa // *Physiol Rev.* – 1997. – Vol. 77, № 2. – P. 425–464.

15. **Papa, S.** Reactive oxygen species, mitochondria, apoptosis and aging / S. Papa, V. P. Skulachev // *Molec. Cell. Biochem.* – 1997. – Vol. 174. – P. 305–319.

УДК 5 97.114: 597.442:597.574

### МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧЕК АМПУЛЯРИИ *POMACEA BRIDGESII* В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО ВЫРАЩИВАНИЯ

**Р.С. Нуралиева**

Астраханский государственный университет  
Россия, 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1

**Н.С. Алтуфьева**

Астраханский государственный технический университет

Введение новых объектов (креветки, тропические раки, мидии, моллюски и т.д.) в аквакультуру многих регионов обуславливается как растущей потребностью в полноценном белке для питания человека, так и концепцией так называемого «нулевого роста», т.е. расширением ассортимента потребляемых товаров без нанесения ущерба последующим поколениям, в соответствии с решениями конференции «Рио-92» и докладами Римского клуба. При этом возникает ряд проблем, связанных с нехваткой знаний об адаптации этих малоизученных животных к новым условиям существования и отсутствием сколь-нибудь разработанной биотехнологии их выращивания [5]. Это в большой мере касается и конкретного объекта нашего исследования – *Pomacea bridgesii* [3]. В связи с этим нами изучено влияние условий промышленного выращивания ампулярий на морфофункциональное состояние их почек.

#### Материалы и методы исследования

Задачей первого эксперимента стало изучение влияния условий содержания половозрелых ампулярий на состояние их органов и тканей (почки). В двух 100-литровых аквариумах содержали по 20 особей средней массой 35–40 г при смене 1/2 части воды в первом варианте и 1/6 части – во втором варианте три раза в неделю. Воду во время эксперимента аэрировали, в аквариумы были помещены также мешочки с дробленным мрамором. Кормили ампулярий 1 раз в сутки, только растительной пищей (листья лебеды, иногда помидоры и дыни). Опыт продолжался в течение 2 мес. Было отмечено, что во втором аквариуме кладок было мало и гидрохимические параметры были хуже, чем в первом аквариуме. Разрушение раковин у моллюсков было отмечено только во втором аквариуме. Гидрохимические показатели определяли экспресс-методами [7].

Материалом исследования второго эксперимента служили 18 неполовозрелых особей улиток, содержащихся в трех 10-литровых аквариумах, по 6 улиток в каждом. Оптимальное содержание кислорода поддерживалось при помощи микрокомпрессоров. Смену воды осуществляли 3 раза в неделю. Кормили ампулярий 1 раз в сутки. Вес корма составлял 10 % от их массы. Моллюски получали три вида кормов по вариантам: 1 опыт – растительная пища (листья лебеды); 2 опыт – комбикорм для рыб; 3 опыт – мясо креветок. Опыт длился 2 мес. Исходная средняя масса одной ампулярии составила  $2,8 \pm 0,6$  г. Средняя масса одной улитки в конце эксперимента составила в 1 аквариуме  $12,9 \pm 0,4$  г, во 2 аквариуме –  $17,7 \pm 1,8$  г, в 3 аквариуме –  $10,3 \pm 1,6$  г. С помощью экспресс-метода определяли гидрохимические показатели, концентрацию аммонийного азота и нитритов [7]. Взятие материала проводили с помощью анатомического препарирования. Гистологические исследования проводили по общепринятым методи-

кам [1, 2, 6]. Морфометрию проводили под микроскопами «Микмед-1» и «Olimpus». Микрофотографии выполнялись цифровой камерой «Olimpus».

*Результаты исследований и их обсуждение*

В ходе эксперимента было изучено изменение морфофункционального состояния почек ампулярий в зависимости от объема заменяемой воды. В варианте смены половины объема воды три раза в неделю наблюдались следующие картины морфологические изменения почек.

В почках ампулярий проходит довольно широкий и длинный канал, соединяющий почку и перикард, по которому течет тканевая жидкость. Вся почка состоит из множества канальцев, выстланных крупными кубическими клетками. Высота эпителия варьирует в широких пределах и в среднем составляет  $34,8 \pm 0,8$  мкм (табл. 1). Эпителиоциты могут быть различной высоты с явлениями полиморфизма, но преобладают клетки очень крупных размеров. Размеры и форма эпителиоцитов широко варьируют в зависимости от функционального состояния почек. В соответствии с этим меняются как высота эпителиоцитов, так и просвет канальца. Цитоплазма клеток прозрачна, ядра мелкие и расположены в базальной части клеток. Часть клеток в апикальных отделах содержит гранулы, которые могут выводиться из клеток по механизму апокриновой секреции. Часть почечных клеток не обнаруживают в себе ядер. Довольно часто встречаются оптически пустые клетки. Диаметр просвета в канальцах –  $11,0 \pm 0,9$  мкм. Диаметр канальцев в среднем –  $68,6 \pm 2,2$  мкм. Все канальцы открываются в общий выводной проток.

Таблица 1

**Морфометрические показатели структуры почек половозрелых ампулярий в различных вариантах опытов по смене воды**

Опыты	Высота кубического эпителия, мкм	Диаметр канальца, мкм	Диаметр просвета, мкм
Растительная пища смена 1/2 воды	$34,8 \pm 0,9$	$68,6 \pm 2,2$	$11,0 \pm 0,9$
Растительная пища смена 1/6 воды (деф.)	$31,2 \pm 1,3$	$57,6 \pm 3,1$	$8,4 \pm 1,3$

Межканальцевое пространство заполнено соединительной тканью, клетки и ядра которой, как правило, мелкие, полиморфные, оптически плотные, в ядрах содержится 1–2 ядрышка. Цитоплазма клеток базофильна, содержит мелкую зернистость. В почке имеется большое количество кровеносных сосудов (лакун), наполненных тканевой жидкостью. В этих сосудах имеются амебоидные клетки.

Результаты опыта в первом варианте в аквариуме со сменой 1/2 объема воды через 2 дня: исходная масса ампулярий составляла  $37,5 \pm 1,1$  г. Ампулярий содержали при температуре  $+26,5$  °С в слабощелочной среде (рН = 7,9), с гидрохимическими показателями:  $\text{NH}_4$  (аммонийный азот) – 0,1 мг/л (норма N = 0,1–0,2 мг/л);  $\text{NO}_2$  (нитриты) – 0,2 мг/л (норма N = 0,1–0,2 мг/л, табл. 2).

Таблица 2

**Гидрологические и гидрохимические показатели воды при промышленном выращивании ампулярий**

Показатели	1 серия опытов		2 серия опытов		
	1/2 смена воды	1/6 смена воды	Мясо креветки	Растительный корм	Комбикорм для рыб
Температура воды в аквариуме, °С	26,5	26,5	23,4	23,3	23,3
рН	7,9	8,0	7,9	7,9	7,7
Аммонийный азот ( $\text{NH}_4$ ), мг/л	0,1	0,3	0,8	0,3	1,6
Нитриты ( $\text{NO}_2$ ), мг/л	0,2	0,9	0,3	0,5	0,6

В варианте смены 1/6 части объема воды три раза в неделю наблюдалась следующая морфологическая картина.

