	Вестник Сыктывкарского университета (научный журнал)	Серия 2 биология геология химия экология	Выпуск 2 2012
---	--	---	------------------------------------

СОДЕРЖАНИЕ

От редакционной коллегии	3
СТАТЬИ	
<i>Ихтиология</i>	
Бознак Э.И. К вопросу о проникновении стерляди <i>Acipenser ruthenus</i> в бассейн р. Северная Двина.	4
<i>Ихтиопаразитология</i>	
Доровских Г.Н., Степанов В.Г. Сезонная динамика структуры компонентных сообществ паразитов гольяна <i>Phoxinus phoxinus</i> (L.).	13
Доровских Г.Н., Голикова Е.А. Паразитофауна щуки <i>Esox lucius</i> L. из бассейна верхней Печоры.	26
Доровских Г.Н. Паразитофауна <i>Pungitius pungitius</i> (Linnaeus, 1758) (Gasterosteidae Bonaparte, 1831) из водоемов северо-востока европейской части России.	33
<i>Ихтиопатология и гидрохимия</i>	
Доровских Г.Н. Локализация и встречаемость опухолей у гольяна <i>Phoxinus phoxinus</i> (L.) из бассейнов рек Северная Двина и Печора.	44
Доровских Г.Н., Мазур В.В., Петраков А.П. Гидрохимическая характеристика водотоков и содержание тяжелых металлов в органах и тканях гольяна <i>Phoxinus phoxinus</i> (L.).	53
<i>Физиология</i>	
Петрова Н.Б., Володин В.В. Действие экдистероид – содержащей субстанции Серпистен на физико-химические свойства мембраны эритроцитов и состояние симпато – адреналовой системы крыс.	67
Мищенко А.А., Златова Ю.Ю. Na^+/H^+ - обмен мембраны эритроцитов человека при действии адреналина <i>in vitro</i> .	89
Иванкова Ж.Е., Варварук И.Н. Кислотная резистентность эритроцитов человека в зависимости от рН и температуры.	94

Ботаника

Новаковская Т.В., Рогова Я.Б. Биоморфология и начальные этапы онтогенеза вероники длиннолистной <i>Veronica longivolia</i> L. в культуре ботанического сада СыктГУ.	104
Шушпанникова Г.С. Сообщества класса <i>Phragmito–Magnocaricetea</i> Klika in Klika et Novak, 1941 поймы рек Вычегда и Печора.	114
Кононова О.А., Шушпанникова Г.С. Мониторинг ценопопуляции <i>Gentiana cruciata</i> L. в Вологодской области.	131
Информация об авторах	139

РЕДКОЛЛЕГИЯ СЕРИИ 2

Г.Н. Доровских (ответственный редактор)
Н.Б. Петрова
Е.В. Попова

Адрес редакции
Вестника Сыктывкарского университета:
167001 Сыктывкар, Октябрьский пр., 55
Тел./факс (8212) 43-68-20

Главный редактор **В.А. Залевский**

Редактор С.Б. Свигзова
Верстка и компьютерный макет А.А. Ергаковой
Корректор О.В. Габова

Подписано в печать 09.02. 2012. Печать ризография.
Гарнитура Times New Roman. Бумага офсетная. Формат 70x108/16.
Усл.-печ.л. 16,6.
Заказ № 306. Тираж 100 экз.

ИПО СыктГУ
167023. Сыктывкар, ул. Морозова, 25

От редакционной коллегии

После шестилетнего перерыва подготовлен второй выпуск Вестника Сыктывкарского университета серии 2 (биология, геология, химия, экология). В выпуск вошли 12 статей преподавателей, аспирантов, студентов кафедры биологии и кафедры физики. Тематика публикаций отражает историю биологического направления в университете. Ныне существующая кафедра биологии организована в 2009 году в итоге слияния трех кафедр: кафедры зоологии (основатель доц. О.В. Петров), ботаники (основатель доц. Н.П. Акульшина) и физиологии человека и животных (основатель проф. Л.И. Иржак). Преподаватели, вошедшие в состав новой кафедры, естественно, сохранили свои научные интересы и продолжают работать в тех направлениях, что более 30 лет культивировались на химико-биологическом факультете, реорганизованном в 2011 году в Институт естественных наук.

Прошло совсем немного времени со дня объединения кафедр, коллектив новой объединенной кафедры еще не успел оформиться. Это длительный процесс. Однако люди работают, и это первая совместная попытка показать достижения складывающегося коллектива.

В «Вестнике...» представлены статьи по ихтиологии (доц. Э.И. Бознак), ботанике (доценты Т.В. Новаковская и Г.С. Шушпанникова), физиологии человека и животных (доценты Н.Б. Петрова, Ж.Е. Иванкова, А.А. Мищенко), ихтиопаразитологии, ихтиопатологии и гидрохимии (проф. Г.Н. Доровских, доценты Е.А. Голикова, В.Г. Степанов, аспирант В.В. Мазур). Эти произведения не только результат научно-педагогической деятельности преподавателей кафедры, но и дань уважения нашим учителям.

Проф. Г.Н. Доровских

ИХТИОЛОГИЯ

**К ВОПРОСУ О ПРОНИКНОВЕНИИ СТЕРЛЯДИ *ACIPENSER RUTHENUS*
В БАССЕЙН Р. СЕВЕРНАЯ ДВИНА****ON THE ISSUE OF PENETRATION OF STERLET INTO
NORTHERN DVINA RIVER BASIN****Э.И. Бознак***E.I. Voznak*

В статье проанализированы материалы, касающиеся появления стерляди в водоемах бассейна р. Северная Двина. Имеющиеся данные допускают как недавнее проникновение этого вида рыб, так и исторически длительное его обитание на данной территории. Однако аргументы, приводимые в пользу длительного обитания стерляди в данном бассейне, либо носят косвенный характер, либо имеют достаточно логичное объяснение. О недавнем проникновении свидетельствует не только распространение стерляди на европейском северо-востоке России, морфологическое сходство северодвинской и камской популяций и обедненная паразитофауна стерляди р. Северная Двина, но и нарушение по отношению к ней традиционной промысловой этики.

The analysis of materials about sterlet background in the Northern Dvina river basin was carried out. Available materials permit to suppose both: recent invasion of this fish and its native residence on this territory. However the arguments proving the native residence of sterlet in the Northern Dvina basin have either indirect evidence, or sufficiently coherent explanation. Evidence of recent invasion is not only a limited distribution of sterlet in the European North-East of Russia, a morphological similarity of Northern Dvina and Kama sterlet populations, and an impoverished parasite fauna of Northern Dvina sterlet, but also a breach of occupational ethics toward it.

Ключевые слова: рыбы, стерлядь, Северная Двина**Key words:** fish, sterlet, North Dvina

Введение

При исследовании видового состава рыб практически любого водоема неизбежно встает вопрос о длительности обитания того или иного вида в изучаемом районе. Выявление видов, проникших на данную территорию за счет деятельности человека в результате целенаправленной интродукции, акклиматизационных работ и саморасселения по гидротехническим сооружениям, позволяет более корректно проводить зоогеографический анализ, четче выявить этапы и пути формирования ихтиофауны.

На сегодняшний день в бассейне р. Северная Двина зарегистрировано 43 вида рыбообразных и рыб, причем, по крайней мере, 7 из них проникли в данный бассейн в результате акклиматизационных работ (горбуша и пелядь), саморасселения по каналам (белоглазка, чехонь, жерех и судак) [21; 24; 27 и др.] или случайного вселения (головешка-ротан) [5; 22].

Вопрос о длительности обитания стерляди в Северодвинском бассейне обсуждался неоднократно и до сих пор не имеет однозначного ответа. Ряд авторов связывают появление стерляди в Северной Двине со строительством в начале XIX в. системы каналов, связавшей Северодвинский и Камский бассейны [1; 3; 4; 10; 11; 23 и др.], другая точка зрения предполагает длительное (по крайней мере, с суббореального периода голоцена) обитание стерляди в водоемах этого бассейна [13; 19; 21; 26].

В данном сообщении на основе имеющихся данных о распространении стерляди в водоемах Европейского северо-востока России, ее морфологии и биологии, а также исторических свидетельств о стерляди р. С. Двина сделана попытка проанализировать основные аргументы, приводимые в пользу каждой из точек зрения.

Результаты

До недавнего времени на всей территории Европейского северо-востока России стерлядь обитала лишь в водоемах бассейна р. С. Двина, в соседних речных бассейнах данный вид рыб не отмечался. Однако позднее в целях акклиматизации и расширения естественного ареала стерлядь выпускалась в реки Печору (1928-1961), Мезень (1960-1963) и Онегу (1961-1968). Сейчас в реках Печоре и Онеге численность стерляди лимитируется, по-видимому, лишь наличием естественных нерестилищ [20]. В суббореальное время голоцена (2-3 тыс. лет назад) стерлядь обитала на территории современного бассейна р. Онеги, о чем свидетельствуют находки ее костных останков в неолитической стоянке на берегу оз. Воже [19].

По большинству меристических признаков и пропорциям головы стерлядь р. С. Двина близка к рыбам камского бассейна, однако обладает заметно более быстрым линейным ростом и хорошей упитанностью [15, 16; 26]. В питании се-

веродвинских особей преобладают дендрофильные и литореофильные формы хириноид и ручейников [26].

Интересной особенностью северодвинской стерляди является ее обедненная паразитофауна. Так, согласно данным К.И. Скрыбина [25], стерлядь бассейна р. С Двина в 30-х гг. XX века была полностью свободна от паразитов. В дальнейшем видовой состав паразитов стерляди был существенно расширен. У северодвинской стерляди были обнаружены такие специфические паразиты осетровых, как *Polypodium hydriforme* [Райкова, 1960 цит. по 26], *Acrolichanus auriculatum* [14], *Diclobothrium armatum* [28].

Отдельно следует рассмотреть историю обнаружения стерляди в бассейне р. С. Двина и особенно свидетельства авторов, побывавших здесь до момента постройки системы каналов.

По-видимому, наиболее раннее опубликованное свидетельство о наличии стерляди в бассейне р. С. Двина принадлежит Корнелию де Бруину, посетившему Архангельск в 1702 г. Он, в частности, упоминает о том, что в Северной Двине ловится стерлядь, и приводит ее рисунки [8]. К XVIII веку относится и упоминание стерляди в приходно-расходных ведомостях Холмогорского монастыря, где в 1718 г. упомянуто о покупке «10 осетров весом 7 пуд. 10 фунт. ... да стерлядей числом 17...» [7].

Интересно, что в литературных источниках начала XIX [17] века стерлядь в Северной Двине не упоминается, а первый достоверный случай поимки этой рыбы отмечен лишь в 1825 г. [Данилевский, 1862, цит. по 26]. Этим же автором высказывается предположение о проникновении стерляди в р. Сухону через Мариинскую систему каналов¹. На обнаружение в 1828 г. Л.И. Шренком стерляди в районе с. Усть-Пинеги указывает Л.С. Берг [1911, цит. по 26]. Первые сведения о промысле стерляди (хотя и довольно ограниченном) встречаются лишь в начале XX века. Так, Р.П. Якобсон [29] отмечает, что в бассейне р. Вычегды (Соль-Вычегодском, Яренском и Усть-Сысольском уездах) единственная товарная рыба – стерлядь – добывается не местными рыбаками, а пришлым населением.

Еще одна группа фактов носит скорее «этнографический» характер. Н.А. Остроумов [23] указывал на отсутствие коми названия у данного вида рыб. Этот аргумент, как справедливо указывает Л.Н. Соловкина [26], не является слишком убедительным, если вспомнить отсутствие местного названия у таких рыб, как пелядь и налим.

Упоминания заслуживает и отношение к стерляди коренного населения. Известно, что местные рыбаки не использовали стерлядь в пищу, называя ее «морской змеей», и выбрасывали при поимке [Мартюшев, 1926 цит. по 11], «ста-

¹ Впервые предположение о проникновении стерляди по каналу высказано Н. Брусилковым [6].

раясь ее всячески оскорбить, плевали и мочились ей в рот, а затем с проклятиями выбрасывали в воду» [Сидоров, 1928, цит. по 12, с. 191].

Обсуждение результатов

Некоторые из приведенных выше фактов могут быть использованы в качестве аргументов в пользу обеих точек зрения на время проникновения стерляди в бассейн р. С. Двина. Так, отсутствие паразитов у северодвинской стерляди р. С. Двина в 30-х гг. XX века расценивалось В.А. Догелем [9], как свидетельство недавнего ее проникновения в исследуемый бассейн, а Г.В. Никольским [19] – как следствие длительного существования небольшой замкнутой популяции стерляди в бассейне р. С. Двина. Увеличение числа обнаруженных видов паразитов, с точки зрения Л.Н. Соловкиной [26], говорит о невозможности использовать «паразитологический аргумент» для ответа на вопрос о времени проникновения стерляди в Северодвинский бассейн. На наш взгляд, расширение списка паразитов свидетельствует о продолжающемся проникновении камской стерляди, несущей специфических паразитов.

Находки костных останков стерляди в неолитической стоянке на берегу оз. Воже позволили Г.В. Никольскому [19] отнести проникновение стерляди в северные водоемы на теплое и сухое послеледниковое суббореальное время. Иными словами, стерлядь могла обитать в северодвинском бассейне до постройки каналов. Однако маловероятно, что, исчезнув в бассейне р. Онеги, стерлядь могла сохраниться в Северной Двине (бассейны близки географически). Л.С. Берг [4] высказывал в качестве одной из гипотез предположение о том, что «стерлядь в бассейне Белого моря после неолита вымерла, а затем в недавнее время снова распространилась через каналы» [4, с. 1243].

В то же время отсутствие стерляди в ихтиофауне рек Онеги, Мезени и Печоры, которые никогда не были связаны гидротехническими сооружениями с бассейном р. Камы, говорит о том, что проникновение стерляди происходило уже после утраты этими реками связей через остатки приледниковых водоемов с бассейном р. Камы. Об относительно недавнем проникновении свидетельствует и высокое морфологическое сходство северодвинской стерляди с рыбами, обитающими в камском бассейне.

Особо следует остановиться на анализе исторических источников XVIII в. На первый взгляд, свидетельства Корнелия де Бруина [8] и записи в приходно-расходных книгах Холмогорского монастыря подтверждают обитание стерляди в р. Северная Двина задолго до постройки системы каналов. Однако обращают на себя внимание два момента. Во-первых, упоминание путешественником стерляди не доказывает ее обитания в данном районе. Сам путешественник не посещал

непосредственно районы промысла¹. Скорее всего, его свидетельство говорит лишь о наличии стерляди на рынке. Для сравнения приведем цитату из книги Н. Бруилова «Опыт описания Вологодской губернии» [6, с. 8], где не указано, что «В Северной Двине есть осетры, судаки, угри, белуга, семга, сазаны, шерехи (жерехи?) и густера». Часть из отмеченных видов действительно обитает в Северной Двине, однако белуга, сазан, судак и жерех никогда не отмечались в данном водоеме и могли быть встречены только на рыбном рынке. Во-вторых, в приходно-расходных ведомостях Холмогорского монастыря за 1757 г. упоминается о покупке «осетрины свежей весом 2 пуд. 17 фунт. цена 1руб. 30 коп. пуд да белухины 2 пуд. 17 фунт. цена по 80 коп. пуд» [7]. Покупка белуги говорит о привозном характере рыбы². Кроме того, цена рыбы была крайне высокой. В этот период времени подушная годовая подать, по устному сообщению Д.И. Пинаевского, составляла менее 1 руб. 50 коп. Таким образом, приведенные выше свидетельства не могут служить веским аргументом в пользу длительного обитания стерляди в р. С. Двина. Действительно, достоверные случаи поимки стерляди зафиксированы здесь уже после завершения строительства Северо-Екатерининского канала [6; Данилевский, 1862 цит. по 26]. По-видимому, проникновение стерляди могло произойти после аварии шлюзов на Северо-Екатерининском канале в 1810 г. [4; 23 и др.].

Наконец, одним из важнейших, на наш взгляд, аргументом в пользу недавнего проникновения стерляди в Северодвинский бассейн является отношение к этой рыбе местного населения. Судя по всему, рыбаки столкнулись со стерлядью лишь в начале XIX века. Так, Ф.П. Чукичев [1925 цит. по 11], ссылаясь на старых рыбаков, писал о проникновении стерляди в р. Вычегду через Екатерининский канал в столь значительном количестве, что у них возникало опасение – не будет ли стерлядью вытеснена другая рыба из реки. С.В. Максимов [1984] упоминает о том, что рыбаки называли стерлядь «поганой рыбой», умоляли священника окропить «чудище» святой водой. Наконец, именно в адрес стерляди допускалось нарушение традиционной промысловой этики, жестко регламентировавшей отношение к добыче и обращение с ней [12].

¹ К. де Бруин, в частности, пишет: «... Множество корюшки, пескаррей, стерлядей, камбалы, мерлана, палтуса и еще темноватой рыбы, которую туземцы называют хариус... Вся эта рыба ловится в четырех часах от города в одном заливе, образуемом рекой, где вода спокойная, стоячая». (С. 43-44). Очевидно, что указанный набор видов не мог обитать в общем пресном водоеме.

² Рыба могла перевозиться в мороженом виде. Кроме того, известен достаточно старый способ перевозки живой стерляди без воды при помощи тампона, смоченного в водке или уксусе, который закладывался рыбе под жаберную крышку [2].

Заключение

Таким образом, имеющиеся данные в принципе допускают неоднозначный ответ на вопрос о времени и путях проникновения стерляди в бассейн р. С. Двина. Однако, аргументы, приводимые в пользу длительного обитания стерляди в данном бассейне либо носят косвенный характер (находки костных остатков в бассейне р. Онега), либо имеют достаточно логичное объяснение (упоминание стерляди в некоторых источниках XVIII в.).

Более вероятным является относительно недавнее (начало XIX в.) проникновение стерляди в бассейн р. С. Двина. В пользу этого свидетельствует не только значительное морфологическое сходство северодвинской и камской популяций стерляди и обедненная непрерывно пополняющаяся паразитофауна этого вида рыб, но и резко отрицательное отношение к ней коренного населения и допускавшееся по отношению к стерляди нарушение традиционной промысловой этики.

Автор искренне признателен д.б.н., профессору Л.А. Кудерскому за помощь в сборе материалов для данного сообщения.

1. Аннотированный каталог круглоротых и рыб континентальных вод России. М.: Наука, 1998. 220 с.
2. Арнольд И.Н. Прудовое хозяйство // Справочник по рыбному хозяйству. М., Л.: ОГИЗ, СЕХОЗГИЗ, 1934. С. 209-346.
3. Атлас пресноводных рыб России: в 2 т. М.: Наука, 2002. Т.1. 379 с.; Т.2. 253 с.
4. Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. М.; Л.: Изд-во АН СССР 1949. Т. 3. С. 930-1370.
5. Бознак Э.И. Головешка-ротан *Percottus glenii* (Eleotridae) из бассейна реки Вычегды // Вопр. ихтиологии. 2004. Т. 44. №5. С. 712-713.
6. Брусиллов Н. Опыт описания Вологодской губернии. СПб, 1833. 64 с.
7. Васильев П.А., Резников Ф.И. Об осетрах в Белом и Ладожском озере // Природа. 1955. № 8. С. 107-109.
8. Де Бруин Корнелий. Путешествие через Московию Корнелия де Бруина // Россия XVIII в. глазами иностранцев: сборник. Л.: Лениздат, 1989. С. 5-188.
9. Догель В.А. Влияние акклиматизации рыб на распространение рыбной эпизоотии // Известия ВНИОРХа. 1939. Т. XXI. С. 51-64.
10. Зверева О.С., Кучина Е.С., Соловкина Л.Н. Рыбные богатства Коми АССР и пути их освоения. Сыктывкар, 1955. 106 с.
11. Зверева О.С., Остроумов Н.А. Животный мир водоемов// Производительные силы Коми АССР. Т. 3, ч. 2. М.: Изд. АН СССР, 1953. С. 107-141.
12. Конаков Н.Д. Коми охотники и рыболовы во второй половине XIX- начале XX в. Культура промыслового населения таежной зоны Европейского Северо-Востока. М.: Наука, 1983. 248 с.

13. Кудерский Л.А. Пути формирования северных элементов ихтиофауны Севера Европейской территории СССР // Сб. научн. тр. ГосНИОРХ. 1987. Вып. 258. С.102-121.
14. Кудрявцева Е.С. Паразитофауна р. Сухоны и Кубенского озера // Зоол. журн. 1957. Т. 36. Вып. 9. С. 315-319.
15. Кучина Е.С. Биология северодвинской стерляди и ее рациональное использование в бассейне р. Вычегды // Осетровое хозяйство в водоемах СССР. М., 1963. С. 196-199.
16. Кучина Е.С. Общая характеристика ихтиофауны, стерлядь и лососевые р. Северной Двины // Изв. Коми фил. Всесоюз. геогр. об-ва. 1967. Т.2, вып. I (II). С. 92-105.
17. Лепехин И.И. Дневные записки путешествия доктора и академии наук адъютанта Ивана Лепехина по разным провинциям Российского государства в 1768-1769 году. Ч. III. 2-е изд. СПб., 1814. 376 с.
18. Максимов С.В. Год на Севере. Архангельск: Сев.-Зап. кн. изд-во, 1984. 605 с.
19. Никольский Г.В. К истории ихтиофауны бассейна Белого моря // Зоол. журн. 1943. Т. XXII, № 1. С. 27-32.
20. Новоселов А.П. К вопросу о распространении стерляди на Европейском Северо-Востоке и перспективах ее искусственного воспроизводства в бассейне Северной Двины // Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера. Петрозаводск, 1999. С. 263-266.
21. Новоселов А.П. Современное состояние рыбной части сообществ в водоемах европейского Северо-востока России: автореф. дис. ... доктора биол. наук. М., 2000. 50 с.
22. Новоселов А.П. К вопросу о появлении чужеродных видов рыб в бассейне Белого моря // Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов европейского Севера: тез. докл. межд. конф. Сыктывкар, 2003. С. 61.
23. Остроумов Н.А. Животный мир Коми АССР. Позвоночные. 2-е изд., перераб. Сыктывкар: Коми книж. изд-во, 1972. 279 с.
24. Петров О.В., Гурьев, В.Н., Доровских Г.Н. Список видов позвоночных животных биостанции СГУ и ее окрестностей: методические указания к учебной практике по зоологии студентов-биологов II курса. Сыктывкар, 1987. 22 с.
25. Скрябин К.И. К вопросу о гельминтологической стерильности северодвинских стерлядей // Работа 32-й и 38-й Союзных гельминтологических экспедиций (на территории Северо-Двинской губернии в 1926 и 1927 гг.). Вятка, 1930. С. 107-109.
26. Соловкина Л.Н. Современное представление о биологии стерляди р. Северной Двины // Тр. ЦНИИ осетрового хоз-ва. 1971. Т. 17, вып. 3. С. 769-781.
27. Соловкина Л.Н. Рыбные ресурсы Коми АССР. Сыктывкар: Коми кн. изд-во, 1975. 168 с.
28. Юшков В.Ф, Ивашевский Г.А. Паразиты позвоночных животных Европейского Северо-востока России: каталог. Сыктывкар, 1999. 232 с.
29. Якобсон Р.П. Отчет по обследованию бассейна Северной Двины в 1913-1914 гг. // Материалы к познанию русского рыболовства. 1915. Т. IV, вып. 8. 95 с.

References

1. Annotated catalog of cyclostomes and fishes of continental waters of Russia. Moscow: Nauka, 1998. 220 pp.
2. Arnold I.N. Fish-farms // Handbook on Fisheries. M., L.: OGIZ, SELHOZGIZ, 1934. P. 209-346.
3. Atlas of freshwater fishes of Russia. In 2 vol. Moscow: Nauka, 2002. V.1. 379 pp.; V.2. 253 pp.
4. Berg L.S. Freshwater Fishes of USSR and adjacent countries. Moscow, Leningrad: AN SSSR Publ. 1949. V. 3. P. 930-1370.
5. Boznak E.I. Amur Sleeper *Perccottus glenii* (Eleotridae) in the Vycheгда River Basin // Journal of Ichthyology. Vol. 44, N 8, 2004. P. 667-668.
6. Brusilov N. Experience description of the Vologda province. St. Petersburg, 1833. 64.
7. Vasiliev P.A., Reznikov F.I. Of sturgeon in the White and Lake Ladoga // Nature. 1955. № 8. P. 107-109.
8. De Bruin Cornelius. The Cornelius de Bruin Travel through Moscovy // Russia in the XVIII. through the eyes of foreigners: Collection. L.: Lenizdat, 1989. P.5 – 188.
9. Dogiel V.A. Effect of acclimatization of fish on the distribution of fish epizootics // News VNIORH. 1939. T. XXI. P. 51-64.
10. Zvereva O.S., Kuchina E.S., Solovkina L.N. Fish wealth of the Komi ASSR and ways of their development. Syktyvkar, 1955. 106 pp.
11. Zvereva O.S., Ostroumov N.A. Fauna of water bodies // The productive forces of the Komi Republic. Volume 3, Part 2. M.: AS USSR publ., 1953. P. 107-141.
12. Konakov N.D. Komi hunters and anglers in the second half of the XIX-early XX century. Culture field population of the taiga zone of the European North-East. Moscow: Nauka, 1983. 248 pp.
13. Kudersky L.A. The forming ways of the fish fauna northern elements in the USSR European North // Coll. Nauchn. tr. GosNIORH. 1987. Vyp.258. P. 102-121.
14. Kudryavtseva E.S. Parasitofauna of the Sukhona River and Kubenskoye Lake // Zool. Journ. 1957. T. 36. Vol. 9. P. 315-319.
15. Kuchina E.S. Biology of the Northern Dvina sterlet and its rational use in the Vycheгда River basin // Sturgeon farming in the reservoirs of the USSR. M., 1963. P. 196-199.
16. Kuchina E.S. General characteristics of the ichthyofauna, sturgeon and salmon of the Northern Dvina River // Proc. of the Komi branch of the Geogr. Society. 1967. Vol.2, no. I (II). P. 92-105.
17. Lepekhin I.I. Daytime travel notes of Dr. and Academy of Sciences Associate Ivan Lepekhina in various provinces of the Russian state in 1768-1769. Part III. Second ed. SPb., 1814. 376 pp.
18. Maksimov S.V. Year in the North. Arkhangelsk: Northwestern. book. Publishing House, 1984. 605 pp.
19. Nikolsky G.V. On the history of the White Sea basin fish fauna // Zool. Journ. 1943. T. XXII, № 1. P. 27-32.
20. Novoselov A.P. On the extension of sterlet in the European North-East and the prospects of artificial reproduction in the basin of the North Dvina River // Biological resources of the White Sea and inland waters of the Euro-North. Petrozavodsk, 1999. P. 263-266.

21. Novoselov A.P. Current status of fish communities in reservoirs of the European North-East of Russia. Abstract of diss. for obtaining scientific. the degree of Biology. Science Doctor M., 2000. 50 pp.
22. Novoselov A.P. To a question about the appearance of alien fish species in the basin of the White Sea: Biological resources of the White Sea and inland waters of Northern European: Proc. Proceedings. Int. Conf. Syktyvkar, 2003. P. 61.
23. Ostroumov N.A. Fauna of the Komi Republic. Vertebrates. 2-nd. ed. Syktyvkar, Komi knizh. Publishing House, 1972. 279 pp.
24. Petrov O.V., Gur'ev V. N., Dorovskikh G.N. List of species of vertebrates, the biological station of SSU and its environs. Methodological guidelines for educational practice in zoology of second-years biology students. Syktyvkar, 1987. 22 pp.
25. Skryabin K.I. On helminthological sterility of the North Dvina sterlets // The work of the 32 th and 38 th helminthological expeditions (on the territory of the North Dvina Province in 1926 and 1927.). Vyatka, 1930. P. 107-109.
26. Solovkina L.N. Contemporary understanding of the biology sterlet p. Northern Dvina // Proc. Sturgeon Research Institute. 1971. V. 17, no. 3. P. 769-781.
27. Solovkina L.N. Fish Resources of the Komi ASSR. Syktyvkar: Komi kn. Publishing House, 1975. 168 pp.
28. Yushkov V.F., Ivashevsky G.A. Parasites of vertebrates in the European North-East of Russia. Directory. Syktyvkar, 1999. 232 pp.
29. Jacobson R.P. Report on the Survey of the Northern Dvina basin in 1913-1914// Materials to the knowledge of Russian fisheries. 1915. T. IV, Vol. 8. 95 pp.

Ихтиопаразитология

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА СТРУКТУРЫ КОМПОНЕНТНЫХ СООБЩЕСТВ ПАЗАРИТОВ ГОЛЪЯНА *PHOXINUS PHOXINUS* (L.)

SEASONAL DYNAMICS OF THE COMPONENT COMMUNITY STRUCTURE OF PARASITES OF THE MINNOW *PHOXINUS PHOXINUS* (L.)

Г.Н. Доровских, В.Г. Степанов

G.N. Dorovskikh, V.G. Stepanov

Сбор материала произведен по общепринятой методике с мая по сентябрь 2006 г. из р. Печоры в районе расположения Центральной усадьбы Печоро-Ильчского государственного природного заповедника. В течение мая-сентября 2006 г. исследовали 120 экз. голяна обыкновенного возраста 2+-3•. Компонентное сообщество паразитов голяна с мая по сентябрь последовательно проходит три стадии развития, обусловленные сменой генераций составляющих его видов. Это формирующееся сообщество в мае-начале июня, сформированное в июне, разрушающееся в июле-августе и вновь формирующееся в сентябре.

The material represented by 120 specimens of minnow of the age 2+-3• was collected according to the standard technique from the Pechora river of the Pechora-Ilechsky zapovednik in the region of Central homestead during the period May – September 2006. Three states of the component parasite community have been: the community in the process of formation (May-June), the formed community (June), the community in destroying (July and August), the community in the process of formation (August and September).

Ключевые слова: паразиты, компонентное сообщество паразитов, голян обыкновенный

Key words: parasites, component communities of parasites, Phoxinus phoxinus.

Исследование сезонной динамики ихтиопаразитофауны начаты в 1920-30-х гг. [2, 4], спустя 20 лет появились обобщения полученных данных [5]. Реакцию компонентных сообществ паразитов рыб на смену сезонов года начали изучать в 1990-х гг. [17]. В итоге показано, что компонентные сообщества ихтиопаразитов в течение года последовательно проходят стадии формирования, сформированности, разрушения и вновь формирования [3, 7, 9, 10, 11, 16]. Поскольку вывод сделан на материалах, собранных в разные годы в малых реках, в том числе загрязненных, то возникла необходимость уточнить характеристики компонентных сообществ паразитов гольяна в разные периоды одного года из экологически благополучного крупного водотока.

Материал и методика

Сбор материала произведен по общепринятой методике [1] с мая по сентябрь 2006 г. из р. Печоры в районе пос. Якша (Троицко-Печорский р-н Республики Коми), где расположена Центральная усадьба Печоро-Илычского государственного природного заповедника (56°50'46" в. д., 61°49'05" с. ш.). Исследовали 120 экз. гольяна обыкновенного возраста 2+ – 3•.

Содержание понятий, использованных в работе, а также схема описания компонентного сообщества паразитов приведены в ряде публикаций [6, 8, 13, 14, 15].

Расчет структуры сообщества паразитов произведен без учета представителей р. *Trichodina*.

Возраст рыбы определен по чешуе и отолитам.

Результаты исследования

У гольяна из р. Печоры в районе пос. Якша нашли 25 видов паразитов (табл. 1). Их число колебалось от 17 в мае, июне (без учета *Trichodina sp.*) и до 8 в августе. На протяжении всего периода исследований у рыб присутствовали личиночные стадии *Rhipidocotyle campanula*, *Diplostomum phoxini* и *Raphidascaris acus*, взрослые особи *Gyrodactylus aphyae*, *G. macronychus* и *Phyllodistmum folium*. С мая по сентябрь в сообществе паразитов лидируют автогенные виды и виды-генералисты. Число особей и биомасса всех паразитов с мая до конца июня росли, затем снижались. Наивысшие значения численности и биомассы аллогенных видов, видов специалистов, индексов выравненности видов и Шеннона зарегистрированы во 2-й половине июня. В сообществе лидирует автогенный генералист *Rhipidocotyle campanula*, субдоминантом является аллогенный специалист *Diplostomum phoxini*, который 20 июня уступил место автогенному специалисту *Gyrodactylus aphyae* (табл. 2).

Паразитофауна голяна из р. Печоры в 2006 г.

Виды паразитов	Даты отлова рыбы и объемы выборки									
	19 мая	4 июня	20 июня	8 июля	21 июля	7 августа	22 августа	4 сентября		
	n=15									
<i>Myxidium rhodei</i> Leger, 1905	-	-	-	-	-	1(0.1)	-	-	-	-
<i>Myxobolus muelleri</i> Butschli, 1882	-	-	1(0.07)	-	-	-	-	-	-	-
<i>M. bramae</i> Reuss, 1906	-	-	-	-	-	-	1(0.07)	-	-	-
<i>M. musculi</i> Keysseltz, 1908	2(0.27)	2(0.3)	1(0.2)	3(0.2)	3(0.2)	2(0.3)	2(0.1)	-	-	-
<i>M. lomi</i> Donec et Kulakowskaja, 1962	-	-	-	1(0.2)	-	-	-	-	-	1(0.07)
<i>Trichodina</i> sp.	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Dactylogyrus borealis</i> Nybelin, 1936	1(0.07)	4(0.27)	4(0.3)	2(0.1)	-	-	-	-	-	-
<i>Pellucidhaptor merus</i> (Zaika, 1961)	3(0.53)	-	-	2(0.27)	1(0.07)	-	-	-	-	-
<i>Gyrodactylus aphyae</i> Malmberg, 1957	?(6.1)	?(7.67)	?(12.8)	?(2.67)	?(0.27)	?(0.27)	?(0.1)	?(0.1)	?(0.1)	?(0.1)
<i>G. macronychus</i> Malmberg, 1957	?(2.3)	?(2.9)	?(4.3)	?(0.6)	1(0.07)	?(0.1)	1(0.07)	1(0.07)	1(0.07)	1(0.07)
<i>G. limneus</i> Malmberg, 1964	?(0.5)	?(0.27)	?(0.7)	?(0.1)	-	-	-	-	-	-
<i>G. laevis</i> Malmberg, 1957	?(0.2)	?(0.3)	?(0.3)	-	-	-	-	-	-	-
<i>G. pannonicus</i> Molnar, 1968	?(0.6)	?(0.2)	?(0.47)	-	-	-	-	-	-	-
<i>G. magnificus</i> Malmberg, 1957	?(0.5)	?(1.2)	?(1.27)	?(0.3)	-	-	-	-	-	-
<i>Paradiplozoon zelleri</i> (Gyntovt, 1967)	-	-	-	1(0.07)	1(0.07)	-	-	-	-	-
<i>Schistocephalus nemachilii</i> Dubinina, 1959	1(0.07)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phyllodistimum folium</i> (Olbers, 1926)	5(1.5)	2(0.67)	3(0.3)	4(0.7)	4(0.5)	3(0.3)	2(0.1)	5(0.47)	5(0.47)	5(0.47)
<i>Allocreadium isoporium</i> (Looss, 1894)	5(0.7)	6(0.87)	3(0.5)	2(0.1)	1(0.07)	-	-	2(0.27)	2(0.27)	2(0.27)
<i>Diplostomum phoxini</i> Faust, 1918 larvae	15(49.5)	15(54.5)	15(61.0)	15(44.3)	15(46.2)	15(40.7)	15(34.1)	15(36.1)	15(36.1)	15(36.1)
<i>Rhipidocotyle campanula</i> (Dujardin, 1845) larvae	15(124.4)	15(110.1)	15(111.8)	15(114.5)	15(95.1)	15(114.3)	15(86.6)	15(82.8)	15(82.8)	15(82.8)

Окончание табл. 1

<i>Rhabdochona phoxini</i> Moravec, 1968	-	-	2(0.1)	-	-	-	-	-	-	-
<i>Raphidascaris acis</i> (Bloch, 1779) larvae	14(3.3)	15(3.6)	15(5.4)	14(3.0)	15(2.4)	12(2.5)	15(2.47)	12(2.2)		
<i>Neoechinorhynchus tutili</i> (Müller, 1780)	2(0.1)	6(0.7)	3(0.2)	1(0.13)	-	-	-	-	-	-
<i>Unionidae</i> gen. sp.	8(1.2)	3(0.2)	7(0.67)	-	-	-	-	1(0.07)		
<i>Argulus coregoni</i> Thorell, 1864	-	-	-	?(0.27)	-	-	-	-	-	-
Всего видов	18	16	18	17	10	8	8	9		

Примечание. За скобками число зараженных данным видом паразита рыб; в скобках – индекс обилия; ? – паразиты собраны из осадка в материальной банке, в которой рыба хранилась до вскрытия.

Таблица 2

Характеристики компонентного сообщества паразитов голяяна из р. Печоры

Показатели	Даты отлова рыбы									
	19 мая	4 июня	20 июня	8 июля	21 июля	7 августа	22 августа	4 сентября		
Исследовано рыб	15	15	15	15	15	15	15	15		
Общее число видов паразитов	17	15	17	16	10	8	8	9		
Общее число особей паразитов	2881	2758	3009	2516	2175	2380	1856	1832		
Общее значение условной биомассы	693.0	644.7	682.8	629.1	509.3	575.6	443.9	432.9		
Количество автогенных видов	15	14	16	15	9	7	7	8		
Количество аллогенных видов	2	1	1	1	1	1	1	1		
Доля особей автогенных видов	0.742	0.703	0.696	0.736	0.681	0.744	0.724	0.705		
Доля биомассы автогенных видов	0.818	0.805	0.795	0.838	0.791	0.838	0.823	0.809		
Доля особей аллогенных видов	0.258	0.297	0.304	0.264	0.319	0.256	0.276	0.295		
Доля биомассы аллогенных видов	0.182	0.195	0.205	0.162	0.209	0.162	0.177	0.191		
Количество видов специалистов	9	8	9	8	4	3	3	4		
Доля особей видов специалистов	0.314	0.367	0.406	0.290	0.321	0.259	0.277	0.297		
Доля биомассы видов специалистов	0.212	0.255	0.297	0.184	0.211	0.164	0.178	0.193		

Количество видов генералистов	8	7	8	8	6	5	5	5
Доля особей видов генералистов	0.686	0.633	0.594	0.710	0.679	0.741	0.723	0.703
Доля биомассы видов генералистов	0.788	0.745	0.703	0.816	0.789	0.836	0.822	0.807
Доминантный вид по числу особей	<i>Rhipidosotyl e sampanula</i>	<i>Rhipidosotyl e sampanula</i>	<i>Rhipidosotyl e sampanula</i>	<i>Rhipidosotyl e sampanula</i>	<i>Rhipidosotyl e sampanula</i>	<i>Rhipidosotyl e sampanula</i>	<i>Rhipidosotyl e sampanula</i>	<i>Rhipidosotyle sampanula</i>
Доминантный вид по значению биомассы	<i>Rhipidosotyl e sampanula</i>	<i>Rhipidosotyl e sampanula</i>	<i>Rhipidosotyl e sampanula</i>	<i>Rhipidosotyl e sampanula</i>	<i>Rhipidosotyl e sampanula</i>	<i>Rhipidosotyl e sampanula</i>	<i>Rhipidosotyl e sampanula</i>	<i>Rhipidosotyle sampanula</i>
Характеристика доминантного вида	ав/г	ав/г	ав/г	ав/г	ав/г	ав/г	ав/г	ав/г
Индекс Бергера-Паркера	0.648	0.709	0.557	0.683	0.656	0.720	0.700	0.678
по числу особей								
Индекс Бергера-Паркера по биомассе	0.744	0.599	0.679	0.755	0.774	0.823	0.809	0.793
Выравненность видов по числу особей	0.371	0.406	0.423	0.313	0.332	0.337	0.343	0.342
Выравненность видов по биомассе	0.329	0.358	0.366	0.308	0.270	0.259	0.262	0.267
Индекс Шеннона по числу особей	1.050	1.100	1.198	0.869	0.764	0.700	0.713	0.750
Индекс Шеннона по значениям биомассы	0.933	0.969	1.037	0.855	0.622	0.538	0.556	0.507
Ошибка (mу•x) уравнений регрессии	0.245	0.075	0.298	0.118	0.103	0.157	0.144	0.015

Примечание: ав – автогенный вид; г – вид-генералист.