Вся почка состоит из сети канальцев, выстланных очень крупными кубическими клетками, ядра их мелкие, находятся в базальной линии клеток. Цитоплазма почечных клеток абсолютно прозрачна.

Высота кубического эпителия чуть меньше высоты эпителия в предыдущем опыте и равна  $31,2 \pm 1,3$  мкм (табл. 1). Многие клетки не имеют ядер. Местами эпителиоциты разрушены и напоминают пустые пузыри. Диаметр просвета канальцев сужен и равен  $8,4 \pm 1,3$  мкм против  $11,0 \pm 0,9$  мкм. Уменьшается и диаметр самих канальцев до  $57,6 \pm 3,1$  мкм. Между канальцами находится соединительная ткань. По сравнению с предыдущим опытом наблюдается разрастание соединительной ткани, в которой очень мало межклеточного вещества. Ее клетки и ядра полиморфны, во всех ядрах имеется 1–2 крупных ядрышка. Клетки довольно плотно прилегают друг к другу. Их цитоплазма базофильна, содержит мелкую зернистость. Возможно, это кроветворная ткань, где формируются амебоидные клетки, найденные в сосудах. Почечные канальцы анастомозируют друг с другом. В почке имеется большое количество кровеносных сосудов (лакун), наполненных тканевой жидкостью. В канальцах находится очень большое количество округлых глыбок или кристаллов коричневого цвета разных размеров. Их появление в большом количестве возможно связано с разрушением раковины у ампулярий.

Температура поддерживалась на уровне  $+26,5$  °С, вода в этом варианте опыта имела слабощелочную реакцию ( $pH = 8,0$ ) с гидрохимическими показателями:  $NH_4$  (аммонийный азот) – 0,3 мг/л (норма  $N = 0,1-0,2$  мг/л);  $NO_2$  (нитриты) – 0,9 мг/л (норма  $N = 0,1-0,2$  мг/л, табл. 2). У 5 особей из 20 были отмечены повреждения раковины.

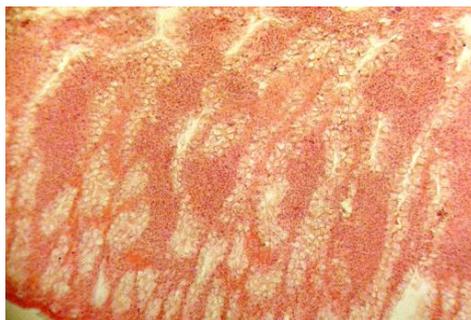


Рис. 1. Морфофункциональное состояние почек ампулярии, выращенной на смене 1/2 объема воды

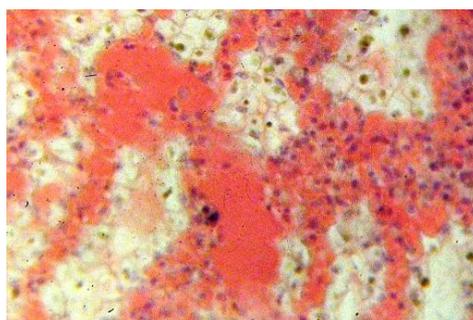


Рис. 2. Морфофункциональное состояние почек ампулярии, выращенной на смене 1/6 объема воды

Нами было также изучено изменение морфофункционального состояния почек ампулярий в зависимости от типа корма. В конце опыта в аквариуме, где ампулярии получа-

ли растительный корм (контроль, табл. 3 и 4), масса одной ампулляррии в среднем составила  $12,9 \pm 0,4$  г, прибавка массы одной ампулляррии в среднем составила 10,3 г.

Вся почка состоит из канальцев, выстланных кубическим эпителием средних размеров. Высота клеток кубического эпителия  $15,4 \pm 0,1$  мкм, ядра клеток эпителия мелкие, находятся в базальной их части. Многие эпителиоциты не имеют ядер. Их цитоплазма прозрачна. Некоторые содержат гранулы в апикальных частях клеток.

Диаметр просвета канальцев  $12,8 \pm 0,9$  мкм, диаметр канальцев –  $44,9 \pm 2,6$  мкм. Между канальцами находится соединительная ткань, в которой почти нет межклеточного вещества. Ее клетки и ядра полиморфны, во всех ядрах имеется 1–2 крупных ядрышка. Клетки довольно плотно прилегают друг к другу. Их цитоплазма базофильна, содержит мелкую зернистость. В канальцах встречается незначительное количество глыбок. Почечные канальца анастомозируют друг с другом. Открываются канальцы в общий выводной проток.

Результаты опыта в первом варианте в аквариуме с растительным кормом: исходная масса одной ампулляррии составляла  $2,8 \pm 0,6$  г. Ампулляррий содержали при температуре  $+23,3$  °С в слабощелочной среде (рН = 7,9), с гидрохимическими показателями:  $\text{NH}_4$  (аммонийный азот) – 0,3 мг/л (норма N = 0,1–0,2 мг/л);  $\text{NO}_2$  (нитриты) – 0,5 мг/л (норма N = 0,1–0,2 мг/л, табл. 2).

Масса одной ампулляррии, получавшей комбикорм для рыб, в конце опыта составила в среднем  $17,7 \pm 1,8$  г, прибавка массы одной ампулляррии в среднем составила 15,0 г (табл. 3 и 4). В этом варианте кормления, не свойственного для ампулляррий в природе, в почках отмечены значительные изменения в состоянии клеток эпителия. Кубический эпителий, выстилающий канальца почек, местами потерял апикальную часть. У других клеток ядро и цитоплазма разрушились, клетки приобрели вид пустого пузыря, причем у таких «пузырчатых» клеток разрушились и боковые стенки. Высота кубического эпителия увеличилась в 2 раза по сравнению с контролем ( $28,6 \pm 0,9$  мкм), а диаметр просвета канальца остался почти такой же ( $13,2 \pm 2,2$  мкм). Кубический эпителий очень крупный, цитоплазма прозрачная, ядра мелкие, находятся в базальной части клеток. Большинство почечных клеток не имеют ядер.

Диаметр канальцев по сравнению с контролем значительно увеличился ( $62,5 \pm 2,2$  мкм). В почке имеется большое количество лакун, наполненных тканевой жидкостью. В этих сосудах встречаются амебовидные клетки. Между канальцами отмечено разрастание соединительной ткани.

Результаты опыта во втором варианте в аквариуме с комбикормом для рыб: исходная масса одной ампулляррии составляла  $2,8 \pm 0,6$  г. Ампулляррий содержали при температуре  $+23,3$  °С в слабощелочной среде (рН = 7,7), с гидрохимическими показателями:  $\text{NH}_4$  (аммонийный азот) – 1,6 мг/л (норма N = 0,1–0,2 мг/л);  $\text{NO}_2$  (нитриты) – 0,6 мг/л (норма N = 0,1–0,2 мг/л, табл. 2).