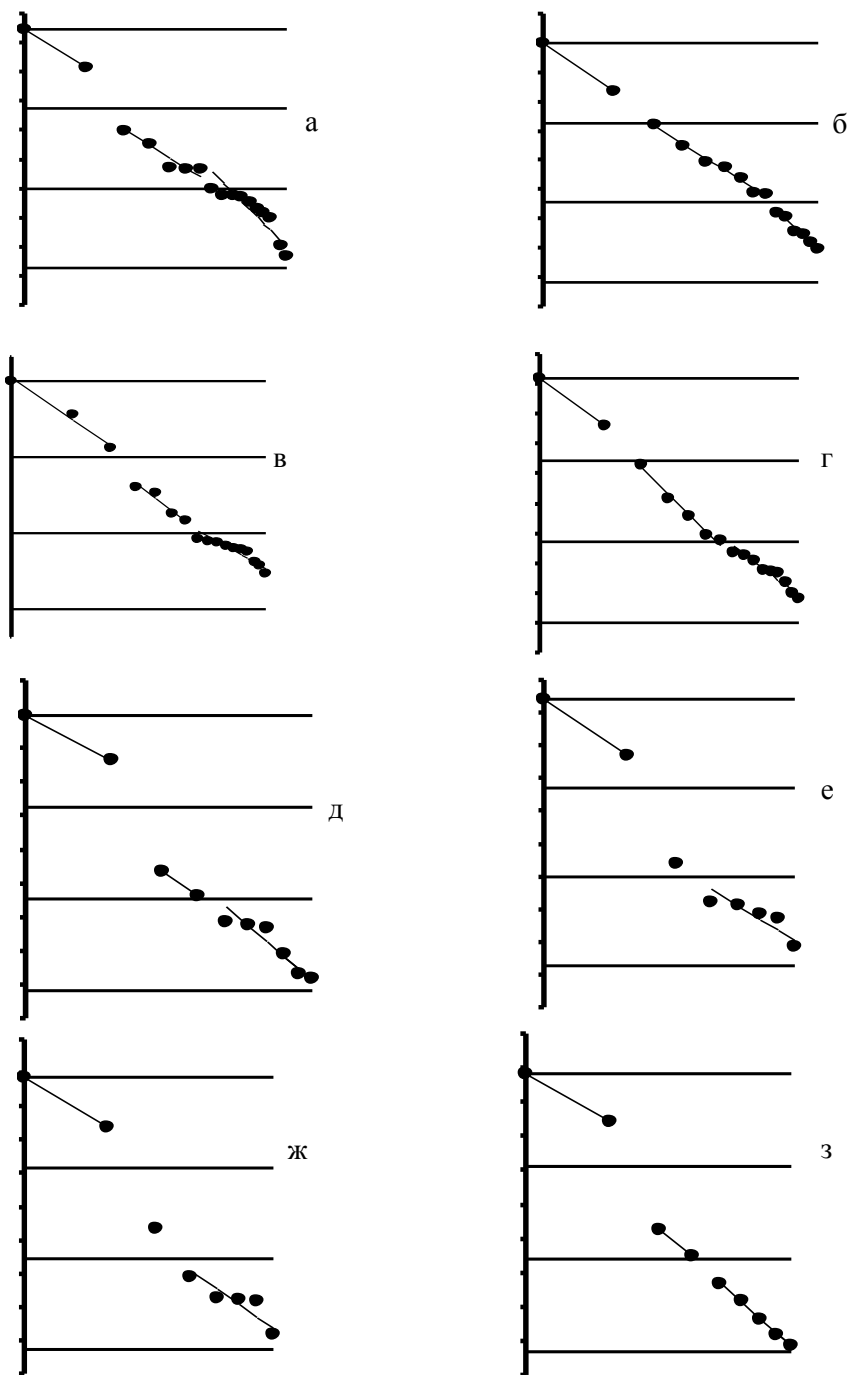
Приведенные линейные размеры (мм) паразитов голяяна из р. Печоры

Вид паразита	L	Даты отлова рыб																	
		19 мая		4 июня		20 июня		8 июля		21 июля		7 августа		22 августа		4 сентября			
		n	ln (nL)	n	ln (nL)	n	ln (nL)	n	ln (nL)	n	ln (nL)	n	ln (nL)	n	ln (nL)	n	ln (nL)		
<i>Myxidium rhodei</i>	0.3 8	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	2	0.28	0	-	0	-		
<i>Myxobolus muelleri</i>	0.4 8	4	0.03	0	-	0	0.73	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-		
<i>M. bramae</i>	0.9 0	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1	0.11	0	-		
<i>M. musculi</i>	0.2 4	0	-	5	0.19	3	0.32	3	0.32	3	0.32	5	0.19	2	0.73	0	-		
<i>M. lomi</i>	0.2 5	0	-	0	-	0	-	3	0.29	0	-	0	-	0	-	1	1.39		
<i>Dactylogyrus borealis</i>	0.2 6	1	1.35	4	0.04	5	0.26	2	0.65	0	-	0	-	0	-	0	-		
<i>Pellicidhaptor merus</i>	0.3 3	8	0.97	0	-	0	-	4	0.28	1	1.11	0	-	0	-	0	-		
<i>Gyrodactylus apyae</i>	0.2 2	92	2.99	115	3.22	192	3.73	40	2.16	4	0.14	4	0.14	2	0.84	2	0.84		
<i>G. macronychus</i>	0.1 6	35	1.72	44	1.95	65	2.34	9	0.36	1	1.83	2	1.14	1	1.83	1	1.83		
<i>G. laevis</i>	0.1 3	3	0.96	5	0.45	5	0.45	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-		
<i>G. limneus</i>	0.1 5	8	0.18	4	0.51	11	0.50	2	1.21	0	-	0	-	0	-	0	-		
<i>G. pannonicus</i>	0.1 5	9	0.30	3	0.80	7	0.05	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-		

Окончание табл. 3

<i>G. magnificus</i>	0.2 2	8	0.55	18	1.36	19	1.42	5	0.08	0	-	0	-	0	-	0	-
<i>Paradiplozoon zeller</i>	0.7 9	0	-	0	-	0	-	1	0.23	1	0.23	0	-	0	-	0	-
<i>Schistoscephalus nemachili</i>	12. 6	1	2.53	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
<i>Phyllostomum folium</i>	0.2 3	23	1.66	10	0.83	5	0.14	11	0.92	8	0.61	5	0.14	2	0.78	7	0.47
<i>Allocreadium isoporum</i>	0.1 8	11	0.70	13	0.86	8	0.38	2	1.01	1	1.70	0	-	0	-	4	0.32
<i>Diplostomum phoxini</i>	0.1 5	742	4.73	818	4.83	915	4.94	665	4.62	693	4.67	610	4.54	512	4.36	541	4.42
<i>Rhipidocotyle campanula</i>	0.3 0	1866	6.25	1651	6.12	1677	6.14	1718	6.16	1427	5.98	1714	6.16	1299	5.88	1242	5.84
<i>Rhabdochona phoxini</i>	0.7 7	0	-	0	-	2	0.43	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
<i>Raphidascaris acus</i>	0.1 1	50	1.66	54	1.73	81	2.14	45	1.55	36	1.33	38	1.38	37	1.36	33	1.24
<i>Neoechinorhynchus rutili</i>	1.0 7	2	0.76	11	2.47	3	1.17	2	0.76	0	-	0	-	0	-	0	-
<i>Unionidae gen. sp.</i>	0.1 2	18	0.77	3	1.02	10	0.18	0	-	0	-	0	-	0	-	1	2.12
<i>Argulus coregoni</i>	6.7 4	0	-	0	-	0	-	4	3.29	0	-	0	-	0	-	0	-

Примечание: n – число собранных особей паразита (для миксоспоридий – цист); L – приведенный линейный размер вида; ln – натуральный логарифм.



Вариационные кривые условных биомасс паразитов гольяна из р. Печоры в разные сезоны 2006 г.

а – 19 мая; б – 4 июня; в – 20 июня; г – 8 июля; д – 21 июля;
 е – 7 августа; ж – 22 августа; з – 4 сентября.

Во всех случаях в сообществе паразитов по соотношению биомасс (табл. 3) выделяются три группы видов (см. рисунок). В 1-ю группу паразитов входят 2 вида (*Rhipidocotyle campanula*, *Diplostomum phoxini*), 20-го июня – 3 вида (*Rhipidocotyle campanula*, *Gyrodactylus aphyae*, *Diplostomum phoxini*). Значительно более богатыми по числу видов являются 2-я и 3-я группы паразитов. Во 2-й группе число видов колеблется от 1 в конце августа и до 7 в начале июня, в 3-й группе – от 5 в августе-сентябре и до 10 в мае и конце июня. Сумма ошибок уравнений регрессии, описывающих разброс значений условных биомасс видов в составе сообщества, превышала свое критическое значение 0.250 только в конце июня (табл. 2).

Чем объяснить такие изменения характеристик сообщества паразитов гольяна из рассматриваемого водотока?

В мае–начале июня паразиты представлены зрелыми цистами миксоспоридий, размножающимися гиродактилюсами, не приступившими к яйцекладке, и яйцекладущими дактилогирусами, трематодами, скребнями и личиночными стадиями гельминтов, использующих рыб как промежуточных хозяев. В это время идет процесс увеличения зараженности рыбы, прежде всего моногенеями р. *Gyrodactylus* (табл. 1). В мае и конце июня биомассы видов, вошедших во 2-ю и 3-ю группы сообщества, не сбалансированы (см. рисунок), что привело к увеличению значения суммы ошибок уравнений регрессии (табл. 2). В это время сообщество паразитов, видимо, близко к завершению стадии формирования [7, 9].

В конце 2-й декады июня сообщество состоит из размножающихся особей *Dactylogyrus borealis*, яйцекладущих трематод, скребней и видов паразитов, для которых рыба служит промежуточным хозяином. Остались прежними численность и биомасса вида доминанта *Rhipidocotyle campanula* и субдоминанта *Diplostomum phoxini*, несколько повысилась пораженность гольяна личинками *Raphidascaris acus*. Число особей паразитов в сообществе достигло максимальных значений. В составе 1-й группы видов оказались *Rhipidocotyle campanula*, *Gyrodactylus aphyae* и *Diplostomum phoxini*. Такое сообщество характеризуется самыми высокими значениями индекса Шеннона и выравненности видов, низкими – индекса доминирования по числу особей (табл. 2). Сообщество вошло в стадию сформированности.

В 1-й декаде июля упала численность гиродактилюсов, появились закончившие яйцекладку дактилогирусы и трематоды. Отмечено падение числа особей и биомассы паразитов. Сообщество вошло в стадию разрушения.

В конце июля появляются молодые *Allocreadium isoporum*, в начале сентября – *Phyllodistmum folium*. В июле отмирают *Dactylogyrus borealis* и *Pellucidhaptor merus*, малочисленными становятся черви р. *Gyrodactylus*. Инвазированность метацеркариями *Rhipidocotyle campanula* и *Diplostomum phoxini* гольяна остается на прежнем уровне. Число особей и биомасса паразитов продолжают

снижаться. Значения индекса доминирования увеличились, индексов выравненности видов и Шеннона – снизились и на таком уровне сохранялись до конца наблюдений. В конце августа в составе сообщества отмечено минимальное число видов паразитов. Это состояние сообщества по своим характеристикам соответствует фазе разрушения, когда прежние связи видов в сообществе разрушились и начинается формирование новых.

Обсуждение результатов

Итак, отмечено наличие трех состояний сообщества паразитов гольяна из среднего течения р. Печоры. Это формирующееся сообщество в мае – начале июня, сформированное во 2-й половине июня, разрушающееся в июле и августе и вновь начинающее формироваться в конце августа-сентябре. Переход сообщества из одной стадии в другую, как было показано ранее на примере паразитов гольяна из р. Човью [9] и р. Улчекша [11], обусловлен сменой генераций паразитов.

Из обзора следует, что структура сообщества паразитов гольяна из экологически благополучного водоема, каковым является р. Печора, имеет менее выраженные нарушения, чем у сообщества из такого загрязненного водотока, как р. Човью [9], и более напоминает структуру сообщества паразитов гольяна из экологически благополучной р. Улчекши [11]. Тем не менее удалось показать, что известные три состояния компонентного сообщества паразитов рыб существуют. Они приурочены к срокам, отличным от таковых для сообществ кишечных гельминтов рыб умеренной зоны. Формирование сообществ кишечных гельминтов угря (*Anguilla anguilla*) в Англии [17] и язя (*Leuciscus idus*) Рыбинского водохранилища [12] начинается в начале лета. В мае их видовое богатство минимально, в августе – максимально. В условиях бассейна среднего течения р. Вычегды видовое богатство сообщества паразитов гольяна максимально в июне [9], в условиях р. Улчекши – в середине июня и июля [11], в условиях р. Печоры – в конце мая и в июне. Минимальное число видов в выше перечисленных сообществах паразитов гольяна отмечено в августе, когда оно начинает формироваться [9, 11].

Вывод. В течение весенне-летнего сезона года компонентное сообщество паразитов гольяна последовательно проходит три стадии развития, обусловленные сменой генераций составляющих его видов.

Авторы искренне признательны А.В. Бобрецову, ведущему научному сотруднику Печоро-Ильчского государственного природного заповедника, за помощь в сборе материала. Без участия А.В. Бобрецова это исследование просто не состоялось бы.

1. Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб. Руководство по изучению. Л.: Наука, 1985. 122 с.
2. Быховский Б.Е. Trematodes рыб окрестностей г. Костромы // Тр. Ленингр. общ. естествоисп. 1929. Т. 59, № 1. С. 13-27.
3. Голикова Е.А. Экология паразитов гольяна обыкновенного и их сообществ в условиях малых рек бассейна Вычегды : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Сыктывкар, 2005. 25 с.
4. Горбунова М.Н. Возрастные изменения паразитофауны щуки и плотвы // Уч. зап. Ленингр. ун-та. Сер. биол. 1936. Т. 7, вып. 3. С. 5-30.
5. Догель В.А. Паразитофауна и окружающая среда. Некоторые вопросы экологии паразитов пресноводных рыб // Основные проблемы паразитологии рыб. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1958. С. 9-54.
6. Доровских Г.Н. Теоретические и методические подходы к изучению компонентных сообществ паразитов пресноводных рыб // Биоразнообразие Европейского Севера: междунар. конф.: тез. докл. Петрозаводск, 2001. С.57-58.
7. Доровских Г.Н. Паразиты пресноводных рыб северо-востока Европейской части России (фауна, экология паразитарных сообществ, зоогеография: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. СПб., 2002. 50 с.
8. Доровских Г.Н. Компонентные сообщества паразитов пескаря (*Gobio gobio*) из бассейнов рек Северная Двина и Мезень // Паразитология. 2005. Т. 39, вып. 3. С. 221-236.
9. Доровских Г.Н., Голикова Е.А. Сезонная динамика структуры компонентных сообществ паразитов гольяна речного *Phoxinus phoxinus* (L.) // Паразитология. 2004. Т. 38, вып. 5. С. 413-425.
10. Доровских Г.Н., Голикова Е.А. 2009 Сезонная динамика паразитофауны и структуры компонентных сообществ паразитов молоди гольяна *Phoxinus phoxinus* (L.) // Паразитология. 2009. Т. 43, вып. 2. С. 161-171.
11. Доровских Г.Н., Степанов В.Г. Сезонная динамика структуры сообщества паразитов гольяна *Phoxinus phoxinus* (L.) в бассейне верхнего течения реки Северная Двина // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2009. № 3. С. 33-43.
12. Жохов Е.А. Сезонная динамика структуры сообщества кишечных гельминтов язя (*Leuciscus idus* L.) в Рыбинском водохранилище // Экология. 2003. № 6. С. 454-458.
13. Пугачев О.Н. Паразиты пресноводных рыб Северной Азии (фауна, экология паразитарных сообществ, зоогеография) : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. СПб., 1999. 50 с.
14. Пугачев О.Н. Паразитарные сообщества речного гольяна (*Phoxinus phoxinus* L.) // Паразитология. 2000. Т. 34, вып. 3. С. 196-209.
15. Пугачев О.Н. Паразитарные сообщества и нерест рыб // Паразитология. 2002. Т. 36, вып. 1. С. 3-10.
16. Степанов В.Г. Экология паразитов гольяна *Phoxinus phoxinus* (L.) и хариуса *Thymallus thymallus* (L.) и их компонентные сообщества в бассейнах рек северо-востока европейской части России : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Борок, 2007. 26 с.
17. Kennedy C.R. Long-term and seasonal changes in composition and richness of intestinal helminth communities in eels *Anguilla anguilla* of a isolated English river // Folia Parasitologica. 1997. Vol. 44. P. 267-273.

References

1. Bykhovskaya-Pavlovskaya I.E. Fish Parasites. Instructions for Study. L.: Nauka, 1985. 122 p.

2. Bykhovskaya B.E. Trematodes of fishes in the vicinity of Kostroma town // Tr. Leningr. obsh. estestvoisp. 1929. Vol. 59. № 1. Pp. 13–27.
3. Golikova E.A. Ecology of Parasites of Minnow *Phoxinus phoxinus* (L.) and Component Communities of Parasites of the fishes in small of basin Vychehda river: Extended Abstract of Kandidat (Boil.) Dissertation. Syktyvkar, 2005. 25 p.
4. Gorbunova M.N. Change in the parasite faune with *Esox lucius* and *Rutilus rutilus* age // Uch. Zap. Leningr. university. Ser. biol. 1936. Vol. 7. Iss. 3. Pp. 5–30.
5. Dogel V.F. Parasitofauna and the Environment. Some problems of freshwater fish parasite ecology // Main problems of fish parasitology. L.: LSU Press, 1958. Pp. 9–54.
6. Dorovskikh G.N. Theoretic and Methodic estimate (tions) to the study of the component communities of the parasites of (in) fresh water // International Conferences Biodiversity of the European North. The Book of Abstracts. Petrozavodsk, 2001. Pp. 57–58.
7. Dorovskikh G.N. Parasites of Freshwater Fishes in the Southeastern European Part of Russia: Fauna, Ecology of Parasitic Communities, and Zoogeography. Extended Abstract of Doctolal (Boil.) Dissertation. St. Petersburg, 2002. 50 p.
8. Dorovskikh G.N. Gudgeon (*Gobio gobio*) Parasite Communities from the Northern Dvina and Mezen River Basins // Parasitology. 2005. Vol. 39. Iss. 3. Pp. 221–236.
9. Dorovskikh G.N., Golikova E.A. Seasonal Dinamics of the Common Minnow *Phoxinus phoxinus* (L.) Parasite Component Communities // Parasitology. 2004. Vol. 38. Iss. 5. Pp. 413–425.
10. Dorovskikh G.N., Golikova E.A. Seasonal Dinamics of the Structure of Component Communities of Parasites in the Young Minnow *Phoxinus phoxinus* (L.) // Parasitology. 2009. Vol. 43. Iss. 2. Pp. 161–171.
11. Dorovskikh G.N., Stepanov V.G. Seasonal Dinamics of the Structure of Component Communities of Parasites in the Minnow *Phoxinus phoxinus* (L.) in the Upper North Dvina river basin // Rijbovodstvo i rijbnoe chozajstvo. 2009. № 3. Pp. 33–43.
12. Zhokhov E.A. Seasonal Dynamics of the Structure of Intestinal Helminth Community in Ide (*Leuciscus idus* L.) from the Rybinsk Reservoir // Russian Journal of Ecology. 2003. № 6. Pp. 454–458.
13. Pugachew O.N. Parasites of Freshwater Fishes in Northern Asia: Fauna, Ecology of Parasitic Communities, and Zoogeography. Extended Abstract of Doctolal (Boil.) Dissertation. St. Petersburg, 1999. 50 p.
14. Pugachew O.N. Common Minnow's (*Phoxinus phoxinus* L.) Parasite Communities // Parasitology. 2000. Vol. 34. Iss. 3. Pp. 196–209.
15. Pugachew O.N. Parasite Communities and Fish Spawning // Parasitology. 2002. Vol. 36. Iss. 1. Pp. 3–10.
16. Stepanov V.G. Ecology of Parasites of Minnow *Phoxinus phoxinus* (L.) and grayling *Thymallus thymallus* (L.) and Component Communities of Parasites of the fishes in river basins of the North-East of the European part of Russia: Extended Abstract of Kandidat (Boil.) Dissertation. Borok, 2007. 26 p.
17. Kennedy C.R. Long-term and seasonal changes in composition and richness of intestinal helminth communities in eels *Anguilla anguilla* of a isolated English river // Folia Parasitologica. 1997. Vol. 44. P. 267–273.

**ПАЗАРИТОФАУНА ШУКИ *ESOX LUCIUS L.* ИЗ БАССЕЙНА
ВЕРХНЕЙ ПЕЧОРЫ**

**PARASITE FAUNA OF PIKE *ESOX LUCIUS L.* FROM BASINS
OF THE UPPER PECHORA**

Г.Н. Доровских, Е.А. Голикова
G.N. Dorovskikh, E.A. Golikova

Приводятся данные по зараженности паразитами щуки из бассейна верхней Печоры. Установлено 11 вида паразитов: микроспоридий – 3 вида, цестод – 2, трематод – 4, моногеней, нематод, скребней и пиявок – по 1 виду.

Data on pike infestation by parasites from basins of the Upper Pechora are given. 11 species of parasites were identified including 3 species of Myxosporaea, 2 Cestoda, 4 Trematoda, at 1 species of Monogenea, Nematoda, Acanthocephala and Hirudinea.

Ключевые слова: паразитофауна, паразит, щука, *Esox lucius*.

Key words: parasite fauna, parasite, pike, *Esox lucius*.

Введение

Щука широко распространена в Евразии и Северной Америке. В Евразии встречается почти повсеместно. В Республике Коми имеется в большинстве водоемов, за исключением ряда горных озер и верховьев рек, стекающих с Урала. Держится обычно в прибрежных, заросших растительностью или закоряженных участках воды, где подстерегает добычу.

Паразитофауна щуки изучена достаточно хорошо почти по всему ареалу [13; 14; 17; 19–21; 23; 24]. Среди ее паразитов отмечено большое разнообразие инфузорий и микроспоридий. Из эктопаразитов обычны моногенеи *Tetraonchus monenteron* и *Gyrodactylus lucii*, рачок *Ergasilus sieboldi*. Состав кишечных паразитов характеризует щуку как типичного хищника. Установлено, что по направлению с запада на восток, как в Европе [9], так и в Азии [17], происходит обеднение фауны специфичных паразитов у щуки. Видовое разнообразие ее паразитов в Европе уменьшается при приближении к Уралу, затем в бассейне р. Оби оно возрастает и вновь падает к бассейну р. Колымы. Основу паразитофауны щуки на большей части ее ареала формируют 9-10 видов. Ядром паразитофауны

являются *Tetraonchus monenteron*, *Triaenophorus nodulosus*, *Raphidascaris acus*, *Ergasilus sieboldi* и часто какой-либо из видов миксоспоридий [9].

Исследовали паразитофауну щуки и в бассейне р. Печоры [12; 25; 26]. Полученные сведения обобщены в ряде публикаций [3–10], содержащих данные о паразитофауне щуки из равнинной части бассейна верхней Печоры (от дер. Гаревка, находившейся в 5 км выше по течению от с. Усть-Унья, и до устья р. Волосницы) [12; 27]. Однако щука обитает и выше по течению, вплоть до пойменных озер в районе устья р. Гаревки (62°04' с.ш., 58°28' в.д.) и в Манской старице (62°02.089' с.ш., 58°33.329' в.д.), в иные годы встречается и выше. В этом участке бассейна верхней Печоры ее паразитофауна не исследована.

Цель работы – изучение паразитофауны щуки в бассейне верхней Печоры в геоморфологической области увалов западного склона Урала.

Материал и методы

Сбор материала произведен в бассейне предгорной части верхней Печоры (Печоро-Илычский государственный природный заповедник) по общепринятой методике [1]. Щука отловлена 5 июля 2004 г. из оз. Полой (район входного кордона горной части заповедника) в количестве 10 экз. (6 самцов, 4 самки) длиной 320–350 мм (среднее 335), весом 177–218 г. (среднее 197.4); 11–14 июля 2005 г. из р. Кедровка (61°59.1' с.ш., 57°59.01' в.д. – 63°13.475' с.ш., 58°35.228' в.д.) – 15 экз. (9 самцов, 6 самок); 6–10 июля 2005 г. из р. Шайтановка (выше 62°11.29' с.ш., 58°10.557' в.д.) – 11 экз.; 7–8 августа 2003 г. из старицы Кременная (62°04.609' с.ш., 58°26.557' в.д.) и озер в районе устья р. Гаревки (62°04' с.ш., 58°28' в.д.) – 7 экз. (4 самца, 3 самки) длиной до 565 мм, весом до 1500 г.

Результаты и обсуждение

У щуки (вскрыто 102 экз. рыб) в бассейне верхней Печоры с учетом опубликованных данных отмечено 13 видов паразитов: 3 вида миксоспоридий, 2 – цестод, 4 – трематод, по 1 виду моногеней, нематод, скребней и пиявок (таблица). Из ранее обнаруженных И.В. Екимовой [12] у этого вида рыб паразитов не найдены *Muxidium lieberkuehni*, *Bunodera luciopercae*, *Azygia lucii* и *Piscicola geometra*. Впервые для щуки этого района (р. Шайтановка) указан *Allocreadium isoporum*. Ядро паразитофауны *Esox lucius* из предгорного участка верхней Печоры составили *Tetraonchus monenteron*, *Triaenophorus nodulosus*, *Raphidascaris acus* и, видимо, *Muxosoma anurum*. Миксоспоридии отсутствовали только у рыбы из р. Кедровки.

Наивысшее видовое разнообразие паразитов (8 видов) отмечено у щуки из р. Шайтановки. У всех вскрытых ее особей были *Tetraonchus monenteron* и

Trienophorus nodulosus. Зараженность рыбы другими видами паразитов незначительна.

У щуки из р. Кедровки нашли 4 вида паразитов, оз. Полой – 6, старицы Кременной и озер в районе устья р. Гаревки – 5 их видов. В перечисленных водоемах зараженность паразитами щуки невысока, что, видимо, объясняется особенностями ее питания здесь.

В равнинной части верхней Печоры щука в основном питается обыкновенными гольцом и гольяном, бычком-подкаменщиком, налимом [12; 16]. В желудках у вскрытых нами экземпляров щуки присутствовали бурозубки, полевки, реже лягушки и личинки стрекоз и жуков. Рыба (гольян, голец, бычок-подкаменщик, налим, хариус) и минога отмечены всего в нескольких желудках. Тем не менее паразитофауна щуки характеризует ее как типичного хищника, подстерегающего добычу в толще воды, на границе зарослей водной растительности или в коряжнике.

Верхняя Печора в районе сбора материала пересекает следующие геоморфологические области: полосу увалов западного склона Урала, которая подразделяется на скалистую (от устья р. Б. Порожня и до Собинской пармы) и плитчатую (сланцевую) (до устья р. Унья) пармы, и Печорскую низменность [28].

Итак, у щуки в бассейне равнинного участка реки (вскрыто 59 экз. рыб) нашли 11 видов паразитов [12; 27], в области увалов – 9 (вскрыто 43 экз. рыб). Сравним полученные результаты с опубликованными сведениями по другим водоемам. В оз. Ладожском у щуки отмечено 40 видов паразитов, оз. Онежском – 37, оз. Пяозеро – 33 [23], оз. Байкал – 35 [24], в бассейне р. Сухоны – 33 [18], р. Вычегды – 19 [2], средней Печоры – 15, нижней – 17 их видов [10]. У щуки (вскрыто 59 экз. рыб) в пойменных с элементами дистрофикации водоемах бассейна средней Вычегды нашли 11 видов паразитов [10], из озер Мало- и Большеземельских тундр (вскрыто 18 экз. рыб) – 7 видов [9]. Итак, в наиболее суровых условиях паразитофауна щуки обеднена, что особенно ясно прослеживается в северных водоемах. Так, в р. Колыме у нее зарегистрировано 14 видов паразитов, р. Анадырь – 6 [17], р. Буюнда (правый приток р. Колымы) – 7 видов [15].

Таким образом, обеднение фауны паразитов у щуки наблюдается с ее продвижением в верховья р. Печоры. Подобное обеднение видового состава паразитов у нее отмечено в озерах тундры [9], в связи с дистрофикацией водоемов [2; 22], а также в крайних восточных водоемах Европы [9] и Азии [17].

Паразитофауна щуки из бассейна верхней Печоры

Вид паразита	Верхняя Печора		Оз. Полой 22.06.- 5.07.2004	Реки		Старша Кременная и озера в районе устья р. Гаревки 1-7.08.2003 n=7
	1941, 1944	1958-1959		Кедровка 11-14.07.2005	Шайтановка 6-10.07.2005	
1	n=44	n=15	n=10	n=15	n=11	
	2	3	4	5	6	7
<i>Myxidium lieberkuehni</i> Butschli, 1882	–	10(много)	–	–	–	–
<i>Myxosoma anurum</i> (Cohn, 1895)	–	5(мало)	6(9.8)	–	5(3.6)	4(48.0)
<i>Heneguya psorosperma</i> Thelohan, 1895	2(?)	6(много)	1(7.6)	–	–	–
<i>Tetraonchus monenteron</i> (Wagner, 1857)	2(?)	15(4-58)	10(1.9)	9(3.5)	11(46.5)	4(2.3)
<i>Triaenophorus nodulosus</i> (Pallas, 1781)	11(?)	8(3-59)	6(0.4)	10(2.5)	11(11.4)	2(0.7)
<i>Proteocephalus percae</i> (Muller, 1780)	2(?)	–	–	–	3(0.8)	–
<i>Proteocephalus</i> sp.	1(?)	–	–	–	–	–
<i>Fasciolata</i> gen. sp.	1(1)	–	–	–	–	–
<i>Rhipidocotyle campanula</i> (Dujardin, 1845)	–	4(1-96)	–	–	1(6.6)	–
<i>Bunodera luciopercae</i> (Mueller, 1776)	–	1(3)	–	–	–	–
<i>Allocreadium isoporum</i> (Looss, 1894)	–	–	–	–	1(0.09)	–
<i>Azygia lucii</i> (Muller, 1776)	1(?)	2(1-3)	–	–	–	–
<i>Raphidascaris acus</i> (Bloch, 1779)	24(?)	11(2-16)	6(3.0)	2(0.4)	7(4.2)	1(0.2)
<i>Neoechinorhynchus rutili</i> (Muller, 1780)	3(?)	5(1-9)	2(0.4)	5(0.9)	4(0.6)	1(0.2)
<i>Piscicola geometra</i> (Linnaeus, 1761)	–	1(1)	–	–	–	–

Примечание. Перед скобками – число зараженных рыб данным видом паразита; в скобках: в столбце 3 – интенсивность заражения рыбы данным видом паразита; в других – индекс обилия. Столбец 2 составлен по: [27]; 3 – [12]; 4, 5, 7 – [11].

1. Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб. Руководство по изучению. Л.: Наука, 1985. 121 с.
2. Доровских Г.Н. Паразиты рыб бассейна среднего течения реки Вычегды (фауна, экология, зоогеография) : дис. ... канд. биол. наук. Л., 1988. 403 с.
3. Доровских Г.Н. Итоги изучения видового состава паразитов рыб бассейнов рек северо-востока Европейской России. Простейшие // Паразитология. 1997. Т. 31. Вып. 4. С. 295–306.
4. Доровских Г.Н. Итоги изучения видового состава паразитов рыб бассейнов рек северо-востока Европейской России. Моногенеи // Паразитология. 1997. Т. 31. Вып. 5. С. 427–438.
5. Доровских Г.Н. Итоги изучения видового состава паразитов рыб бассейнов рек северо-востока Европейской России. Трематоды // Паразитология. 1997. Т. 31. Вып. 6. С. 551–564.
6. Доровских Г.Н. Итоги изучения видового состава паразитов рыб бассейнов рек северо-востока Европейской России. Нематоды и скребни // Паразитология. 1999. Т. 33. Вып. 5. С. 446–452.
7. Доровских Г.Н. Итоги изучения видового состава паразитов рыб бассейнов рек северо-востока Европейской России. Пиявки (*Hirudinea*), Моллюски (*Mollusca*), Раки (*Crustacea*), Паукообразные (*Arachnida*) // Паразитология. 2000. Т. 34. Вып. 2. С. 158–163.
8. Доровских Г.Н. Итоги изучения видового состава паразитов рыб бассейнов рек северо-востока Европейской России. Цестоды (*Cestoda*) // Паразитология. 2000. Т. 34. Вып. 5. С. 441–446.
9. Доровских Г.Н. Паразиты пресноводных рыб северо-востока европейской части России (фауна, экология паразитарных сообществ, зоогеография) : дис. ... докт. биол. наук. Сыктывкар, 2002. 761 с.
10. Доровских Г.Н., Степанов В.Г. Паразитофауна рыб и рыбообразных из водоемов северо-востока европейской части России (монография). Сыктывкар: Изд-во Сыктывкарского ун-та, 2010. 192 с.
11. Доровских Г.Н., Турбылева В.А., Степанов В.Г. Видовой состав паразитов рыб бассейна верхнего течения реки Печора // Разнообразие и пространственно-экологическая организация животного населения европейского Северо-Востока (Тр. Коми научного центра УрО РАН, № 184). Сыктывкар, 2008. С. 35–53.
12. Екимова И.В. Паразитофауна рыб реки Печоры : дис. ... канд. биол. наук. Тюмень, 1971. 268 с.
13. Кирюшина М., Висманис К. Паразиты пресноводных и морских рыб Латвии. систематический каталог // Научные тетради. Вып. 8. СПб.: Изд-во ФГНУ ГосНИОРХ, 2004. 100 с.
14. Митенёв В.К. Паразиты пресноводных рыб Кольского Севера. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 1997. 199 с.
15. Никишин В.П., Леонов С.А. Гельминты промысловых рыб бассейна Буонды. Препринт. Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2000. 78 с.
16. Никольский Г.В., Громчевская Н.А., Морозова Г.И., Пикулева В.А. Рыбы бассейна Верхней Печоры // Материалы к познанию фауны и флоры СССР, издаваемые Московским об-вом испытателей природы. Нов. сер., отдел зоол. Вып. 6 (21). М., 1947. 202 с.
17. Пугачев О.Н. Паразиты пресноводных рыб северо-востока Азии. Л.: Изд-во ЗИН АН СССР, 1984. 156 с.

18. Радченко Н.М. Ихтиопаразитологическая характеристика Кубенского озера // Биологические ресурсы и рациональное использование водоемов Вологодской области. Тр. ГосНИОРХ. 1989. Вып. 293. С. 101–106.
19. Радченко Н.М. Паразиты рыб Белого озера. Вологда: Изд-во Вологодского ин-та развития образования, 1999. 171 с.
20. Радченко Н.М. Паразиты рыб озера Воже (систематика, фауна, экология, зоогеография). Вологда: Изд-во Вологодского ин-та развития образования, 2002. 160 с.
21. Рауцкис Э.Ю. Паразиты рыб водоемов Литвы. Вильнюс: Моклас, 1988. 206 с.
22. Румянцев Е.А. Паразиты рыб в озерах. Карело-Кольская лимнологическая область. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 1996. 188 с.
23. Румянцев Е.А. Эволюция фауны паразитов рыб в озерах Европейского Севера (фауна, экология, эволюция). Петрозаводск: Изд-во Петрозаводского ун-та, 2007. 252 с.
24. Русинек О.Т. Паразиты рыб озера Байкал (фауна, сообщества, зоогеография, история формирования). М.: Товарищ. науч. изданий КМК, 2007. 571 с.
25. Сидоров Г.П. Паразитофауна некоторых промысловых рыб Средней Печоры и Вычегды в зоне проектируемых водохранилищ // Изв. Коми филиала ГО СССР. 1970. Т. 2. Вып. 3 (13). С. 87–90.
26. Спаский А.А., Ройтман В.А. Гельминтофауна реки Печоры // Вопросы ихтиологии. 1958. Вып. 11. С. 192–204.
27. Сциборская Т.В. Паразитофауна некоторых рыб реки Печоры // Рыбы бассейна Верхней Печоры. Материалы к познанию фауны и флоры СССР, издаваемые Московским об-вом испытателей природы. Нов. Сер., отдел зоол. Вып. 6 (21). М., 1947. С. 209–216.
28. Шубина В.Н. Бентос лососевых рек Урала и Тимана. СПб.: Наука, 2006. 401 с.

References

1. Bykhovskaya-Pavlovskaya I.E. Fish Parasites. Instructions for Study. L.: Nauka, 1985. 122 p.
2. Dorovskikh G.N. Fish Parasites of the middle stream of Vychehda basin river (fauna, ecology, zoogeography): Kandidat (Boil.) Dissertation. Leningrad, 1988. 403 с.
3. Dorovskikh G.N. Results of the study of fishes' parasites in river basins of the North-East of the European part of Russia. Protozoan // Parasitology. 1997. Vol. 31. Iss. 4. Pp. 295–306.
4. Dorovskikh G.N. Results of the study of fishes' parasites in river basins of the North-East of the European part of Russia. Monogenea // Parasitology. 1997. Vol. 31. Iss. 5. Pp. 427–438
5. Dorovskikh G.N. Results of the study of fishes' parasites in river basins of the North-East of the European part of Russia. Trematoda // Parasitology. 1997. Vol. 31. Iss. 6. Pp. 551–564.
6. Dorovskikh G.N. Results of the study of fishes' parasites in river basins of the North-East of the European part of Russia. Nematoda and Acanthocephala // Parasitology. 1999. Vol. 33. Iss. 5. Pp. 446–452.
7. Dorovskikh G.N. Results of the study of fishes' parasites in river basins of the North-East of the European part of Russia. Hirudinea, Mollusca, Crustacea, Arachnida // Parasitology. 2000. Vol. 34. Iss. 2. Pp. 158–163.
8. Dorovskikh G.N. Results of the study of fishes' parasites in river basins of the North-East of the European part of Russia. Cestoda // Parasitology. 2000. Vol. 34. Iss. 5. Pp. 441–446.

9. Dorovskikh G.N. Parasites of Freshwater Fishes in the Southeastern European Part of Russia: Fauna, Ecology of Parasitic Communities, and Zoogeography: Doctolal (Boil.) Dissertation. St. Petersburg, 2002. 761 p.
10. Dorovskikh G.N., Stepanov V.G. Parasite fauna of the fishes and sucking fishes in river basins of the North-East of the European part of Russia (monograph). Syktyvkar: Syktyvkar State University, 2010. 192 p.
11. Dorovskikh G.N., Turbaleva V.A., Stepanov V.G. Species diversity of parasites of fishes of the Pechora basin upper stream // Tr. Komi RC. RAS UB, № 184. Syktyvkar: Komi RC. RAS UB, 2008. Pp. 35–53.
12. Ekimova I.V. Parasitofauna of fishes of the Pechora River: Kandidat (Boil.) Dissertation. Tjumen, 1971. 268 c.
13. Kirjusina M., Vismanis K. Freshwater and marine fish parasites in Latvia. Classed Catalogue. St. Petersburg: Gos. NII Ozer. Rech. Ryb. Khoz., 2004. 100 p.
14. Mitenev V.K. Parasites of freshwater fish of the Kola North. Murmansk: PINRO Press, 1997. 199 p.
15. Nikishin V.P., Leonov S.A. Helminthes of producers fishes of the Bujanda basin. Preprint. Magadan: NESK DVB RAS, 2000. 78 p.
16. Nikolskii G.V., Gromchevskaj N.A., Morozova G.I., Pikuleva V.A. Fishes of Upper Pechora basin. Proceeding for the study fauna and flora USSR. Moscow obschestvo ispetateleji priroda. Nov. Ser., otdel zool. Iss. 6 (21). Moscow, 1947. 202 p.
17. Pugachev O.N. Parasites of freshwater fishes of North-East Asia. L.: Zoological Institute USSR Academy of Sciences, 1984. 155 p.
18. Radchenko N.M. Ichthyoparasitological characteristics of Kubenskii lake // Tr. Gos. NII Ozer. Rech. Ryb. Khoz. 1989. Iss. 293. Pp. 101–106.
19. Radchenko N.M. Parasites of fishes of White Lake. Vologda: Institute of the development education Vologda Press, 1999. 171 p.
20. Radchenko N.M. Parasites of fishes of Vozche Lake (systematic, fauna, ecology, zoogeography). Vologda: Institute of the development education Vologda Press, 2002. 160 p.
21. Rauskis E.U. Parasites of fishes Litva basins. Vilnius: Mokslas, 1988. 206 p.
22. Rummyantsev E.A. Evolution of the parasite fauna of fishes in lakes the Karelian-Kola limnological region. Petrozavodsk: Karelian Research Centre Russian Academy of Sciences, 1996. 188 p.
23. Rummyantsev E.A. Evolution of the parasite fauna of fishes in lakes the European North (fauna, ecology, evolution). Petrozavodsk: Petrozavodsk State University Press, 2007. 252 p.
24. Rusinek O.T. Fish Parasites of Lake Baikal (fauna, communities, zoogeography and historical background). Moscow: KMK Scientific Press Ltd., 2007. 571 p.
25. Sidorov G.P. Parasitofauna of some producers fishes of the Middle Pechora River and Vychehda River in project reservoir zone // Izv. Komi Subsidiary of GO USSR. 1970. Vol. 2. Iss. 3 (13). Pp. 87–90.
26. Spasskii A.A., Roitman V.A. Helminthofauna of Pechora River // Voprosy ikhtiologii. 1958. Iss. 11. Pp. 192–204.
27. Sciborskaja T.V. Parasitofauna of some fishes Pechora River // Fishes of Upper Pechora basin. Proceeding for the study fauna and flora USSR. Moscow obschestvo ispetateleji priroda. Nov. Ser., otdel zool. Iss. 6 (21). Moscow, 1947. Pp. 209–216.
28. Shubina V.N. Benthos of Salmon Rivers of the Ural and Timan Mountains. Saint Petersburg: Nauka, 2006. 401 p.

**ПАРАЗИТОФАУНА *PUNGITIUS PUNGITIUS* (LINNAEUS, 1758)
(GASTEROSTEIDAE BONAPARTE, 1831) ИЗ ВОДОЕМОВ
СЕВЕРО-ВОСТОКА ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ**

**PARASITE FAUNA OF *PUNGITIUS PUNGITIUS* (LINNAEUS, 1758)
(GASTEROSTEIDAE BONAPARTE, 1831) FROM BASINS
OF THE NORTH-EAST OF THE EUROPEAN PART OF RUSSIA**

Г.Н. Доровских

G.N. Dorovskikh

Приводятся данные по зараженности паразитами колюшки из водоемов северо-востока европейской части России. Установлено 23 вида паразитов: микроспоридий, миксоспоридий и моногеней по 2 вида, инфузорий – 4, цестод – 3, трематод – 8, скребней и раков по 1 виду.

Data on stickleback infestation by parasites from basins of the North-East of the European part of Russia are given. 23 species of parasites were identified including 2 species of Microsporidea, 2 Myxosporea, 4 Peritricha, 2 Monogenea, 3 Cestoda, 8 Trematoda, 1 Acanthocephala and 1 species of Crustacea.

Ключевые слова: паразитофауна, паразит, колюшка, *Pungitius pungitius*.

Key words: parasite fauna, parasite, stickleback, *Pungitius pungitius*.

Введение

Колюшка 9-иглая *Pungitius pungitius* (L.) – циркумполярный вид [2], обитает как в морских, так и солоноватоводных и пресных водоемах, питается планктоном и бентосом [18]. Часто она населяет пруды рыбхозов и рыбозаводов, может быть прямым источником паразитарных заболеваний рыбы, выращиваемой в прудах [3].

На северо-востоке европейской части России колюшка отмечена в верховьях р. Вычегды [15], низовьях р. С. Двины [16; 20], в среднем и нижнем течении р. Печоры [15], по всему течению р. Мезень и ее главного притока р. Вашка [24], в водоемах островов Баренцева моря [14].

Литература о паразитофауне колюшки достаточно обширна [3; 17–19; 22; 23]. Исследовали видовой состав ее паразитов и в бассейне р. С. Двины [25; 26].

Сведения о паразитофауне колюшки из бассейнов рек Мезень и Печора, и водоемов о. Колгуев отсутствуют. Имеются лишь данные о видовом составе ее паразитов из этих водоемов [6–12].

Цель работы – обзор паразитофауны колюшки из водоемов северо-востока европейской части России.

Материал и методы

Сбор паразитов произведен методом полного паразитологического вскрытия [5].

В 1-й половине июля 1990 г. обследовали 135 экз. колюшки из рек о. Колгуев: р. Избушечная – 7 самцов длиной 3.5–4.6 см, весом 0.4–0.7 г, 10 самок длиной 4.0–5.6 см, весом 0.4–0.9 г, 3 экз. рыб весом 0.2–0.4 г; р. Стрельная – 10 самцов длиной 4.5–5.2 см, весом 0.6–0.8 г, 9 самок длиной 4.5–6.5 см, весом 0.5–0.6 г; лайды в низовьях р. Бугринки – 42 самца длиной 3.7–6.1 см, весом 0.3–1.5 г, 37 самок длиной 3.9–7.1 см, весом 0.4–2.7 г, 17 экз. рыб длиной 3.4–5.3 см, весом 0.4–0.9 г.

С 29 июля по 2 августа 1990 г. (район пос. Нельмин Нос, Ненецкий Автономный Округ) на наличие паразитов обследовали 14 колюшек из ручьев впадающих в протоку из оз. Голодная Губа (бассейн нижней Печоры); 20 рыб – из пойменного озера у этой протоки (паразиты не обнаружены); 14 колюшек – из ручья впадающего в оз. Голодная Губа (паразиты не отмечены); 16 августа 1995 г. 3 экз. рыб длиной 1.9–3.5 см, весом 0.09–0.24 г – из луж остающихся при отливе на о. Ловецкий в устье р. Печоры.

В августе 1989 г. 2 колюшки (самка с длиной тела 5.0 см, весом 1.0 г; самец длиной 3.8 см, весом 0.5 г) обследовали из верховьев р. Мезень; в ноябре 1993 г. 5 самцов (длина тела 4.8–5.3 см, вес 0.9–1.2 г) и 5 самок (длина тела 4.2–5.6 см, вес 0.8–1.4 г) – из русла р. Вашки в районе с. Важгорт (паразиты не найдены); в ноябре 1993 г. 2 самца длиной 5.3–5.6 см, весом 1.1–1.2 г и 3 самки длиной 4.2–5.4 см, весом 0.9–1.0 г – из оз. Югид-ты (бассейн р. Вашки, с. Важгорт) (паразиты не обнаружены); в июне 1994 г из оз. Югид-ты исследованы 7 самцов длиной 4.4–6.0 см, весом 1.0–2.0 г и 2 самки длиной 6.7 см, весом 2.4–2.5 г.

В 1998 г. из низовий С. Двины в районе г. Архангельска на наличие паразитов вскрыли 17 половозрелых колюшек.

Результаты и обсуждение

У колюшки из водоемов северо-востока европейской части России обнаружено 23 вида паразитов: микроспоридий, миксоспоридий и моногеней по 2 вида, инфузорий – 4, цестод – 3, трематод – 8, скребней и раков по 1 виду (табл.

1). В качестве окончательного хозяина колюшку используют 6 видов многоклеточных паразитов, как промежуточного – 9. Больше половины паразитофауны колюшки составляют активно нападающие на рыб паразиты (14 видов), и только 9 видов заражают колюшку пассивно – при заглатывании инвазированной пищи и воды (табл. 2). Активно на нее нападают бродяжки инфузорий, онкомирацидии моногеней, церкарии трематод, использующих рыбу как промежуточного хозяина, и раки аргулюсы.

Инфузории обычно поражают молодь рыб. Колюшка сильно заражена этими паразитами и во взрослом состоянии, что объясняется ее морфологическими и физиологическими особенностями. Это отсутствие чешуи на поверхности тела (костные щитки, покрывающие тело, расположены под кожей), обильное отделение слизи и нежные покровы, что создает хорошие условия для прикрепления и питания этих паразитов. Однако инфузории найдены у колюшки только в низовьях рек С. Двина и Печора, в участках с повышенным содержанием органических веществ и, возможно, бактерий. Это район г. Архангельска, и ручьи, стекающие со свалки пос. Нельмин Нос, который расположен на южном берегу оз. Голодная Губа в нижнем течении р. Печоры.

Зараженность моногенейми *Gyrodactylus rarus* колюшек невелика, но *G. pungitii* в низовьях С. Двины в районе г. Архангельска встречен у 100% рыб при индексе обилия 8.6 червей на хозяина. Заражение рыб гиродактилюсами происходит при контакте их с растительностью, на которой могут находиться отпавшие от хозяев черви [27]. Растительность наблюдали только в р. С. Двине.

Из обнаруженных у рыб метацеркарий рода *Diplostomum* наиболее массовым является *D. spathaceum* в низовьях р. С. Двины и верховьях р. Мезени, а также *D. pungiti* и *D. volvens* в верхнем течении р. Мезени. Видимо, в этих местах больше моллюсков – промежуточных хозяев диплостомид. Метацеркарии родов *Ichthyocotylurus* и *Posthodiplostomum* встречены в единичных экземплярах. В отличие от трематод указанных родов метацеркарии *Apatemon cobitidis* у колюшек из водотоков о. Колгуев присутствуют в значительных количествах. Это доминирующий вид в водоемах указанного острова. У сига из оз. Кривое (21 июля 1990 г.) он встречен у 100% рыб при интенсивности инвазии от 27 до нескольких сотен червей на особь хозяина, тогда как метацеркарии *Ichthyocotylurus* отмечены всего у 3 сигов при интенсивности инвазии от 15 до 50 паразитов на одну рыбу [13]. Пищевые комки сигов полностью состояли из брюхоногих моллюсков.

Таблица 1

Паразитофауна коллюшки

Вид паразита	Реки южной части о. Колгуев		Усть-Двинье n=9	Нижняя С. Двина n=17	Бассейны рек					
	Бугринка n=96	Стрельная и Избушечная n=39			Мезень n=21	Нижняя Печора n=17				
							2	3	4	5
1										
<i>Glugea anomala</i> (Moniez, 1887) Gurley, 1893	0	0	0	23.5	0	0	0	0	0	0
<i>Thelohania baueri</i> Voronin, 1974	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0
<i>Muxobilatus gasterostei</i> (Parisi, 1912)	0	0	1 из 9	0	0	0	0	0	0	0
<i>Henneguya pungitii</i> Achmerov, 1960	2.1	23.0	0	5.9	0	0	0	0	0	0
<i>Apiosoma gasterostei</i> (Fauré-Fremiet, 1905)	0	0	0	29.4	0	0	0	0	0	0
<i>Trichodina tenuidens</i> Fauré-Fremiet, 1943	0	0	0	0	0	0	0	1 из 14	0	0
<i>Trichodina pediculus</i> Ehrenberg, 1838	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>T. domerguei domerguei</i> (Wallengren, 1897)	0	0	0	100	0	0	0	4 из 14	0	0
<i>Trichodina</i> sp.	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0
<i>Gyrodactylus rarus</i> Wegener, 1910	2.1(0.15)	0	0	0	1 из 9 (0.5)	0	0	1 из 3 (0.3)	0	0
<i>Gyrodactylus pungitii</i> Malmberg, 1964	0	0	0	100(8.6)	0	0	0	0	0	0
<i>Dactylogyridae</i> gen. sp.	0	0	0	0	0	0	0	1 из 3 (0.7)	0	0
<i>Diphyllobothrium vogeli</i> Kuhlów, 1953	9.4(0.13)	10.5(0.26)	0	0	1 из 10 (0.5)	0	0	0	0	0
<i>Schistocephalus pungitii</i> Dubinina, 1959	6.3(0.08)	5.0(0.05)	0	0	2 из 10 (0.5)	0	0	0	0	0
<i>Proteocephalus filicollis</i> (Rudolphi, 1810)	0	0	2 из 9 (0.2)	64.7(1.8)	42.1(4.0)	0	0	1 из 3 (6.3)	0	0
<i>Phyllostomum pseudofolium</i> Nybelin, 1926	0	0	0	5.9(0.5)	0	0	0	0	0	0
<i>Ichthyocotylurus pileatus</i> (Rudolphi, 1802)	7.3(0.54)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplostomum pungitii</i> Shigin, 1965	3.1(0.08)	5.0(0.3)	0	0	2 из 2 (12.5)	0	0	0	0	0
<i>Diplostomum mergi</i> Dubois, 1932	0	0	0	5.9(0.1)	0	0	0	0	0	0

1	2	3	4	5	6	7
<i>Diplostomum spathaceum</i> (Rudolphi, 1819)	0	0	1 из 9 (0.1)	29.4(0.4)	1 из 2 (5.0)	0
<i>D. volvens</i> Nordmann, 1832	0	0		0	1 из 2 (2.0)	0
<i>Posthodiplostomum brevicinctatum</i> (Nordmann, 1832)	0	0	1 из 9 (0.3)	0	0	0
<i>Apatemon cobitidis</i> (Linstow, 1980)	63.5(4.8)	56.0(6.6)	0	0	0	0
<i>Trematoda</i> gen. sp.	0	7.7(0.8)	0	0	0	0
<i>Trematoda</i> gen. sp. l.	0	0	0	0	0	1 из 3 (3.0)
<i>Neoechinorhynchus rutili</i> (Müller, 1780)	0	0	0	0	2 из 11 (1.0)	0
<i>Ergasilidae</i> gen. sp.	5.2(0.08)	5.0(0.05)	0	0	3 из 9 (2.0)	0
<i>Argulus foliaceus</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	0	41.2(0.8)	0	0

Примечание. Перед скобками в столбцах 2, 3, 5 – экстенсивность инвазии (%), в столбцах 4, 6, 7 – количество зараженных рыб данным видом паразита от числа исследованных (экз.); в скобках – индекс обилия (экз.). Столбец 4 составлен по: [25].

Характеристика паразитофауны коллюшки

Показатель	Реки южной части о. Колгуев	Усть-Двинье и Нижняя С. Двина	Бассейны рек	
			Мезень	Нижняя Печора
Число вскрытых рыб, экз.	135	26	21	17
Число видов паразитов	8	13	8	4
<i>Microsporidia</i> Balbiani, 1882	0	2	0	0
<i>Snidosporidia</i> Doflein, 1901, emend. Schulman et Podlipraev, 1980	1	2	0	0
<i>Ciliophora</i> Doflein, 1901	0	2	0	2
<i>Plathelminthes:</i>				
<i>Monogenea</i> (Van Beneden, 1858) Вучовский, 1937	1	1	1	1
<i>Cestoda</i> Rudjlfphi, 1808 (имаго/плероцеркоиды)	0/2	1/0	2/1	1/0
<i>Trematoda</i> Rudjlfphi, 1808 (имаго/метацеркарии)	0/3	1/3	0/3	0/1
<i>Acanthocephales</i>	0	0	1	0
<i>Arthropoda:</i>				
<i>Crustacea</i> Lamarck, 1801	1	1	1	0
Видов с жизненным циклом: без смены хозяев/со сменной хозяев	2/6	6/7	1/7	3/1
Видов, для которых коллюшка хозяин: окончательный/ промежуточный	2/6	5/8	2/6	3/1

Phyllodistomum pseudofolium обнаружен в мочевом пузыре колюшки из низовий С. Двины. Зараженность этой трематодой, развивающейся без второго промежуточного хозяина, по-видимому, связана с периодическим выползанием первых промежуточных хозяев этого паразита – моллюсков *Sphaerium* и *Pisidium* – из грунта на подводные растения [3]. Это создает пространственную близость между моллюсками, выходящими из них церкариями, и рыбой.

К пассивно заражающим колюшку паразитам относятся микроспоридии *Glugea anomala* и *Thelohania baueri*, миксоспоридии *Mухobilatus gasterostei* и *Henneguya pungitii*, и три вида цестод *Diphyllobothrium vogeli*, *Schistocephalus pungitii* и *Proteocephalus filicollis*.

Наиболее значительно колюшка заражена *Glugea anomala* (23.5%) и *H. pungitii* (23%). Этот вид миксоспоридий обнаружен у нее во всех обследованных водотоках о. Колгуев и в низовьях С. Двины. Второй вид миксоспоридий – *M. gasterostei* [25], а также микроспоридии *Glugea anomala* и *Thelohania baueri* найдены у колюшки только в низовьях С. Двины. Как установлено [21], заражение рыбы большинством микроспоридий происходит при заглатывании спор, а миксоспоридиями – путем поглощения олигохет зараженных актиноспорами или при контакте со спорами (?) в воде [28; 29].

Заражение колюшки цестодами связано с питанием. Сравнительно высокое заражение ее *Proteocephalus filicollis* объясняется присутствием в ее рационе преимущественно планктона, в частности копепод – промежуточных хозяев паразита. Причина отсутствия *P. filicollis* у рыб из водоемов о. Колгуев не выяснена. Другой вид протеоцефалид *P. longicollis* найден у гольяна *Phoxinus phoxinus* из оз. Кривое [1]. Питание колюшки веслоногими рачками – промежуточными хозяевами *Diphyllobothrium vogeli* и *Schistocephalus pungitii* обуславливает заражение ее этими паразитами. Эти паразиты не найдены в низовьях С. Двины и Печоры.

В бассейне р. Мезени у колюшки зарегистрированы 2 экз. скребня *Neoechinorhynchus rutili*, что связано с ее питанием остракодами.

У колюшки из рек о. Колгуев и бассейна р. Мезени обнаружены рачки, видовую принадлежность которых определить не удалось. У рыб в низовьях С. Двины зарегистрированы *Argulus foliaceus*.

Итак, состав паразитофауны девятииглой колюшки определяется в основном спектром ее питания и особенностями водоемов, из которых она обследована.

Паразитофауна самок и самцов колюшки из р. Бугринки

Вид паразита	Самцы n=42	Самки n=37
<i>Henneguya pungitii</i>	2.4	2.7
<i>Gyrodactylus rarus</i>	0	5.4(0.4)
<i>Diphyllbothrium vogeli</i>	19.1±6.1(0.4±0.2)	0
<i>Schistocephalus pungitii</i>	2.4(0.02)	8.1±4.5(0.14±0.08)
<i>Ichthyocotylurus pileatus</i>	9.5±4.5(1.1±0.8)	8.1±4.5(0.14±0.09)
<i>Diplostomum pungitii</i>	2.4(0.02)	2.7(0.14)
<i>Apatemon cobitidis</i>	52.4±7.7(3.0±0.9)	78.4±6.7(8.0±2.2)
<i>Ergasilidae gen. sp.</i>	7.1±3.9(0.14)	5.4(0.05)

Сравнительный анализ паразитофауны колюшки разного пола из р. Бугринки позволяет сделать заключение об отсутствии существенных различий в ее составе у самок и самцов этого вида рыб (табл. 3). Единственное, что отличает паразитофауну самцов от таковой самок, это наличие у первых плероцеркоидов *Diphyllbothrium vogeli*. Однако причины этой разницы пока не понятны.

1. Аникиева Л.В., Доровских Г.Н. Фенотипическая изменчивость паразита лососевидных рыб *Proteocephalus longicollis* (Zeder, 1800) из обыкновенного голяна (*Phoxinus phoxinus*) // Эколого-паразитологические исследования животных и растений Европейского Севера. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2001. С. 58–63.

2. Аннотированный каталог круглоротых рыб континентальных вод России. М.: Наука, 1998. 220 с.

3. Банина Н.Н., Исаков Л.С. Опыт экологического анализа паразитофауны колюшек // Изв. ГосНИОРХ. 1972. Т. 80. С. 89–113.

4. Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. М.; Л.: Изд-во АН СССР 1949. Т. 3. С. 930–1370

5. Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб. Руководство по изучению. Л.: Наука, 1985. 121 с.

6. Доровских Г.Н. Итоги изучения видового состава паразитов рыб бассейнов рек северо-востока Европейской России. Простейшие // Паразитология. 1997. Т. 31. Вып. 4. С. 295–306.

7. Доровских Г.Н. Итоги изучения видового состава паразитов рыб бассейнов рек северо-востока Европейской России. Моногенеи // Паразитология. 1997. Т. 31. Вып. 5. С. 427–438.

8. Доровских Г.Н. Итоги изучения видового состава паразитов рыб бассейнов рек северо-востока Европейской России. Трематоды // Паразитология. 1997. Т. 31. Вып. 6. С. 551–564.

9. Доровских Г.Н. Итоги изучения видового состава паразитов рыб бассейнов рек северо-востока Европейской России. Нематоды и скребни. // Паразитология. 1999. Т. 33. Вып. 5. С. 446–452.

10. Доровских Г.Н. Итоги изучения видового состава паразитов рыб бассейнов рек северо-востока Европейской России. Пиявки (*Hirudinea*), Моллюски (*Mollusca*), Раки (*Crustacea*), Паукообразные (*Arachnida*) // Паразитология. 2000. Т. 34. Вып. 2. С. 158–163.
11. Доровских Г.Н. Итоги изучения видового состава паразитов рыб бассейнов рек северо-востока Европейской России. Цестоды (*Cestoda*) // Паразитология. 2000. Т. 34. Вып. 5. С. 441–446.
12. Доровских Г.Н. Школа В.А.Догеля на Северо-Востоке европейской части России // Сб. научн. тр. ГосНИОРХ. 2001. Вып. 329. С. 15–21.
13. Доровских Г.Н., Степанов В.Г. Паразитофауна рыб и рыбообразных из водоемов северо-востока европейской части России (монография). Сыктывкар: Изд-во Сыктывкарского ун-та, 2010. 192 с.
14. Есипов В.К. Рыба и рыбный промысел на острове Колгуев // Наука и техника. За рыбную индустрию Севера. 1935. С. 26–33.
15. Зверева О.С. Особенности биологии главных рек Коми АССР в связи с историей их формирования. Л.: Наука, 1969. 280 с.
16. Зверева О.С., Остроумов Н.А. Животный мир водоемов // Производительные силы Коми АССР. Т. 3, ч. 2. М.: Изд. АН СССР, 1953. С. 107–141.
17. Кирюшина М., Висманис К. Паразиты пресноводных и морских рыб Латвии. Систематический каталог. Научные тетради. Вып. 8. СПб.: Изд-во ФГНУ ГосНИОРХ, 2004. 100 с.
18. Куденцова Р.А. Экологический анализ паразитофауны сорных и выращиваемых рыб в прудовых хозяйствах разного типа // Сб. научн. тр. ГосНИОРХ. 1979. Вып. 140. С. 48–107.
19. Митенёв В.К. Паразиты пресноводных рыб Кольского Севера. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 1997. 199 с.
20. Новоселов А.П. Современное состояние рыбной части сообществ в водоемах европейского Северо-востока России: автореф. дис. ... доктора биол. наук. М., 2000. 50 с.
21. Протисты: Руководство по зоологии. СПб.: Наука, 2007. Ч. 2. 1144 с.
22. Пугачев О.Н. Паразиты пресноводных рыб Северо-Востока Азии. Л.: ЗИН АН СССР, 1984. 155 с.
23. Румянцев Е.А. Эволюция фауны паразитов рыб в озерах. Карело-Кольская лимнологическая область. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1996. 188 с.
24. Сидоров Г.П. Состояние и перспективы развития рыбного хозяйства Европейского Северо-Востока // Водоемы бассейнов рек Печоры и Вычегды (современное состояние и перспективы использования). Сыктывкар, 1983. С. 109–121.
25. Шульман С.С., Шульман-Альбова Р.Е. Паразиты рыб Белого моря. М.; Л., 1953. 199 с.
26. Юшков В.Ф., Ивашевский Г.А. Паразиты позвоночных животных Европейского Северо-Востока России. Каталог. Сыктывкар: Изд-во Коми научн. центр УрО РАН, 1999. 232 с.
27. Юнчис О.Н. Формирование паразитофауны плотвы, уклей и язя озера Врево в первый год жизни // Изв. ГосНИОРХ. 1972. Т. 80. С. 26–74.
28. Wolf K., Markiw M.E. Biology contravenes taxonomy in the *Muxozoa*: new discoveries show alternation of invertebrate and vertebrate hosts // Science. 1984. Vol. 225. P. 1449–1452.

29. Wolf K., Markiw M.E. Salmonid whirling disease: new findings indicate that infective stage produced in and released by tubificid oligochaete is a *Triactinomyxon* // *Fish Health Ntws.* 1984. Vol. 10. P. 2–4.

References

1. Anikieva L.V., Dorovskikh G.N. Phenotypic variability of *Proteocephalus longicollis* (Zeder, 1800) in *Phoxinus phoxinus* // *Eco-parasitological research on animals and plants in the European North.* Petrozavodsk: Karelian Research Centre Russian Academy of Sciences, 2001. Pp. 58–63.
2. *Annotate of the Catalogue of Agnathans and Fishes of continental water of Russia.* M.: Nauka, 1998. 220 p.
3. Banina N.N., Isakov L.S. Experience of the ecological analysis of the Stickleback parasite fauna // *Izv. Gos. NII Ozer. Rech. Ryb. Khoz.* 1972. Vol. 80. Pp. 89–113.
4. Berg L.S. *Fishes of freshwater USSR and neighbouring country.* M.; L.: Academy of Sciences of USSR Press. 1949. Vol. 3. Pp. 930–1370
5. Bykhovskaya-Pavlovskaya I.E. *Fish Parasites. Instructions for Study.* L.: Nauka, 1985. 122 p.
6. Dorovskikh G.N. Results of the study of fishes' parasites in river basins of the North-East of the European part of Russia. *Protozoan // Parasitology.* 1997. Vol. 31. Iss. 4. Pp. 295–306.
7. Dorovskikh G.N. Results of the study of fishes' parasites in river basins of the North-East of the European part of Russia. *Monogenea // Parasitology.* 1997. Vol. 31. Iss. 5. Pp. 427–438.
8. Dorovskikh G.N. Results of the study of fishes' parasites in river basins of the North-East of the European part of Russia. *Trematoda // Parasitology.* 1997. Vol. 31. Iss. 6. Pp. 551–564.
9. Dorovskikh G.N. Results of the study of fishes' parasites in river basins of the North-East of the European part of Russia. *Nematoda and Acanthocephala // Parasitology.* 1999. Vol. 33. Iss. 5. Pp. 446–452.
10. Dorovskikh G.N. Results of the study of fishes' parasites in river basins of the North-East of the European part of Russia. *Hirudinea, Mollusca, Crustacea, Arachnida // Parasitology.* 2000. Vol. 34. Iss. 2. Pp. 158–163.
11. Dorovskikh G.N. Results of the study of fishes' parasites in river basins of the North-East of the European part of Russia. *Cestoda // Parasitology.* 2000. Vol. 34. Iss. 5. Pp. 441–446.
12. Dorovskikh G.N. Scientific school of V.A. Dogiel on the North-East of the European part of Russia // *Sb. Tr. Gos. NII Ozer. Rech. Ryb. Khoz.* 2001. Iss. 329. Pp. 15–21.
13. Dorovskikh G.N., Stepanov V.G. *Parasite fauna of the fishes and sucking fishes in river basins of the North-East of the European part of Russia (monograph).* Syktyvkar: Syktyvkar State University, 2010. 192 p.
14. Esipov V.K. *Fish and Fishery on the Kolguev island // Science and Engineering. Fish Industry of North.* 1935. Pp. 26–33.
15. Zvereva O.S. *Peculiarities of the biology of main rivers of Komi ASSR in connection with the historic ways for formation.* L.: Nauka, 1969. 280 p.
16. Zvereva O.S., Ostroumov N.A. *The animal peace of bodies // Productive forces of Komi ASSR.* Vol. 3. Pt. 2. Moscow: USSR Academy of Sciences Press, 1953. Pp. 107–141.

17. Kirjusina M., Vismanis K. Freshwater and marine fish parasites in Latvia. Classed Catalogue. St. Petersburg: Gos. NII Ozer. Rech. Ryb. Khoz., 2004. 100 p.
18. Kudentsova R.A. Ecological Analysis of Trash fish and Cultural fish reared in Pond Farms of different type // Sb. Tr. Gos. NII Ozer. Rech. Ryb. Khoz. 1979. Iss. 140. Pp. 48–107.
19. Mitenev V.K. Parasites of freshwater fish of the Kola North. Murmansk: PINRO Press, 1997. 199 p.
20. Novoselov A.P. The present (modern) condition of the fish part of community in bodies on the North-East of the European part of Russia. Extended Abstract of Doctoral (Biol.) Dissertation. Moscow, 2000. 50 p.
21. Protista: Handbook on zoology. St. Petersburg: Nauka, 2007. Pt. 2. 1144 p.
22. Pugachev O.N. Parasites of freshwater fishes of North-East Asia. L.: Zoological Institute USSR Academy of Sciences, 1984. 155 p.
23. Rumyantsev E.A. Evolution of the parasite fauna of fishes in lakes the Karelian-Kola limnological region. Petrozavodsk: Karelian Research Centre Russian Academy of Sciences, 1996. 188 p.
24. Sidorov G.P. The condition and perspective of development the fish economy of the European North-East // The bodies of basins Pechora and Vychegda Rivers (the modern condition and perspective of utilization). Syktyvkar: Komi Subsidiary of USSR Academy of Sciences, 1983. Pp. 109–121.
25. Shulman S.S., Shulman-Albova R.E. Parasites of fish of the White Sea. M.; L., 1953. 199 p.
26. Jushkov V.F., Ivashevsky G.A. Parasites of vertebrates animals of European North-East of Russia. The catalogue. Syktyvkar: Komi Research Centre Ural. Otd. Russian Academy of Sciences, 1999. 232 p.
27. Yunchis J.N. The formation of parasite fauna of the roach, bleak and ide in Vrevo Lake on the first year of life // Izv. Gos. NII Ozer. Rech. Ryb. Khoz. 1972. Vol. 80. P. 26–74.
28. Wolf K., Markiw M.E. Biology contravenes taxonomy in the *Myxozoa*: new discoveries show alternation of invertebrate and vertebrate hosts // Science. 1984. Vol. 225. P. 1449–1452.
29. Wolf K., Markiw M.E. Salmonid whirling disease: new findings indicate that infective stage produced in and released by tubificid oligochaete is a *Triactinomyxon* // Fish Health Ntws. 1984. Vol. 10. P. 2–4.

Ихтиопатология и гидрохимия

ЛОКАЛИЗАЦИЯ И ВСТРЕЧАЕМОСТЬ ОПУХОЛЕЙ У ГОЛЬЯНА *PHOXINUS PHOXINUS* (L.) ИЗ БАССЕЙНОВ РЕК СЕВЕРНОЙ ДВИНЫ И ПЕЧОРЫ

LOCALIZATION AND FREQUENCY OF TUMORS IN MINNOW *PHOXINUS PHOXINUS* (L.) FROM THE BASIN OF RIVERS OF THE NORTH DVINA AND PECHORA

Г.Н. Доровских
G.N. Dorovskikh

Новообразования у гольяна чаще расположены на плавниках. На одной рыбе встречается от 1 до 12 меланом и более. Наиболее крупные опухоли у рыб из бассейна р. Печоры отмечены в конце июня – начале августа, из бассейна р. Вычегды – во 2-й половине июня и в октябре. В большем числе опухоли у рыб зарегистрированы в конце июня – 1-й половине июля, в бассейне р. Печоры – еще в конце августа. В августе у гольяна из обоих бассейнов отмечен рост числа опухолей, биомассы и численности паразитов, в другие периоды весенне-летнего сезона года такой однозначности в их встречаемости не наблюдали.

The neoformations (early tumours) that minnows have can more often be found on the flippers. One fish usually has from 1 to 12 melanomum (melanoma) and more. The biggest fish tumours are noticed at the end of June – at the beginning of August in the Pechora River; in the Vychegda River – in the second half of June and in October. A great number of fish tumours are registered at the end of June – the first part of July. As for the Pechora River, they can be registered even at the end of August. In August, a minnow marked increase in the number of tumours, biomass and abundance of parasites, in other periods of spring and summer seasons such uniqueness in their occurrence was not observed.

Ключевые слова: опухоль, меланома, гольян, *Phoxinus phoxinus*.

Key words: tumours, melanoma, minnow, *Phoxinus phoxinus*.

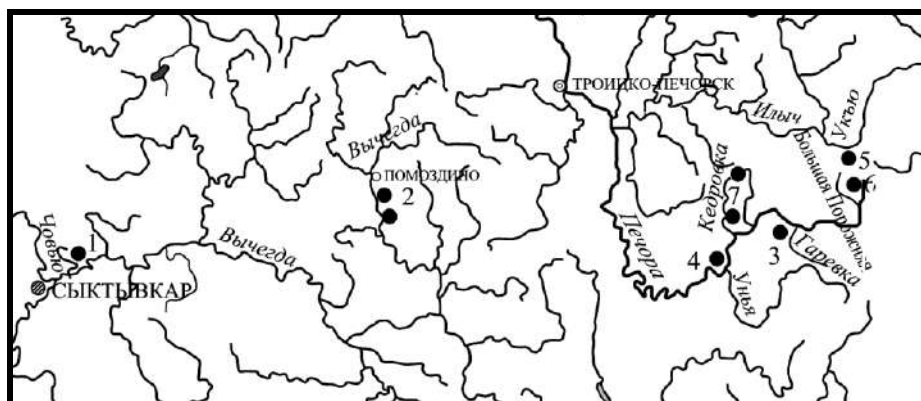
Введение

Регистрация и анализ опухолей у водных животных может служить показателем бластомогенного загрязнения гидросферы [9]. Наибольшей информативностью при этом обладает эпизоотологическое изучение опухолевого фона у гидробионтов [4]. Высокая частота возникновения опухолей у рыб позволяет рассматривать последние как удобные и адекватные биологические индикаторы загрязнения гидросферы опухолеродными соединениями [6]. Это оправдано еще и тем, что рыба, составляющая значительную часть пищевого рациона людей, может накапливать канцерогенные соединения, повышая тем самым риск заболевания опухолями человека [10]. Из рыб хорошим тест-объектом в подобных исследованиях ввиду его многочисленности, простоты отлова и достаточной чувствительности к растворенным в воде чужеродным примесям может служить голянь [5].

Ранее у голяня из бассейнов рек С. Двины и Печоры найден эпителиоподобный вариант пигментной меланомы [3]. Однако остались невыясненными встречаемость опухолей у рыбы по сезонам года, их локализация, размеры, взаимоотношения опухолей и паразитов.

Материал и методы

Рыбу на наличие опухолей проверяли из бассейна верхней Печоры, заповедного участка бассейна р. Илыч, верхней Вычегды, рр. Човью, Дырнос, Кылымью – притоков средней Вычегды (рис. 1). Голяня отлавливали сачком, затем производили подсчет рыб, пораженных опухолями, число последних, локализацию и приведенные линейные размеры (корень кубический из произведения длины, ширины и высоты опухоли). Всего проанализировано 442 опухоли. Определение возраста рыб проведено по чешуе и отолитам.

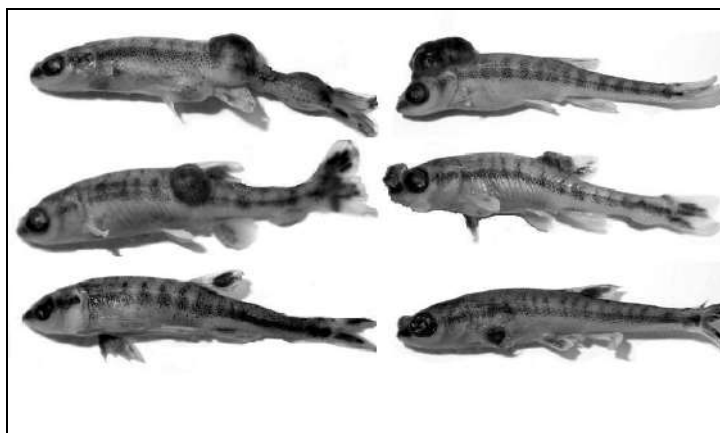


1. Пункты сбора материала в бассейнах рек С. Двины и Печоры.

- 1 – р. Човью; 2 – р. Дырнос; 3 – р. Кылымью; 4 – р. Вычегда; 5 – р. Б. Порожня;
- 6 – р. Печора (м. Кедровая яма); 7 – р. Печора (устье р. Гаревки); 8 – р. Шайтановка;
- 9 – р. Кедровка; 10 – р. Илыч (устье р. Шежим); 11 – р. Илыч (м. Шантым);
- 12 – р. Илыч (устье р. Н. Ваджига); 13–15 – р. Кожимью.

Результаты и обсуждение

Новообразования локализуются у голяна на плавниках, голове, спинной и брюшной сторонах тела (рис. 2; табл. 1). Почти половина всех опухолей была на плавниках. Чаще других ими поражается хвостовой плавник, реже спинной и грудные плавники. На анальном и брюшных плавниках встречены единичные меланомы. Четвертая часть всех новообразований отмечена на голове, где чаще они поражают глаза и челюсти. Примерно столько же опухолей найдено на остальных частях тела. В случаях когда на рыбе фиксировали более одной меланомы, дочерние очаги новообразований находились преимущественно на хвостовом и спинном плавниках.



2. Локализация опухолей у голяна.

Опухоли у голяна могут выступать над поверхностью кожи на 8 мм. Обычно они имеют узловую, полусферическую, грибовидную форму или форму полипа на широкой ножке. Новообразования, как правило, плотные с неровными краями, поверхность их лишена чешуи, цвет меняется от светло-серого до интенсивно-черного. В пределах одного такого образования может встречаться несколько цветовых сочетаний [3].

Новообразованиями чаще поражена рыба конца 1-го – начала 2-го года жизни. Такие особи имеют более мелкие размеры и меньшую массу тела по сравнению с одновозрастными экземплярами без опухолей [3]. На одной рыбе встречается от 1 до 3 меланом, в нижней Шайтановке – до 12 и более. Размеры новообразований 0.2–9.2 x 0.2–6.9 мм, вес 0.005–1.6 г. Наиболее крупные опухоли в бассейне верхней Печоры отмечены у рыб в конце июня – начале августа, в бассейне р. Вычегды – во 2-й половине июня и в октябре (рис. 3). В большем числе у рыб опухоли регистрируются в конце июня – 1-й половине июля, в бассейне верхней Печоры – еще в конце августа (табл. 2).

Таблица 1

Локализация опухолей на теле голяяна

Пораженная часть тела	Число отмеченных опухолей	Процент опухолей от числа отмеченных	Пораженный участок части тела	Число отмеченных опухолей	Опухоли, %	
					от числа отмеченных на конкретной части тела	от числа отмеченных
Голова	110	24,9 ± 2,1	Передняя часть головы	23	21,0 ± 3,8	5,2 ± 1,1
			Задняя часть головы	5	4,5 ± 2,0	1,2 ± 0,5
			Глаза	14	12,7 ± 3,2	3,2 ± 0,8
			Жаберная крышка	3	2,7 ± 1,5	0,7 ± 0,4
			На голове	65	59,1 ± 4,7	14,7 ± 1,7
Поверхность тела	118	26,7 ± 2,1	Кожа тела кроме головы	96	81,3 ± 3,6	21,7 ± 2,0
			Кожа хвостового стебля	21	17,8 ± 3,4	4,7 ± 1,0
			У ануса	1	0,9 ± 0,8	0,2 ± 0,2
			Грудные	39	18,2 ± 2,6	8,8 ± 1,3
			Брюшные	6	2,8 ± 1,1	1,4 ± 0,5
Плавники	214	48,4 ± 2,4	Спинной	60	28,0 ± 3,1	13,6 ± 1,6
			Хвостовой	108	50,5 ± 3,4	24,4 ± 2,0
			Анальный	1	0,5 ± 0,4	0,2 ± 0,2
Всего	442	100	Итого	442	–	100

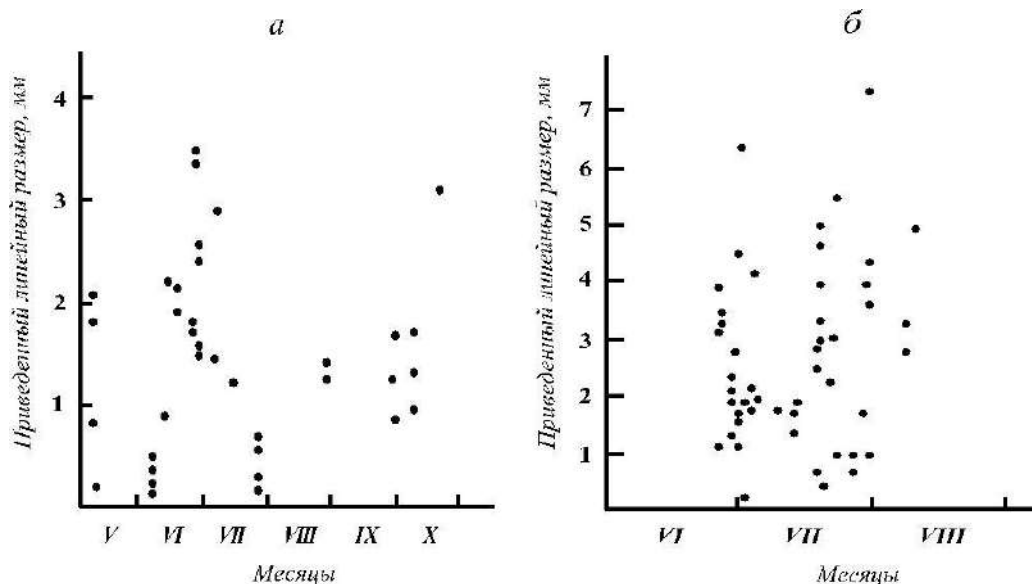
Встречаемость новообразований в популяциях голяяна из бассейнов рек С. Двины и Печоры

Год	Месяц															
	Ап- рель		Май		Июнь		Июль		Август		Сентябрь		Октябрь		Ноябрь	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
Количество исследованных (числитель) и пораженных опухольями (знаменатель) рыб, экз.																
Р. Човью																
2004	×	42/0	60/0	120/0	200/5	180/0	×	182/0	×	35/1	68/2	×	×	×	×	×
2005	60/0	×	120/1	30/0	350/7	150/0	×	×	×	30/0	34/0	×	×	×	×	×
2006	×	89/0	59/1	172/4	44/2	62/0	27/0	39/0	13/0	210/1	183/0	145/0	×	×	×	×
2007	×	×	128/2	×	84/2	248/0	20/0	×	×	160/0	×	145/1	×	×	×	×
2008	201/0	190/1	188/0	150/2	168/1	55/0	89/0	120/0	×	78/0	280/0	300/0	50/0	45/0	45/0	45/0
2004–2008	261/0	331/1	555/4	472/6	846/17	695/0	136/0	341/0	13/0	584/2	565/2	590/1	50/0	45/0	50/0	45/0
Р. Печора (район устья р. Гаревки)																
2002–2007	×	×	×	1740/46	2300/23	1643/23	3500/6	833/25	×	×	×	×	×	×	×	×
Экстенсивность поражения опухольями голяяна, %																
Р. Човью																
2004–2008	0+	0,3 ± 0,4	0,7 ± 0,3	1,3 ± 0,5	2,0 ± 0,5	0+	0+0,7	0+	0,3	0,4 ± 0,3	0,4 ± 0,3	0,2 ± 0,2	0	0	0	0
2004–2008	0,1 ± 0,1	0,08 ± 0,08	1,0 ± 0,3	1,1 ± 0,3	1,1 ± 0,3	0+0,2	0+0,1	0,4 ± 0,3	0,26 ± 0,15	0,27 ± 0,12	0	0	0	0	0	0

Окончание табл. 2

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>	<i>16</i>
Р. Печора (район устья р. Гаревки)															
2002–2007	×	×	×	×	2,6 ± 0,4	1,0 ± 0,2	1,4 ± 0,3	0,2 ± 0,1	3,0 ± 0,6	×	×	×	×	×	×
Бассейн верхней Печоры (без р. Шайтановки)															
2002–2007	×	×	×	×	1,6 ± 0,2	2,2 ± 0,2	0,4 ± 0,1	0,2 ± 0,1	1,8 ± 0,3	×	×	×	×	×	×

Примечание: × – данные не собирали.