В результате опыта в аквариуме, где ампулляррий кормили мясом креветок, средняя масса одной ампулляррии в конце опыта составила  $10,3 \pm 1,6$  г, прибавка массы одной ампулляррии в среднем составила 7,7 г (табл. 3 и 4).

Клетки, выстилающие почечные канальцы, у этих улиток разной высоты и формы, многие эпителиоциты потеряли апикальную часть. Встречаются клетки, имеющие вид пустого пузыря. Высота кубического эпителия по сравнению с контролем увеличилась в 2 раза ( $28,6 \pm 1,3$  мкм), а диаметр просвета канальцев незначительно уменьшился ( $11,9 \pm 0,9$  мкм). Диаметр канальца увеличился по сравнению с контролем, но незначительно ( $55,0 \pm 3,1$  мкм).

Результаты опыта в третьем варианте в аквариуме с мясом креветок: исходная масса одной ампулляррии составляла  $2,8 \pm 0,6$  г. Ампулляррий содержали при температуре  $+23,4$  °С в слабощелочной среде (рН = 7,9), с гидрохимическими показателями:  $\text{NH}_4$  (аммонийный азот) – 0,8 мг/л (норма N = 0,1–0,2 мг/л);  $\text{NO}_2$  (нитриты) – 0,3 мг/л (норма N = 0,1–0,2 мг/л, табл. 2).

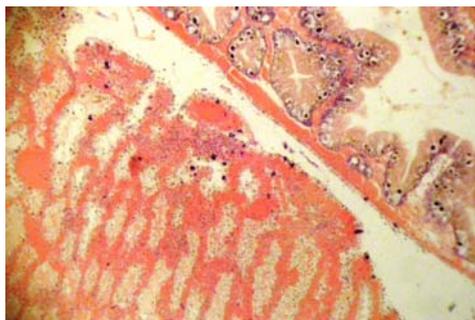


Рис. 3. Морфофункциональное состояние почек ампулярии, выращенной на растительных кормах



Рис. 4. Морфофункциональное состояние почек ампулярии, выращенной на комбикормах для рыб

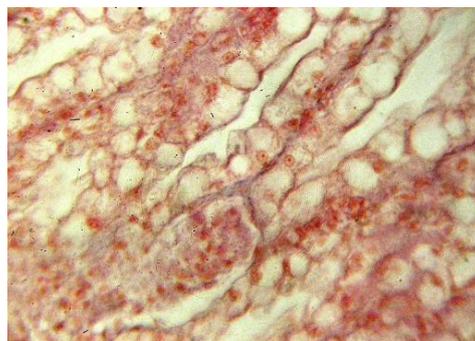


Рис. 5. Морфофункциональное состояние почек ампулярии, выращенной на мясе креветок

Таким образом, совершенно очевидна зависимость состояния почек и раковины, а также роста ампулярий от условий среды обитания и типа кормов. При накоплении аммонийного азота и нитритов (в вариантах недостаточного обмена воды) наблюдаются нарушения морфофункционального состояния почек, а в экспериментах с различными кормами – снижение весового прироста.

В зависимости от вида кормов вес улиток спустя 2 мес максимален в варианте кормления комбикормом для рыб, за ним следует растительный корм и на последнем месте – мясо креветки (табл. 3 и 4).

В результате анализа состояния клеточных структур почки в хроническом опыте установлено, что при смене 1/2 объема воды 3 раза в неделю наблюдалось нормальное состояние клеток, а при недостаточном водообмене (смена 1/6 части объема – 3 раза в неделю) появлялись как нарушения на клеточном уровне, так и организменном (разрушение раковины у 25 % особей).

Таблица 3

**Морфометрические показатели структуры почек неполовозрелых ампуллярий в различных вариантах опытов по кормлению**

Опыты	Высота кубического эпителия, мкм	Диаметр канальца, мкм	Диаметр просвета, мкм
Мясной корм	28,6 ± 1,3	55,0 ± 3,1	11,9 ± 0,9
Растительный корм	15,4 ± 0,1	44,9 ± 2,6	12,8 ± 0,9
Комбикорм для рыб	28,6 ± 0,9	62,5 ± 2,2	13,2 ± 2,2

Таблица 4

**Изменение массы ампуллярий при разных вариантах кормления**

Длительность опыта, дни	Вес одной ампуллярии на начало эксперимента, г			Вес одной ампуллярии на конец эксперимента, г		
	Растительный корм	Мясо креветки	Комбикорм для рыб	Растительный корм	Мясо креветки	Комбикорм для рыб
60	2,8 ± 0,6	2,8 ± 0,6	2,8 ± 0,6	12,9 ± 0,4	10,3 ± 1,6	17,7 ± 1,8

**Литература**

1. **Артишевский, А. А.** Гистология с техникой гистологических исследований / А. А. Артишевский и др. – М. : Высшая школа, 1999. – С. 15–35.
2. **Волкова, О. В.** Основы гистологии с гистологической техникой / О. В. Волкова, Ю. К. Елецкий. – 2-е изд. – М. : Медицина, 1982. – С. 142–256.
3. **Вельш У.** Введение в цитологию и гистологию животных / У. Вельш, Ф. Шторх. – М. : Мир, 1976. – С. 183–185.
4. **Макрушин, А. В.** Гистопатологические обследования беспозвоночных Рыбинского водохранилища / А. В. Макрушин // Вторая Всесоюзная конф. по рыбохозяйственной токсикологии, посвященная 100-летию проблемы качества воды в России. – СПб., 1991. – Т. 2. – С. 56–58.
5. **Нуралиева, Р. С.** Морфофункциональная характеристика печени ампуллярии *Rotascea bridgesii* в различных условиях выращивания / Р. С. Нуралиева, Ю. В. Алтуфьев // Естественные науки. – 2007. – № 3. – С. 32–37.
6. **Ромейс, Б.** Микроскопическая техника / Б. Ромейс. – М. : Иностранная литература, 1953. – 720 с.
7. **Сборник** нормативно-технологические документации по товарному рыбоводству. – М. : Агропромиздат, 1986. – Т. 2. – С. 56–63.

УДК 639.2.081.8

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СВЕТОВЫХ ПОЛЕЙ  
СЕЛЕКТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА В СИСТЕМАХ ЛОВА РЫБЫ**

**М.Р. Кадырбердиева, А.М. Лихтер, Е.А. Спатарь, Е.Ю. Степанович**  
Астраханский государственный университет  
Россия, 414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а  
тел. (8512) 61-08-84, факс (8512) 25-17-18, E-mail: aspu@aspu.ru

**Э.О. Черемных**  
Гимназия № 3  
Россия, 414000, г. Астрахань, ул. Шаумяна, 1а  
тел. (8512) 22-95-81, факс (8512) 22-91-71, E-mail: mou-gimnaz3@mail.ru

Для управления поведением рыбы в процессе лова часто используют промышленные физические поля различной природы [4]. В частности, в нашем регионе большое распространение получил метод лова каспийской кильки с применением световых полей искусственных источников. В связи с уменьшением запасов рыб и усложнением условий промысла актуальное значение имеет совершенствование управления процессом лова. В случае применения световых полей искусственных источников одним из условий повышения эффективности управления процессом лова и производительности лова является точное определение зоны действия источников и оптимизация их рабочих параметров [2].