3. Размеры опухолей (мм) в разные периоды весенне-летне-осеннего периода года в бассейнах рек С. Двина (а) и Печора (б).

Во всех исследованных водоемах, за исключением нижней Шайтановки, частота встречаемости меланом у рыб не превышала 3.0% (табл. 2), что характерно для экологически благополучных районов [4]. В водоемах, подверженных загрязнению, пораженность опухолями рыб нередко достигает 20% [7]. Исходя из этого можно предположить наличие бластомогенного загрязнения в низовьях р. Шайтановки, где встречаемость опухолей у гольяна доходит до 36.8%. Поскольку здесь организована стоянка лодок и в изобилии произрастает хвощ *Equisetum limosum* L., то в качестве такового могут выступать нефтепродукты [10] и выделения хвоща. На неблагоприятное влияние зарослей хвоща на рыбу и другие группы организмов уже обращали внимание [11]. Выше и ниже этого места процент и интенсивность поражения новообразованиями гольяна такие же, как и в других участках бассейна верхней Печоры. Таким образом, опухоли у гольяна могут быть вызваны канцерогенными веществами, природу которых предстоит выяснить.

Однако не всегда наличие в популяции новообразований можно связать с загрязнением водоема. У некоторых видов рыб описаны кожные меланомы – опухоли невrogenного происхождения, которые, как предполагают, передаются по наследству [1]. У гольяна в описываемых случаях найдена именно пигментная меланома, ее эпителиоподобный вариант [3].

Таким образом, вопрос о природе бластомогенных факторов в районах проведения работ остается открытым. Изменение физиологического состояния организма гольяна, вызванного образовавшейся опухолью, приводит к тому, что у рыбы 1-го года жизни с новообразованиями снижается число видов паразитов

по сравнению с особями без опухолей, у гольяна 2-го года жизни с меланомами при сохранении того же состава паразитофауны, что и у рыбы без новообразований, изменяется структура паразитарных сообществ [3]. Однако взаимоотношения отдельных групп паразитов и их видов с меланомами пока не изучены.

Сопоставление сезонной встречаемости паразитов [2] и опухолей у гольяна из р. Човью показало, что в период максимальной представленности последних биомасса инфузорий р. *Apiosoma*, всех простейших и гиродактилюсов, а также биомасса всех групп паразитов здесь минимальна. Независимо от встречаемости опухолей ведут себя только метацеркарии *Diplostomum phoxini* Faust, 1918.

В бассейне верхней Печоры зараженность личинками *Raphidascaris acus* (Bloch, 1779), метацеркариями *Diplostomum phoxini* и микроспоридиями половозрелого гольяна [8] снижается с нарастанием встречаемости новообразований. Максимумы числа опухолей и гиродактилюсов по времени совпадают. Биомасса паразитов по отношению к встречаемости меланом ведет себя не столь однозначно. При максимальной пораженности опухолями молоди гольяна (возраст 0+–1•), биомасса и численность всех групп паразитов на нем и зараженность метацеркариями *Diplostomum phoxini* его минимальны.

Интересно, что у гольяна всех возрастов из обоих бассейнов в августе наблюдается рост встречаемости опухолей, биомассы и численности паразитов.

Заключение

Новообразования у гольяна чаще расположены на плавниках. На одной рыбе встречается от 1 до 12 и более меланом. Наиболее крупные опухоли у рыб из бассейна р. Печоры отмечены в конце июня – начале августа, из бассейна р. Вычегды – во 2-й половине июня и в октябре. В большем числе опухоли у рыб зарегистрированы в конце июня – 1-й половине июля, в бассейне р. Печоры – еще в конце августа. В августе у гольяна из обоих бассейнов отмечен рост числа опухолей, биомассы и численности паразитов, в другие периоды весенне-летнего сезона года такой однозначности в их встречаемости не наблюдали.

1. Головина Н.А., Стрелков Ю.А., Воронин В.Н., Головин П.П., Евдокимова Е.Б., Охименко Л.Н. Ихтиопатология. М.: Мир, 2003. 448 с.

2. Доровских Г.Н., Голикова Е.А. Сезонная динамика структуры компонентных сообществ паразитов гольяна речного *Phoxinus phoxinus* (L.) // Паразитология. 2004. Т. 38. Вып. 5. С. 413–425.

3. Доровских Г.Н., Седрисева В.А., Степанов В.Г., Бознак Э.И. Встречаемость опухолей у *Phoxinus phoxinus* (L.), их влияние на организм гольяна, его паразитофауну и компонентное сообщество его паразитов // Паразитология. 2006. Т. 40. Вып. 3. С. 225–243.

4. Ильницкий А.П., Королев А.А., Худoley В.В. Канцерогенные вещества в водной среде. М.: Наука, 1994. 222 с.

5. Лукьяненко В.И. Токсикология рыб. М.: Пищ. пром-сть, 1967. 216 с.
6. Попова Н.А. Модели экспериментальной онкологии // Сорос. образовательный журн. 2000. Т. 6. № 8. С. 33–38.
7. Старовойтов В.К., Сударев Р.В. Поражения опухолями карповых рыб Куршского залива // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 2001. Вып. 329. С. 121–122.
8. Степанов В.Г. Экология паразитов гольяна *Phoxinus phoxinus* (L.) и хариуса *Thymallus thymallus* (L.) и их компонентные сообщества в бассейнах рек северо-востока европейской части России: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Борок, 2007. 281 с.
9. Худoley В.В. Сравнительный анализ опухолевого роста // Журн. общ. биологии. 1976. Т. 37, № 2. С. 242–254.
10. Худoley В.В., Боговский С.П. Опухоли гидробионтов и мониторинг канцерогенных загрязнений водной среды // Успехи совр. биологии. 1982. Т. 93. № 3. С. 466–472.
11. Юнчис О.Н., Нестеренко В.Н., Кононов А.А., Хохлова А.Н. Влияние высших водных растений на паразитофауну молоди плотвы // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1983. Вып. 197. С. 55–59.

References

1. Golovina N.A., Strelkov Ja.A., Voronin V.N., Golovin P.P., Evdokimova E.B., Jachimenko L.N. Ichthyopathology. Moscow: Mir, 2003. 448 p.
2. Dorovskikh G.N., Golikova E.A. Seasonal Dynamics of the Common Minnow *Phoxinus phoxinus* (L.) Parasite Component Communities // Parasitology. 2004. Vol. 38. Iss. 5. Pp. 413–425.
3. Dorovskikh G.N., Sedriseva V.A., Stepanov V.G., Boznak E.I. The occurrence of tumors in the minnow *Phoxinus phoxinus* (L.), their influence upon the parasite fauna, component community of parasites, and organism of the host // Parasitology. 2006. Vol. 40. Iss. 3. Pp. 225–243.
4. Ilnickii A.P., Korolev A.A., Chudolei V.V. Cancer substances in water environment. Moscow: Nauka, 1994. 222 p.
5. Lukjanenko V.I. The toxicology of fishes. Moskow: Pishhevaja promaeshlennost, 1967. 216 p.
6. Popova N.A. The models of experimental oncology // Soros. Obrasovatel. Journal. 2000. Vol. 6. № 8. Pp. 33–38.
7. Starovojatov V.K., Sudarev R.V. Tumour wounds (defeat) of carp (Cyprinidae) of the Curonian Lagoon // Sb. Nauchshn. Tr. Gos. NII Ozer. Rech. Ryb. Khoz. 2001. Vol. 329. P. 121–122.
8. Stepanov V.G. Ecology of Parasites of Minnow *Phoxinus phoxinus* (L.) and grayling *Thymallus thymallus* (L.) and Component Communities of Parasites of the fishes in river basins of the North-East of the European part of Russia: Extended Abstract of Kandidat (Boil.) Dissertation. Borok, 2007. 26 p.
9. Chudoleji V.V. The comparative analysis of tumors increase // Journal. obsch. biology. 1976. Vol. 37. № 2. Pp. 242–254.
10. Chudoleji V.V., Bogovskii S.P. Tumors of hygrobionts and monitoring cancer pollutions in water environment // Uspechi sovr. biology. 1982. Vol. 93. № 3. Pp. 466–472.
11. Yunchis O.N., Nesterenko V.N., Kononov A.A., Chochlova A.N. The influence of higher aquatic plants upon parasitofauna of the roach // Sb. Nauchshn. Tr. Gos. NII Ozer. Rech. Ryb. Khoz. 1983. Vol. 197. P. 55–59.

**ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОТОКОВ
И СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ОРГАНАХ
И ТКАНЯХ ГОЛЬЯНА *PHOXINUS PHOXINUS* (L.)**

**HYDROCHEMICAL CHARACTERISTICS OF RIVERS
AND CONCENTRATIONS OF THE HEAVY METALS IN TISSUES
AND ORGANS OF THE MINNOW *PHOXINUS PHOXINUS* (L.)**

Г.Н. Доровских, В.В. Мазур, А.П. Петраков
G.N. Dorovskikh, V.V. Mazur, A.P. Petrakov

В ходе исследования дополнено гидрохимическое описание р. Б. Шайтановка и р. Човью; проведен сравнительный анализ содержания металлов (Ca, Zn, Cu) в организме рыбы из р. Човью и р. Б. Шайтановка; определены концентрации металлов (Fe, Cu, Zn, Pb) в разных органах (мышцы, печень, почки) гольяна.

In investigation's time make of the supplement of hydrochemical description of the Chovju river and B. Shaithanovka river; conduct of comparative test of concentrations of the metals (Ca, Zn, Cu) in organism of fishes from Chovju river and B. Shaithanovka river; determine of concentrations of the metals (Fe, Cu, Zn, Pb) in various organs (muscles, liver, kidney) of the minnow.

Ключевые слова: гидрохимия, химический состав тканей и органов, рыба, Печора, Вычегда, гольян, *Phoxinus phoxinus*.

Key words: hydrochemistry, chemical composition of tissues and organs, fish, Pechora river, Vychегда river, minnow, *Phoxinus phoxinus*.

Введение

В гидрохимическом отношении бассейны рек Печоры и Вычегды изучены во 2-й половине XX века практически на всем протяжении [8, 9]. Однако участок верхнего течения р. Печоры и ее притоки выше устья р. Уньи впервые обследованы в августе 2002 г. [40, 42], а левый приток р. Вычегды – р. Човью в мае-октябре 2000 г. [22].

Исследований по загрязнению водоемов в Республике Коми (РК) немного. В основном они проведены в районах расположения объектов добывающей промышленности [5, 15, 24, 39, 47]. Работы по естественному загрязнению водоемов РК отсутствуют.

Одной из наиболее опасных для гидробионтов групп загрязняющих веществ являются тяжелые металлы (ТМ), действие которых на отдельные стороны метаболизма рыб и беспозвоночных остаются мало изученными. Некоторые из них обладают канцерогенными и мутагенными свойствами. Токсичность ТМ зависит не только от их общего содержания в воде, но в еще большей степени от соотношения их гидратированных ионов и связанных в комплексы с растворенными органическими веществами или адсорбированными на взвешенных частицах. Особо эти факторы следует учитывать при исследовании влияния повышенных доз металлов на водную флору и фауну на Европейском Севере, где в водоемах содержится большое количество гуминовых кислот, в частности фульвокислот, образующих с металлами растворимые комплексные соединения легко усвояемые гидробионтами [19, 21, 23, 32]. Кроме того, наряду с определением общих закономерностей важно получить информацию о локальных концентрациях ТМ в конкретных экосистемах различных регионов, имеющих свою геохимическую и промышленную специфику [10].

Работы по определению содержания металлов в биологических объектах, закономерности их миграции в водной среде, влияние на физиологические процессы в организмах и т.п. выполнены в основном на примере загрязненных крупных рек России [1, 2, 6, 7, 16, 20, 21, 26]. Реки РК испытывают значительно меньшую нагрузку [18, 36]. В связи с этим представляет интерес сравнение содержания металлов в тканях рыбы из экологически благополучного и подвергающегося загрязнению водоемов РК. В качестве таковых выбраны р. Б. Шайтановка (правый приток р. Печоры), протекающая по территории Печоро-Илычского государственного природного заповедника, и р. Човью (левый приток р. Вычегды), текущая в черте г. Сыктывкара и принимающая в себя коммунальные и промстоки.

Р. Човью имеет длину 60 км, ширина русла 2–10 м; средняя глубина 0.5–1.0 м, на плесах до 3 м, на перекатах до 0.15 м [4]. Русло захламлено бытовым и строительным мусором. Грунт песчаный, местами с наилком. В воде зафиксированы микроорганизмы тифо-паратифозной группы и кишечная палочка [27]. Вода р. Човью характеризуется как грязная и очень грязная [17].

Р. Б. Шайтановка относится к малым рекам. Ширина ее русла до 10-12 м; глубина на плесах около 3–3.5 м, на перекатах 0.15–1.0 м. Русло свободно даже от упавших стволов деревьев. Грунт каменистый, местами перемежается с торфом, песком и глиной.

Цель работы – дополнить гидрохимическое описание р. Б. Шайтановки и р. Човью; провести сравнительный анализ содержания металлов (Ca, Zn, Cu) в организме рыбы из р. Човью и р. Б. Шайтановки; сравнить концентрации металлов (Fe, Cu, Zn, Pb) в разных органах (мышцы, печень, почки) гольяна.

Материал и методы

Определение гидрохимических показателей воды, а именно pH, содержание растворенного в воде кислорода, температуру воды и ее электропроводность, из рек Човью (апрель-ноябрь 2008 г., начало сентября 2010 г.) и Б. Шайтановки (июнь-июль 2010 г.), осуществлено портативным анализатором Анион – 7051 фирмы ИНФРА СПАК – АНАЛИТ (г. Новосибирск). Ошибка измерения pH ± 0.02 , содержания растворенного в воде кислорода от 0 до 10 мгО₂/дм³ ± 0.1 , от 10 до 20 мгО₂/дм³ ± 0.2 , температуры воды ± 0.1 , электропроводности до 20 мСм/см $\pm 2\%$, более 20 мСм/см $\pm 4\%$.

Из рыб хорошим тест-объектом для выяснения содержания металлов в организме и отдельных органах и тканях ввиду многочисленности, простоты отлова и достаточной чувствительности к растворенным в воде чужеродным примесям служит голянь *Phoxinus phoxinus* (L.) [3, 25].

Рыбу для определения содержания в ее тканях металлов отлавливали сачком из р. Човью (61°44.855' с.ш.; 50°42.541' в.д.) в мае–июне 2008 г. (12 проб по 10 экз. рыб в каждой) и р. Б. Шайтановки (62°01.641' с.ш.; 58°10.512' в.д.) в конце июня–начале июля 2009 г. (12 проб по 10 экз. рыб в каждой). Количественное содержание металлов (Ca, Cu, Zn) в рыбе определено на сканирующем электронном микроскопе JSM–6380 LV фирмы JEOL, позволяющем получить массовую и атомную долю исследуемых элементов. Ошибка измерения – 0.1%.

Выбор металлов определялся следующими соображениями: Ca, Fe, Cu, Zn относятся к истинным биоэлементам, но при высоких концентрациях оказывают негативное действие на живые организмы. Кроме того, Cu и Zn являются трассерами антропогенного воздействия (если они не связаны с рудоносностью, добычей и использованием в производстве). Соединения Pb свидетельствуют об индустриальном прессе на окружающую среду.

Пробы голяня высушивали в полевых условиях [38], затем помещали в стерильные пробирки без консервантов и доставляли в лабораторию, где их предварительно обугливали минимальным количеством концентрированной серной кислоты с последующим высушиванием минерализата при 120⁰...150⁰ С. Далее образцы подвергали озолению в муфельной печи при постепенном нагреве от 0⁰ до 400–450⁰ С до достижения образцом постоянной массы [31]. Каждая проба содержала материал от десяти особей голяня. Для перерасчета концентрации металла от сухой (минерализованной) к сырой массе проб использовали коэффициент усушки ($K=23.7 \pm 0.2$), полученный экспериментально. Коэффициент вычисляли как отношение сырой массы пробы к ее сухой массе.

Содержание металлов (Fe, Cu, Zn, Pb) в органах и тканях голяня (7 проб по 10 экз. рыб в каждой) проведено на анализаторе рентгеновском бездифракционном «БАРС–3» фирмы ОАО «Краб» (г. Одесса). Результаты представлены в виде про-

центного превышения интенсивностей пиков импульсов ТМ по сравнению с фоном, в качестве которого использовали подложку. Ошибка измерения – 10%.

Всего на содержание металлов проанализирована 31 проба, сделано 104 элемент-определения.

Результаты и обсуждение

Воды исследуемых водотоков имеют преимущественно гидрокарбонатно-кальциевый состав [8, 22, 40]. По щелочно-кислотным условиям воды р. Б. Шайтановки и р. Човью являются слабокислыми, нейтральными и слабощелочными (рН 6.5–8.5). Это класс вод, к которому относится большинство природных вод суши. В р. Човью с конца апреля по конец мая 2008 г. значение рН воды с 6.8 поднялось до 7.4, с середины июня по середину августа оно было 7.6–7.9, далее с сентября к середине ноября уровень рН с 7.5 упал до 6.9. В начале сентября 2010 г. рН воды в р. Човью в районе поселкового пляжа было 7.85. В р. Шайтановке значение рН было относительно стабильно (8.73–8.76) на всем протяжении сбора материала в 1-ю декаду июля 2010 г.

Воды р. Човью весной и осенью характеризуются низкой кислотностью, летом – низкой щелочностью, высокой цветностью (57–80 град.), повышенным содержанием органических веществ, железа и марганца, низкого – фтора. В воде р. Човью повышено содержание ионов NH_4^{+1} , NO_3^{-1} , NO_2^{-2} и органики, эпизодически – Pb^{2+} и Zn^{2+} , фенолов, нефтепродуктов (табл. 1). Содержание NH_4^{+1} в воде, особенно в мае–июне, повышается до 1.9–2.7 мг/л [22].

Воды р. Б. Шайтановки в начале июля прозрачны, желтоватого оттенка, слабощелочной реакции, низкой минерализации, с малым содержанием органики (табл. 1).

Таблица 1

Показатели качества воды рек – притоков Печоры и Вычегды – по данным разных авторов [22, 40, 42, 43, 44, собственные данные]

Показатели качества воды	ПДК [13, 35]	Реки			
		Б. Шайтановка		Човью	
		Концентрация	Коэффициент концентрации	Концентрация	Коэффициент концентрации
1	2	3	4	5	6
рН	6.5-8.5	7.7-8.7 ¹	1.02 ПДК	7.8-8.0 ¹	0.98 ПДК
Цветность, град	20	> 8	-	57-80	4 ПДК
Перманганатная окисляемость мг $\text{O}_2/\text{дм}^3$	5.0	5.9	1.2 ПДК	13.4	2.7 ПДК
Бихроматная окисляемость мг $\text{O}_2/\text{дм}^3$	10.0	14	1.4 ПДК	31.75-32.5	3.25 ПДК

1	2	3	4	5	6
Окисляемость, мг/дм ³ O ₂	5.0	-	-	6.84- 13.44	2.7 ПДК
O ₂ , мг/дм ³	≥ 4.0	5.5 ¹	-	9.8 ¹	-
% насыщения O ₂	-	98.8	-	?	-
Fe, мг/дм ³ (сум- марно)	0.3(1.0)/0.1 ²	0.15	- /1.5 ПДК	1.72-4.02	13.4 ПДК
NO ₄ ⁻¹ , мг/дм ³	45	0.001	-	1.77-4.5	-
NH ₄ ⁺¹ , мг/дм ³	1.5/0.05 ²	0.25	- /5 ПДК	0.33-0.67	-
PO ₄ ³⁻ мин, мг/дм ³	3.5	0.012	-	-	-
Mn, мг/дм ³ (сум- марно)	0.1/0.01 ²	0.0087?	-	0.24-0.29	2.9 ПДК
Ca ²⁺ , мг/дм ³	180 ²	3.7?	-	22.2- 22.4??	-
Mg ²⁺ , мг/дм ³	50/40 ²	1.28?	-	-	-
Zn ²⁺ , мг/дм ³	1.0/0.01 ²	0.024?	-	0.016- 0.021	-
Pb ²⁺ , мг/дм ³	0.01/0.006 ²	0.0008?	-	0.016- 0.017	-
Cd ²⁺ , мг/дм ³	0.001/0.005 ²	0.0002?	-	0.001	-
Cu ²⁺ , мг/дм ³	1.0/0.001 ²	0.0026?	-/2.6 ПДК	0.003	-
Минерализация, мг/дм ³	1000	до 50 (81.65)	-	249.3- 296.3	-
Электропровод- ность, мS/см	-	35.5 – 62.1 ¹	-	49 ¹	-
Фенолы, мг/дм ³	0.25/0.001 ²	0.03	-	0.0014- 0.0024	-
Нефтепродукты	0.1/0.05 ²	-	-	0.043- 0.12	1.2 ПДК
СПАВ	0.5	-	-	0.038- 0.05	-

Примечание. Прочерк – отсутствие данных; ? – данные для В. Печоры [42, и др.]; ?? – данные для рек Вычегда и Сысола у г. Сыктывкар [41]; ¹ – собственные данные; ² – Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочно безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение от 28 апреля 1999 года, Москва, № 96.

В воде р. Печоры в районе устья р. Шайтановки незначительна концентрация соединений азота в аммонийной форме (0.18–0.48 мг/дм³), фосфора (0.027–0.038 мгР/ дм³) и железа (0.10–0.31 мг/дм³). Нитриты и нитраты, как правило, отсутствуют. Цветность составляет 8–22 град., бихроматная окисляемость 9.3 [8].

Концентрация растворенного в воде кислорода в исследуемых реках соответствует аэробным условиям.

Величины удельной электропроводности, служащие приблизительным показателем суммарной концентрации электролитов, главным образом неорганических, довольно близки в рассматриваемых водотоках.

В тканях гольяна из р. Човью отмечены ТМ, такие как Fe, Pb, Zn и Cu. Превышение фона для Fe составило 47%, Pb – 27%, Zn – 14%, Cu – 7%. Полученные данные указывают на загрязнение р. Човью соединениями Pb, который в отличие от Fe и Zn, относящихся к биогенным металлам и характерных для «чистых водоемов», имеет антропогенное происхождение и относится к загрязняющим веществам [12, 32]. Полученные результаты согласуются с известными данными [22]. Ситуация по загрязнению ТМ вод р. Човью с 2000 г. не изменилась.

Накопление металлов (Fe, Cu, Zn, Pb) в органах гольяна представлено в виде процентного превышения интенсивностей пиков импульсов ТМ по сравнению с фоном, в качестве которого использовали подложку (табл. 2).

Таблица 2

**Распределение тяжелых металлов в органах гольяна из р. Човью
(% превышения над фоном)**

Орган n = 7	Металлы			
	Железо	Медь	Цинк	Свинец
Печень	47.2±0.92	9.1±0.13	13.1±0.35	28.1±0.23
Почки	30.6±0.57	10.0±0.36	14.1±0.36	27.9±0.61
Мышцы	20.1±0.11	6.9±0.28	10.1±0.44	23.1±0.24

Количество Fe в органах и тканях гольяна статистически достоверно ($t=15.3-18.1$; $P>99.9\%$) убывает в ряду печень>почки>мышцы, что соответствует известным данным [14, 38, 45, 46]. Концентрация Cu статистически значимо ($t=2.3-7.1$; $P>98.1-99.9\%$) снижается в последовательности почки>печень>мышцы. Содержание Pb ($t=0.31$; $P=24.3\%$) и Zn ($t=1.41$; $P=84.1\%$) статистически одинаково в печени и почках, и несколько меньше, хотя и статистически достоверно ($t=7.3$ и 5.3 соответственно; $P>99.9\%$), в мышцах. Поскольку мышц по массе больше, чем вес почек и печени, то и свинца в них накапливается значительно больше, чем в других органах рыбы. Результаты, полученные в отношении накопления Zn и Pb в органах гольяна, не совпадают с опубликованными сведениями для карповых рыб [38]. Итак, распределение металлов в организме рыб, как показано ранее [11], характеризуется неоднородностью, вероятно, это зависит от физико-химических свойств самих элементов и функциональных особенностей органов и тканей.

Ранжирование металлов по степени их убывания в печени и почках гольяна выглядит как следующий ряд: Fe>Pb>Zn>Cu. В мышцах металлы распределились по-другому: Pb>Fe>Zn>Cu. У гольяна из р. Човью в органах и тканях менее всего накапливается медь, затем цинк. Более всего в печени и почках концентрируется железо, в мышцах – свинец. Действительно, как установлено [37], свинец

проникает в организм рыб-бентофагов через пищу (бентос), минуя печеночный барьер, и накапливается в мышечной ткани. Полученные ряды не совпадают с опубликованными данными для карповых рыб [11, 28, 38]. Тем не менее подтверждено, что наиболее часто самые высокие концентрации ТМ отмечаются в печени и почках рыб [33], т.е. они, наряду с жабрами, действительно являются важнейшими маркерами загрязнения [Лукин, Шарова, 2005 цит. по: 29].

Таблица 3

**Содержание тяжелых металлов в организме (тканях) гольяна
(мкг/г сырой массы)**

Металлы	ПДК [34]	Реки		t/P
		Човью n=12	Б. Шайтанов- ка n=12	
Медь	10	24.95±0.87	8.34±0.31	17.97/<0.001
Цинк	40	72.40±2.32	34.01±0.95	12.24/<0.001
Кальций	?	964.80±9.22	1464.73±2.85	51.80/<0.001

Приведенные данные свидетельствуют о потенциальной опасности загрязнения воды р. Човью свинцом, концентрация которого в воде, особенно весной и осенью, превышает ПДК. Свинец, видимо, происходит из выхлопных газов автомобилей, проезжающих по автомагистрали, расположенной рядом с речкой. Затем талыми и дождевыми водами Pb смывается в реку. Такой механизм загрязнения вод р. Човью ранее отмечен для органики [17].

Для определения соответствия содержания Ca, Cu и Zn в рыбе ПДК для рыбных продуктов питания [34] произведен перерасчет количества металлов в сухих пробах на их сырую массу (табл. 3).

В гольяне из р. Б. Шайтановки концентрации Cu и Zn составляют 0.8–0.9 ПДК, у гольяна из р. Човью 2.5 и 1.8 ПДК соответственно, т.е. в рыбе из первого водотока содержится ТМ в 2–3 раза меньше, чем во втором. Наоборот, в гольяне из р. Б. Шайтановки Ca отмечено в 1.5 раза больше, чем у рыбы из р. Човью.

В организм рыбы ионы Cu и Zn поступают преимущественно с пищей, однако поступление с водой также играет значительную роль [Kamunde et al., 2002 цит. по: 12].

В связи с этим интересно сравнить концентрации металлов в воде рассматриваемых водоемов и содержание металлов в организме гольяна из них (табл. 4).

Концентрации Zn и Cu в воде этих водотоков различаются на 14% и 15% соответственно, тогда как накопление этих металлов в организме рыбы отличается на 113% и 199%. По-другому ведет себя Ca. Его содержание в воде р. Човью выше в 6 раз, чем в воде р. Б. Шайтановка, в то же время его концентрация в гольяне из р. Човью в 1.5 раза ниже, чем у рыбы из притока р. Печоры.

**Сравнительная характеристика содержания некоторых металлов
в воде и рыбе из рек Човью и Б. Шайтановки**

Объект	Река	Металлы, мг/дм ³		
		Медь	Цинк	Кальций
Вода	Човью	0.003	0.021	22.4
	Б. Шайтановка	0.0026	0.024	3.7
	Сравнительная характеристика	1.15	1.14	6.05
Рыба	Човью	24.95	72.40	964.80
	Б. Шайтановка	8.34	34.01	1464.73
	Сравнительная характеристика	2.99	2.13	1.52

Итак, прямая связь между концентрацией металла (Zn, Cu, Ca) в воде и его содержанием в гольяне, по крайней мере в этом исследовании, не доказана.

Известно, что введение Fe повышает всасывание Zn в кишечнике [Алаба-стер, Ллойд, 1984 цит. по: 30]. Учитывая, что в воде р. Човью Fe содержится в 11.5–26.7 раз больше, чем в воде р. Б. Шайтановки, то этим, возможно, и объясняется большее накопление Zn в организме гольяна из р. Човью. Поведение дру-гих металлов объяснить пока сложно.

Выводы

1. Получены свидетельства потенциальной опасности загрязнения воды р. Човью свинцом.

2. Количество Fe в органах и тканях гольяна из р. Човью убывает в ряду печень>почки>мышцы, концентрация Cu – в последовательности поч-ки>печень>мышцы, содержание Pb и Zn одинаково в печени и почках, и не-сколько ниже в мышцах.

3. В печени и почках более всего концентрируется железо, в мышцах – свинец.

4. В гольяне из р. Човью Cu и Zn накапливается в 2–3 раза больше, чем в рыбе из р. Б. Шайтановки. В рыбе из притока р. Печоры Ca отмечено в 1.5 раза больше, чем у рыбы из второго водотока.

5. Прямой связи между концентрацией металла (Zn, Cu, Ca) в воде и его накоплением в гольяне не отмечено.

1. Анищенко О.В. Распределение и миграция металлов в трофических цепях эко-системы реки Енисей в районе г. Красноярск // Материалы докладов XIII Международ-ной школы-конференции молодых ученых, 23–26 октября 2007 г. Борок, 2007. С. 5–11.

2. Баскова А.В. Содержание тяжелых металлов в органах и тканях рыбоиндикаторов (окуня и ерша) качества среды обитания // Проблемы регион. экологии. 2000. № 8. С.194–195.
3. Бейм А.М., Путинцева В.А. Резервы гликогена у голянов при адаптации к лабораторным условиям // Вопросы водной токсикологии и сравнительной физиологии. Ярославль: Ярославский госуниверситет, 1982. С. 97–101.
4. Братцев А.П. Климат и воды // Природа Сыктывкара и окрестностей. Сыктывкар: Коми кн. изд-во, 1972. С. 11–25.
5. Братцев А.П., Гладков В.П., Вотошкина Н.Н., Воеводова З.И., Хохлова Л.Г. Изменение природной среды Европейского Северо-востока СССР под влиянием деятельности человека // Тр. Коми филиала АН СССР. 1979. № 42. С. 3–7.
6. Брень Н.В. Использование беспозвоночных для мониторинга загрязнения водных экосистем тяжелыми металлами (Обзор) // Гидробиол. журн. 1999. Т. 35. № 4. С. 80–93.
7. Брень Н.В. Биологический мониторинг и общие закономерности накопления тяжелых металлов пресноводными донными беспозвоночными // Гидробиол. журн. 2008. Т. 44. № 2. С. 96–115.
8. Власова Т.А. Гидрохимия главных рек Коми АССР. Сыктывкар: Коми науч. центр УрО АН СССР, 1988. 152 с.
9. Власова Т.А. Химический состав, качество поверхностных вод республики // Состояние изученности природных ресурсов Республики Коми. Сыктывкар: Изд-во Коми науч. центра УрО РАН, 1997. С. 92–99.
10. Гладышев М.И., Грибовская И.В., Иванова Е.А., Москвичева А.В., Мучкина Е.Я., Чупров С.М. Содержание металлов в экосистеме и окрестностях рекреационного и рыболовного пруда Бугач // Водные ресурсы. 2001. Т. 28. № 3. С. 320–328.
11. Глазунова И.А. Содержание и особенности распределения тяжелых металлов в рыбах верховьев Оби : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Барнаул: Алтайский гос. ун-т, 2005. 19 с.
12. Голованова И.Л. Влияние тяжелых металлов на физиолого-биохимический статус рыб и водных беспозвоночных // Биология внутр. вод. 2008. № 1. С. 99–108.
13. ГН 2.1.5.1315-03. Гигиенические нормативы. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.
14. Гомбоева С.В., Пронин Н.М., Цыренов В.Ж. Распределение тяжелых металлов в органах и тканях рыб с различным типом питания в прибрежно-соровой зоне Байкала // Сибирский экологич. журнал. 2003. № 5. С. 561-564.
15. Даувальтер В.А., Хлопцева Е.В. Гидрологические и гидрохимические особенности озер Большеземельской тундры // Вестник МГТУ. 2008. Т. 11. № 3. С. 407–414.
16. Даукаев Р.А. Комплексная гигиеническая оценка загрязнения тяжелыми металлами техногенных территорий Республики Башкортостан : автореф. дис. ... канд. биол. наук. М.: ФГУН «Федеральный науч. центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 2010. 24 с.
17. Доровских Г.Н., Степанов В.Г., Голикова Е.А. Структура компонентных сообществ паразитов голяна *Phoxinus phoxinus* (L.) из экологически благополучных и загрязненных водоемов // Успехи современной биологии. 2007. № 5. С. 495–502.

18. Егошина Т.Л., Шихова Л.Н. Свинец в почвах и растениях Северо-востока европейской части России // Вестник ОГУ. 2008. №10 (92). С. 135–141.
19. Зимаков И.Е., Комарова А.В. Загрязнение рыбохозяйственных водоемов сточными водами животноводческих комплексов // Эксперим. водн. токсикология. 1991. Вып. 15. С. 89–92.
20. Земков Г.В., Журавлева Г.Ф. Ретроспективные и современные данные изучения кумулятивного токсикоза у рыб // Современные наукоемкие технологии. 2004. № 1. С. 31–36.
21. Кондратьева Л.М., Канцыбер В.С., Зазулина В.Е., Боковенко Л.С. Влияние крупных притоков на содержание тяжелых металлов в воде и донных отложениях реки Амур // Тихоокеанская геология. 2006. Т. 25. № 6. С. 103–114.
22. Лапицкая В.Ф. Мониторинг поверхностных вод // Экологический мониторинг. Сыктывкар: Изд-во Сыктывкарского ун-та, 2002. С. 38–49.
23. Ливинская С.А., Владимирский П.В., Данильчук В.П., Паронян В.Х. Разработка метода подготовки проб к атомно-абсорбционному спектральному анализу для определения содержания тяжелых металлов в растительных маслах // Вестник ВГУ. Сер.: Химия. Биология. Фармация. 2005. № 2. С. 38–42.
24. Лукин А.А., Даувальтер В.А. Распределение тяжелых металлов, алюминия и нефтепродуктов в донных отложениях и рыбах бассейна реки Печора // Биология внутр. вод. 1997. № 2. С. 70–78.
25. Лукьяненко В.И. Токсикология рыб. М., 1967. 216 с.
26. Моисеенко Т.И. Оценка экологической опасности в условиях загрязнения вод металлами // Водные ресурсы. 1999. Т. 26. № 2. С. 186–197.
27. Молодкина Н.Н. Использование численности санитарно-значимых микроорганизмов для характеристики состояния гидробиоценоза // Экологический мониторинг. Сыктывкар: Изд-во Сыктывкарского ун-та, 2002. С. 125–147.
28. Москвичева А.В. Закономерности распределения и миграции металлов по трофическим цепям в водохранилище на реке Бугач : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Борок: Институт биологии внутренних вод РАН, 2002. 24 с.
29. Назарова Е.А. Последовательность морфо-патологических изменений в почках пресноводных костистых рыб при хронической интоксикации солями кадмия // Токсикологический вестник. 2010. № 4. С. 46–51.
30. Немова Н.Н., Высоцкая Р.У. Биохимическая индикация состояния рыб. М.: Наука, 2004. 215 с.
31. Отмахов В.И., Петрова Е.В. Атомно-эмиссионный анализ биологических объектов с целью проведения экомониторинга районов Томской области и горного Алтая // Известия Томского политехнического университета. 2004. Т. 307. № 1. С. 73–76.
32. Папина Т.С. Транспорт и особенности распределения тяжелых металлов в ряду: вода – взвешенное вещество – донные отложения речных экосистем: аналитический обзор / ГПНТБ СО РАН; ИВЭП СО РАН. Новосибирск. Сер. Экология. 2001. Вып. 3. 58 с.
33. Перевозников М.А., Богданова Е.А. Тяжелые металлы в пресноводных экосистемах. СПб.: ГосНИОРХ, 1999. 228 с.
34. СанПиН 2.3.2.560-96. Санитарные правила и нормы: «Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов» (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 24 октября 1996 г. № 27) (с изменениями от 11 октября 1998 г., 21 марта 2000 г., 13 января 2001 г.).

35. СанПиН № 4630–88. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения. Министерство здравоохранения СССР, Главное санитарно-эпидемиологическое Управление. Заместитель Министра здравоохранения СССР, Главный государственный санитарный врач СССР А.И. Кондрусев. 4 июля 1988 г. № 4630–88.
36. Селезнева А.В. Антропогенная нагрузка на реки от точечных источников загрязнения // Известия Самарского науч. центра РАН. 2003. Т. 5. № 2. С. 268–277.
37. Степанова Н.Ю., Латыпова В.З. Механизмы детоксикации тяжелых металлов в компонентах водной экосистемы Куйбышевского водохранилища // Ученые записки Казанского гос. университета. Серия: Естественные науки. 2005. Т. 147. № 3. С. 18–26.
38. Ходулов В.В. Оценка влияния загрязнения рек западной Якутии алмазодобывающей промышленностью и урбанизированными территориями на экологию рыб : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Якутск: Институт прикладной экологии Севера АН Республики Саха (Якутия), 2006. 20 с.
39. Хохлова Л.Г. Изменение химического состава воды рек Коми АССР под влиянием антропогенного воздействия // Тр. Коми филиала АН СССР. 1979. № 42. С. 62–71.
40. Хохлова Л.Г. Гидрохимический режим реки Печора // Вестник Института биологии Коми науч. центра УрО РАН. 2003. № 12. С. 8–11.
41. Хохлова Л. Г. Химический состав поверхностных вод бассейна реки Вычегда // Вестник Института биологии Коми науч. центра УрО РАН. 2009. № 11. С. 14–17.
42. Хохлова Л.Г., Стенина А.С. Химический состав вод и диатомовые водоросли водотоков в верхнем течении реки Печора (Печоро-Илычский заповедник) // Проблемы особо охраняемых природных территорий Европейского севера. Сыктывкар: Институт биологии Коми науч. центра УрО РАН, 2004. С. 173–176.
43. Шубина В.Н. Бентос лососевых рек Урала и Тимана. СПб.: Наука, 2006. 401 с.
44. Шубина В.Н., Шубин Ю.П. Бентос верховий реки Печора (Северный Урал) // Научно-практическая конференция «Состояние и динамика природных комплексов особо охраняемых территорий Урала». Сыктывкар, 2000. С. 207–209.
45. Has-Schon E., Bogut I., Strelec I. Heavy Metal Profile in Five Fish Species Included in Human in Diet, Domiciled in the End Flow of River Neretva (Croatia) // Arch. Environ. Contam. Toxicol. 2006. № 50. P. 545–551.
46. Norey A., Cryer R., Kay S. Toxicity of cadmium, cobalt, uranium and zinc to *Zoogloea ramigera* // Water Res. 1990. V. 17. P. 1252–1264.
47. Walker T.R., Crittenden P.D., Dauvalter V.A., Jones V., Kuhry P., Loskutova O., Mikkola K., Nikula A., Patova E., Ponomarev V.I., Pystina T., Ratti O., Solovieva N., Stenina A., Virtanen T., Young S.D. Multiple indicators of human impacts on the environment in the Pechora Basin, north-eastern European Russia // Ecological indicators. 2009. № 9. P. 765–779.

References

1. Anishchenko O.V. Distribution and migration of metals in food chains ecosystem of the Yenisei River near Krasnoyarsk // Proceedings of the XIII International School-Conference of Young Scientists, 23–26 October 2007. Borok, 2007. Pp. 5–11.
2. Baskova A.V. The content of heavy metals in organs and tissues of fish-bioindicators (perch and ruffe) habitat quality // Region's problems ecology. 2000. № 8. Pp. 194–195.

3. Beim A.M., Putintseva V.A. Reserves of glycogen in minnows during adaptation to laboratory conditions // Questions aquatic toxicology and Comparative Physiology. Yaroslavl: Yaroslavl State University, 1982. Pp. 97–101.
4. Bratshcev A.P. Climate and Water // The nature of Syktyvkar and neighborhoods. Syktyvkar: Komi kn. Press, 1972. Pp. 11–25.
5. Bratshcev A.P., Gladkov V.P., Votoshkina N.N., Voevodova Z.I., Khokhlova L.G. Environmental change, the European North-east of the USSR under the influence of human activities // Tr. Komi Branch of the USSR. 1979. № 42. Pp. 3–7.
6. Bren N.V. The use of invertebrates for monitoring aquatic ecosystems with heavy metals (Review) // *Gidrobiological Journal*. 1999. Vol. 35. № 4. Pp. 75–87.
7. Bren N.V. Biological monitoring and general patterns of heavy metal accumulation of freshwater benthic invertebrates // *Gidrobiological Journal*. 2008. Vol. 44. № 2. Pp. 96–115.
8. Vlasova T.A. Hydrochemistry of the main rivers of the Komi Republic. Syktyvkar: Komi Nauch. UB Center of the USSR, 1988. 152 p.
9. Vlasova T.A. Chemical composition, quality of surface waters of the Republic // Status of Natural Resources of the Komi Republic. Syktyvkar: Komi Nauch. UB Center of the RAC Press, 1997. Pp. 92–99.
10. Gladyshev M.I., Gribovskaya I.V., Ivanova E.A., Moskvicheva A.V., Muchkina E.Y., Chuprova S.M. Content of metals in the ecosystem and recreation area and fish pond Bugach // *Water resources*. 2001. Vol. 28. № 3. Pp. 320–328.
11. Glazunova I.A. Content and features of the distribution of heavy metals in fish from the Upper Ob: Extended Abstract of Kandidat (Boil.) Dissertation. Barnaul: Altai State Univ., 2005. 19 p.
12. Golovanova I.L. Effect of heavy metals on physiological and biochemical status of fish and aquatic invertebrates // *Biologiya vnutrennikh vod*. 2008. № 1. Pp. 99–108.
13. GN 2.1.5.1315-03. Hygienic standards. Maximum permissible concentration (MPC) of chemical substances in the water of water objects of drinking and cultural-domestic water use.
14. Gomboeva S.V., Pronin N.M., Tsyrenov V.F. Distribution of heavy metals in organs and tissues of fish with different types of food in the coastal zone of the Baikal-sors // *Siberian Journal of Ecology*. 2003. № 5. Pp. 561–564.
15. Dauvalter V.A., Hloptseva E.V. Hydrological and hydrochemical features of lakes Bolshezemelskaya Tundra // *Journal MGTU*. 2008. Vol. 11. № 3. Pp. 407–414.
16. Daukaev R.A. Comprehensive hygienic assessment of anthropogenic heavy metal contamination of territories of the Republic of Bashkortostan: Extended Abstract of Kandidat (Boil.) Dissertation. Moscow: FGUN «Federal researcher. Center for Hygiene name F.F. Erisman» Rospotrebnadzor, 2010. 24 p.
17. Dorovskikh G. N., Stepanov V. G., Golikova E. A. The Structure of Component communities of the Minnow *Phoxinus phoxinus* Parasites from Ecologically Safe and Polluted Water Bodies // *Uspekhi sovremennoi biologii*. 2007. № 5. C. 495–502.
18. Egoshina T.L., Shikhova L.N. Lead in soils and plants of the Northeast European Russia // *Journal OGU*. 2008. №10 (92). Pp. 135–141.
19. Zimakov I.E., Komarova A.V. Pollution of fishery waters by sewage-breeding complexes // *Experimental aquatic toxicology*. 1991. Iss. 15. Pp. 89–92.
20. Zemkov G.V., Zhuravleva G.F. Historical and contemporary data cumulative toxicity study in fish // *Modern high technology*. 2004. № 1. Pp. 31–36.

21. Kondratieffa L.M., Kantsyber V.S., Zazulina V.E., Bokovenko L.S. The impact of large inflows to the content of heavy metals in water and sediments of the Amur River // *Pacific Geology*. 2006. Vol. 25. № 6. Pp. 103–114.
22. Lapitskaya V.F. Surface water monitoring // *Environmental monitoring*. Syktyvkar: Syktyvkar University, 2002. Pp. 38–49.
23. Livinsky S.A., Vladimirskiy P.V., Danil'chuk V.P., Paronyan V.Ch. Development of a method of sample preparation for atomic-absorption spectral analysis to determine the content of heavy metals in vegetable oils // *Journal VGU. Pt.: Chemistry, Biology, Pharmacy*. 2005. № 2. Pp. 38–42.
24. Lukin A.A., Dauvalter V.A. Distribution of heavy metals, aluminum and petroleum products in sediment and fish in the Pechora basin // *Biologiya vnutrennikh vod*. 1997. № 2. Pp. 70–78.
25. Lukjanenko V.I. The toxicology of fishes. Moscow: Pishhevaja promaeshlennost, 1967. 216 p.
26. Moiseenko T.I. Assessment of environmental hazard in terms of pollution from metals // *Vodnye resursy*. 1999. Vol. 26. № 2. Pp. 186–197.
27. Molodkina N.N. Using the number of sanitary-important micro-organisms for characterizing gidrobiotsenoza // *Environmental monitoring*. Syktyvkar: Syktyvkar University, 2002. Pp. 125–147.
28. Moskvicheva A.V. Regularities in the distribution and migration of metals in trophic chains in the reservoir on the river Bugach: Extended Abstract of Kandidat (Boil.) Dissertation. Borok: Institute of Biology of Inland Waters RAC, 2002. 24 p.
29. Nazarova E.A. The sequence of morphological and pathological changes in the kidneys of freshwater bony fishes with chronic intoxication with salts of cadmium // *Toxicological Review*. 2010. № 4. P. 46–51.
30. Nemova N.N., Vysotskaya R.U. Biochemical indication of fish state. Moscow: Nauka, 2004. 215 p.
31. Otmachov V.I., Petrova E.V. Atomic emission analysis of biological objects in order to conduct environmental monitoring areas of the Tomsk Oblast and Altai mountains // *Proceedings of the Tomsk Polytechnic University*. 2004. Vol. 307. № 1. Pp. 73–76.
32. Papina T.S. Transport and distribution characteristics of heavy metals in the order: water, suspended matter – the bottom sediments of river ecosystems: Analytical review / GPNTB SB RAC; IVEP SB RSC. Novosibirsk. Pt. Ecology. 2001. Iss. 3. 58 p.
33. Perevoznikov M.A., Bogdanova E.A. Heavy metals in freshwater ecosystems. St. Petersburg: Gos. NII Ozer. Rech. Ryb. Khoz., 1999. 228 p.
34. SanPiN 2.3.2.560-96. Sanitary rules and norms: «Hygienic requirements for quality and safety of food raw materials and foodstuffs» (approved by Resolution Goskomsanepidnadzor RF of 24 October 1996. № 27) (with changes of 11 October 1998, 21 March 2000, 13 January 2001).
35. SanPiN № 4630–88. Sanitary rules and norms of surface water protection from pollution. Ministry zdravoohraneniya USSR, Main Sanitary-Epidemiological Control. Deputy Minister of Health USSR, Chief Medical Officer USSR A.I. Kondrusev. 4 July 1988 r. № 4630–88.
36. Selezneva A.V. Human pressure on rivers from point sources of pollution // *Notifications Samarskogo learn. centralized RAS*. 2003. Vol. 5. № 2. Pp. 268–277.

37. Stepanova N.U., Latypova V.Z. Mechanisms of detoxification of heavy metals in the components of aquatic ecosystems Kuibyshev reservoir // *Memoirs of the Kazan State. University. Series: Science.* 2005. Vol. 147. № 3. Pp. 18–26.
38. Chodulov V.V. Assessing the impact of pollution in rivers of western Yakutia diamond industry and urban areas on the ecology of fish: Extended Abstract of Kandidat (Boil.) Dissertation. Yakutsk: Institute of Applied Ecology of the North, Academy of Sciences of the Republic of Sakha (Yakutia), 2006. 20 p.
39. Khokhlova L.G. Changing the chemical composition of water in the rivers of the Komi ASSR under the influence of anthropogenic impact // *Tr. Komi Branch of the USSR.* 1979. № 42. Pp. 62–71.
40. Khokhlova L.G. Hydrochemical regime of the Pechora River // *Journal of Biology Komi scientific institutes RAC centers UrO.* 2003. № 12. Pp. 8–11.
41. Khokhlova L.G. The chemical composition of surface water basin Vychegda // *Journal of Biology Komi scientific institutes RAC centers UrO.* 2009. № 11. Pp. 14–17.
42. Khokhlova L.G., Stenina A.S. The chemical composition of water and diatoms watercourses in the upper reaches of the Pechora River (Pechora-Ilych Reserve) // *Problems of Protected Areas of the European north.* Syktyvkar: Institute of Biology of Komi Scientific. Center RAC, 2004. Pp. 173–176.
43. Shubina V.N. Benthos of Salmon Rivers of the Ural and Timan Mountains. Saint Petersburg: Nauka, 2006. 401 p.
44. Shubina V.N., Shubin U.P. Benthos in the headwaters of the Pechora River (Northern Urals) // *Scientific and Practical Conference «State and dynamics of natural systems of protected areas of the Urals.»* Syktyvkar, 2000. Pp. 207–209.
45. Has-Schon E., Bogut I., Strelec I. Heavy Metal Profile in Five Fish Species Included in Human in Diet, Domiciled in the End Flow of River Neretva (Croatia) // *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 2006. № 50. P. 545–551.
46. Norey A., Cryer R., Kay S. Toxicity of cadmium, cobalt, uranium and zinc to *Zoogloea ramigera* // *Water Res.* 1990. V. 17. P. 1252–1264.
47. Walker T.R., Crittenden P.D., Dauvalter V.A., Jones V., Kuhry P., Loskutova O., Mikkola K., Nikula A., Patova E., Ponomarev V.I., Pystina T., Ratti O., Solovieva N., Stenina A., Virtanen T., Young S.D. Multiple indicators of human impacts on the environment in the Pechora Basin, north-eastern European Russia // *Ecological indicators.* 2009. № 9. P. 765–779.

**ДЕЙСТВИЕ ЭКДИСТЕРОИД-СОДЕРЖАЩЕЙ СУБСТАНЦИИ
СЕРПИСТЕН НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕМБРАНЫ
ЭРИТРОЦИТОВ И СОСТОЯНИЕ
СИМПАТО-АДРЕНАЛОВОЙ СИСТЕМЫ КРЫС**

**ACTION OF ECDISTEROID-CONTAINING PREPARATION SERPISTEN
ON PHYSICO-CHIMICAL ERYTHROCYTAL MEMBRANE PROPERTIES
AND SYMPATO-ADRENAL SYSTEM ACTIVITY IN RATS**

Н.Б. Петрова, В.В. Володин

N.B. Petrova, V.V. Volodin

*Показано положительное (мембраностабилизирующее, антиагрегационное, стресс-лимитирующее) действие субстанции Серпистен, содержащей фитоекдистероиды из серпухи венценосной (*Serratula coronata* L.), вида интродуцированного в условиях среднетаежной зоны Республики Коми. Эффект реализуется через центральные структуры управления стресс-реакцией с активацией синтоксических механизмов и уменьшением чрезмерной активности симпато-адреналовой системы.*

*It is shown, that *Serratula coronata* ecdysteroid-containing substance Serpisten given most positive effects on rat's erythrocytal membrane properties (membrane-stabilisation, anti-aggregation, stress-limitation). The effect is realized through central mechanisms of stress-reaction regulation, resulting in suppressing the excessive sympatho-adrenal system activity.*

Ключевые слова: экдистероид-содержащая субстанция Серпистен, фитоекдистероиды, эритроциты, фитоагглютинация, симпато-адреналовая система.

Keywords: ecdysteroid-containing preparation Serpiste, phytoecdysteroids, erythrocytes, phyto-agglutinability reaction, sympatho-adrenal system.

Повышение адаптивных возможностей человека к различным повреждающим факторам среды способствует его выживанию и сохранению его работоспособности в экстремальных климатических, а также вредных условиях труда и является важнейшим моментом в профилактике различных заболеваний. Качество адаптации в значительной степени определяется динамикой развития стресс-реакции. Новой стратегией коррекции дизадаптивных состояний, профилактики заболеваний и сохранения здоровья человека может быть активное применение препаратов природного происхождения – адаптогенов, которые могут повысить неспецифическую сопротивляемость организма. Перспективны в этом плане фитоэкдистероиды (ФЭС), которые не оказывают собственного гормонального воздействия, но в значительной степени могут облегчить адаптацию к истощающей физической и умственной нагрузке, а также к различным факторам патологической и токсической природы [10, 22, 25, 33, 38]. Показано, что перспективным растительным сырьем для выделения ФЭС может служить успешно интродуцированный в условиях среднетаежной зоны Республики Коми вид *Serratula coronata* L. (серпуха венценосная). Было установлено, что в надземных органах *Serratula coronata* L. содержание 20-гидроксиэкдизона на порядок выше, чем в подземных органах фармакопейного вида *Rhoptonticum carthamoides* (Willd. Pjlin) – левзеи сафлоровидной. В Институте биологии КНЦ УрО РАН разработана технология получения БАД – экдистероид-содержащей субстанции Серпистен из надземной части серпихи венценосной [4], которая представляет собой смесь экдистероидов: 20-гидроксиэкдизона (80%), 25S-инокостерона (11%), экдизона (5%) и других минорных компонентов, находящихся в следовых количествах. Ранее проведенные испытания физиологической активности субстанции Серпистен показали высокое эрготропное и ЦНС-тонизирующее действие на фоне незначительного анаболического эффекта [26,33]. М.Б. Плотниковым с соавт. [22,24] отмечено, что экдистероид-содержащие растения, в том числе и серпуха венценосная, в силу мембраностабилизирующего действия ФЭС, могут служить перспективными источниками для разработки эффективных гемореологических средств. По современным представлениям, многие из позитивных эффектов адаптогенов реализуются через центральные структуры управления формированием стресс-реакции с обязательным участием гормонов адреномедулярной и адренокортикальной систем [18,39]. Однако работ, посвященных изучению действия ФЭС на системы неспецифической адаптации, чрезвычайно мало, хотя актуальность таких исследований очевидна.

Целью настоящей работы является изучение действия экдистероид-содержащей субстанции Серпистен на физико-химические свойства мембраны эритроцитов (Эр) и состояние симпато-адреналовой системы (САС) крыс в норме и в условиях стресса.

Материал и методы исследования

Эксперименты выполнены на 3-4-месячных белых беспородных крысах обоего пола (количество животных – 190, масса 166 ± 10 г.), беспородных самцах крыс в возрасте 1 года (количество – 18, масса 336 ± 12 г.; стресс 2008 г.). Готовили 0,3% раствор Серпистена в 0,9% растворе NaCl. В качестве контроля использовали 0,9% NaCl (плацебо). Серпистен и изотонический раствор вводили внутримышечно. Кровь брали методом тотального обескровливания путем декапитации животных после легкого хлороформного наркоза. Кровь стабилизировали гепарином. Имобилизационный стресс производили жесткой фиксацией крысы в положении лежа на спине на 15 и 30 минут (эксперименты 2006–2008 гг.), что соответствовало начальной фазе стресс-реакции. Проведено несколько серий экспериментов: однократное введение Серпистена в дозе 20 мг/кг с забором крови через 2, 12, 24 часа; многократное введение Серпистена в дозе 5 мг/кг ежедневно в течение 5 дней, суммарная доза – 25 мг/кг; однократное введение Серпистена в дозе 20 мг/кг за 24 часа до имобилизационного стресса. Крыс делили на группы: интактные, опытные (вводили Серпистен), контрольные (вводили соответствующий объем 0,9% раствора NaCl). Все эксперименты проводились с соблюдением биоэтических правил.

Для исследования устойчивости Эр к кислоте (кислотная резистентность Эр – КРЭ) использовали метод кислотных эритрограмм, основанный на фотоэлектрической регистрации кинетики гемолиза Эр [5] в модификации [6]. Анализировались основные параметры гемолиза Эр: временные: время окончания гемолиза, время достижения максимума гемолиза и количественный показатель – максимум гемолиза. Агрегационную способность эритроцитов оценивали с помощью метода фитогемагглютинации с использованием лектинов – фитогемагглютининов (ФГА). Растворы ФГА получали путем экстрагирования их из размолотых семян гороха посевного (*Pisum sativum*). Количественное измерение реакции агглютинации проводили в камере Горяева на 10-й, 20-й, 30-й, 40-й минутах наблюдения [15]. ФГА обладают свойством избирательно связываться с олигосахаридными участками интегральных гликопротеидов мембраны Эр [12]. Результатом развивающегося взаимодействия является склеивание Эр друг с другом – реакция агглютинации Эр (РАЭ).

Оценка состояния САС и адренореактивности организма осуществлялась с помощью метода фитогемагглютинации в сочетании с пропранололовым тестом [21]. Оценку состояния САС и адренореактивности Эр проводили следующим образом: кровь делится на 2 пробы: контрольная (ФГА + Эр) и опытная (ФГА + Эр + ПП). Пропранолол (ПП) – бета-адреноблокатор (коммерческое название Обзидан, производства Германии) использовался в концентрации 10^{-3} г/мл. Поскольку ПП взаимодействует только со свободными от катехоламинов бета-адренорецепторами, по выраженности реакции на ПП можно судить о состоянии

САС. Если реакция Эр на ПП большая (более 15 – 20%) по отношению к контрольной пробе на 10 минуте наблюдения, то свободных адренорецепторов на мембране Эр много, САС неактивирована. Если реакция на ПП слабая (менее 10%) или отсутствует, то свободных адренорецепторов мало, САС активирована.

Статистическую обработку проводили с использованием параметрических и непараметрических методов. Достоверность различий оценивали по t-критерию Стьюдента [11]. Для расчетов и графической обработки данных использовали приложение Microsoft Office 97 Microsoft Excel 8.0.

Результаты и их обсуждение

Ранее было показано, что независимо от видовой или половой принадлежности, возраста, функционального состояния организма человека и животных РАЭ на ФГА с течением времени (с 10 по 40 минуты наблюдения) возрастает [19, 20]. Однако степень увеличения РАЭ в значительной степени варьирует и зависит от состояния мембраны Эр и воздействий, оказываемых на нее. У 3-4-месячных интактных крыс доля агглютинировавших Эр на 10-й минуте наблюдения составляла $32,2 \pm 0,9$ %, на 40-й – $66,8 \pm 1,1$. Эр самок более подвержены агглютинации, чем Эр самцов (табл. 1, 2). Достоверные различия ($p < 0,05$) по полу в РАЭ обнаружены на 10-й и 30-й минутах наблюдения. Имеются различия по полу и в другом физико-химическом параметре – КРЭ. КРЭ самок была снижена по сравнению с самцами. Достоверные различия найдены по времени окончания и скорости гемолиза (табл. 3). Очевидно, это связано с различиями в мембранных структурах. Так, известно, что эритроцитарная мембрана самцов крыс более насыщена жирными кислотами, поэтому жесткость ее выше [17]. Кроме того, различия по полу могут быть связаны с окружением Эр, обусловленные гормональным фоном животных.

Под действием ПП у всех крыс независимо от половозрастных различий и гормонального фона реакция агглютинации Эр (РАЭ) снижалась, а кислотный гемолиз ускорялся [20]. Выраженность и дозозависимость эффекта ПП определяется как состоянием эффекторного звена – бета-адренорецепторов на мембранах клеток-мишеней, так и активностью центральных адренергических стресс-реализующих структур [13, 28, 32]. Выраженность эффекта ПП на РАЭ у интактных крыс была высокая и составляла на 10-й минуте – 36-38%, на 40-й минуте – 14-21% (рис. 1А, 2А; рис. 4А). Значительный эффект на ПП свидетельствовал о неактивированном состоянии САС у интактных животных. Наблюдалась линейная зависимость эффекта ПП от времени его действия: с увеличением времени действия эффект адreno-блокатора снижался. Поскольку Серпистен вводился животным в 0,9% растворе NaCl, необходимо было оценить влияние самих инъекций физиологического раствора на изучаемые параметры. Введенный за 2 часа до забоя раствор 0,9% NaCl (группа контрольных крыс – 2ч) изменял физико-химические свойства мембраны Эр и состояние САС крыс. Наблюдалось сниже-

ние кислотной резистентности Эр и повышение их агглютинабельности. У контрольных крыс отмечался сдвиг эритрограммы в сторону менее резистентных клеток. Длительность гемолиза Эр этих крыс (самцов и самок) на 10-12%, время достижения максимума – на 14-18% меньше, чем у интактных животных; максимум гемолиза увеличен на 14-19% (рис. 3; табл. 3). РАЭ контрольных крыс повышалась примерно в равной степени как у самцов, так и у самок (табл. 1, 2).

Такие изменения, очевидно, были вызваны стресс-реакцией, активацией катоксических (стресс-реализующих) механизмов адаптации, повышением уровня катехоламинов крови и выбросом в циркулирующее русло депонированных Эр с нарушенными физико-химическими и сниженными ферментативными свойствами [14]. На активированную САС при введении 0,9% раствора NaCl указывал значительно сниженный (7-10%) ответ Эр на ПП (рис. 1С, 2С). Кроме того, отмечалось нарушение линейной зависимости эффекта ПП от времени его действия.

Серпистен, введенный за 2 часа до забоя, в отличие от NaCl (своего растворителя), снижал агглютинабельность Эр. РАЭ у крыс, получавших Серпистен, вне зависимости от пола, на 10-й минуте наблюдения составляла $30,9 \pm 1,3\%$, на 40 мин – $67,4 \pm 2,0\%$ (табл. 1, 2). Ответ Эр на ПП колебался в пределах 35-39% на 10-й минуте и 16-20% на 40-й минуте (рис. 1Е, 2Е). Эти данные свидетельствуют в пользу неактивированного состояния САС у животных, получивших однократную инъекцию Серпистена за 2 часа до забоя. Очевидно, на мембранах Эр этих крыс имеется большое количество адренорецепторов, свободных от катехоламинов, с ними и взаимодействовал ПП. Это означает, что в циркулирующей крови уровень гормонов мозгового слоя надпочечников снижен. На 10-й, 20-й минутах у самцов, получавших Серпистен, а также на 30-й, 40-й минутах – у самок эффект ПП на Эр превышал таковой для интактных крыс, что может быть обусловлено появлением в сосудистом русле молодых Эр, что согласуется с данными литературы. На быструю стимуляцию эритропоэза (2 часа) у крыс имеются указания в ряде работ [16]. Из литературы известно, что ретикулоциты крыс содержат больше бета-адренорецепторов, чем зрелые Эр [35, 40]. Кроме того, у самок, но не у самцов, сохранялась линейная зависимость ПП от времени его действия, что свидетельствовало о сохранении исходных адренореактивных свойств Эр, а следовательно, и адренореактивности других органов и тканей. Поскольку эффект Серпистена развивался достаточно быстро (в течение 1–2 часов), наиболее вероятным представляется механизм прямого мембранотропного действия препарата. Поскольку зрелые Эр – безъядерные клетки, очевидно, это влияние осуществляется внегеномно на структуры липидно-белкового комплекса мембраны, сопрягающие факторы бета-адренорецепторов и внутриклеточные механизмы трансдукции гормонального сигнала. В ряде работ в опытах *in vitro* на клетках крови, гепатоцитах, кератоцитах, миоцитах животных и человека показано прямое влияние ФЭС на функциональное состояние клеточной и внутриклеточной

точных мембран, механизмы взаимодействия с рецепторами и ионный транспорт [1, 22, 29, 36, 37, 41]. Л.Д. Пчеленко с соавт. [26] было показано изменение некоторых физико-химических и функциональных свойств Эр под влиянием Серпистена *in vitro*, однако действие препарата *in vitro* и *in vivo* различались, иногда даже были противоположно направлены. Действие Серпистена *in vitro*, очевидно, видоспецифично и зависит от функционального состояния организма. Так, Серпистен, добавленный к крови *in vitro*, повышал КРЭ беспородных мышей, но не влиял на КРЭ линейных мышей СВА. После экстремальной физической нагрузки – плавания до отказа у мышей, получавших Серпистен *per os* в течение 10 дней, обнаружено значительное снижение КРЭ, что авторы связывают с жесткой стресс-реакцией – плаванием до отказа. При этом время плавания у серпистеновых мышей в 1,6–2 раза выше, чем у контрольных, получавших воду [26]. В экспериментах *in vivo* у крыс нами показано повышение КРЭ и снижение агглютинабельности Эр. Мы считаем, что изменение этих физико-химических параметров Эр может быть не столько следствием мембранотропного действия исследуемого препарата, сколько опосредованным действием его через центральную нервную систему, в том числе и через структуры управления стресс-реакцией с вовлечением в процесс синтаксических механизмов. А.В.Коцюруба с соавт.[9] показали, что максимум накопления ФЭС в тканях головного мозга наступает через 2 часа после введения его крысам.

При однократном введении 0,9% NaCl за 12 и 24 часа до забоя крыс отрицательный эффект изотонического раствора на кислотную резистентность и агглютинабельность Эр, а также состояние САС постепенно нивелировалось. Так, при сравнении РАЭ контрольной группы (0,9% NaCl за 12 ч до забоя) с интактной достоверных различий не обнаружено. Кислотная резистентность Эр также постепенно приближалась к норме, через 24 часа после инъекции NaCl оставался увеличенным лишь 1 количественный параметр – максимум гемолиза, характеризующий скорость кислотного гемолиза (рис. 3). Во временных параметрах кислотного гемолиза достоверных различий с интактной группой не обнаружено. Ответ Эр на ПП был в пределах 16-18%, что свидетельствовало о слабой активированности САС контрольных крыс (рис. 4).

Мембраностабилизирующее действие Серпистена, которое проявлялось в повышении кислотной резистентности Эр и снижении их агглютинабельности сохранялось на протяжении последующих 12-24 часов (рис. 4). САС оставалась стабильно неактивированной. Сохранялась четкая линейная зависимость эффекта адrenoблокатора от времени его действия, т.е. исходная адренореактивность Эр, а соответственно и других тканей сохранялась.

При длительном (в течение 5 дней) введении 0,9% NaCl кислотная резистентность Эр не отличалась от таковой у интактных крыс. Показатель РАЭ оказался более чувствительным. У самцов РАЭ оставалась повышенной на 10-30-й

минутах наблюдения, у самок – лишь на 30-й мин по сравнению с интактными крысами (табл. 1, 2). Судя по реакции на ПП, состояние САС оставалось активированным, адренореактивность – нарушенной (рис. 1В, 2В). Последнее, вероятно, связано с повторяющейся ежедневной процедурой введения NaCl путем инъекции.

Таким образом, действие NaCl сходно с действием стрессирующих факторов, таких как кровопотеря, физическая нагрузка и др., приводящих к сильным «возмущениям» как в системе крови, так и во всем организме.

Серпистен при многократном введении не только устранял негативное влияние NaCl (своего растворителя), но и препятствовал активации САС, вероятно, активируя холинергические структуры гипоталамуса и запуская синтоксические системы адаптации. РАЭ оставалась сниженной у самцов на 10–20-й минутах, у самок – на 20–40-й минутах наблюдения по сравнению с интактными крысами и на всех минутах по сравнению с контрольными (табл. 1, 2). Ответ на ПП колебался в пределах 38-40% на 10-й минуте, 23-30% – на 40-й минуте наблюдения. Эффект на ПП Эр серпистеновых крыс превышал таковой в группе интактных животных (рис. 1Д, 2Д). Анализируя собственные результаты и данные литературы, мы пришли к выводу, что антистрессорный эффект Серпистена может реализоваться не только через снижение активности САС, но и путем оптимизации функции эндокринных желез, в частности коры надпочечников. В работе О.В. Раскоши с соавт.[27] был показан стимулирующий эффект Серпистена на кору надпочечников лабораторных мышей, который проявлялся в увеличении ширины коры в основном за счет пучковой и отчасти сетчатой зон. Таким образом, действие Серпистена на физиологические функции организма млекопитающих может быть опосредовано гормонами коры надпочечника, однако не сводится к действию последних.

Наступление состояния адаптации характеризуется морфологическими, физиологическими и биохимическими сдвигами, возникающими на разных уровнях биологической системы: от молекулярного до организменного. На всех уровнях организации колебания функциональной активности и нормализация функций обеспечиваются на основе единых, стереотипных структурных изменений и контролируются регуляторными механизмами центральной нервной и эндокринной систем. В ряде работ указывается, что ФЭС могут оказывать на мембрану различных клеток стабилизирующее и протекторное действие [22, 23, 41]. Показан положительный эффект экстрактов экидистероид-содержащих растений на гемореологию при патологиях различного генеза. Экстракты левзеи сафроловидной и серпухи венценосной способны эффективно снижать выраженность гемореологических нарушений при аллоксановом диабете у крыс [2], а также в условиях экспериментальных моделей патологических состояний, сопровождающихся синдромом повышенной вязкости крови: ишемии головного мозга,

инфаркте миокарда, артериальной гипертензии, а также истощающих физических нагрузках [24]. При этом экстракты эдистероид-содержащих растений, в том числе и серпухи венценосной, обладали протекторным действием в различной степени, препятствуя патологической деформации формы Эр и тромбоцитов, снижая агрегацию Эр и вязкость крови [3, 24, 25]. Эти изменения авторы связывают с повышением в мембранах сфингомиелина, фосфатидилсерина и (или) фосфотидилхолина в зависимости от вида использованного растительного экстракта. Кроме того, экстракты левзеи сафлоровидной и лихниса хальцедонского препятствовали накоплению в мембранах лизофосфолипидов [24]. Как известно, содержание последних увеличивается при различных видах стресса [7, 31]. Таким образом, изменяя фосфолипидный состав, активируя мембрано-связанные ферменты, обеспечивающие ионный транспорт и чувствительность рецепторов, ФЭС поддерживают большую устойчивость мембран к повреждающим факторам (действию химических, физических стрессоров, окислительному стрессу и т.д.)

Мы на протяжении ряда лет (2006–2008 гг.) исследовали гематопротекторное действие Серпистана в условиях иммобилизационного стресса у крыс (рис. 5). Стресс вызывали жесткой фиксацией крысы в положении лежа на спине на 15 минут (эксперимент 2007 г.) и 30 минут (эксперименты 2006 и 2008 гг.). Использовали молодых половозрелых самцов (3-4 мес.) и 12-месячных. Показано, что стресс значительно дестабилизировал мембрану Эр. Агглютинабельность Эр увеличивалась на 39 – 134% на 10-й минуте наблюдения (в зависимости от продолжительности стрессирования). 15-минутный стресс оказывал на РАЭ большее влияние, чем 30-минутный. Достоверное увеличение агглютинабельности Эр ($p < 0.05$) при 15-минутном стрессе обнаружено на всех минутах наблюдения (рис. 5; эксперимент 2007 г.). Серпистен, введенный за 24 часа до стресса, оказывал защитный эффект на мембрану Эр. Агглютинабельность Эр у серпистановых крыс не отличалась после стресса от этого показателя у интактных животных.

При любых видах стресса резко меняется соотношение синтоксических и катотоксических механизмов в сторону преобладания последних – стресс-реализующих. Нами показано, что активность САС – системы быстрого реагирования при иммобилизационном стрессе у крыс значительно возрастает. Выраженность реакции Эр на ПП в пределах 2-4% у 3-4-месячных и 9-11% – у 12-месячных крыс, что свидетельствует о значительной активации катотоксических механизмов, в первую очередь у молодых животных. Серпистен, введенный за 24 часа до стресса, снижал активность САС в основном у более зрелых крыс. Так, выраженность реакции Эр на ПП у 12-месячных серпистановых крыс возрастала до 32% на 10-й минуте и до 18% – на 40-й минуте наблюдения. У молодых животных Серпистен незначительно снижал активность САС. Выраженность эффекта ПП была в пределах 10-12%. Очевидно, однократное введение препарата у молодых животных не устраняло чрезмерной активации САС, однако факт сни-

жения агглютинабельности Эр в условиях стресса подтверждает позитивное гомеологическое влияние Серпистена. Мы полагаем, что основное влияние Серпистен в условиях стресса оказывает на центральные структуры реализации стресс-реакции, в результате чего снижается уровень медиаторов стресса (в том числе и катехоламинов) и уменьшается выброс депонированной крови с Эр с нарушенными морфофизиологическими характеристиками. Высказанное предположение находит подтверждение в данных литературы. Ранее указывалось, что ФЭС оказывают тонизирующий эффект на функции центральной нервной системы [33]. Они улучшают процессы обучения, памяти, условно-рефлекторную деятельность, ускоряют процессы синаптической передачи, повышают работоспособность при умственном и физическом переутомлении. Экдистен – препарат из левзеи сафроловидной – укорачивал время действия снотворных препаратов и время выработки условных рефлексов у крыс. При экспериментальном испытании экдистероид-содержащей фракции серпухи венценосной (*Serratula coronata* L.) также обнаружено ускорение ориентировочно-исследовательской реакции и стимуляция памяти у животных, получавших субстанцию в течение 10 дней, что выражалось в активации поиска, запоминании маршрута и ускорении нахождения выхода из лабиринта [26]. На шести экспериментальных моделях, повреждающих воздействие физической, химической, биологической природы, гипоксии, предельных мышечных нагрузках и стрессе, исследовалась эффективность фармакопейных препаратов адаптогенов, среди которых были и ФЭС. Экстракты левзеи, жень-шеня, экдистен повышали переносимость предельных физических нагрузок, увеличивали сопротивляемость животных к стрессу, полностью предупреждали гибель мышей при чрезмерных радиальных нагрузках и эффективно снижали токсичность этанола. В работе Ю.В. Карасевой с соавт. [8] показано, что введение фитоэкдистерона крысам в течение 14 дней в дозе 300мкг/ 100г массы тела активизировало холинергические структуры мозга, в результате чего в подбугорье снижалась концентрация ацетилхолина и реципрочно увеличивалась концентрация норадреналина. Одновременно возрастала концентрация гамма-аминомасляной кислоты (ГАМК), которая играет роль неспецифического тормозного механизма, ограничивающего стрессовую реакцию и предупреждающую стрессорные повреждения при действии на организм различных стрессорных ситуаций и повреждающих факторов. Кроме того, авторы указывали на снижение в циркулирующей крови медиаторов стресса: адреналина и норадреналина – и повышение ацетилхолина и серотонина [8].

Заключение

Мы исследовали влияние ЭС субстанции Серпистен на физико-химические свойства Эр (кислотную резистентность, агглютинабельность) и активность САС крыс. Показано снижение агглютинабельности и повышение кислотной рези-

стентности Эр уже через 2 часа после внутримышечного введения Серпистена животным. Эти позитивные эффекты сохранялись на протяжении последующих 12-24 часов. При этом САС крыс оставалась неактивированной. При многократном введении препарата в малой дозе позитивное действие его на физико-химические свойства мембраны Эр сохранялось и в некоторых случаях усиливалось на фоне неактивированной САС. В экспериментах с кратковременным иммобилизационным стрессом показано стресс-лимитирующее действие Серпистена у взрослых годовалых животных, которое проявлялось в снижении активности САС. У молодых 3-х месячных крыс действие тестируемой ЭС субстанции на активность САС было незначительное. Снижение агглютинабельности Эр при действии Серпистена на фоне стресса у крыс разного возраста мы считаем проявлением адаптогенных свойств этого препарата. Наши исследования показали, что в основе мобилизации резервов организма при действии Серпистена лежат центральные механизмы регуляции стресс-реакции, в частности действие на системы регуляцию активности САС.

1. Бабич Л.Г., Бурдыга Ф.В., Холодова Ю.Д., Костерин С.А. Влияние экидистерона на корбахоловую контрактуру гладкой мышцы мочеточника и Mg^{2+} , АТФ-зависимый транспорт Ca^{2+} через сарколемму // Докл. АН СССР. 1992. Т. 324. № 3. С.701-705.

2. Васильев А.С., Плотников М.Б., Алиев О. И. и др. Гемореологическая активность экстрактов из содержащих экидистероиды растений при сахарном диабете у крыс // Химия и технология растительных веществ: материалы IV Всерос. науч. конф. Сыктывкар, 2006. С.23.

3. Васильев А.С., Плотников М.Б., Алиев О. И., Плотникова А.М., Калинин Г.И., Ангискиева А.С. Гемореологическая активность экстракта из надземной части *Serratula coronata* (Asteractae) // Раст. ресурсы. 2008. №1. С. 104-109.

4. Володин В.В., Володина С.О. А.С. 2153346, Россия, МКИ³ А 61 К 35/78. Способ получения экидстероидов / № 99106351/14. Заявл. 29.03.99. Опубл. 27.07.2000. Б.И. №21.

5. Гительзон И.И., Терсков И.А. Эритрограммы как метод клинического исследования крови // Вопросы биофизики, биохимии. Красноярск: СО АН СССР, 1960.

6. Гладилов В.В. Большой практикум по физиологии и биохимии системы крови. Пермь: Пермский университет, 1982. 117 с.

7. Грибанов Г.А. Особенности структуры и биологическая роль лизофосфолипидов // Вопросы мед. химии. 1991. Т. 37. №4. С. 2-16.

8. Карасева Ю.В., Морозов В.Н., Хадарцев А.А. и др. Фитоэкидстерон и синтоксические программы адаптации // Эколого-физиологические проблемы адаптации: материалы XI Международного симп. М., 2003. С.229-231.

9. Коцюруба А.В., Буханевич О.М., Мегедь О.Ф. и соавт. C_{27} -стероїдні гормони екидстерон та кальцитріол активують фосфоінозитольний цикл у мембранній фазі дії // Укр. біохім. журнал. 1999. № 1. С. 27-32.

10. Куракина И.О., Булаев В.М. Эджистен-тонизирующее средство в таблетках по 0,005 г // Новые лекарственные препараты. Экспресс-информация. М., 1990. Вып. 6. С.16-18.
11. Лакин Г.Ф. Биометрия М.: Высшая шк., 1990. 340 с.
12. Луцик М.Д., Олешко П.С., Цегельский А.А. Получение и частичная характеристика водорастворимых мембранных гликопротеинов – рецепторов лектинов // Биол. мембраны. 1992. Т.9. №10 -11. С.1025-1027.
13. Манухин Б. Н., Нестерова Л.А., Смурова Е. А. Характеристика кинетики взаимодействия бета-адренорецепторов эритроцитов крыс со специфическим блокатором пропранололом // Биол. мембраны. 1994. Т. 11. №5. С. 489-491.
14. Маслова М. И. Активность мембранных ферментов при различных стрессорных воздействиях // Физиол. журн. СССР им. И.М.Сеченова. 1994. Т. 80. №7. С. 76-79.
15. Мойсенко Н.А., Иржак Л.И. Агглютинация эритроцитов кролика при напряженном эритропоэзе // Журн. общ. биол. 1972. Т. 33. № 6.
16. Мойсенко Н.А., Петрова Н.Б., Иванкова Ж.Е., Репина Е.Н. Действие фитоэджистероидов на количественные и качественные показатели крови млекопитающих в норме и при экспериментальных воздействиях // Вестник СГУ. Серия Физика. Химия. Биология. 2006. Вып. 1. С.122-137.
17. Новгородцева Т.П., Эндакова Э.А., Иванова И.А. Возрастные и половые особенности фосфолипидного состава эритроцитов крыс линии Вистар в процессе постнатального онтогенеза // Рос. физиол. журн. им. И. М. Сеченова. 2002. №1. С. 53-62.
18. Панасян А., Амбарцумян М., Ованиссян А., Викман Г. Адаптогены модифицируют ответ на стресс в результате угнетения увеличения протеинкиназы (P-SARK), оксида азота и кортизона в крови кроликов // Материалы X Международного съезда «Фитофарм 2006». СПб, 2006. С. 505-506.
19. Петрова Н. Б. Кислотная резистентность и агглютинабельность эритроцитов женщин с заболеваниями щитовидной железы, проживающих на Севере // Материалы Всерос. научной конф. с междунар. участ. «Физиолого-гигиенические проблемы экологии человека». Белгород, 2007. С. 88-90
20. Петрова Н.Б., Канева А.М., Рау И.В., Изъюрова Е.В. Адренореактивность эритроцитов человека и животных при различных воздействиях // Физиологические механизмы природных адаптаций: тез. докл. III Междунар. симпоз. Иваново, 1999. С.123-124.
21. Петрова Н.Б., Мойсенко Н.А., Володин В.В. Патент на изобретение № 2310196, зарегистрирован в Гос. реестре изобретений Российской Федерации 10.11.2007 г. Способ определения функциональной активности симпато-адреналовой системы.
22. Плотников М.Б., Алиев О.И., Васильев А.С. и др. Гемореологические эффекты экстрактов *Lychnis chalconica* L // Эксперим. и клинич. фармакол. 2000. №2. С.54-56.
23. Плотников М.Б., О.И.Алиев, А.С.Васильев и др. Эритропротекторное действие экстракта левзеи сафроловидной при интоксикации фенилгидразином у крыс // Бюлл. exper. биол. и мед., 2005, приложение № 1. С.73-75.