При расчете эффективной освещенности, создаваемой селективным подводным источником света в точке А, примем, что показатель ослабления света  $\alpha(\lambda, L)$  в функции длины волны  $\lambda$  и расстоянии L на участке от 0 до L равен некоторому значению  $\alpha_{cp}(\lambda)$ , тогда:

$$E_{\lambda}(L) = \frac{683}{L} \cdot \int_0^L \exp[-\alpha_{cp}(\lambda)] \cdot I(\lambda) \cdot v_p(\lambda) d\lambda, \quad (1)$$

где  $I(\lambda)$  – функция спектральной пространственной плотности излучения источника;  $v_p(\lambda)$  – функция относительной спектральной чувствительности глаза рыбы.

Немонохроматические источники излучения, в частности, лампы накаливания, могут варьировать как мощность излучателя, так и рабочий диапазон волн и характеризуются меньшим уровнем шумов [3].

В качестве нити накала используются вольфрам, тантал, цирконий, платина, уголь и другие. Наиболее полно изучены вольфрам и тантал. На основе экспериментальных данных [1] аппроксимированы зависимости спектральной излучательной способности при различных температурах для вольфрама:

$$\begin{aligned} \varepsilon(\lambda)_{T=1400K} &= 0,4790 + 0,1260 \cdot \lambda - 0,3180 \cdot \lambda^2 + 0,0956 \cdot \lambda^3, \\ \varepsilon(\lambda)_{T=2000K} &= 0,4935 + 0,0203 \cdot \lambda - 0,2241 \cdot \lambda^2 + 0,0815 \cdot \lambda^3, \\ \varepsilon(\lambda)_{T=2400K} &= 0,5130 - 0,0723 \cdot \lambda - 0,1312 \cdot \lambda^2 + 0,0561 \cdot \lambda^3 \end{aligned} \quad (2)$$

и тантала:

$$\begin{aligned} \varepsilon(\lambda)_{T=1400K} &= 0,3124 + 0,3128 \cdot \lambda - 2,3805 \cdot \lambda^2 + 1,0241 \cdot \lambda^3, \\ \varepsilon(\lambda)_{T=2000K} &= 0,4944 + 0,3986 \cdot \lambda - 1,1188 \cdot \lambda^2 + 0,5224 \cdot \lambda^3, \\ \varepsilon(\lambda)_{T=2400K} &= 0,5986 - 0,1450 \cdot \lambda - 0,3503 \cdot \lambda^2 + 0,2124 \cdot \lambda^3 \end{aligned} \quad (3)$$

Функции спектрально-температурных зависимостей энергии излучения серого тела получим, умножив функцию Планка для излучения абсолютно черного тела:

$$I_{a.ч.т}(\lambda, T) = c_1 \lambda \cdot \left( \exp(c_2 / (\lambda \cdot T)) - 1 \right)^{-1}, \quad (4)$$

где  $c_1 = 3,77 \cdot 10^{-4}$  Дж · мкм<sup>2</sup>/с;  $c_2 = 1,44 \cdot 10^{-4}$  мкм · К, на излучательную способность этого вещества:

$$I_{c.т}(\lambda, T) = [a_0(T) + a_1(T) \cdot \lambda + a_2(T) \cdot \lambda^2 + a_3(T) \cdot \lambda^3] \cdot I_{a.ч.т}(\lambda, T) \quad (5)$$

По экспериментальным данным [4] определим температурную зависимость коэффициентов разложения  $a_0, a_1, a_2, a_3$  (табл. 1, 2).

Таблица 1

**Температурная зависимость коэффициентов разложения для вольфрама**

Длина волны, мкм	Температура, К			
	1200	1600	2000	2400
0,3	0,486	0,480	0,477	0,468
0,4	0,482	0,476	0,470	0,464
0,5	0,474	0,466	0,459	0,450
0,6	0,461	0,451	0,441	0,431
0,7	0,446	0,436	0,426	0,416

Таблица 2

**Температурная зависимость коэффициентов разложения для тантала**

Длина волны, мкм	Температура, К			
	1200	1600	2000	2400
0,3	0,532	0,514	0,512	0,504
0,4	0,525	0,504	0,467	0,475
0,5	0,482	0,485	0,432	0,425
0,6	0,451	0,452	0,427	0,431
0,7	0,418	0,411	0,4	0,38

Результаты исследования изменения эффективной освещенности  $E_d(\lambda, T)$  в зависимости от различных параметров элементов рыбопромысловых систем для некоторых экологических групп рыб представлены на рис. 1.

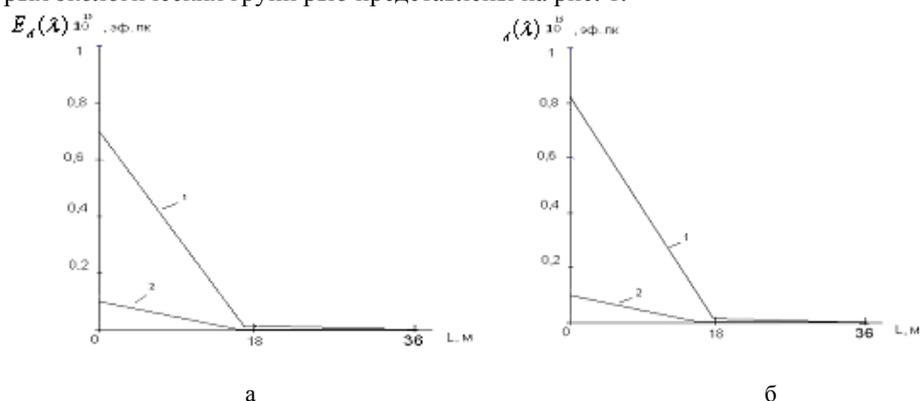


Рис. 1. Зависимость эффективной освещенности от расстояния до объекта лова (кильки) при дневном (а) и ночном (б) режимах естественной освещенности,  $T = 1400$  К, прозрачность воды по диску Секки  $x_c = 3,5$  м, 1 – для вольфрама, 2 – для тантала

Анализ результатов расчета эффективной освещенности, создаваемой селективным подводным источником света в точке А, показывает, что увеличение прозрачности воды и температуры излучателя приводят к увеличению эффективной освещенности. Как при ночном, так и при дневном режимах естественной освещенности, в водоеме эффективная освещенность отличается только в пределах одного порядка.

В существующих математических моделях для расчета эффективной освещенности, создаваемой селективными надводными источниками света, не был учтен ряд важных факторов, в частности, дисперсия показателя преломления света в воде.