24. Плотников М.Б., Алиев О. И., Васильев А.С. и др. Гемореологическая и церебропротекторная активность экстрактов экидистероидсодержащих растений и разработка на их основе новых препаратов // Химия и технология растительных веществ: материалы IV Всерос. науч. конф. Сыктывкар, 2006. С.269.
25. Плотникова Т.М., Федина О.А. Антитромбоцитарное и антикоагулянтное действие экстрактов левзеи сафлоровидной и лихниса хальцедонского в условиях различных моделей гиперкоагуляционного синдрома у крыс // Химия и технология растительных веществ: материалы IV Всерос. науч. конф. Сыктывкар, 2006. С.270.
26. Пчеленко Л.Д., Метелкина Л.Г., Володина С.О. Адаптогенный эффект экидистероидсодержащей фракции *Serratula coronata* L. // Химия растит. сырья. 2002. №1. С.669-680.
27. Раскоша О.В., Ермакова О.В., Селезнева А.В., Стрекаловская О.В. Состояние периферических эндокринных желез белых беспородных мышей после воздействия экидистероидов серпухи венценосной // Вестник Института биологии Коми НЦ УрО РАН. 2007. №2 (112). С. 33-35.
28. Соминский В. Н., Бердышева Л.В., Блума Р.К., Калния И.Э. Использование эритроцитов крови для прижизненной оценки функционального состояния адренорецепторов // Физиол. журн. СССР им. И. М. Сеченова. 1989. №2. С. 189-191.
29. Сыров В.Н., Хушбакова З.А., Абзалова М.Х., Султанов М.Б. О гиполипидемических и антиатеросклеротических свойствах фитоэкидистероидов // Докл. АН УзССР. 1983. №9. С.44-45.
30. Сыров В.Н., Насыров С.С., Хушбакова З.А. Результаты экспериментального изучения фитоэкидистероидов в качестве стимуляторов эритропоэза у лабораторных животных // Эксп. и клинич. фармакол. 1997. № 3. С. 41-44.
31. Шевченко О. Фосфолипидная компонента мембраны эритроцитов в норме и при патологии // Вестник Института биологии Коми НЦ УрО РАН. 2007. №2 (112). С.2-8.
32. Шишкина Г. Т., Дыгало Н. Н. Молекулярная физиология адренергических рецепторов // Успехи физиол. наук. 1997. Т. 28. №1. С. 61-70.
33. Фитоэкидистероиды / под ред. В.В.Володина. СПб, 2003. 293с.
34. Циркин В.И., Ноздрачев А.Д., Дворянский С.А. и др. Эндогенный сенсibilизатор β -адренорецепторов // Вестник СПбГУ. 1997. Сер.3, вып.1. С.74-84.
35. Belezikian J.P. Dissociation of beta-adrenergic receptors from hormone responsiveness during maturation in the rat reticulocyte // Biochim. Biophys. Acta, 1978. Vol.542. P. 263-273.
36. Catalan R.E., Martines A.M., Aragonés M.D. et al. Alterations in rat lipid metabolism following ecdysterone treatment // Comp. Biochem. Physiol. 1985. Vol. 81. P. 771-775.
37. Detmar M., Dumas M., Bonte F. et al. Effects of ecdysterone on the differentiation of normal human keratinocytes in vitro // Europ. J. Dermatol. 1994. Vol. 4. – P. 558-562.
38. Lafont R., Dinan L. Practical uses for ecdysteroids in mammals including humans // J. of insect sci. 2003. Vol.7. 30 p.
39. Panossian A., Wikman G., Wagner H. Plant adaptogens III. Earlier and more recent aspects and concepts on their mode of action // Phytomedicine. 1999. Vol. 6 (4). P. 287-300.

40. Shane S., Yeh M., Feigin A. et al Reticulocyte cytosol activator protein: effects on the stimulatory and inhibitory proteins of adenylate cyclase // *Endocrinology*. 1985. Vol.117. P. 264-270.
41. Tuganova A.V., Kotsyuruba A.V. The in vitro interaction of C₂₇-sterols with the erythrocyte membranes depends on the sterol structure and concentration // *Cell. Mol. Biol. Letters*. 1996. Vol.1. P. 129-135.

References

1. Babich L.G., Burdyga F.V., Kholodova Y.D., Kosterin S.A. Effect of ecdysterone on corbahoole contraction of smooth muscle ureter and Mg²⁺, ATP-dependent transport of Ca²⁺ through the sarcolemma // *Dokl. Akad.* 1992. T.324. № 3. Pp.701-705.
2. Vasil'ev A.S., Plotnikov M.B., Aliev O.I. et al. Hemorheologic activity of extracts from plants containing ecdysteroids in diabetes in rats // *Chemistry and technology of vegetable substances. Mater. of IV All-Russia Science Conf., Syktyvkar, 2006.* – P.23.
3. Vasil'ev A.S., Plotnikov M.B., Aliev O.I. et al Hemorheological activity of extract from *Serratula coronata* (Asteraceae) above-ground part // *Plant resources*. 2008. № 1. P.104-109.
4. Volodin V.V., Volodina S.O. Patent RF №2153346 MKI³ A61K 35/78. Method of receipt ecdysteroids /. Reg. 27.07.2000. Bull. №21.
5. Gitelson I.I., Terskov I.A. Erythrograms as a method of clinical study of blood // *Questions of biophysics, biochemistry*. Krasnoyarsk. The USSR. 1960.
6. Gladilov V.V. Great practicum on the physiology and biochemistry of the blood system. Perm.: Perm University. 1982. 117p.
7. Griбанov G.A. Structure and biological role of lysophospholipids // *Questions of medicine chemistry*. 1991. T. 37. № 4. Pp. 2-16.
8. Karaseva Y.V., Morozov V. N., Chadarcev A.A. et al. Phytoecdysterone and syntoxic programs of adaptations / In *Ecological and physiological problems of adaptations* : In Mater. IX Int'l Symposium.- M. -2003. P.229-231.
9. Kotsyuruba A.V., Bukhanevych O.M., Meged O.F. et al. C₂₇-sterols hormone ecdysterone and calcitriol activity fosfoinozitol cycle in membrane fase // *Ukr. J. of biochem.* 1999. № 1. – Pp. 27-32.
10. Kurakina I.O., Bula V. Ecdisten – tonic tablets to 0,005 g // *New drugs. Express information*. M., 1990, Issue 6. Pp.16-18.
11. Lakin G.F. *Biometry*. – M. 1990, 340p.
12. Lutsik M.D., Oleshko P.S., Tsegelsky A.A. Obtaining and partial characterization of soluble membrane glycoproteins – lectin receptors // *Biol. membrane*. 1992. V.9. № 10 -11. Pp.1025-1027.
13. Manuckin B.N., Nesterova L.A., Smurova E.A. Characteristics of the kinetics of interaction between β -adrenoreceptors of rat erythrocytes and a specific blocker propranolol. // *Bio. Memb.* – 1994.-V.11. – №5. – P. 489-495.
14. Maslova M.N. Activity of the erythrocytes membrane enzymes in different stressor effects // *Sechenov Physiol. J.of the UUSR* -1994.-V.80.-№7.-P.76-79.
15. Moiseenko N.A., Irzhak L.I. Agglutination of rabbit erythrocytes in increased erythropoiesis // *J. General Biol.* -1972.- V.33 -№6.- P. 779-786.

16. Moiseenko N.A., Petrova N.B., Ivankova S.H.E., Repina E. N. 20- hydroxyecdysone effects on the quantitative and qualitative mammal blood indexes in normal and experimental conditions / Vestnik of Sykt. University. Seria Physics. Chemistry. Biology.- 2006.- V. 1.- P.- 122-137.
17. Novgorodtseva T.P., Endakova E.A., Ivanov I.A. Age and sex characteristics of phospholipid composition of red blood cells of Wistar rats during postnatal ontogenesis // Russian J. of Physiology. 2002. № 1. Pp. 53-62.
18. Panossian A., Harbartsumyan M., Hovhanissyan A., Wikman G. Adaptogens modify stress response by suppressing the increase of p-SAPK, nitric oxide and cortisone in the blood of rabbits // Actual problems of creation of medicinal preparations of natural origin: Proceedings of X Int '1 Congress PHYTOPHARM.- 2006.- St.-Peter. –P.505-506.
19. Petrova N.B. Acid resistance and agglutinability of erythrocytes of women with thyroid disease, living in the North. // Mater. of the All. Science Conference intern with the participants. «Physiological and hygienic problems of human ecology.» Belgorod. 2007. Pp. 88-90
20. Petrova N.B., Kaneva A.M, Rau I.V. et al Erythrocytes adrenoreactivity of human and animals on different acts / Physiological mechanisms of natural adaptations: Thesis of Int '1 Symposium – Ivanovo.-1999.- P.123-124.
21. Petrova N.B, Moiseenko N.A., Volodin V.V Patent RF №2310196. Method sympatho-adrenal system estimation / – Reg. 10.11.2007. Bull. № 31.
22. Plotnikov M.B., Aliev O.I., Vasil'ev A.S. et al Hemorheologic effects of extracts *Lychnis chalconica* L // Experimental and clinical pharmacology. 2000. № 2. Pp. 54-56.
23. Plotnikov M.B, Aliev O.I., Vasil'ev A.S. et al Erythroprotective effect of the extract *Rhaponticum carthamoides* on phenylhydrazine intoxication in rats // Bull. expert. biol. and medicine, 2005, Annex № 1, Pp.73-75.
24. Plotnikov M.B, Aliev O.I, Vasil'ev A.S et al Hemorheologic and cerebroprotective activity of extracts of plant ecdysteroid and development on their basis of new drugs // Chemistry and technology of vegetable substances. Proceedings of IV All-Russia Science Conf. Syktyvkar, 2006. P. 269.
25. Plotnikova T.M., Fedina O.A. Antiplatelet and anticoagulant effect of extracts *Rhaponticum carthamoides* and *Lychnis chalconica* L. in the various models hypercoagulant syndrome in rats // Chemistry and technology of vegetable substances. Proceedings of IV All-Russia Science Conf. Syktyvkar. 2006. P. 270.
26. Pchelenko L.D., Metelkina L.G., Volodina S.O. Adaptogenic effect of ecdysteroid fraction *Serratula coronata* L. // Chemistry of plant materials. 2002. № 1. Pp.669-680.
27. Raskoshi O.V., Ermacova O.V., Selezneva A.V., Strecalovskaya O.V. Status of peripheral endocrine glands of laboratory mice after administration *Serratula coronata* L. ecdysteroids // Vestnik of Institute of Biology Komi Science Centre, UrDRAS.- 2007.- №2 (112). – P.33-35.
28. Sominsky V.N., Berdysheva L.V., Bluma R.K., Kalninya I.E. The use of blood erythrocytes for in vivo evaluation of the adrenoreceptors functional state // Sechenov Physiol. J. of UUSR. 1989. № 2. Pp. 189 – 191.

29. Syrov V. N., Hushbaktova Z.A., Abzalova M.H., Sultanov M.B. On the hypolipidemic and antiatherosclerotic properties phytoecdysteroids // Dokl. Uzbekistan Academy of Science. 1983. № 9. Pp.44-45.
30. Syrov V. N., Nasyrov S.S., Hushbaktova Z.A. Experimental study phytoecdysteroids as stimulators of erythropoiesis in laboratory animals // Exp. and clinical pharmacology. 1997. № 3. – Pp. 41-44.
31. Shevchenko O. Phospholipid membrane component of red blood cells in health and disease // Vestnik of the Institute of Biology, Komi Science Centre UrDRAS – 2007. № 2 (112). Pp.2-8.
32. Shishkina G.T., Dygalo N.N. Molecular physiology of adrenoreceptors // Progress of Physiol. Sci.- 1997.-V.28.- №1.- P.61-70.
33. Phytoecdysteroids / Edited by V.V.Volodin.- St.-Peter.: Nauka. – 2003.-293p
34. Tsirkin V.I., Nozdrachev A.D., Dvoryansky S.A. et al. Endogenic sensibilizer β -adreno receptors // Vestnik St. Petersburg University. 1997. Ser.3, Issue 1. Pp. 74-84.
35. Belezikian J.P. Dissociation of beta-adrenergic receptors from hormone responsiveness during maturation in the rat reticulocyte // Biochim. Biophys. Acta, 1978. Vol.542. P. 263-273.
36. Catalan R.E., Martines A.M., Aragonas M.D. et al. Alterations in rat lipid metabolism following ecdysterone treatment // Comp. Biochem. Physiol. 1985. Vol. 81. P. 771-775.
37. Detmar M., Dumas M., Bonte F. et al. Effects of ecdysterone on the differentiation of normal human keratinocytes in vitro // Europ. J. Dermatol. 1994. Vol. 4. – P. 558-562.
38. Lafont R., Dinan L. Practical uses for ecdysteroids in mammals including humans // J. of insect sci. 2003. Vol.7. 30 p.
39. Panossian A., Wikman G., Wagner H. Plant adaptogens III. Earlier and more recent aspects and concepts on their mode of action // Phytomedicine. 1999. Vol. 6 (4). P. 287-300.
40. Shane S., Yeh M., Feigin A. et al Reticulocyte cytosol activator protein: effects on the stimulatory and inhibitory proteins of adenylate cyclase // Endocrinology. 1985. Vol.117. P. 264-270.
41. Tuganova A.V., Kotsyuruba A.V. The in vitro interaction of C₂₇-sterols with the erythrocyte membranes depends on the sterol structure and concentration // Cell. Mol. Biol. Letters. 1996. Vol.1. P. 129-135.

Таблица 1

Влияние Серпистена и 0,9% раствора NaCl на агглютинабельность и адренореактивность Эр самцов крыс

Тесты	Время, мин.	Интактная группа	0,9% NaCl 5 дней	Серпистен 5 дней	0,9% NaCl 2 часа	Серпистен 2 часа
Контроль (Эр+ФГА)	10	30,3±0,9	40,2±1,1 *	25,1±2,0 *	43,2±2,0 *	30,7±1,2
	20	47,2±0,7	51,1±2,0 *	39,2±1,2 *	54,3±1,2 *	43,3±1,1 *
	30	54,0±0,9	66,2±2,2 *	51,1±1,3	60,0±2,0 *	52,4±1,0
	40	66,3±1,2	72,3±1,9	62,5±1,3	71,1±2,2	67,1±2,1
Опыт (Эр+ФГА+ПП)	10	19,3±1,1	36,2±0,9 *	15,1±2,0	40,2±1,1 *	18,8±1,1
	20	31,2±0,9	48,4±1,1 *	21,3±1,8 *	49,6±1,1 *	23,5±1,1 *
	30	41,1±1,4	59,1±1,2 *	34,1±1,1 *	57,4±2,0 *	46,2±1,2 *
	40	52,3±1,1	64,7±1,2 *	48,4±2,2 *	64,2±1,3 *	56,1±2,2

Обозначения: * – различия статистически значимы между показателями интактной и другими группами животных ($p < 0,05$).

Таблица 2

Влияние Серпистена и 0,9% NaCl на агглютинабельность и адренореактивность Эр самок крыс

Тесты	Время, мин	Интактная группа	0,9% NaCl 5 дней	Серпистен 5 дней	0,9% NaCl 2 часа	Серпистен 2 часа
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
Контроль (Эр+ФГА)	10	34,1±0,9	41,1±1,6 *	29,2±2,8	39,6±1,7 *	31,1±1,5
	20	50,2±1,2	53,3±1,6	43,0±0,9 *	56,1±0,9 *	44,2±1,2 *
	30	59,0±0,7	57,2±1,1	52,1±1,8 *	62,0±2,3	54,2±1,1 *
	40	67,4±0,9	69,3±2,2 *	60,3±1,1 *	74,5±1,1 *	68,2±2,0
Опыт (Эр+ФГА+ПП)	10	21,1±1,8	38,2±1,1 *	18,2±1,2	35,7±1,2 *	20,2±1,1
	20	39,9±1,1	46,8±1,1 *	30,1±1,1 *	51,1±1,1 *	30,4±1,1 *
	30	49,7±2,4	49,3±2,0	34,6±1,1 *	58,0±2,1 *	43,3±1,2
	40	58,2±1,6	59,3±1,4	42,2±1,2 *	68,2±1,1 *	54,2±1,3

Обозначения: * – различия статистически значимы между показателями интактной и другими группами животных ($p < 0,05$).

**Параметры кислотного гемолиза эритроцитов 3–4-мес. крыс
при различных условиях проведения эксперимента
(2 часа и 5 дней действия Серпистена и 0.9% NaCl)**

Группа животных	Время гемолиза, (мин)		Время достижения максимума, (мин)		Максимум гемолиза (%)	
	Контроль	ПП	Контроль	ПП	Контроль	ПП
Интактные Самцы (n=6)	10,2 ± 0,1 *	8,6 ± 0,2	6,2 ± 0,1 *♦	5,2 ± 0,2	25,1 ± 0,8 *♦	30,1 ± 0,9
Самки (n=6)	9,3 ± 0,1 *	8,6 ± 0,2	5,6 ± 0,2 *	4,9 ± 0,2	28,4 ± 1,3 *	32,4 ± 0,7
NaCl 5 дней Самцы (n=6)	10,3 ± 0,1	8,7 ± 0,2	6,3 ± 0,1 ▲	5,3 ± 0,3	23,7 ± 0,9	27,3 ± 0,8
Самки (n=5)	9,1 ± 0,2	7,8 ± 0,3	5,5 ± 0,2	4,6 ± 0,2	27,3 ± 1,1	30,1 ± 1
Серпистен 5 дней Самцы (n=6)	10,5 ± 0,2	8,9 ± 0,3	6,7 ± 0,3 ♦▲	5,3 ± 0,2	22,6 ± 0,7 ♦	27,4 ± 0,7
Самки (n=5)	9,7 ± 0,3	7,5 ± 0,2	5,8 ± 0,2	4,6 ± 0,2	25,4 ± 0,7	29 ± 1
NaCl 2 часа Самцы (n=7)	9 ± 0,2 *	7,3 ± 0,2	5,1 ± 0,3 *○	4,1 ± 0,3	28,8 ± 1 *○	35,8 ± 1,4
Самки (n=5)	8,5 ± 0,2 *	6,8 ± 0,1	4,8 ± 0,2 *	4 ± 0,3	33,8 ± 0,9 *○	38,3 ± 1,2
Серпистен 2 часа Самцы (n=7)	9,2 ± 0,3	7,9 ± 0,1	5,9 ± 0,2 ○	4,8 ± 0,3	24,8 ± 0,9 ○	28,3 ± 0,8
Самки (n=5)	8,5 ± 0,2	6,8 ± 0,1	4,8 ± 0,1	3,9 ± 0,2	23,7 ± 1 ○	26,9 ± 0,7

♦ (P<0,05) – различия между интактными крысами и крысами, которым многократно вводили Серпистен, статистически значимы;

▲ (P<0,05) – различия между крысами, которым вводили многократно NaCl, и крысами, которым многократно вводили Серпистен, статистически значимы;

* (P<0,05) – различия между интактными крысами и крысами, которым вводили однократно NaCl, статистически значимы;

○ (P<0,05) – различия между крысами, которым однократно вводили NaCl, и крысами, которым однократно вводили Серпистен, статистически значимы.

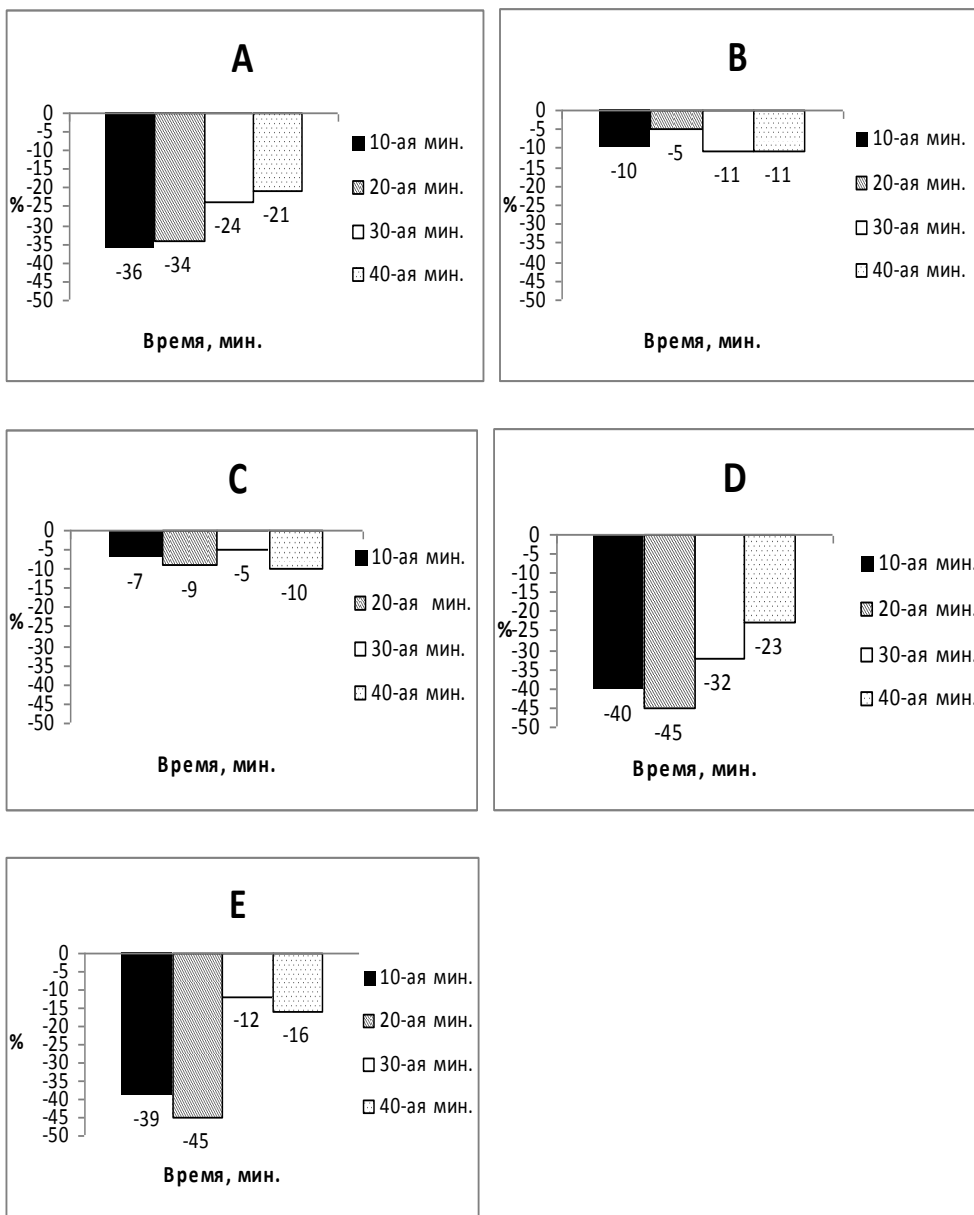


Рис. 1. Выраженность эффекта ПП в опытных пробах крови исследуемых групп самцов (за исходный уровень принята РАЭ в контрольной пробе).

- А – интактная группа
- В – физиологический раствор – многократное действие (5 дней)
- С – физиологический раствор – однократное действие (2 часа)
- Д – Серпистен – многократное действие
- Е – Серпистен – однократное действие

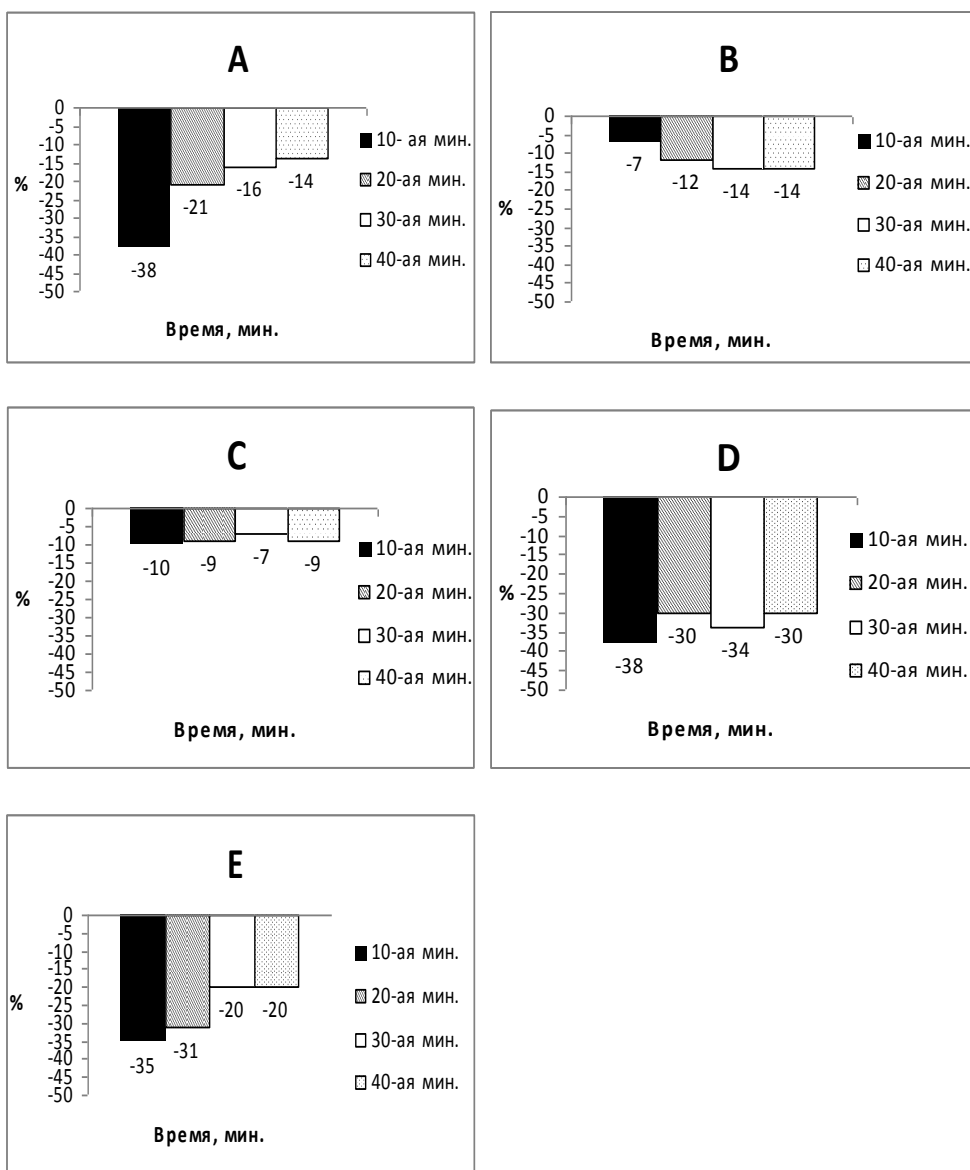


Рис. 2. Выраженность эффекта ИП в опытных пробах крови исследуемых групп самок (за исходный уровень принята РАЭ в контрольной пробе).

- A – интактная группа
- B – физиологический раствор – многократное действие (5 дней)
- C – физиологический раствор – однократное действие (2 часа)
- D – Серпистен – многократное действие
- E – Серпистен – однократное действие

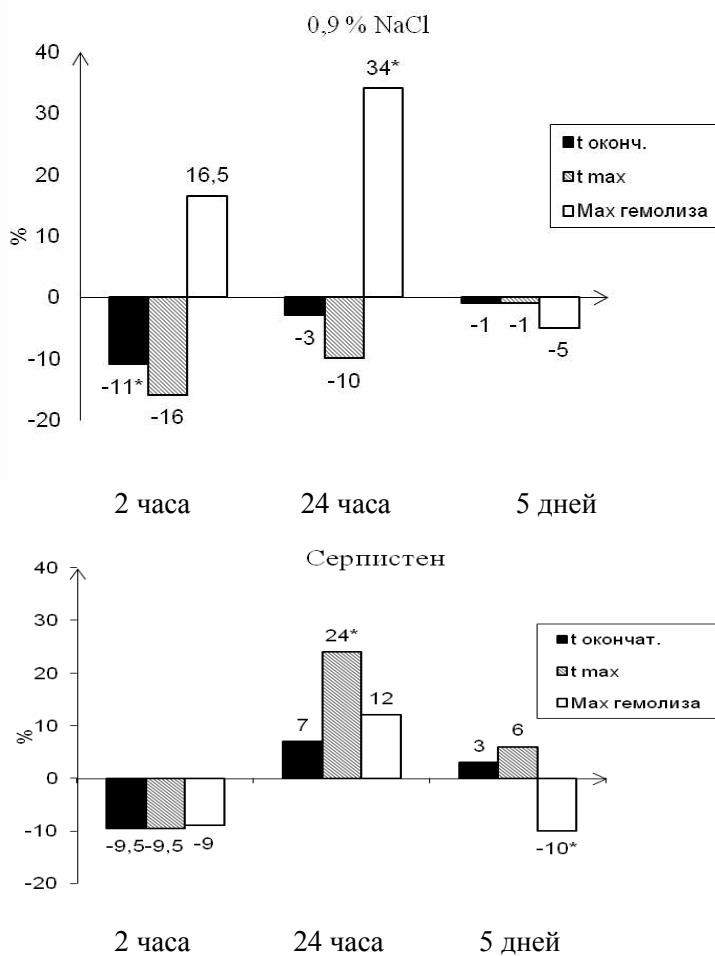


Рис. 3. Действие Серпистена и его растворителя (0,9% NaCl) на параметры кислотного гемолиза (за исходный уровень приняты параметры КРЭ интактных крыс).

*- статистически значимые различия ($p < 0,05$)

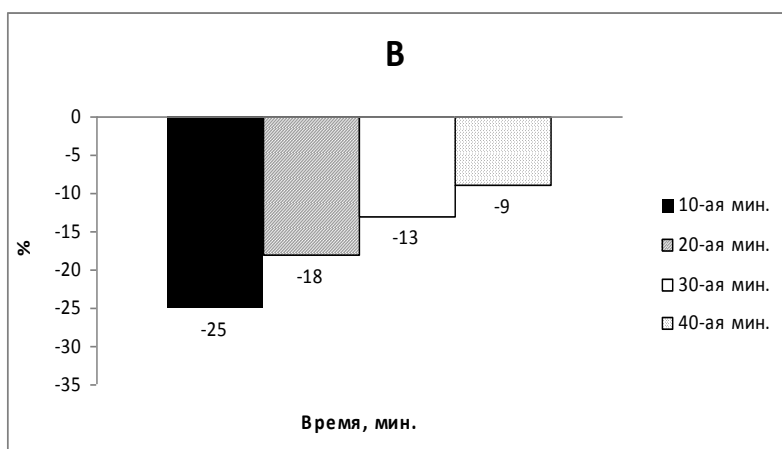
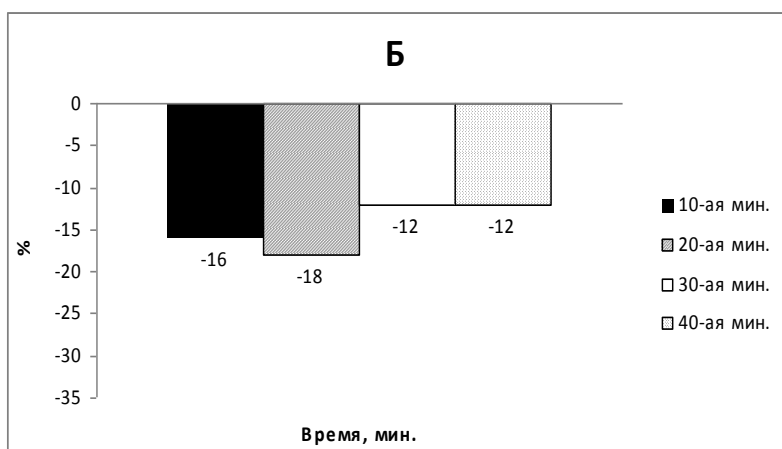
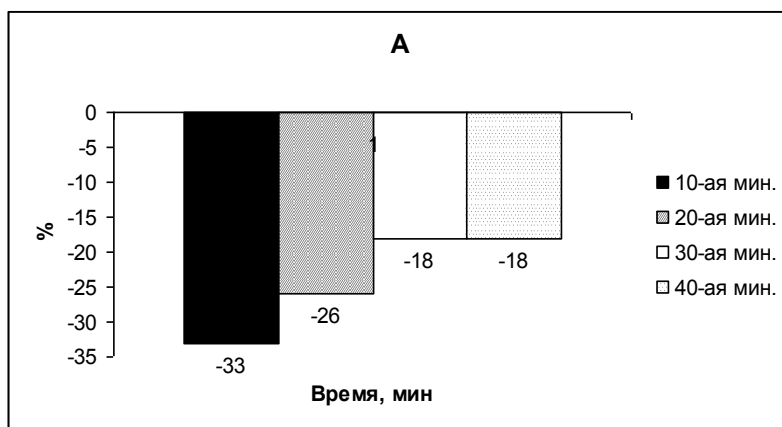
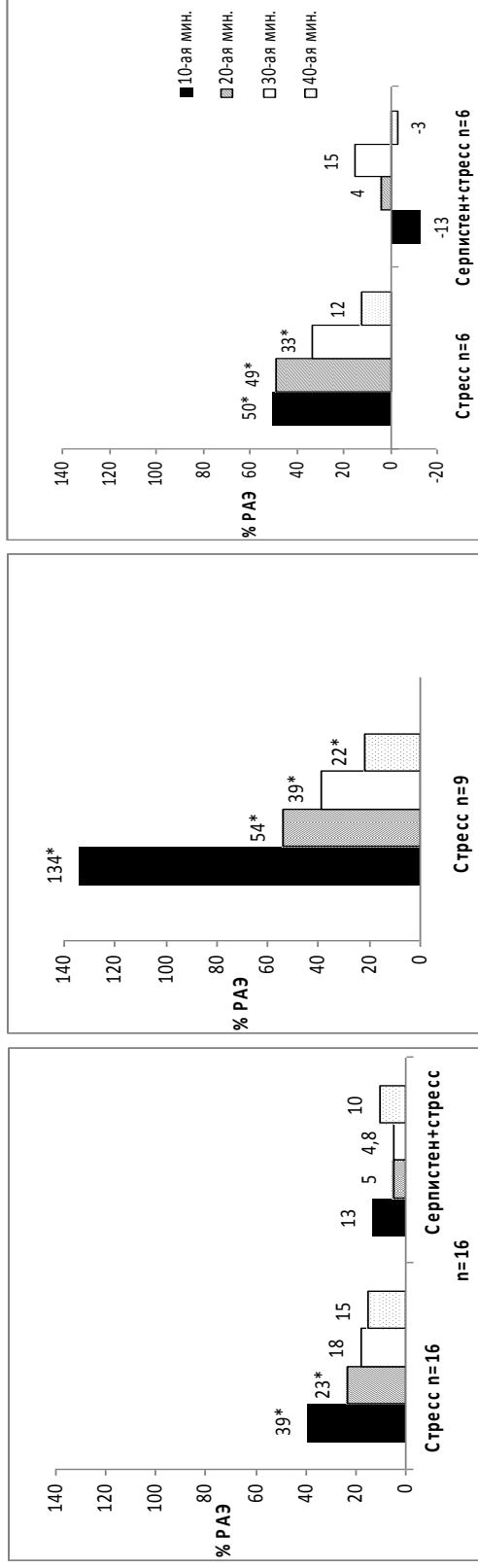


Рис. 4. Выраженность эффекта ПП в опытных пробах крови 3-4 мес. самцов при введении Серпистена и 0.9% NaCl за 12 часов до забоя крыс (за исходный уровень принята РАЭ в контрольных пробах)

А – интактная группа

Б – 0.9% NaCl 12 часов

В – Серпистен 12 часов



Эксперимент 2006г. беспородные крысы ♂ и ♀ 3-4 мес. возраста, стресс - 30 мин.

Эксперимент 2007г. беспородные крысы ♂ 3-4 мес. возраста, стресс – 15 мин.

Эксперимент 2008г. беспородные крысы ♂ 12 мес. возраста, стресс – 30 мин.

Рис. 5. Влияние стресса и Серпистена на РАЭ крыс (за исходный уровень принята РАЭ интактных крыс.

* – достоверные различия ($p < 0,05$)

**Na⁺/H⁺-ОБМЕН МЕМБРАНЫ ЭРИТРОЦИТОВ ЧЕЛОВЕКА
ПРИ ДЕЙСТВИИ АДРЕНАЛИНА IN VITRO**

**Na⁺/H⁺-EXCHANGE OF HUMAN RED BLOOD CELLS
BY ADRENALIN ACTION**

А.А. Мищенко, Ю.Ю. Златова

A.A. Mitschenko, J.J. Zlatova

В эритроцитах действуют две основные системы транспорта протонов. Первая – анионный обмен – транспортирует протоны через мембрану в зависимости от их градиента. Ко второй системе относится Na⁺/H⁺-обмен. В большинстве клеток этот транспортер обеспечивает выведение протонов из клеток и повышение внутриклеточного рН. Обсуждается структура и функции Na⁺/H⁺-обмена, исследована работа транспортера при действии адреналина (10⁻⁴ М). Получено ингибирование Na⁺/H⁺-обмена в экспериментах с адреналином, на анионный обмен вещество не влияло.

Red blood cells have two basic system of protons transport across membrane. First system is anion exchange which transporting protons in depending on gradient. Second system is Na⁺/H⁺-exchange. In majority cells this transporter contributes H efflux from cells and rising pH. The structure and function of Na⁺/H⁺-exchange was discussed and function of Na⁺/H⁺-exchange investigated by epinephrine influence (10⁻⁴ M). Inhibition Na⁺/H⁺-exchange in experiments was demonstrated. Epinephrine hasn't effect on anion exchange of red blood cells.

Ключевые слова: эритроцит, Na⁺/H⁺-обмен, адреналин, транспорт H⁺

Key words: red blood cell, Na⁺/H⁺-exchange, epinephrine, proton transport

К системам поддержания кислотно-основного равновесия между эритроцитом и плазмой крови относятся мембранные переносчики, которые 1) могут транспортировать H⁺ в обоих направлениях в зависимости от градиента рН (анионообменник, АЕ) [1], 2) специализированы на транспорте H⁺ из клетки – Na⁺/H⁺ – обменник [3].

Последний является членом семейства вторично активных транспортеров, опосредующих трансмембранный обмен внеклеточного Na⁺ на внутриклеточный H⁺ в стехиометрическом соотношении 1:1. Движущей силой для выведения H⁺ является градиент Na⁺, в результате активации переносчика происходит защела-

чивание внутриклеточной среды и закисление внеклеточной. Белок состоит из 12 трансмембранных сегментов и длинного карбокситерминального цитоплазматического хвоста, играющего важную роль и в регуляции активности, и в функциях данного белка [6, 12].

Исследования, проведенные на радужной форели, показали, что мощным стимулятором Na^+/H^+ -обменника являются катехоламины, опосредующие свое действие через β -адренорецепторы [5]. У амфибии *Amphiuma* и у некоторых млекопитающих активацию Na^+/H^+ -обмена вызывает сжатие эритроцитов в гипертонической среде [2, 14]. Показано наличие активного Na^+/H^+ -обмена, который активируется при снижении внутриклеточного pH, в эритроцитах человека [4, 13]. Вопрос о действии катехоламинов на эритроциты высших позвоночных остается открытым. В большинстве клеток млекопитающих Na^+/H^+ -обменник стимулируется широким спектром ростовых факторов, в эритроцитах человека – инсулином [7].

Цель данной работы – оценить работу Na^+/H^+ -обменника эритроцитов человека при действии адреналина *in vitro*.

Материалы и методы исследований

Использованы эритроциты стабилизированной гепарином крови людей – доноров, взятой на Республиканской станции переливания крови (n=11). Эритроциты получали центрифугированием при 3 тыс об./мин в течение 10 мин. Надосадочную жидкость удаляли, осевшие эритроциты промывали 0.9 % раствором NaCl pH=7.3 с последующим центрифугированием в том же режиме. Оценку активности Na^+/H^+ -обменника вели по методу [11]. В 15 мл раствора Тироды вносили 0.5 мл плотного осадка отцентрифугированных эритроцитов, полученную суспензию инкубировали в течение 5 мин при 37⁰С. Далее при помощи 0.1 н HCl устанавливали pH суспензии на уровне 6.4 и вносили в суспензию DIDS (125 мкМоль/л). Суспензию инкубировали в течение 10 мин при 37⁰С, после чего добавляли в нее 0.1н NaOH до pH 8.0. Далее через каждые 30 секунд в течение 3 минут регистрировали pH суспензии. Параллельно проводили оценку остаточной после ингибирования DIDS активности анионного обмена, эритроциты суспендировали в растворе холинхлорида вместо раствора Тироды. По полученным данным строили зависимость pH от времени. Активность Na^+/H^+ -обменника рассчитывали, вычитая из данных по раствору Тироды результаты в холинхлориде.

Действие адреналина оценивали, добавляя вещество в суспензию эритроцитов (концентрация вещества составила 10⁻⁵ Моль/л) и инкубируя суспензию в течение 10 мин при 37⁰С.

Результаты обрабатывали методом парных сравнений, достоверность различий оценивали по критерию Вилкоксона.

Результаты и их обсуждение

Изменения рН, происходящие в присутствии эритроцитов в средах с NaCl (раствор Тироде) и холинхлоридом показаны на рис. 1. В обоих случаях происходит постепенное понижение рН. Скорость повышения концентрации протонов составила в растворе Тироде $13 \cdot 10^{-9}$ Моль H^+ /мин, в растворе с холинхлоридом $4,8 \cdot 10^{-9}$ моль H^+ /мин. Различия связаны с тем, что в растворе Тироде активен сам Na^+/H^+ -обмен, и сохраняется остаточная после ингибирования активность анионного обмена. В растворе холинхлорида остается только остаточная активность анионного обмена. В среднем скорость работы Na^+/H^+ -обменника составила $7.7 \cdot 10^{-9}$ Моль/л мин.