С учетом этого явления формула для расчета эффективной освещенности, создаваемой надводным источником света в точке А, преобразуется к виду:

$$E_A(\lambda) = 683 \int_{0.3}^{0.7} \tau_\varphi(\lambda) * \left( \frac{h}{\cos \varphi} + \frac{H}{\cos \beta(\lambda)} \right)^{-2} I_\varphi(\lambda) v_\rho(\lambda) \exp \left[ \frac{-\alpha(\lambda) * H}{\cos \beta} - \frac{h * 3.5}{S_M * \cos \varphi} \right] d\lambda, \quad (6)$$

где  $\tau_\varphi(\lambda)$  – отношение яркости преломленного луча к яркости луча, падающего на поверхность воды под углом  $\varphi$ ;  $\beta$  – угол преломления, град;  $h$  – высота источника света над водой, м;  $H$  – глубина горизонта лова, м;  $S_M$  – метеорологическая дальность видимости, м;  $\alpha(\lambda)$  – усредненное значение функции  $\alpha(\lambda, H)$ , характеризующее изменение показателя ослабления света источника по спектру,  $m^{-1}$ ;  $\lambda$  – длина волны, м.

В качестве примера на рисунке 2 представлены зависимости эффективной освещенности, рассчитанной по формуле (6), от различных параметров при использовании некоторых селективных излучателей.

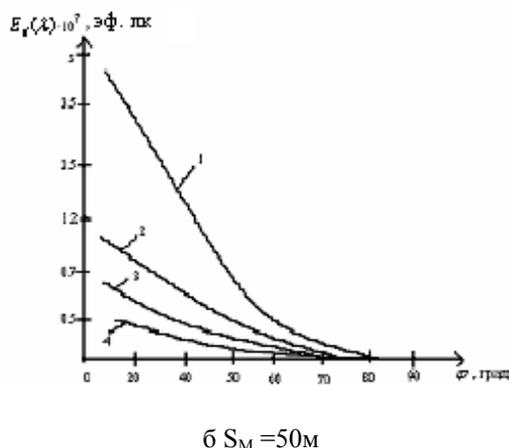
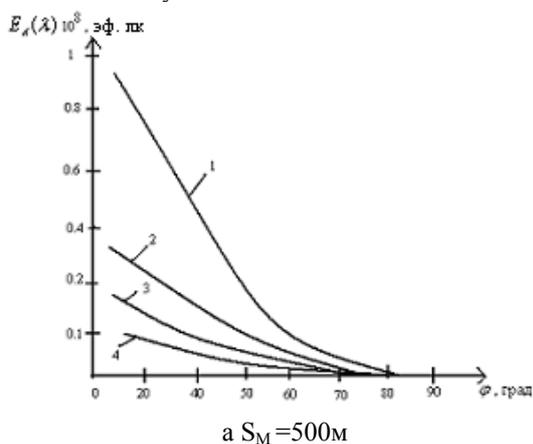


Рис. 2. Зависимость эффективной освещенности от угла падения света:  
 1 – ртутная лампа, 2 – СТИ, 3 – танталовая лампа, 4 – вольфрамовая лампа,  
 $h = 10$  м,  $H = 35$  м,  $x_c = 3,5$  м, объект лова – килька в условиях темновой адаптации

Далее в качестве селективного источника света рассмотрим один из наиболее распространенных в практике лова источник с вольфрамовой нитью накала.

Результаты расчета зависимостей эффективной освещенности, создаваемой селективным надводным источником света, от ряда параметров рыбопромысловой системы приведены на рисунках 3–5.

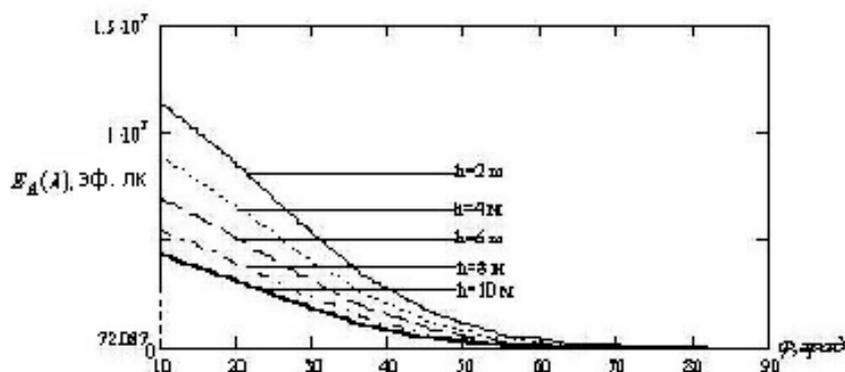


Рис. 3. Зависимость эффективной освещенности от угла падения света и высоты подвеса источника:  $H = 35$  м,  $S_M = 50$  м,  $x_c = 3,5$  м, объект лова – килька в условиях световой адаптации

Как следует из анализа рисунка 3, эффективная освещенность при прочих равных показателях при уменьшении высоты подвеса источника в 5 раз увеличивается примерно в 2,5 раза. Эффективная освещенность уменьшается почти на порядок при увеличении угла падения света от  $0^\circ$ , в частности, при увеличении угла падения света до  $75^\circ$  эффективная освещенность практически равна 0.

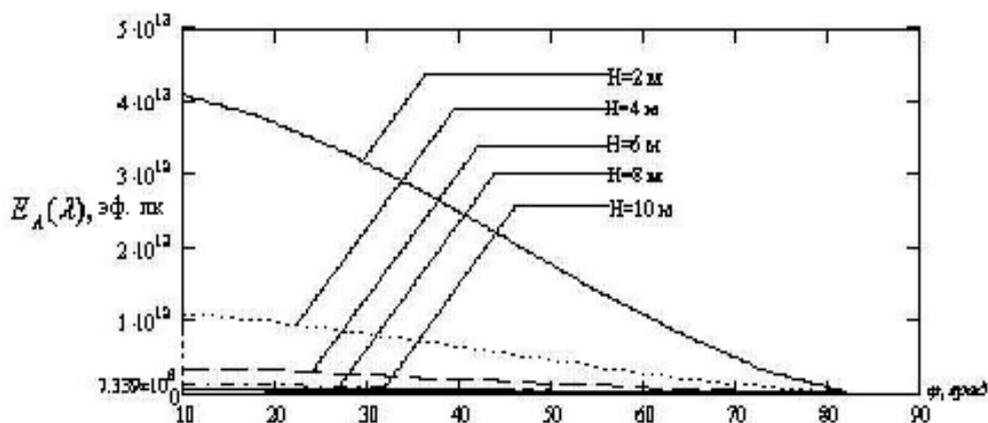


Рис. 4. Зависимость эффективной освещенности от угла падения света и глубины горизонта лова:  $h = 2$  м,  $S_M = 50$  м,  $x_c = 3,5$  м, объект лова – килька в условиях световой адаптации

Как следует из анализа рисунка 4, эффективная освещенность при прочих равных показателях при увеличении глубины горизонта лова в 5 раз уменьшается примерно в 450 раз. Также эффективная освещенность уменьшается при увеличении угла падения света от  $0^\circ$  до  $80^\circ$  примерно в 800 раз.

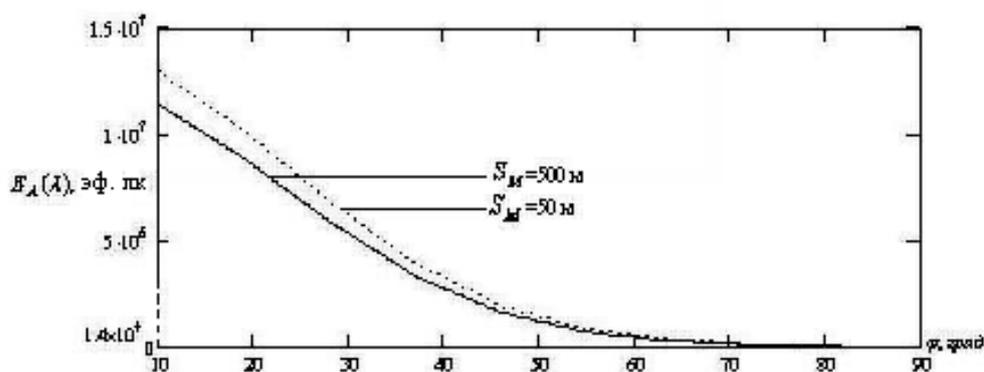


Рис. 5. Зависимость эффективной освещенности от угла падения света и метеорологической дальности видимости:  $h = 2$  м,  $H = 35$  м,  $x_c = 3,5$  м, объект лова – килька в условиях световой адаптации

Как следует из рисунка 5, эффективная освещенность при прочих равных показателях при увеличении метеорологической дальности в 10 раз практически не изменяется. Также эффективная освещенность уменьшается при увеличении угла падения света от  $0^\circ$  до  $82^\circ$  примерно в 230 раз.

Итак, нами получены следующие результаты:

1. Получены уточненные математические модели для расчета эффективной освещенности, создаваемой подводными и надводными селективными источниками света в водоеме.
2. Исследованы зависимости эффективной освещенности, создаваемой селективными источниками света, от ряда параметров рыбопромысловой системы.
3. Результаты расчетов предназначены для выработки рекомендаций по применению искусственных источников света с заданными параметрами и прогнозированию технико-экономических показателей систем управления ловом рыбы, в частности, каспийской кильки.

#### Литература

1. **Брамсон, М. А.** Инфракрасное излучение нагретых тел / М. А. Брамсон. – М. : Наука, 1964. – 221 с.
2. **Лихтер, А. М.** Моделирование систем управления процессами лова рыбы / А. М. Лихтер. – Астрахань : ИД «Астраханский университет», 2007. – 315 с.
3. **Лихтер, А. М.** Оптимальное проектирование оптико-электронных систем / А. М. Лихтер. – Астрахань : ИД «Астраханский университет», 2004. – 240 с.
4. **Лихтер, А. М.** Управление физическими полями в рыболовстве / А. М. Лихтер, А. В. Мельников. – Астрахань : ИД «Астраханский университет», 2005. – 203 с.

## АННОТАЦИИ

---

---

**Быстрова И.В., Карабаева Г.З., Карабаева О.Г.** Природные особенности и оценка состояния ильменей Западной ильменно-бугровой равнины

*В статье рассматриваются результаты исследования ильменей Икрянинского района Астраханской области. Выявлено функциональное значение ильменей, дана их экологическая оценка. Осуществлен анализ морфологии и морфометрии, процессов зарастаемости и фотометрические свойства воды в ильменях. Даются рекомендации по предотвращению негативных последствий и улучшению современного состояния ильменей.*

**Воробьев Д.В., Воробьев В.И.** Физиолого-геохимические и экологические основы пресноводной аквакультуры в регионе дельты р. Волги

*В статье приведены многолетние физиолого-биохимические и эколого-геохимические данные, на основе которых построена парадигма применения микроэлементов в рыбоводстве.*

**Камакин А.М., Чиженкова О.А.** Макрофитобентос как составляющая донных биоценозов Северного Каспия

*В статье приведены результаты исследований, выполняемых КаспНИРХом, по изучению формирования и пространственного распространения фито- и зообентоса в западной части Северного Каспия. Данные сезонной и многолетней динамики биомассы и видового состава фитоценозов позволяют судить о состоянии экосистем этого района моря, а в сочетании с другими факторами среды – прогнозировать их дальнейшее развитие. Полученные данные по формированию фитобентических сообществ позволяют выделить на дне высококормные участки, а также прогнозировать приемную мощность по районам моря.*

**Bystrova I.V., Karabaeva G.Z., Karabaeva O.G.** Natural features and valuation of state of ilmens of the Western ilmen-hillock plain

*The results of the investigation of ilmens of Ikryaninsky district of Astrakhan region are considered in the article. Functional importance of ilmens is revealed. The analysis of morphology and morphometry as well as processes of overrunning with weeds and water photometric characteristics is carried out.*

*We give recommendation of negative results prevention and improvement of modern conditions of ilmens.*

**Vorobiev D.V., Vorobiev V.I.** Physiological-geochemical and ecological bases of freshwater aquaculture in the Volga delta

*The perennial physiological-biochemical and ecological-geochemical data, on which the paradigm of application of microelements in the fish-breeding is made, are stated in the article.*

**Kamakin A.M., Chizhenkova O.A.** Macrophytobenthos as a component of biocenosis of the Northern Caspian

*The article presents the results of the research done by CaspSIFI on the development and spatial distribution of phyto- and zoobenthos in the western part of the Northern Caspian. Data on seasonal and long-term dynamics of the biomass and species composition of phytocenosis make it possible to estimate the state of ecosystems in that part of the sea and, in combination with other environmental factor, to predict their further development. The data on the formation of phytobenthos communities indicate eutrophic areas in the northern Caspian Sea and forecast the carrying capacity depending on sea area.*

**Сигида Р.С.** Изменение природных условий и животного мира Центрального Предкавказья в современный период

*Исследования животного мира различных биоценозов Центрального Предкавказья показывают, что в начале XXI в. естественные ландшафты исследуемого региона трансформировались в антропогенные, причем во многих районах этот показатель достиг 90 %. Коренные изменения природных ландшафтов, в свою очередь, вызвали глубокие, зачастую необратимые изменения животного мира.*

**Дедова Ю.И., Шахмедова Г.С.** Наследование элементов продуктивности у гибридов хлопчатника при отдаленно-географических скрещиваниях

*Представлены результаты наследования гибридов F<sub>1</sub> при отдаленно-географических скрещиваниях по числу коробочек и урожайности хлопка-сырца одного растения. Установлено, что наследование небольшое – 0,17 и 0,13, поэтому отбор малоэффективен.*