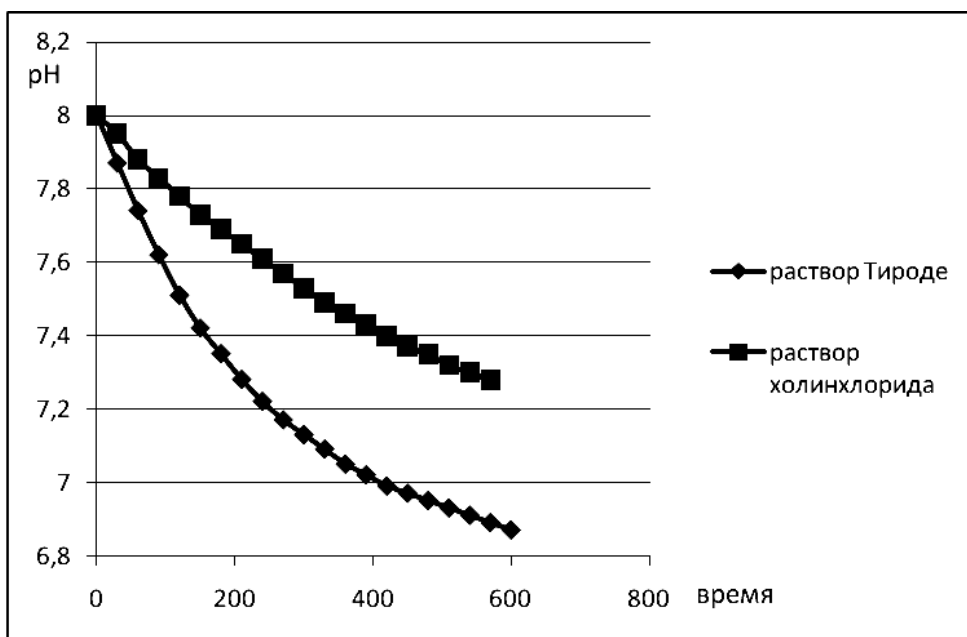


Рис. 1. Изменения рН среды инкубации с эритроцитами в растворах Тироде и холинхлорида в присутствии DIDS.

Данные по действию адреналина представлены на рис. 2. Вещество не изменяет транспорт H^+ в среде с холинхлоридом и вызывает уменьшение скорости выведения H^+ из эритроцитов в среде Тироде. В среднем активность Na^+/H^+ -обмена под влиянием адреналина уменьшается на 9 %.

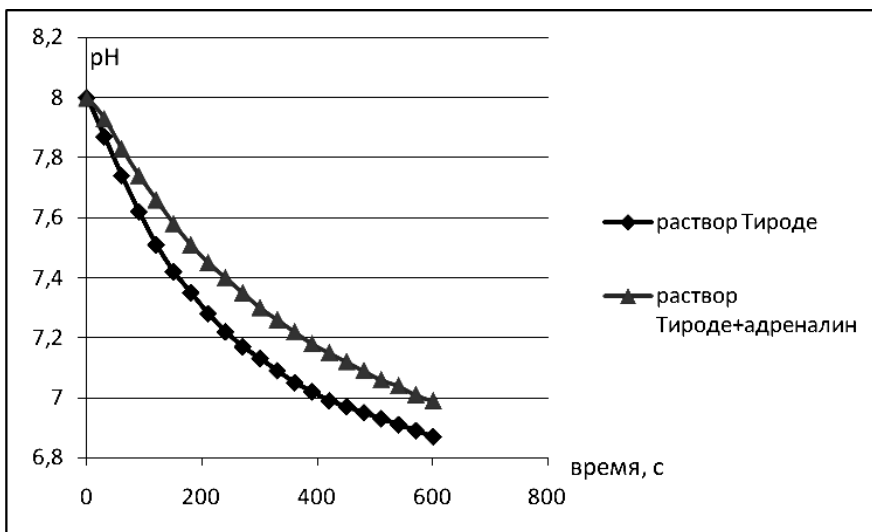


Рис. 2. Изменения pH раствора Тироде под влиянием эритроцитов в присутствии и в отсутствие адреналина (10^{-4}) моль.

Полученные данные отличны от результатов действия адреналина на эритроциты низших позвоночных. Так, в эритроцитах радужной форели в ответ на адреналин резко усиливается активность Na^+/H^+ -обмена [5,9]. В результате pH внутри эритроцитов повышается, что способствует увеличению сродства гемоглобина к кислороду. Реакция увеличения активности Na^+/H^+ -обмена под влиянием адреналина связана с активацией аденилатциклазной системы трансдукции. Аналогичная реакция на адреналин показана в лимфоцитах [8], нейтрофилах [7]. Активацию Na^+/H^+ -обмена в эритроцитах человека можно вызвать через стимуляцию протеинкиназы C, например, действуя на эритроциты форболовыми эфирами [15]. Исходя из последнего, можно было бы предположить, что катехоламины будут активировать Na^+/H^+ -обмен эритроцитов человека. Полученное нами в экспериментах снижение активности транспортера можно объяснить исходя из следующих соображений:

- 1) использована высокая концентрация катехоламина, что могло вызвать неспецифический ответ эритроцитов;
- 2) трансдукция сигнала в ходе действия адреналина на мембрану эритроцитов человека не связана с активацией Na^+/H^+ -обмена. Действительно, согласно [10] в мембране эритроцитов содержится функционирующий Gs-белок, являющийся одним из ключевых компонентов трансдукции сигналов от β -адренорецепторов. Повышение концентрации цАМФ отмечается при активации β -адренорецепторов и рецепторов простаглицлина, но завершается высвобождением из клеток АТФ [15];

В обычных условиях изменения Na^+/H^+ -обмена будут незаметны на фоне чрезвычайно активного анионного обмена эритроцитарной мембраны. Следует, однако, учитывать, что изменение концентрации внутриклеточного Na^+ может сказаться на переносе Ca^{2+} через $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ -обменник [2], следовательно, на концентрации одного из важнейших внутриклеточных регуляторов – ионов Ca^{2+} .

1. Baker G.F., Baker P. Effect of carbon dioxide on the temperature dependence of anion exchange in human red blood cells // *Cytobios.* 1995. V. 82. № 330. P. 189 – 200.
2. Cala P.M., Anderson S.E., Cragoe E.Y. Na/H -exchange – dependent cell volume and pH regulation and disturbances // *Comp. Biochem. Physiol.* 1988. V. 90. P. 551 – 555.
3. Cossings A.R., Richardson P.A. Adrenalin – induced Na/H – exchange in trout erythrocytes and its effect upon oxygen – carrying capacity // *J. exp. Aiel.* 1985. V. 118. P. 229 – 246.
4. Escobales N, Canessa M. Amiloride-sensitive Na^+ transport in human red cells: evidence for a Na/H exchange system. *J Membr Biol.* 1986;90(1):21-8.
5. Fievet B, Claireaux G, Thomas S, Motais R. Adaptive respiratory responses of trout to acute hypoxia. III. Ion movements and pH changes in the red blood cell. *Respir Physiol.* 1988 Oct;74(1):99-113.
6. Fliegel L. The Na^+/H^+ exchanger isoform 1. *Int J Biochem Cell Biol.* 2005 Jan;37(1):33-7.
7. Grinstein S., Furuya W. Amiloride – sensitive Na/H -exchange in human neutrophils. Mechanism of activation by chemotactic factors // *Biochim. Biophys. Commun.* 1984. V. 122. P. 755 – 762.
8. L'Allemain G., Pariss, Poussegur Y. Growth factor action and intracellular pH regulation in fibroblasts. Evidence for a major role of the Na/H -antiport // *J. Biol. Chem.* 1984. V. 259. P. 5809 – 5815.
9. Motais R., Fievet B., Garcia-Romeu and Thomas S. Na/H -exchange and pH regulation in red blood cells^ role of uncatalyzed H_2CO_3 dehydration // *Am. J. Physiol. Cell. Physiol.* 1989. V. 256. P. 728 – 735.
10. Murphy S.C., Harrison T., Hamm H.E., Lomasney J.W., Mohandas N., Haldar K. Erythrocyte G protein as a novel target for malarial chemotherapy // *PloS Med.* 2006. 3(12). P. e528.
11. Orlov S.N., Postnov I.U. et. al. Increased Na/H -exchange in red blood cells of patients with hypertonic disease // *Bull. exp. boil. and med.* 1988. 106 (9). P. 289 – 299.
12. Rosa A. Cardone, Valeria Casavola & Stephan J. Reshkin [The role of disturbed pH dynamics and the \$\text{Na}^+/\text{H}^+\$ exchanger in metastasis](#) // *Nature Reviews Cancer* 5, 786-795 (October 2005)
13. Semplicini A, Spalvins A, Canessa M. Kinetics and stehiometry of the human red cell Na^+/H^+ exchanger. *J Membr Biol.* 1989 Mar;107(3):219-28.
14. Sergeant S, Sohn DH, Kim HD. Volume-activated Na/H exchange activity in fetal and adult pig red cells: inhibition by cyclic AMP. *J Membr Biol.* 1989 Aug;109(3):209-20.
15. Sprague R.S., Ellsworth M.L., Stephenson A.H., Lonigro A.J. ATP: the red blood cell link to NO and local of the pulmonary circulation // *Am. J. Physiol. heart. Circ. Physiol.* 1996. V. 271. H2717-H2722.

КИСЛОТНАЯ РЕЗИСТЕНТНОСТЬ ЭРИТРОЦИТОВ ЧЕЛОВЕКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ pH И ТЕМПЕРАТУРЫ

ACID RESISTANCE OF ERYTHROCYTES OF HUMAN DEPENDING ON pH AND TEMPERATURE

Ж.Е. Иванкова, И.Н. Варварук
Zh.E. Ivankova, I.N. Varvaruck

Показано, что устойчивость эритроцитов человека к гемолитическим растворам зависит от температуры, резистентность клеток к кислоте выше при 25⁰С, чем при 37⁰С. Скорость изменения гемолиза эритроцитов зависит от концентрации протонов и графически выражается S-образной кривой, что может указывать на аллостерический эффект, который оказывают протоны на мембранные белки.

The present study shows that the acid resistance of erythrocytes depends on the temperature and it is higher at 25°C than at 37°C. The rate of change of erythrocyte hemolysis depends on the concentration of protons and it is an S-shape, that may indicate allosteric effect, that protons influence on membrane proteins.

Ключевые слова: эритроцит, мембрана, pH, температура.

Key words: erythrocyte, membrane, pH, temperature.

Благодаря своей реактивности кровь играет основополагающую роль в резистентности организма и развитии адаптации при действии различных внешних раздражителей, а также при изменениях внутренней среды. Кровь отвечает количественными и качественными изменениями своего состава на любые экзогенные и эндогенные воздействия в целях поддержания гомеостаза (Меньшиков, 1987).

Мембрана эритроцита (Эр) играет главную роль в адаптации клетки к действию различных факторов, а это значит, что влияние различных веществ и условий окружающей среды на физико-химическое состояние мембран может существенным образом изменять их устойчивость к неблагоприятным воздействиям. Известно, что клетки, являясь конечным пунктом сложных адаптационных реакций, не только отражают общий уровень сопротивляемости организма, но и обеспечивают его (Новгородцева и др., 2002; Tsuda, 2010). Резистентность Эр

зависит от состояния их мембран, поэтому по устойчивости Эр можно судить, как меняются физико-химические свойства поверхности и проницаемости Эр. Резистентность Эр тесно связана со многими проявлениями жизнедеятельности организма (Балакирева, 1985), Эр реагируют на патогенные факторы и повреждаются ими (Камилов и др., 2008; Hon et al., 2009; Sharma et al., 2010). Исследование свойств мембран Эр позволяет оценить механизмы различных патологических процессов, в основе которых лежат иммунологический дисбаланс, энзимопатии, нарушения энергетических, осмотических и других внутриклеточных процессов (Матюшичев, 2000).

Известно, что при изменении температуры и при многих заболеваниях изменяется рН крови. Варьирование рН внешней среды нарушает баланс действующих в мембране сил, что приводит к изменению структурного состояния и степени агрегации мембранных белков. При рН=4,7 в эритроцитарной мембране наблюдаются нарушения гликокаликса, трансформирующиеся в поры (Заводник, Пилецкая, 1997). В диапазоне рН 3,0-9,1 текучесть (изменения фосфолипидов в бислое) мембран Эр уменьшается при низких значениях рН и увеличивается при высоких (Yamaguchi et al., 1982). Температурная зависимость кислотного гемолиза Эр систематически не исследовалась (Стусь, 1994).

Кислотный гемолиз Эр – метод изучения химической резистентности Эр. Метод кислотного гемолиза используется повсеместно, однако кинетические аспекты этого процесса не исследуются. Одной из основных характеристик кинетического процесса является зависимость скорости реакции от концентрации и температуры субстрата. В связи с этим цель данной работы – оценка зависимости скорости гемолиза Эр от концентрации протонов и от температуры.

Материалы исследования

Материалом исследования служила венозная кровь доноров (n=25). рН крови и буферных растворов определяли на приборе И-500 (Россия). Концентрацию H^+ рассчитывали по формуле $[H^+]=10^{-pH}$. Кислотную резистентность Эр (КРЭ) определяли методом И.И. Гительсона и И.Н. Терскова. Гемолитиком служили буферные растворы с разным рН, приготовленные по Макилвэйну (моногидрат лимонной кислоты + гидрофосфат натрия) на 0,85% растворе NaCl (Досон и др., 1991). Показатели КРЭ рассчитывали по методу С. Ю. Балакиревой (1985). Для выявления зависимости КРЭ от температуры использовали устройство для термостатирования кювет. При обработке данных вычисляли среднюю арифметическую, среднее квадратическое отклонение. Достоверность различий оценивали по W-критерию Вилкоксона для зависимых выборок (Гланц, 1999).

Результаты исследования и их обсуждение

Влияние рН и концентрации H^+ на кислотно-резистентность эритроцитов

Для исследования влияния рН раствора на КРЭ человека использовали буферные растворы с рН=2,6; 2,8; 3,0; 3,2; 3,4; 3,6; 3,8; 4,0. рН венозной крови женщин в нашем исследовании составил $7,2 \pm 0,09$, у мужчин – $7,3 \pm 0,09$, что почти соответствует данным литературы, так как известно, что рН артериальной крови человека равен примерно 7,40, а венозной крови – 7,34 (Физиол. человека, 2005).

По данным нашего исследования, при использовании гемолитического раствора с рН=3,6 КРЭ выше как у женщин, так и у мужчин, чем при остальных значениях рН, а при рН=2,6 КРЭ минимальна. Время начала гемолиза Эр одинаково при всех значениях рН (рис.1). Время завершения гемолиза Эр различно: при рН=2,6 – минимально и равно 5,30 мин, а при рН=4 – максимально и составляет примерно 21 мин.

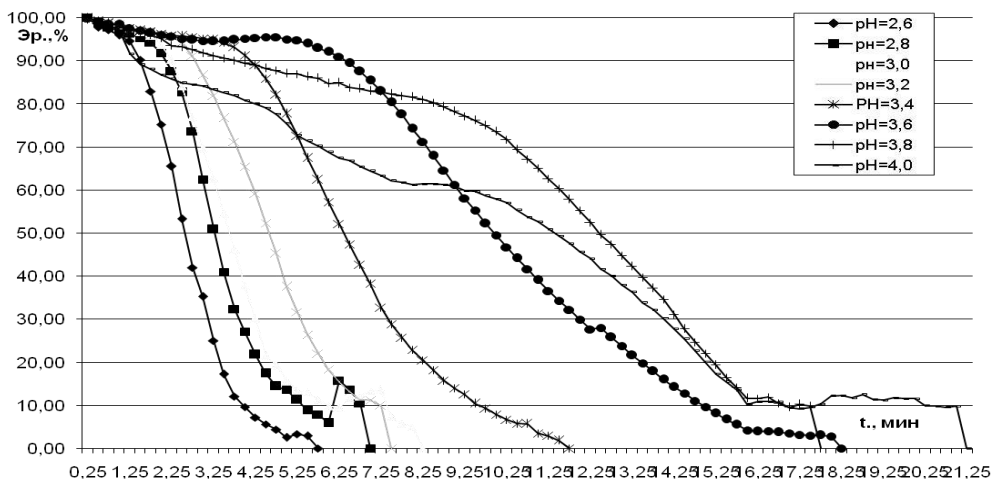


Рис. 1. Кислотная резистентность Эр человека при разных рН раствора.

По оси абсцисс – время гемолиза Эр, мин; по оси ординат – процент устойчивых Эр.

Для изучения влияния $[H^+]$ на скорость гемолиза Эр производили её расчет исходя из рН раствора. Скорость распада Эр вычисляли как разность оптической плотности за 15 с в области максимального изменения скорости гемолиза.

Показано, что зависимость скорости гемолиза Эр от $[H^+]$ является S-образной как у мужчин, так и у женщин, при этом особенно четко выявляется у женщин (рис. 2.). Максимальное значение скорости гемолиза Эр у женщин и мужчин составляет 11 единиц за 15 с и приходится на $[H^+]=1,6$ и $2,5 \cdot 10^{-3}$

ммоль/л у женщин и $[H^+]=2,5 \cdot 10^{-3}$ ммоль/л у мужчин. Минимальное значение скорости гемолиза Эр у женщин составило приблизительно 3 единицы и приходится на $[H^+]=0,1-0,3 \cdot 10^{-3}$ ммоль/л. У мужчин минимальное значение соответствует 4 единицам и приходится на значения $[H^+]=0,1-0,4 \cdot 10^{-3}$ ммоль/л. Известно, что электронно–микроскопическое исследование суспензии Эр при рН=4,6 выявило наличие микроканалов со средним диаметром до 15 нм при одновременном повышении электропроводности мембраны Эр и понижении их резистентности к различным факторам среды; изменение рН в пределах 5,0-5,3; мембранные дефекты не наблюдались, но отмечены повышение электропроводности и снижение ее резистентности (Козинец, Макаров, 1997).

У женщин при значениях $[H^+]$ от $0,3 \cdot 10^{-3}$ ммоль/л до $1,6 \cdot 10^{-3}$ ммоль/л скорость изменения гемолиза Эр увеличивается по мере повышения значений $[H^+]$. У мужчин скорость изменения гемолиза Эр увеличивается при значениях $[H^+]$ от $0,4 \cdot 10^{-3}$ ммоль/л до $1 \cdot 10^{-3}$ ммоль/л. Уменьшение рН до значений 5,5-5,0 приводит к набуханию Эр (уменьшению светорассеяния). Известно, что при уменьшении рН до 4,5-5,0 происходит резкое возрастание содержания воды в Эр, приближающееся к максимальному. Последующее уменьшение рН вплоть до значений, при которых наступает разрушение клеток, не сопровождается дальнейшими изменениями формы или размеров Эр (Заводник, Пилецкая, 1997). Было отмечено влияние концентрации фонового электролита (NaCl) на величину изменения рН, а позднее в исследованиях доказали, что действительно с повышением концентрации фонового электролита увеличивается рН суспензии нативных Эр (Виноградов и др., 2000).

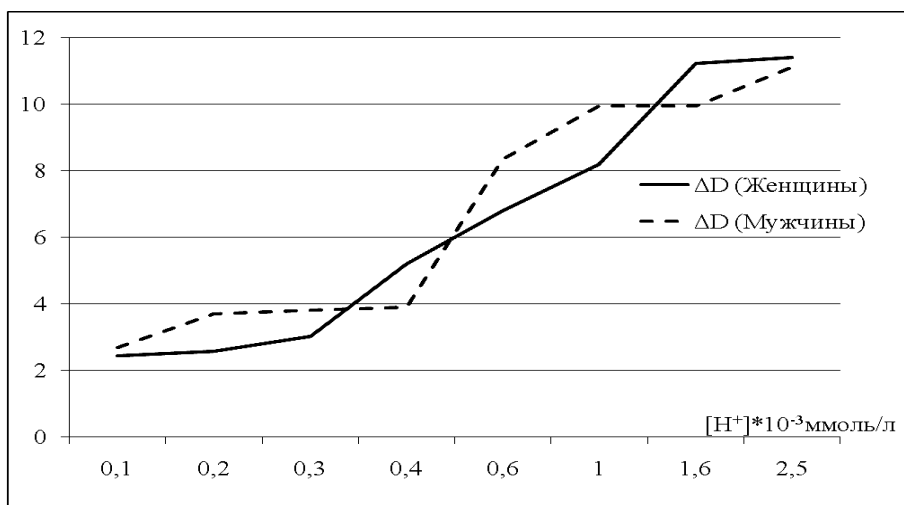


Рис. 2. Зависимость скорости гемолиза Эр человека от концентрации протонов.

По оси абсцисс – концентрация $[H^+]$, $\cdot 10^{-3}$ ммоль/л; по оси ординат – ΔD , скорость изменения гемолиза Эр.

Известно, что сдвиг рН в кислую сторону ведет к снятию ингибирования с 2,3-дифосфоглицератмутазы (2,3-ДФГМ) и образованию комплекса 2,3-ДФГМ с 3-глицеральдегид-фосфатдегидрогеназой (3-ГАФДГ). Ускорение производства 2,3-ДФГ уменьшает уровень выхода АТФ в гликолизе. На гликолиз может оказывать влияние и оксигенация связанного с мембраной гемоглобина, что также зависит от рН (Jensen, 2004). Длительное снижение рН, таким образом, ведет к постепенному нарастанию энергодефицита и ускорению дезинтеграционных процессов в клетке. Кроме того, уменьшение сродства гемоглобина к кислороду будет сопровождаться потерей кислорода в более крупных сосудах еще до входа Эр в капилляры. Лактоацидоз – прямое следствие гипоксии, поэтому можно предположить, что ускорение дезинтеграционных 11 процессов из-за развития энергодефицита характерно для Эр, находящихся в условиях гипоксии (Кленова, 2003).

При исследовании влияния изменения внутреннего рН Эр на транспорт натрия и калия установлено, что увеличение внутриклеточного рН снизило активный транспорт Na^+ и K^+ без существенного изменения соотношения перекачиваемых Na^+ / K^+ . Это сокращение было не из-за изменения уровня АТФ, хотя его содержание уменьшается, когда внутренний рН возрастает. Изменения мембранного потенциала в диапазоне от -10 до +60 мВ при постоянном внутреннем рН не влияют на темпы активного транспорта Na^+ и K^+ (Zade-Oppen et al., 1979). Было отмечено влияние концентрации фонового электролита (NaCl) на величину изменения рН, а позднее в исследованиях доказали, что действительно с повышением концентрации фонового электролита увеличивается рН суспензии нативных Эр (Виноградов и др., 2000). При значениях рН ниже 4,5 происходит, вероятно, кислотная денатурация белков изолированных мембран Эр, что сопровождается экспонированием триптофанилов этих белков в растворитель. Одновременно уменьшается общий отрицательный заряд мембранной поверхности (Заводник, Пилецкая, 1997).

В нашем исследовании скорость изменения гемолиза Эр в зависимости от концентрации протонов среды имеет S-образную форму, что свидетельствует об аллостерическом эффекте, оказываемом протонами на мембранные белки.

Влияние температуры на резистентность эритроцитов

Показано, что у женщин КРЭ выше при 25°C, чем при 37°C (рис. 3.). Начало гемолиза, его завершение и среднее время гемолиза Эр на 63%, 49% и 51% (соответственно) ($p < 0,02$) выше при 25°C. Ширина интервала гемолиза Эр при 25°C приходится на 7,04 мин, что на 46% больше чем при 37°C ($p < 0,02$). Средняя высота максимума гемолиза Эр при 37°C равна 12,57%, что на 27% больше чем при 25°C ($p < 0,05$) (рис. 4.).

У мужчин КРЭ также выше при 25°C, чем при 37°. Время начала гемолиза Эр при 25°C вдвое больше, чем при 37°C ($p < 0,02$). Завершение гемолиза Эр, его среднее время при 25°C приходится на 8,11 мин и 4,73 мин, что на 41% и 47% (соответственно) больше, чем при 37°C ($p < 0,02$). При 37°C ширина интервала гемолиза Эр равна 5,07 мин, что на 24% меньше, чем при 25° ($p < 0,02$), а средняя высота максимума эритрограммы приходится на 12,10% что на 13% больше, чем при 25°C ($p < 0,05$).

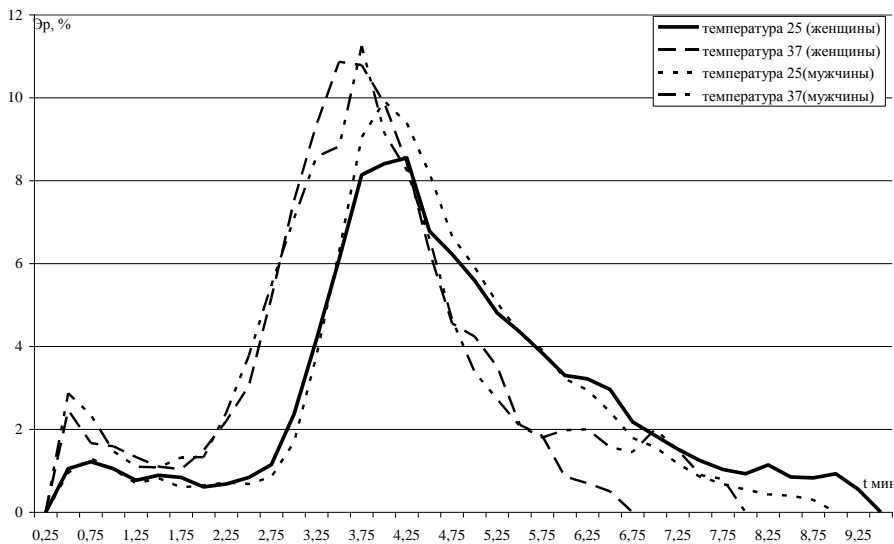


Рис. 3. Кислотная резистентность Эр человека в зависимости от температуры.
По оси абсцисс – время гемолиза Эр в мин., по оси ординат – процент гемолиза Эр.

Известно, что при выдерживании Эр при повышенных температурах приводит к снижению стабильности клеточных мембран – происходит гемолиз клеток с выходом гемоглобина из них. С повышением температуры константа скорости гемолиза растет (Борисова, Олейник, 2001).

Центральный процесс кислотного гемолиза – расщепление гемоглобина с образованием мощного прооксиданта – гема. Под действием гема развивается перекисное окисление липидов (ПОЛ) мембран. Таким образом, исследование кислотного гемолиза позволяет определить вклад бесконтактной модификации раствора гемолитика в развитие ПОЛ мембран Эр. Перераспределение Эр по стойкости без изменения времени гемолиза указывает на то, что причиной является изменение метаболизма в самих Эр под действием бесконтактной активации (Балакирева, 1985).

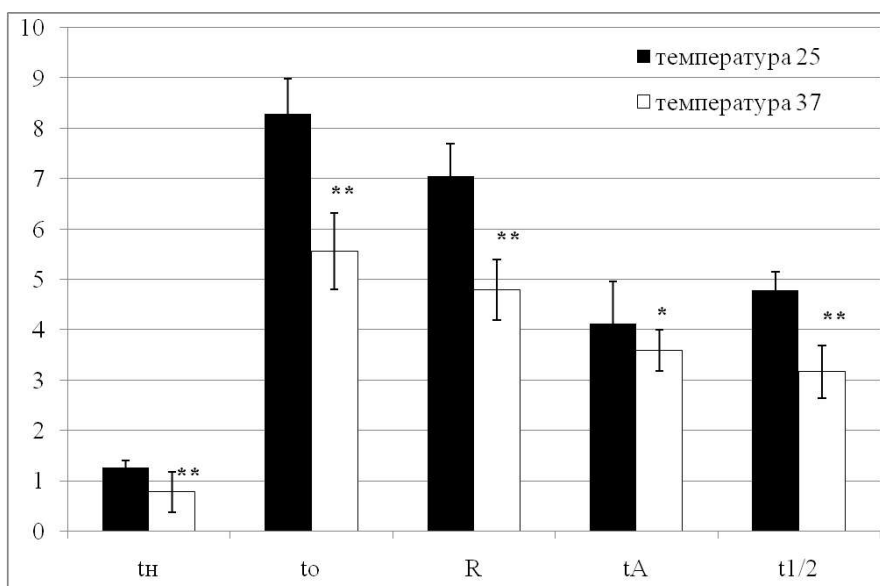


Рис. 4. Показатели КРЭ человека при разных температурах.

По оси абсцисс – показатели КРЭ; по оси ординат – время, мин.

Примечание: tn – начало гемолиза Эр, to – время окончания гемолиза Эр, R – ширина интервала гемолиза Эр, tA – средняя высота максимума, t_{1/2} – величина среднего времени гемолиза Эр; * – разница достоверна при p<0,05; ** – разница достоверна при p<0,02 по сравнению с 37°C.

В настоящей работе показано, что КРЭ выше при определении её при температуре 25°C. Известно, что на КРЭ оказывают влияние множество факторов, которые могут вызывать различные изменения стойкости Эр. Так, Л.И. Иржак и др. (1989) установили, что прогревание крови человека при 37 °С уменьшает их резистентность, что, возможно, связано с тепловой деформацией системы водородных связей, ослаблением их прочности и, как следствие, увеличением проницаемости клетки (Жуковский и др., 1987). Обратное явление наблюдается в интервале низких температур (35-36°C). Происходит сжатие белков, водородные связи упрочняются, и устойчивость Эр к низким рН повышается (Стусь, 1994).

Долговременные климатические изменения внешних температурных условий приводят к адаптации клеточных мембран с существенным изменением их состава и структуры. Экспериментальные исследования указывают на чувствительность мембранных рецепторов не только к уменьшению рН и концентрации катионов, но и к изменению температуры. На основе экспериментальных данных можно предположить, что под влиянием температуры и рН может происходить изменение реального числа клеточных рецепторов, находящихся на мембране (Выборнова и др., 1997).

На основании полученных результатов сделаны следующие выводы:

1. Кислотная резистентность эритроцитов зависит от температуры и при 25°C выше, чем при 37°C.
2. Начало гемолиза эритроцитов, его завершение и среднее время гемолиза клеток на 57%, 45% и 49% (соответственно) ($p < 0,02$) выше при 25°C, чем при 37°C, как у мужчин, так и у женщин.
3. Кислотная резистентность эритроцитов при рН=3,6 максимальна, а при рН=2,6 – минимальна. Время завершения гемолиза эритроцитов при рН=4 максимально, а при рН=2,6 минимально.
4. Зависимость скорости изменения гемолиза эритроцитов от концентрации протонов среды имеет S-образную форму, что свидетельствует об аллостерическом эффекте ионов водорода на мембранные белки.

1. Балакирева С.Ю. Исследование некоторых биофизических свойств клеточной поверхности. Саратов: СаратовГУ, 1985. 14-23 с.
2. Борисова А.Г., Олейник Е.К. Анализ изменений терморезистентности эритроцитов при раке легкого // Клинич. лабор. диагностика. 2001. №5. С. 14-16.
3. Виноградов А.П., Ершиков С.М., Магунов Е.В., Малькова А.П. Влияние концентрации хлорида натрия на рН-метрическое определение скорости гемолиза эритроцитов при нагревании // Клинич. лабор. диагностика. 2000. №7. С. 6-8.
4. Гланц С. Медико-биологическая статистика. М.: Практика, 1999. 460 с.
5. Досон Р., Эллиот Д., Эллиот У., Джонс К. Справочник биохимика. М.: Мир, 1991. 43 с.
6. Жуковский А.П., Халоимова А.И., Ровнов Н.В. Термостабильность структуры белков в нативном состоянии и механизм её поддержания // Биофизика. 1987. Вып. 4. С. 583-587.
7. Заводник И.Б., Пилецкая Т.П. Кислотный лизис эритроцитов человека // Биофизика. 1997. Т. 42. Вып. 5. С. 1106-1113.
8. Иржак Л.И., Бубунин А.В., Пархачева С.Ю. Действие прогревания крови на эритроциты и гемоглобин // VII Всесоюзн. конф. по экологич. физиол.: тез. докл. Ашхабад, 1989. С. 124.
9. Камилов Р.Ф., Шакирова Э.Д., Кудрявцев В.П., Шакиров Д.Ф. Кислотная и осмотическая резистентность эритроцитов у рабочих, занятых в производстве резиновых и резинотехнических изделий нефтехимической промышленности // Медицина труда и промышл. экология. 2008. №9. С. 41-44.
10. Кленова Н.А. Биохимические механизмы дезинтеграции эритроцитов человека в различных условиях функционирования: дис. ... канд. биол. наук. Тюмень, 2003. 36 с.
11. Козинец Г.И., Макаров В.М. Исследования системы крови в клинической практике. М.: Триада, 1997. С.175-176.

12. Матюшичев В.Б. Половые и возрастные особенности распределения эритроцитов крови по их электрофоретической подвижности // Журн. эволюц. биохимии и физиологии. 2000. №3. С. 273-275.
13. Меньшиков В.В. Лабораторные методы исследования в клинике. М.: Медицина, 1987. 119-120 с.
14. Новгородцева Т.П., Эндакова Э.А., Иванова И.А. Возрастные и половые особенности фосфолипидного состава эритроцитов крыс линии Вистар в процессе постнатального онтогенеза // Рос. физиол. журн. им. И. М. Сеченова. 2002. №1. С. 53-62.
15. Стусь Л.К. Кислотный гемолиз эритроцитов в зависимости от температуры и сроков хранения // Биофизика. 1994. Вып. 2. С. 362-364.
16. Шмидт Р., Тевс Г. Физиология человека. М.: Мир, 2005. Т.2. 314 с.
17. Jensen F.B. Red blood cell pH, the Bohr effect, and other oxygenation-linked phenomena in blood O₂ and CO₂ transport // Acta Physiol. Scand. 2004. V.182. P.215-227.
18. Hon G.M., Hassan M.S., S. J. van Rensburg, Abel S., P. van Jaarsveld, Erasmus R.T., Matsha T. Red blood cell membrane fluidity in the etiology of multiple sclerosis // J. Membr. Biol. 2009. V.232. P.25-34.
19. Sharma B., Rai D.K., Rai P.K., Rizvi S.I., Watal G. Determination of erythrocyte fragility as a marker of pesticide-induced membrane oxidative damage // Methods Mol. Biol. 2010. V.594. P.123-128.
20. Tsuda K. Oxidative stress and membrane fluidity of red blood cells in hypertensive and normotensive men: an electron spin resonance investigation // Int. Heart J. 2010. V.51. P.121-124.
21. Yamaguchi T., Koga M., Fujita Y., Kimoto E. Effects of pH on membrane fluidity of human erythrocytes // J. Biochem. 1982. V.91. P.1299-1304.
22. Zade-Oppen A.M., Schooler J.M., Cook P., Tosteson D.C. Effect of membrane potential and internal pH on active sodium-potassium transport and on ATP content in high-potassium sheep erythrocytes // Biochim. Biophys. Acta. 1979. V. 7. P.285-298.

References

1. Balakireva S.Y. A study of some biophysical properties of cell surface. Saratov: SaratovSU, 1985. P.14-23.
2. Borisova A.G., Olejnik E.K. Analysis of changes thermoresistivity erythrocytes in lung cancer / Clinical. labor. diagnostics. 2001. № 5. P. 14-16.
3. Vinogradov A.P., Yershickov S.M., Magunov E.V., Malkova A.P. Effect of sodium chloride concentration on pH-metric determination of the rate of erythrocyte hemolysis on heating / Clinical. labor. diagnostics. 2000. № 7. P. 6-8.
4. Glantz S. Primer of biostatistics. M.: Practice, 1999. 460p.
5. Dawson R.M., Elliot D., Elliot U., Jones K. Handbook of biochemist. Moscow: Mir, 1991. 43p.
6. Zhukovsky A.P., Haloimova A.I., Rovnov N.V. Thermal stability of the structure of proteins in native state and the mechanism of its maintenance // Biophysics. 1987. V. 4. P. 583-587.
7. Zavodnik I.B., Piletskaya T.P. Acid lysis of human erythrocytes // Biophysics. 1997. V. 42. P. 1106-1113.

8. Irzhak L.I., Bubunin A.V. Parhacheva S.Y. The action of heating blood on red blood cells and hemoglobin // VII All-Soviet Union conference for environ. physiol.: abstract. Ashgabat, 1989. P. 124.
9. Kamilov R.F., Shakirova E.D., Kudryavtsev V.P., Shakirov D.F. Acid and osmotic resistance of erythrocytes in workers engaged in the manufacture of rubber and rubber products petrochemical Industry / Occupational Medicine and Industrial ecology. 2008. № 9. P. 41-44.
10. Klenova N.A. Biochemical mechanisms of disintegration of human erythrocytes in different operating conditions / Dissertation of Candidate of biological science. Tyumen, 2003. 36p.
11. Kozinets G.I., Makarov V.M. Studies of the blood in clinical practice Moscow: Triada, 1997. P.175-176.
12. Matyushichev V.B. Sex and age distribution of red blood cells by their electrophoretic mobility // J. Evolutionary Biochemistry and Physiology. 2000. № 3. P. 273-275.
13. Menshikov VV Laboratory Methods in the clinic. M.: Medicine, 1987. 119-120p.
14. Novgorodtseva T.P., Endakova E.A., Ivanov I.A. Age and sex characteristics of phospholipid composition of red blood cells of Wistar rats during postnatal ontogenesis // Russian physiological journal. 2002. № 1. P. 53-62.
15. Stus L.K. Acid haemolysis of red blood cells, depending on temperature and storage time // Biophysics. 1994. V. 2. P. 362-364.
16. Schmidt R., Thews G. Human Physiology. Moscow: Mir, 2005. V.2. 314p.
17. Jensen F.B. Red blood cell pH, the Bohr effect, and other oxygenation-linked phenomena in blood O₂ and CO₂ transport // Acta Physiol. Scand. 2004. V.182. P.215-227.
18. Hon G.M., Hassan M.S., S. J. van Rensburg, Abel S., P. van Jaarsveld, Erasmus R.T., Matsha T. Red blood cell membrane fluidity in the etiology of multiple sclerosis // J. Membr. Biol. 2009. V.232. P.25-34.
19. Sharma B., Rai D.K., Rai P.K., Rizvi S.I., Watal G. Determination of erythrocyte fragility as a marker of pesticide-induced membrane oxidative damage // Methods Mol. Biol. 2010. V.594. P.123-128.
20. Tsuda K. Oxidative stress and membrane fluidity of red blood cells in hypertensive and normotensive men: an electron spin resonance investigation // Int. Heart J. 2010. V.51. P.121-124.
21. Yamaguchi T., Koga M., Fujita Y., Kimoto E. Effects of pH on membrane fluidity of human erythrocytes // J. Biochem. 1982. V.91. P.1299-1304.
22. Zade-Oppen A.M., Schooler J.M., Cook P., Tosteson D.C. Effect of membrane potential and internal pH on active sodium-potassium transport and on ATP content in high-potassium sheep erythrocytes // Biochim. Biophys. Acta. 1979. V. 7. P.285-298.

**БИОМОРФОЛОГИЯ И НАЧАЛЬНЫЕ ЭТАПЫ ОНТОГЕНЕЗА
ВЕРониКИ ДЛИННОЛИСТНОЙ *VERONICA LONGIFOLIA* L.
В КУЛЬТУРЕ БОТАНИЧЕСКОГО САДА СЫКТГУ**

**BIOMORPHOLOGY AND EARLY ONTOGENESIS STAGES
OF *VERONICA LONGIFOLIA* L. AT THE CONDITIONS
OF SYKTYVKAR STATE UNIVERSITY BOTANICAL GARDEN**

Т.В. Новаковская, Я.Б. Рогова
T.V. Novakovskaya, Y.B. Rogova

*Сообщается о морфологических и биологических особенностях вероники длиннолистной *Veronica longifolia* L. при культивировании в условиях ботанического сада Сыктывкарского государственного университета. Проанализированы семена различных лет сбора, изучены способы прорастания семян и начальные этапы онтогенеза. Приведены сведения о фенологии вида.*

*It is reported on biological and morphological characteristics of *Veronica longifolia* L. at cultivation under conditions of botanical garden of Syktyvkar State University. The seed germination and early ontogenesis stages are analyzed. Data on a phenology are presented.*

Ключевые слова: вероника длиннолистная *Veronica longifolia* L., биоморфология, фенология, онтогенез, семенное размножение.

Keywords: *Veronica longifolia* L., biomorphology, phenology, ontogenesis, seed reproduction.

Род вероника *Veronica* L. – один из крупнейших родов флоры России, включающий около 100 отечественных таксонов. Многие виды этого рода широко распространены и принимают значительное участие в растительном покрове

земли. Одним из таких растений является вероника длиннолистная *Veronica longifolia* L. – бореальный евразийский вид, произрастающий на разнотравных лугах, кустарниковых зарослях, по берегам рек и ручьев, в травянистых лесах. Распространена вероника длиннолистная по всей территории Республики Коми [6]. Известна как лекарственное и декоративное растение.

Цель работы – изучить биоморфологию, особенности роста, развития и начальные этапы онтогенеза вероники длиннолистной в условиях культуры ботанического сада Сыктывкарского государственного университета.

Материал и методы

Исследования проводили в 2007–2008 гг. в окрестностях г. Сыктывкара, на территории ботанического сада СыктГУ. В работе использовали онтогенетический метод исследования, периодизация онтогенеза дана по Л.А. Жуковой [4].

Проводили описание побеговых и корневых систем. Определяли высоту растений, количество боковых побегов; размеры и количество листьев, цветков, соцветий. Отмечали особенности завязывания плодов в культуре, вычисляли процент плодообразования. Объем выборки составил 10 модельных экземпляров. Количественные данные обрабатывали вариационно-статистическими методами по общепринятой методике. Коэффициент вариации вычисляли по Г.Н. Зайцеву [5]. Все результаты были обработаны с помощью пакета программ Microsoft (Microsoft Excel и Microsoft Word).

Фенологические наблюдения проводили по методике И.Н. Бейдемана [2].