**Пригаров М.А.** Метод Браун-Бланке в изучении адвентивной флоры

*Дан обзор возможностей применения метода Браун-Бланке в изучении адвентивной флоры. Метод позволяет получить богатые фактические данные о видовом составе адвентивной флоры. Синтаксоны Браун-Бланке формируют синтаксономическое пространство для анализа адвентивной флоры, а фитосоциологический спектр успешно раскрывает ее характерные особенности. Приводятся конкретные результаты для территории Брянской области.*

**Джандарова Т.И., Кудрявцева Ю.В., Юшкова Л.Н.** Организация циркадианных ритмов содержания норадреналина и дофамина в крови при дисфункции окощитовидных желез

*Гипо- и гиперпаратиреоз и вызванные ими гипо- и гиперкальциемия сопровождаются достоверным изменением уровня и суточной динамики норадреналина и дофамина в крови, существенными амплитудно-фазовыми нарушениями их циркадианных ритмов как в условиях обычного светового режима, так и после смещения режима освещения.*

**Sigida R.S.** The current changes of natural conditions and fauna in the Central Ciscaucasia in the modern period

*The researches of fauna of different biocenoses in the Central Ciscaucasia demonstrate that at the beginning of the XXI century natural landscapes transformed into anthropogenic ones, in some areas this indicator reached 90 %. Marked changes of natural landscapes resulted in drastic and irreversible changes of fauna.*

**Dedova Yu.I., Shakhmedova G.S.** Inheritance of elements of productivity of cotton hybrids by distance-geographic hybridization

*The results of research of inheritance of hybrids F<sub>1</sub> by distance-geographic hybridization on number of boxes and yield of cotton-wool of one plant are given. It is found that the inheritance is small – 0,17 and 0,13, therefore selection is low-effective.*

**Prigarov M.A.** Braun-Blanquet method in studying adventive flora

*The complex studying of the adventive flora proposes using the Braun-Blanquet method. This method it possible to get rich actual facts about the species composition of the adventive flora. Braun-Blanquet's syntaxons form syntaxonomical space for analysing the adventive flora and the phytosociological spectrum successfully reflects its geographical and ecological characteristics. The concrete results for the territory of Bryansk region are given.*

**Dzhandarova T.I., Kudryavtseva Yu.V., Yushkova L.N.** Organization of circadian rhythms of the content of noradrenaline and dopamine in blood at dysfunction of parathyroids

*Hypo- and hyperparathyroidism and called by them hypo- and a hypercalcemia are accompanied by reliable level variation and circadian dynamics of noradrenaline and dopamine in blood, essential amplitude-phase abnormalities of their circadian rhythms both in conditions of routine light mode and after offset of a mode of lighting.*

**Касимова С.К., Кондратенко Е.И., Ломтева Н.А.** Возрастная динамика изменения температуры кожи лица женщин после грязевых аппликаций

*Проведено изучение влияния аппликаций лечебной сульфидно-иловой грязи соленого озера Малое Лиманское Лиманского района Астраханской области на изменение температуры кожи лица. Аппликации наносились на кожу лица в области щек и лба женщин-добровольцев разных возрастных групп. Наиболее выраженный эффект наблюдался у испытуемых старших возрастных категорий, что непосредственно связано с микроциркуляцией кожи.*

**Кувалдина Е.В., Вангулова М.А., Джандарова Т.И.** Особенности состояния кардиореспираторной системы у девочек 14–15 лет, занимающихся спортом

*Как следует из полученных данных, у девочек в возрасте 14–15 лет, занимающихся баскетболом, установлено снижение частоты сердечных сокращений, преобладание парасимпатических влияний на сердечный ритм. Исследование функции внешнего дыхания у них выявило увеличение скоростных показателей кривой «поток – объем», что свидетельствует о снижении бронхиального сопротивления как крупных, так и средних и мелких бронхов. Выявленные изменения указывают на оптимальную перестройку сердечной деятельности и бронхолегочного аппарата под воздействием систематических физических нагрузок.*

**Маслов А.К., Ющенко А.А.** Возможности прогнозирования эффективности терапии и риска возникновения рецидива лепры

*В течение 14 лет проводилось сравнительное изучение активности миелопероксидазы (МП) лепрозных макрофагов больных лепрой BT, BL LL типов с эффективностью терапии, сроками достижения клинического регресса, риском возникновения и частотой рецидивов заболевания. Показано, что на основании степени активности МП фагоцитов можно прогнозировать степень регресса и риск возникновения рецидива лепры.*

**Kasimova S.K., Kondratenko E.I., Lomteva N.A.** The age dynamic of change of temperature of face skin of women after mud application

*The influence of application of sulfide sild therapeutic muds of salt lake Maloe Limanskoe of Limansky district of Astrakhan region on the temperature change of face skin is research. The mud application was laid on face skin of forehead and cheeks of women of different age group. The most evident effect had women of older age that is connected with skin microcirculation activation.*

**Kuvaldina E.V., Vangulova M.A., Dzhandarova T.I.** Features of state of cardiorespiratory system for the girls of 14–15 who are going in for sports

*As follows from received data, for girls at the age of 14–15 engaging basketball, drop of frequency of cardiac reductions, predominance of parasympathetic influences on cardiac rhythm is established. Probe of function of external respiration for them has revealed increase of high-speed parameters of curve «torrent – volume» that testifies to drop of bronchial resistance of both large and mean and small-sized bronchuses. The revealed changes indicate optimal rearrangement of cardiac activity and bronchopulmonary apparatus under the influence of regular exercise stresses.*

**Maslov A.K., Yushchenko A.A.** Possibilities of predictability of therapy efficiency and risk of lepra relapse

*In the course of 14 years there have been carried out the comparative study of myeloperoxidase (MP) activity found in leprous macrophages BT, BL, LL types from lepra diseased people, the therapy efficiency, the clinical regress attainment time, the risk of emergence and the frequency of disease relapses. There have been shown that according to the MP phagocytes activity degree, the regress extent and the risk of lepra relapse emergence are possible to be predicted.*

**Нестеров Ю.В., Теплый Д.Л., Чумакова А.С.** Возрастная динамика и тканеспецифические особенности свободнорадикальных процессов внутренних органов и центральной нервной системы белых крыс

*В эксперименте проведен сравнительный анализ уровня перекисного окисления белков и липидов в различных тканях крыс разного постнатального возраста. Выявлена возрастная динамика свободнорадикальных процессов у интактных животных, которая определяется тканевой спецификой; при этом в ряде органов обнаружены разнонаправленные изменения двух показателей свободнорадикального процесса, связанные с возрастом уровня окислительной деструкции белков и интенсивности перекисного окисления липидов.*

**Нуралиева Р.С., Алтуфьева Н.С.** Морфофункциональная характеристика почек ампулярии *Pomacea bridgesii* в условиях промышленного выращивания

*В работе представлены результаты выращивания ампулярии и состояния ее почек в зависимости от гидрохимических условий содержания и вариантов кормления. Даются некоторые рекомендации по оптимизации показателей среды обитания и вариантам кормления ампулярий в условиях промышленного выращивания.*

**Кадырбердиева М.Р., Лихтер А.М., Спатарь Е.А., Степанович Е.Ю., Черемных Э.О.** Математическое моделирование световых полей селективных источников света в системах лова рыбы

*С учетом дисперсии показателя преломления света в воде построена уточненная математическая модель для расчета эффективной освещенности, создаваемой селективными источниками света в рыбопромысловой системе. Исследованы зависимости эффективной освещенности от угла падения света, глубины горизонта лова, высоты подвеса источника и метеорологической дальности видимости. Полученные результаты могут быть использованы для выработки рекомендаций по применению искусственных источников света с заданными параметрами.*

**Nesterov Yu.V., Teply D.L., Chumakova A.S.** Age dynamics and tissue-specific features of free radical processes of inner organs and central nervous system of white rats

*Comparative analysis of proteins and lipids peroxidation level in different tissues of different age rats was done at the experiment. Age dynamics of intact animals free radical processes which is determined with tissue specific was revealed. During this process different changes of two indicators of free radical process connected with level of proteins oxidation destruction and intensity of lipids peroxidation were discovered.*

**Nuralieva R.S., Altufieva N.S.** Morphofunctional characteristics of kidneys of ampulary of *Pomacea bridgesii* in conditions of industrial growing

*The article deals with the results of mollusk *Pomacea bridgesii* growth and the state of its kidneys in accordance with hydrochemical conditions and feeding variants. The recommendations about conditions of the most important factors of environment and feeding are given for implementing commercial production.*

**Kadyrberdieva M.R., Likhter A.M., Spatar E.A., Stepanovich E.Yu., Cheremnykh E.O.** Mathematical modelling of light fields of selective light sources in systems fishing

*In view of dispersion of parameter of refraction of light in water, the specified mathematical model for calculation of the effective light exposure created by selective light sources in fishery system is constructed. Dependences of effective light exposure on a corner of falling of light, depth of catching horizon, level above water where source is, and meteorological visibility range are investigated. The received results can be used for development of recommendations for application of artificial light sources with the given parameters.*

## ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

---

---

Цель журнала – способствовать развитию естественнонаучных исследований в соответствии с современными тенденциями науки о природе и совершенствованию технологий преподавания естественных наук в системе образовательных структур.

Журнал публикует теоретические, обзорные (проблемного характера) и экспериментально-исследовательские статьи по всему спектру естественнонаучных проблем химии, физики, математики, биологии, наук о Земле, истории естествознания, краткие сообщения и информацию о новых методах экспериментальных исследований, а также работы, освещающие современные технологии преподавания естественных наук.

Также журнал помещает информацию о юбилейных датах, новых публикациях издательства университета по естественнонаучным проблемам, информацию о предстоящих и о прошедших научных конференциях, симпозиумах, съездах. В журнале печатаются материалы, ранее не публиковавшиеся в других периодических изданиях.

Объем журнала – 8–10 п.л.

Периодичность издания – 4 раза в год.

Объем публикаций: обзорные статьи – до 1 п.л. (16 стр.), оригинальные статьи – до 0,5 п.л. (8–10 стр.), информация о юбилейных датах, конференциях и т.п. – до 0,2 п.л.

**Оформление статьи.** Редактор Word Windows; шрифт Times New Roman, 14, межстрочный интервал – 1, бумага формата А4; поля: левое – 2,5 см, правое – 2,5 см, верхнее и нижнее – 2,5 см, красная строка – 1,27 см, нумерация страниц обязательна. Возможна публикация на английском языке.

**Оформление «шапки».** Наверху по центру – название статьи (заглавные буквы, шрифт Times New Roman, 16). Через 1 интервал – инициалы и фамилия автора (кегль 14), через 1 интервал – название учреждения (организации), адрес, телефон, электронный адрес.

**Размерность всех величин** – в размере СИ; названия химических соединений – в соответствии с рекомендациями ИЮПАК.

**Литература** оформляется в соответствии с ГОСТом 7.1–2003 (шрифт Times New Roman, 10) **в алфавитном порядке**. Страницы указывать обязательно. Нумерация ссылок по тексту (в квадратных скобках). Примеры оформления литературы:

1. **Бахвалов, Н. С.** Численные методы / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков ; под общ. ред. Н. И. Тихонова. – 2-е изд. – М. : Физматлит, 2002. – 630 с. – (Технический университет. Математика). – ISBN 5-93208-043-4.

2. **Боголюбов, А. Н.** О вещественных резонансах в волноводе с неоднородным заполнением / А. Н. Боголюбов, А. Л. Делицын, М. Д. Малых // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 3. Физика. Астрономия. – 2001. – № 5. – С. 23–25.

**Таблицы.** Шрифт Times New Roman, 10. Ширина таблицы – 13 см, книжный разворот. В правом углу слово «Таблица» с порядковым номером, через 1 интервал – заголовок таблицы (жирным, по центру, 10).

**Формулы.** Надстрочные и подстрочные индексы – шрифт Times New Roman, 11; математические символы – шрифт Times New Roman, 18; буквы греческого алфавита – шрифт Times New Roman, 14. Формулы набирать без отступа от левого края. Путь: «Вставка», команда «Объект», редактор формул «Microsoft Equation».

**Фотографии,** рисунки, диаграммы, графики, схемы только черно-белые. Ширина рисунков, фотографий, диаграмм, графиков, схем не более 13 см; надписи внутри рисунков, графиков и т.д. – Times New Roman, 10. Подрисуночная надпись – Times New Roman, 10, не жирным.

В адрес редакции просим направлять в твердой папке:

☞ компьютерный печатный текст статьи с полным набором иллюстративного материала и таблиц (1 экз.);

☞ дискету 3,5 (1,44 М) или CD с текстом статьи (один файл, содержащий текст и весь иллюстративный материал). Убедительная просьба проверять дискеты на наличие вирусов!

☞ в конце статьи на русском и английском языках приводится название, Ф.И.О. автора и краткое резюме (5–8 строк, шрифт Times New Roman, 12, курсив). Наличие английского резюме обязательно. Английское резюме должно точно соответствовать русскому. При неточном переводе резюме статья будет возвращена;

☞ к статье приложить сопроводительное письмо с указанием полных имен, отчеств и фамилий всех авторов, а также номера контактных телефонов.

**Адрес редакции:** 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1.

Ответственному секретарю Русаковой Елене Геннадьевне.

Примечание. Статьи, присылаемые без соблюдения указанных правил, приниматься не будут.

**ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ**

**ЖУРНАЛ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ  
И ПРИКЛАДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

**№ 2 (23)  
2008**

*Редактор С.Н. Лычагина  
Компьютерная правка, верстка Т.Н. Юсуповой*

Заказ № 1529. Тираж 500 экз. (первый завод 75 экз.).  
Уч.-изд. л. 10,0. Усл. печ. л. 14,0.

---

Издательский дом «Астраханский университет»  
414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 20  
тел./факс (8512) 54-01-87, тел. (8512) 54-01-89  
E-mail: asupress@yandex.ru