Семенной материал изучали в лабораторных условиях, определяли окраску, размеры, массу, а также всхожесть семян: лабораторную и грунтовую [1].

Результаты и их обсуждение

Морфология вида

Вероника длиннолистная произрастает в культуре ботсада СыктГУ с 1978 года. Это многолетнее поликарпическое, длиннокорневищное, травянистое растение с монокарпическими побегами. Подземная часть представлена длинным, ползучим гипогеевым корневищем. Корневище плагиотропное, многоузловое, (длина до 40 см, диаметр 5-8 мм) несет чешуевидные листья.

Надземная часть представлена прямостоячими, реже восходящими, простыми или в области соцветия немного ветвистыми, крепкими, гладкими или бороздчатыми, округлыми побегами. Вероника растет в течение всего вегетационного периода и достигает максимальных размеров в период плодоношения (до 96.5 см) (табл. 1). Растения образуют большое число боковых побегов, количество их варьирует от 3 до 22 на один побег.

Продолговато-яйцевидные листья вероники супротивные или по 3-4 в мутовке, короткочерешковые, по краю до верхушки обычно неравно двоякозубчатые, у основания почти сердцевидные, округлые или клиновидные, на верхушке заостренные. В наших условиях преобладает супротивное листорасположение, что подтверждается сведениями из литературы о том, что среди европейских растений преобладает мутовчатая форма, но на Урале она уже не является преобладающей [3].

По нашим наблюдениям, максимальная длина черешка достигает до 12 мм (средние значения – 8 мм) (табл.1), что согласуется с данными литературы. По А.Г. Еленевскому [3], наиболее длинные черешки имеют растения из южных районов лесной полосы Европейской части СССР, с продвижением с юга на север длина черешков уменьшается.

Таблица 1

Морфометрические показатели *Veronica longifolia* L.

Показатели	В культуре ботсада	
	2007 г.	2008 г.
Высота побега, см	69.5 ± 4.1	69.7 ± 4.9
Количество боковых побегов, шт.	14.9 ± 1.4	15.0 ± 2.1
Количество листьев на главном побеге, шт.	28.9 ± 1.9	26.9 ± 1.4
Длина листовой пластинки, см	7.8 ± 0.4	8.4 ± 0.4
Ширина листовой пластинки, см	2.3 ± 0.2	2.3 ± 0.1
Длина черешка, см	0.8 ± 0.1	0.8 ± 0.1
Длина главного соцветия, см	11.4 ± 2.7	10.0 ± 1.7
Количество цветков, шт.	87.4 ± 13.4	-
Количество плодов, шт.	74.2 ± 11.8	-

Примечание: «-» – нет данных.

Цветки вероники мелкие, синие, сидят по одному на цветоножках в пазухах прицветников. Чашечка состоит из четырех ланцетных или треугольно-продолговатых, острых, почти равных долей; две доли несколько длиннее других. Венчик: 4 доли отгиба тупые или туповатые, широкие, почти равные между собой; одна лопасть округлая, остальные продолговатые. Тычинок две. У вероники длиннолистной пыльники сидят на длинных тычиночных нитях, которые характерны для энтомофильных видов. Согласно А.Г. Еленевскому [3], у вероник с мелкими цветками развита автогамия, анемогамия или факультативная энтомогамия. По нашим наблюдениям, цветки вероники посещают и опыляют насекомые из четырех отрядов: перепончатокрылые, двукрылые, чешуекрылые и жесткокрылые.

Мелкие цветки собраны в верхушечное, густое кистевидное, иногда с несколькими боковыми кистями соцветия, длина которого несколько варьирует по годам. Увеличение длины главного соцветия происходит резко до фазы плодоношения, а затем стабилизируется. Вероника длиннолистная является декоративным растением. Хороша при посадке группами на клумбах и рабатках. В культуре с 1731 года. Имеет сорта с крупными соцветиями: 'Блауризен' – цветки голубые; 'Шнееризен' – цветки белые.

Плод вероники длиннолистной – двухгнездная коробочка, обратнсердцевидная или округло-яйцевидная, вздутая, крепкая, голая, слегка сплюснутая, на верхушке с узкой незначительной выемкой. Семена овальные, плоско-выпуклые, несколько изогнутые, гладкие.

Количество цветков на одном соцветии сильно варьирует (от 32 до 172), так же, как и количество плодов (21-149). Процент плодообразования составляет 84.9%. По данным литературы, количество образовавшихся плодов на растении зависит от многих факторов (погодных условий в момент оплодотворения, фактора питания и т.д.), но главный среди них – фактор опыления. Растения с разными способами опыления обладают и различной способностью к образованию плодов. Энтомофильные растения, такие как *Veronica longifolia*, в теплые сезоны завязывают плоды на 44-97%, в холодные – не более 80%. Завязывание плодов у них никогда не доходит до 100%.

В ходе наблюдений в течение 2007 – 2008 гг. установлено, что в условиях культуры вероника размножается семенами и вегетативно (корневищами).

Для вероники характерна морфологическая изменчивость всех изученных признаков. К среднеизменчивым морфометрическим признакам относятся высота побега и длина листовой пластинки. По остальным показателям наблюдается высокая изменчивость. Степень изменчивости параметров соответствует величине нормы реакции. Чем больше изменчивость признака, тем шире норма реакции и соответственно выше потенциальные и адаптивные возможности организма. Следовательно, в культуре вероника длиннолистная обладает большой пластичностью.

Характеристика семян

Наиболее существенный признак стабильности ценопопуляций – способность к репродуктивному воспроизводству. Сведений по семенам вероники длиннолистной в литературе крайне мало. В результате лабораторных исследований семян из Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН (Москва, сбор 2002 года) и семян, собранных в условиях культуры в ботаническом саду университета (2007–2008 гг.), установлено, что они различаются по ряду признаков: массе, размерам, форме и окраске.

Окраска семян в изученных образцах варьирует от бледно-желтой до желтовато-коричневой (ГБС) и от бледно-желтой, желто-коричневой до коричневой

(ботанический сад СыктГУ). Выявленные различия в окраске семян свидетельствуют о различной степени зрелости: более темную окраску имели зрелые семена, следовательно, семена из ГБС были недозрелыми, это же подтверждает попытка прорастить семена.

Средняя длина и ширина семян, собранных в различных местообитаниях, значительно колеблется (табл. 2).

Таблица 2

Линейные размеры семян *Veronica longifolia* L., мм

Происхождение (год сбора)	Длина			Ширина		
	$M \pm m$	lim	Cv, %	$M \pm m$	Lim	Cv, %
ГБС, Москва (2002)	0.43 ± 0.02	0.29 – 0.68	20	0.23 ± 0.01	0.15 – 0.36	23
Ботанический сад СыктГУ, Сыктывкар (2007)	0.57 ± 0.01	0.41 – 0.74	14	0.22 ± 0.02	0.09 – 0.44	39
Ботанический сад СыктГУ, Сыктывкар (2008)	0.72 ± 0.02	0.48 – 0.91	14	0.36 ± 0.02	0.24 – 0.60	27

Масса 1000 семян у изученных образцов также сильно варьирует (табл.3). Наиболее полновесные семена растения сформировали в культуре в первый год исследования, чему способствовали благоприятные погодные условия.

Таблица 3

Масса 1000 семян *Veronica longifolia* L., г

Происхождение	$M \pm m$	lim	Cv, %
ГБС, Москва (2002)	0.060 ± 0.001	0.05 – 0.06	7
Ботанический сад СыктГУ, Сыктывкар (2007)	0.080 ± 0.002	0.07 – 0.09	8
Ботанический сад СыктГУ, Сыктывкар (2008)	0.040 ± 0.004	0.025 – 0.070	30

Линейные размеры и масса семян характеризуются от низкого до высокого уровня изменчивости (табл. 2, 3), что можно рассматривать как проявление пластичности вида к меняющимся условиям среды.

Семена местной репродукции 2007 года проращивали при различных условиях: со стратификацией и без; на дневном свете и в темноте; на свету при комнатной температуре с использованием регулятора роста – эпина экстра; проращивали в чашках Петри на фильтровальной бумаге и на грунте.

Изучали влияние различных условий на прорастание. Сравнение посевных качеств семян вероники длиннолистной показало, что большей всхожестью обладают семена, которые проращивали без стратификации на дневном свете (табл.4). Использование регулятора роста не увеличивает прорастание семян, наблюдается даже незначительное снижение всхожести.

Таблица 4

Проращивание семян *Veronica longifolia* L. при различных условиях

Условия проращивания	Количество дней	Лабораторная всхожесть, %	Грунтовая всхожесть, %
Стратификация, дневной свет	4-8	29.3	-
Стратификация, в темноте, термостат	4-8	21.6	-
Без стратификации, дневной свет	4-7	50.3	-
Без стратификации, в темноте, термостат	4-7	20.6	-
Контроль, дневной свет, на фильтровальной бумаге	4-13	49.3	-
Эпин экстра, дневной свет, на фильтровальной бумаге	4-18	47	-
Контроль, дневной свет, грунт	6-43	-	29
Эпин экстра, дневной свет, грунт	7-39	-	22

Грунтовая всхожесть оказалась меньше лабораторной, что подтверждает сведения из литературы о том, что грунтовая всхожесть семян всегда оказывается ниже лабораторной всхожести.

В результате исследований выявлено, что семена вероники без обработки слабым раствором марганцовки поражаются шестью видами почвенных грибов из родов *Cladosporium*, *Penicillium*, *Mucor*, *Trichothecium*, *Alternaria*. Семена, обработанные эпином экстра, поражаются значительно меньше, чем необработанные.

Начальные этапы онтогенеза

Проращение семян вероники надземное. Первым появляется зародышевый корешок (рис.) белого цвета. Одновременно растет и светло-зеленый гипокотиль, проталкивающий кончик корешка в почву. Гипокотиль, выпрямляясь, выносит семядоли, одетые в семенную кожуру, к свету. Первые всходы появились на 4 день при проращивании на фильтровальной бумаге и на 6-7 день – на грунте.

Проростки. Для проростков вероники длиннолистной характерно наличие корешка, двух семядолей с небольшой выемкой на верхушке (рис.), гипокотилия и эпикотилия. Эпикотиль на 42 день развития достигает 5.7 ± 0.8 мм длины. Семядоли овальные, голые, темно-зеленые на коротких черешках. Семядольные листья сохраняются от 2 до 3 месяцев. Отмечены проростки с тремя семядольными листочками и альбиносы (0.3%).

Зачаток первого настоящего листа появляется на 12-й день после посева. Появление первых настоящих листьев происходит на 12-13-й день. Первые листья обратнойцевидные, по краю городчатые. Последующие листья растут более удлинненными, остропильчатыми по краю.

Сравнение ширины и длины настоящих листьев у проростков вероники показало увеличение этих показателей в 1.3-1.6 раза у семян, выращенных на грунте, с использованием регулятора роста для третьего, четвертого и пятого листьев, тогда как показатели второго листа больше в контроле.

У семян вероники, обработанных эпином экстра и выращенных в чашках Петри на фильтровальной бумаге, появление семядольных листьев происходит быстрее (на 4 день), по сравнению с семенами, выращенными на грунте (6-11 день). Но впоследствии настоящие листья развиваются в 2 раза быстрее на грунте.

Измерения у проростков длины и ширины семядольного листочка, длины корешка и гипокотилия показали увеличение этих показателей у семян, выращенных на грунте (контроль и эпин экстра). Это связано с наличием в почве питательных веществ, в отличие от фильтровальной бумаги. В темноте длина гипокотилия проростков всегда больше из-за недостатка света.

Ювенильное возрастное состояние вероники длиннолистной (рис.) характеризуется полеганием ортотропного побега (становится плагиотропным), образованием в семядольном узле и на гипокотиле придаточных корней и постепенным отмиранием семядолей.

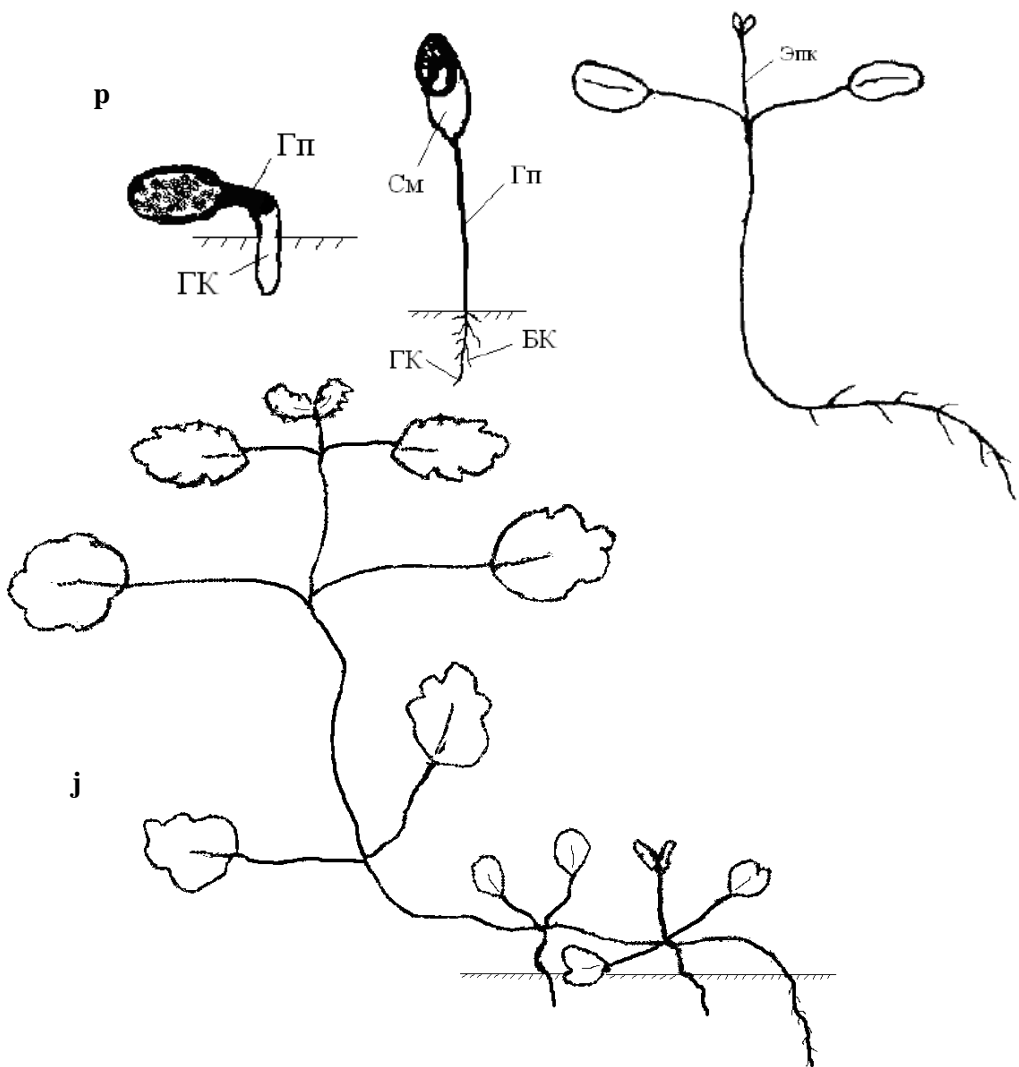


Рис. Развитие вероники длиннолистной *Veronica longifolia* L.

Проростки (р) и ювенильные (j) возрастные состояния. Гп – гипокотиль; См – семядоли; Эпк – эпикотиль; Гк – главный корень; Бк – боковые корни.

Фенология вида

Наиболее общим выражением адаптивности растений служит последовательная смена фенологических фаз в зависимости от изменения погодных условий в течение вегетационного периода.

За вегетационный период вероника длиннолистная проходит все стадии фенологического развития: от вегетации до плодоношения и отмирания. Небольшое смещение фенофаз по годам связано с метеоусловиями конкретного года.

Продолжительность вегетации вероники в условиях культуры ботанического сада составляет 150 (2007 г.) – 167 (2008 г.) дней. Отрастание растений начинается в конце мая. Бутонизация была отмечена в конце июня – начале июля, ее продолжительность – 10-11 дней. В годы исследования цветение вероники длиннолистной продолжалось с первой декады июля до начала августа, что соответствует данным литературы [6]. В зависимости от года исследования продолжительность распускания цветков составляет от 20 до 28 дней. Более раннее цветение отмечено в 2007 году. Наблюдается лишь небольшое уменьшение периода цветения в 2008 году, чему способствовала низкая среднесуточная температура и малое количество осадков.

Самая продолжительная фаза – плодоношение (от 40 до 54 дней) – отмечена с первой декады августа и до конца второй декады сентября. Семена созревают ежегодно.

Как и для всех многолетних травянистых растений, для вероники длиннолистной свойственно отмирание всех надземных побегов (летнезеленое растение) с последующим их возобновлением из зимующих почек. В условиях культуры отмирание растений начиналось с середины сентября.

Заключение

В культуре ботанического сада вероника длиннолистная *Veronica longifolia* сохраняет длиннокорневищную биоморфу. Выявлена морфологическая поливариантность вегетативных и генеративных органов растения. Наиболее вариативны: количество боковых побегов и листьев на главном побеге, ширина листа, длина черешка и соцветия, также масса и линейные размеры семян.

Сравнительный анализ семян вероники выявил различия по размерам, массе, форме и окраске, что связано с условиями произрастания растений, а также с погодными условиями во время цветения и плодоношения. Семена хорошо прорастают на свету и не требуют стратификации и регуляторов роста. Применение эпина экстра для предпосевной обработки семян не сказывается на всхожести, но способствует более быстрому развитию проростков и увеличению линейных размеров настоящих листьев.

Тип прорастания семян вероники длиннолистной надземный. Семядоли функционируют 60 – 90 дней и отмирают с появлением 5-6-го настоящего листа. Первый настоящий лист развивается на 12 – 13 день.

Вероника длиннолистная очень эффективна в декоративном отношении благодаря крупным и ярким соцветиям, легко размножается, морозоустойчива, является перспективным видом и рекомендуется для широкого использования в декоративном цветоводстве Республики Коми.

1. Артюшенко З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений: семя. Л.: Наука, 1990. 202 с.
2. Бейдеман И.Н. Изучение фенологии растений // Полевая геоботаника. В 5 т. Т. 2. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1960. С. 333 – 366.
3. Еленевский А.Г. Систематика и география вероник СССР и прилежащих стран. М.: Наука, 1978. 259 с.
4. Жукова Л.А. Популяционная жизнь луговых растений. Йошкар-Ола: РИИК «Ланар», 1995. 224 с.
5. Зайцев Г.Н. Методика биометрических расчетов. М., 1973. 256 с.
6. Флора северо-востока европейской части СССР. Л.: Наука, 1977. Т. IV. 312с.

Literature

1. Artjushenko Z.T. The atlas of description morphology of upper plants: seeds. L.: Nauka, 1990. 202 p.
2. Bejdeman I.N. The study of plant phenology // The field geobotany. In 5 v. V.2. M.-L.: Publ. of AN SSSR, 1960. Pp.333-366.
3. Elenevsky A.G. The systematic and geography of Veronica of USSR and nearest countries. M.: Nauka. 1978. 259 p.
4. Gukova L.A. The population life of meadow plants. Joshkar-Ola: RIIK “Lanar”, 1995. 224 p.
5. Zajtcev G.N. The biometrical calculation methodology. M.: 1973. 256 p.
6. The flora of the North-East Europe part of the USSR. L.: Nauka, V.IV, 1977. 312 p.

**СООБЩЕСТВА КЛАССА *PHRAGMITO-MAGNOCARICETEA*
KLIKA IN KLIKA ET NOVAK 1941 ПОЙМЫ РЕК ВЫЧЕГДЫ И ПЕЧОРЫ**

**COMMUNITIES OF THE CLASS *PHRAGMITO-MAGNOCARICETEA*
KLIKA IN KLIKA ET NOVAK 1941
OF THE VYCHEGDA AND PECHORA RIVER FLOOD-PLAINS**

Г.С. Шушпанникова
G.S. Shushpannikova

Представлено разнообразие фитоценозов класса Phragmito-Magnocaricetea Klika in Klika et Novak 1941 в пойме рек Вычегды и Печоры. На основании эколого-флористической классификации выделено 2 порядка, 5 союзов, 15 ассоциаций, 32 варианта. Проведено сравнение сообществ с фитоценозами, описанными в других регионах Европы и Сибири.

The diversity of communities of the class Phragmito-Magnocaricetea of the Vychehda and Pechora flood-plains is presented. On the base of ecological-floristical classification, a number of syntaxa are distinguished, identified as associations (15) and variants (32) within the class Phragmito-Magnocaricetea, order Phragmitetalia and Magnocaricetalia. Comparison of communities of the river Vychehda and Pechora flood-plain with the communities described in other regions of Europe and Asia is spent.

Ключевые слова: классификация, синтаксономия, растительные сообщества, пойма, класс Phragmito-Magnocaricetea Klika in Klika et Novak 1941.

Key words: classification, syntaxonomy, plant communities, flood-plain, класс Phragmito-Magnocaricetea Klika in Klika et Novak 1941.

Предыдущее типологическое изучение травянистой растительности поймы Вычегды и Печоры было выполнено более 40 лет тому назад [2, 9, 27]. При классификации растительных сообществ таежной зоны Северо-Востока европейской части России, в том числе и пойменных экотопов, использовался классический эколого-фитоценотический подход. Его применение в последнем случае затруднено. Это связано с разнообразием пойменных экотопов, динамичностью аллювиального субстрата, разнообразным сочетанием факторов на относительно небольшой площади, наличием большого количества содоминантов в травостое.

Выходом в данной ситуации является использование эколого-флористического метода Браун-Бланке [38].

Основной целью исследований явилось выявление ценотического разнообразия сообществ сырых мест обитания и проведение их классификации. В данной статье дан обзор выделенных нами таксономических единиц, отнесенных к классу Phragmito-Magnocaricetea.

Материал и методы

Работа проводилась в пойме реки Вычегды и ее притоков – Сысолы, М. Визинги, Пожега, Кажыма, Виледи, реки Печоры и ее притоков – Усы, Колвы, Сэбыся, Усть-Илыча, М. Сыни, Б. Сыни, Сюзью, Щугора, Балбанью.

Геоботанические описания (10×10 м) выполнялись по стандартной методике [15]. Пробные площади закладывались одна за другой вдоль трансекты. Небольшие по площади сообщества описывали в естественных границах. Для характеристики почвенного покрова были отобраны образцы почв и проведен их химический анализ: определение кислотности, содержание гумуса, каталазной активности [16]. Биологическая продуктивность надземной фитомассы сообществ разных ассоциаций оценивалась по результатам укосов пробных площадок размером 1х1 м в 10-кратной повторности.

Классификация проведена по методике Браун-Бланке [38] с помощью пакетов программ TURBOWEG и MEGATAB [37]. Проективное покрытие видов оценивали по 5-балльной шкале: 1 – до 5 %, 2 – 6-25 %, 3 – 26-50 %, 4 – 51-75 %, 5 – 76-100 %. В обработку включено 281 геоботаническое описание. Названия видов сосудистых растений даны по сводке С. К. Черепанова [28], мхов – по монографии Т. П. Шубиной и Г. В. Железновой [30].

Результаты и обсуждение

Сообщества сырых мест обитания поймы Вычегды и Печоры были отнесены к классу Phragmito-Magnocaricetea. Класс объединяет сообщества гелофитов – прикрепленных ко дну и возвышающихся над водой растений водоемов, сообщества болотистых лугов и травяных болот. В поймах рек Вычегды и Печоры и их притоков это преимущественно осоковые сообщества. Они широко распространены как в болотных массивах с застойным увлажнением на торфянистых кислых почвах, так и на аллювиальных почвах с проточным режимом увлажнения вдоль береговой линии рек, стариц, озер. Дискуссионным остается вопрос о границе между луговым типом растительности, с одной стороны, низинными болотами и прибрежно-водной растительностью, с другой стороны. Предложены разные критерии выделения этих типов растительности [3, 6, 10, 11, 12, 29]. Проведенная нами ранее эколого-флористическая классификация луговой раститель-

ности поймы реки Вычегды [31] с применением экологических шкал Л.Г. Раменского [32] разделила класс Phragmito-Magnocaricetea на два типа растительности (луговую и болотную). Болотными оказались ассоциации Caricetum vesicariae и Caricetum cespitosae. Данный блок описаний представлен двумя порядками – Phragmitetalia и Magnocaricetalia. Порядок Phragmitetalia объединяет сообщества достаточно глубоководных водоемов со стоячей и текущей водой и разными типами грунта. Включает один союз. Порядок Magnocaricetalia объединяет сообщества с доминированием или высоким участием видов рода *Carex*, включает четыре союза. Ниже дан обзор синтаксонов с их характеристикой.

Продромус растительных сообществ сырых мест обитаний

Класс **Phragmito–Magnocaricetea** Klika in Klika et Novak 1941

Порядок **Phragmitetalia** W. Koch 1926

Союз *Phragmition communis* W. Koch 1926

Acc. *Equisetum fluviatilis* Steffen 1931

Var. *typica*

Порядок **Magnocaricetalia** Pignatti 1953

Союз *Magnocaricion elatae* Koch 1926

Acc. *Caricetum aquatilis* Savich 1926

Var. *inops*

Var. *Equisetum fluviatile*

Var. *Lysimachia vulgaris*

Acc. *Carici aquatilis–Comaretum palustris* Taran 1995

Acc. *Caricetum juncellae* Mirk. et al. 1985

Acc. *Caricetum gracilis* Savich 1926

Var. *typica*

Var. *Comarum palustre*

Var. *Juncus filiformis*

Var. *Carex vesicaria*

Var. *Equisetum fluviatile*

Var. *Persicaria amphibia*

Var. *Lysimachia vulgaris*

Acc. *Caricetum acutae–Calamagrostietum purpureae* Taran 1995

Acc. *Caricetum acutae–rostratae* Sipaylova, Shelyag et

V. Solomakha in Shelyag et al. 1985

Var. *typica*

Var. *Comarum palustre*

Acc. *Caricetum rostratae* Rübel 1912

Вар. *Comarum palustre*

Acc. *Caricetum vesicaria* Br.-Bl. et Denis. 1926

Вар. *inops*

Вар. *Comarum palustre*

Вар. *Equisetum fluviatile*

Acc. *Carici acutae–Phalaroidetum arundinaceae anova*

Turub et al. 1986

Вар. *typicuma*

Вар. *Comarum palustre*

Вар. *Equisetum fluviatile*

Вар. *Lysimachia vulgaris*

Вар. *Calamagrostis purpurea*

Acc. *Phalaroidetum arundinaceae* Libbert 1931

Вар. *inops*

Вар. *typica*

Вар. *Comarum palustre*

Вар. *Lysimachia vulgaris*

Вар. *Equisetum fluviatile*

Союз *Cicution virosae* Hejný ex Segal in Westh. et Den Held 1969

Acc. *Comaretum palustris* Markov et al. 1955

Союз *Poion palustris* Shelyag, V. Solomakha et Sipaylova 1985

Acc. *Poetum palustris* Resmerita et Ratiu 1974

Вар. *typicum*

Вар. *Carex cespitosa*

Союз *Agrostio stoloniferae–Equisetion arvensis* Taran 1997

Acc. *Eleocharito palustris–Agrostietum stoloniferae* Denis.

ex Taran 1995

Вар. *inops*

Вар. *Deschampsia cespitosa*

Порядок Phragmitetalia

Союз Phragmition communis W. Koch 1926

Ассоциация Equisetetum fluviatilis Steffen 1931

Диагностический вид: *Equisetum fluviatile* (доминант).

Травостой сообществ разделен на два подъяруса. Верхний подъярус травостоя (выс. 80-90 см) образован *Equisetum fluviatile*, нижний (выс. 50 см) сложен

гидрофитами и гелофитами (*Persicaria amphibia*, *Alisma plantago-aquatica*, *Eleocharis palustris*, *Hyppuris vulgaris* и др.). Общее проективное покрытие травостоя 60-80 %. Видовая насыщенность сообществ составляет 5-7 видов. Всего в ассоциации выявлено 15 видов.

По литературным данным, сообщества *Equisetum fluviatile* встречаются в прибрежных мелководьях рек, озер, заводей по всей европейской и азиатской части [5, 7, 11, 19, 22], отмечены в поймах рек и озер бассейнов Вычегды и Печоры [2, 9, 23, 24, 27].

Ассоциация представлена 6 описаниями, которые сделаны по берегу реки Печоры (г. Печора) и вдоль старицы Вычегды (м. Биостанция), где встречаются узкой полосой в местах, постоянно залитых водой (до 50 см) на торфяно-иловых грунтах. Урожайность составляет 200-320 г/м². В пойме Печоры площади, занятые *Equisetum fluviatile*, не скашиваются, в пойме Вычегды – скашиваются не полностью и не ежегодно.

Н.С. Котелина [9] среди хвощатников выделяет две ассоциации: вахтово-хвощевую, занимающую наиболее обводненные и молодые участки, только что начинающие выходить из-под воды, и осоково-хвощевую, располагающуюся в условиях меньшей обводненности и большей торфянистости. Б.Ю. Тетерюк [23] среди прибрежно-водной растительности о. Донты (пойма Вычегды) выделяет два варианта: *tyricus*, характерный для местообитаний с постоянным увлажнением, и *Lythrum salicaria* – участков с торфянистыми грунтами, не залитых водой. Нами выделен вариант *tyricuma*.

Порядок Magnocaricetalia
Союз Magnocaricion elatae Koch 1926
Ассоциация Caricetum juncellae Mirk. et al. 1985

Диагностический вид: *Carex juncella* (доминант).

В травостое доминирует *Carex juncella* (пр. покр. 65 %). Она образует крупные кочки (выс. 30–60 см). С высоким обилием встречаются *C. vesicaria*, *C. cinerea*, *Equisetum fluviatile*. Низкое проективное покрытие имеют *Calamagrostis purpurea* и болотные травы (*Eriophorum vaginatum*, *E. russeolum*, *E. scheuchzeri*). Видовая насыщенность сообщества – 12 видов сосудистых растений.

Ассоциация представлена 1 описанием, которое сделано в пойме реки Колвы (приток Усы), где занимает участок старой поймы. Почвы торфяно-глеевые.

Данная ассоциация описана Г. С. Тараном [21]. В пойме Вычегды и Печоры данная ассоциация ранее не отмечена.

Ассоциация *Caricetum aquatilis* Savich 1926

Синонимы: *Drepanoclado exannulati-Caricetum aquatilis* Nordh 1928, *Caricetum aquatilis* Sambuk 1930, *Equisetum fluviatilis-Caricetum aquatilis* Mirk. et Mirk. et al. 1992.

Диагностический вид: *Carex aquatilis* (доминант).

Верхний подъярус травостоя (выс. 90 см) образован *Carex aquatilis* с небольшой примесью *Carex rostrata* и *C. vesicaria*, в качестве содоминанта в некоторых сообществах выступает *Equisetum fluviatile*. Содоминантами *Carex aquatilis* в нижнем подъярусе (выс. 50 см) выступают в разных сообществах *Comarum palustre*, *Equisetum palustre*, *Lysimachia vulgaris*, постоянными спутниками которых являются *Ranunculus repens*, *Eleocharis palustris*, *Petasites spurius*. Видовая насыщенность сообществ изменяется от 3 до 7 видов. Всего в ассоциации выявлено 19 видов сосудистых растений. Моховый ярус фрагментарный, его образует *Drepanocladus aduncus*.

Водноосоковые сообщества представляют одну из стадий развития низинных травяных болот, сменяемую в процессе эндогенеза переходными травянисто-сфагновыми сообществами [20, 25].

Н. С. Котелина [9] отмечает, что *Carex aquatilis* встречается в пойме р. Вычегды в меньшем обилии, чем *Carex acuta*, *C. vesicaria* и *C. cespitosa*. Большей частью она встречается в виде примеси к *Carex acuta* вдоль ручьев, небольших речек, водоемов, соединяющихся с рекой, в условиях проточного увлажнения на иловато-глеевых или дерново-глеевых почвах.

Ассоциация обладает широким географическим ареалом, встречаясь в Европе и Сибири [20, 24, 25]. Видовой состав мало меняется в зависимости от географического положения. Основу травостоя составляют виды гигрофиты с бореальными и циркумполярными ареалами.

В пойме Печоры и Вычегды ассоциация представлена 23 сообществами. Включает 3 варианта. Сообщества с доминированием *Carex aquatilis* встречены по межгрядным понижениям (глубина 1-2 м, ширина 2 м) приречной зоны р. Вычегды (м. Биостанция), р. Печоры и ее притоков (Усы, Колвы, Щугора, Сюзью, Инты, Сэбыся).

Ассоциация *Carici aquatilis-Comaretum palustris* Taran 1995

Представлена 11 сообществами, встреченными в приречной зоне по днищу старицы в пойме р. Вычегды (м. Биостанция) и в центральной части межгрядных понижений (глубина 1.5 м, ширина 3 м) средней зоны поймы р. Колвы (пос. Головные), р. Б. Сыня, Инта, Сэбысь. Почвы несколько более торфянистые. Общее проективное покрытие травостоя составляет 50-80 %. Он разделен на 2 подъяруса. Первый (выс. 90 см) образуют *Carex aquatilis*, *C. vesicaria*, *Filipendula ulmaria*.

Второй (выс. 40 см) – *Comarum palustre*, с постоянной небольшой примесью *Ranunculus repens*, *Petasites spurius*, *Eleocharis palustris*. Данный вариант по содоминирующим видам схож с предыдущим вариантом – *inops*, но отличается от него более высоким видовым разнообразием. Всего видов в синтаксоне – 38. Видовая насыщенность сообществ 8-12 видов сосудистых растений. Урожайность 190-210 г/м². Данные сообщества используются только как сенокосы.

Ассоциация *Caricetum gracilis* Savich 1926

Синонимы: *Caricetum gracilis* Almquist 1929, *Caricetum acutae* R. Tx. 1937.

Диагностический вид: *Carex acuta* (доминант).

Сообщества ассоциации имеют один ярус высотой 50-60 см. Сомкнутость травостоя варьирует в разных сообществах в широких пределах – от 50 до 100 %. Содоминантами осоки острой выступают виды избыточно увлажненных мест обитаний (*Comarum palustre*, *Juncus filiformis*, *Equisetum fluviatile*, *Persicaria amphibia*, *Lysimachia vulgaris*, *Carex vesicaria*). Мезофильные растения здесь единичны и непостоянны (*Veronica longifolia*, *Galium boreale*, *Vicia cracca* и др.). По мере усиления застойности увлажнения, ухудшения аэрации и бедности почв *Carex acuta* замещается *Carex rostrata*. Общий список ассоциации включает в себя 90 видов сосудистых растений. Видовая насыщенность сообществ изменяется в широких пределах – от 4 до 14 видов. Используются как сенокосные угодья, на которых после скашивания травы эпизодически производится выпас по отаве. Биологическая продуктивность составляет 150-220 г/м².

Е.П. Матвеева [11] для Прибалтики выделяет несколько группировок остроосочников с участием *Lysimachia vulgaris*, *Comarum palustre*, *Equisetum fluviatile*, *Phalaroides arundinacea*, *Calamagrostis neglecta*, *Carex rostrata*. Она отмечает, что эти группировки представляют собой сезонные и погодичные аспекты остроосоковой, а иногда и других близких по экологическому ряду формаций, но не являются определенно сформировавшимися ассоциациями. В монографии А. Г. Вороновой «Луга Нечерноземья» [4] в качестве причины внутренней дифференциации данной ассоциации выступает интенсивность пастбищного воздействия: более 50 % участков субассоциации *lysimachetosum vulgaris* являются пастбищами, остальные – сенокосами, более 50 % сообществ субассоциации *typicum* и *comaretosum palustris* не используются.

По литературным данным, сообщества *Caricetum acutae* широко встречаются в поймах практически всех рек Западной, Средней, Восточной Сибири и других частей Азиатского материка, по всей европейской части [1, 4, 5, 13, 18, 24, 25, 35]. Ассоциация описана для поймы Печоры [17] и Вычегды [9]. Н. С. Котелина [9] отмечала в пойме р. Вычегды чистые стройноосочники и с доминированием осоки пузырчатой и вейника пурпурного. Л. П. Турубанова [26] в пойме Вычегды выделила две субассоциации – *juncetosum filiformis* и *caricetosum*

cespitosae. Нами в пойме Печоры и Вычегды и их притоков выделено 7 вариантов. Сообщества, сложенные *Carex acuta*, являются самыми распространенными среди других осоковых сообществ в районе исследования. Ассоциация представлена 87 описаниями, которые сделаны в приречной, средней и приматериковой зоне.

Ассоциация *Caricetum acutae*–*Calamagrostietum purpureae* Taran 1995

Представлена 5 сообществами, описания которых выполнены по межгрядным понижениям (глубина 1.5 м, ширина 5 м) в приматериковой зоне поймы рек Сэбыся, Балбанью и Вычегды (м. Биостанция). Почвы торфяно-глеевые. Общее проективное покрытие травостоя – 60–75 %. Он подразделен на 2 подъяруса. В верхнем (выс. 100 см) содоминируют *Carex acuta* и *Calamagrostis purpurea*, с примесью *Carex aquatilis*, *Phalaroides arundinacea*, второй (выс. 40 см) образуют *Comarum palustre*, *Caltha palustris*, *Poa palustris*, *Veronica longifolia*. Моховой ярус фрагментарен и представлен *Mnium stellare*, *Drepanocladus adunculus*. Общее число видов ассоциации равно 38. Видовая насыщенность сообществ составляет 11–17 видов. Урожайность 200 г/м². Ассоциация выделена и описана Г. С. Тараном [21] в пойме Нижней Оби на заболоченных участках в комплексе с болотными ивняками и в зонах перехода от влажных березовых лесов к соровым депрессиям внутренних участков поймы.

Ассоциация *Caricetum acutae*–*rostratae* Sipaylova, Shelyag et V. Solomakha in Shelyag et al. 1985

Диагностические виды: *Carex acuta* (доминант-содоминант), *Carex rostrata* (доминант-содоминант).

Сообщества имеют сомкнутый осоковый ярус (90 %), образованный *Carex acuta* и *C. rostrata*. В ряде сообществ с осокой содоминирует *Comarum palustre*. Видовая насыщенность сообществ изменяется в широких пределах (от 4 до 17 видов на пробной площади). Всего ассоциация включает 36 видов сосудистых растений. Большинство видов имеют III класс постоянства и ниже. Моховой ярус образуют гипновые мхи (*Aulacomnium palustre*, *Drepanocladus vernicosus*).

Ассоциация описана для территории Украины [19]. В пойме Печоры и Вычегды ассоциация представлена 16 сообществами. Включает 2 варианта. Сообщества встречаются по межгрядным понижениям (глубина 2-3 м, ширина 2-3 м) приречной зоны Вычегды (м. Биостанция, с. Межадор, с. Усть-Кулом) и ее притоков – Виледи и Пожега, реки Печоры и ее притоков (Балбанью, Усть-Ильч, Сюзью).

Ассоциация *Caricetum rostratae* Rübел 1912

Синонимы: *Carex rostrata*-Moore Cajander 1913, *Carex rostrata*-ass. Osvald 1923; *Caricetum inflato-vesicaria* W. Koch 1925 pro parte; *Lysimachia thysiflora*-*Carex rostrata*-Gesellschaft Jeschke 1963; Comaro–*Caricetum rostratae* Smagin 1995, *Herbosphagnetum caricosum rostratae* Нешатаев, 2002.

Диагностический вид: *Carex rostrata*.

Общее проективное покрытие травостоя 70–90 %. Для него характерны два подъяруса. Первый подъярус (выс. 80 см) образуют *Carex rostrata* (пр. покр. 50 %), с небольшой примесью *Equisetum fluviatile*, *Filipendula ulmaria*, *Deschampsia cespitosa*, *Bistorta major*. Во втором (выс. 50 см) преобладает *Comarum palustre*, довольно постоянно присутствует болотное разнотравье (*Galium palustre*, *Scutellaria galericulata*, *Mentha arvensis* и др.). Моховой ярус составляют *Aulacomnium palustre* и *Hamatocaulis vernicosus*. Общее число видов невелико (20 видов сосудистых растений). Видовая насыщенность сообществ составляет 8–15 видов.

Для Архангельской и Вологодской областей и Республики Коми В. А. Смагин [18] в пределах ассоциации выделил 2 субассоциации: *caricetosum rostratae* и *comaretosum palustris*. Он отметил, что данный синтаксон имеет широкий ареал, его сообщества заходят далеко на север, дальше сообществ остальных ассоциаций порядка *Magnocaricetalia*.

В пойме рек Печоры (г. Печора) и Сысолы (г. Сыктывкар) ассоциация представлена 5 фитоценозами, описанными в приречной зоне поймы на границе с водной поверхностью, образует полосы шириной 5–10 м, обводненные в течение всего сезона. Почвы илисто-торфянистые. Ассоциация представлена одним вариантом.

Ассоциация *Caricetum vesicaria* Br.-Bl. et Denis. 1926

Диагностический вид: *Carex vesicaria*.

В травостое (50–60 см высотой) доминирует *Carex vesicaria* (пр. покр. 60 %). С высоким постоянством и обилием встречаются *Comarum palustre*, *Filipendula ulmaria*, *Deschampsia cespitosa*, с меньшим покрытием – *Caltha palustris*, *Galium palustre*, *Stellaria palustris*, *Rorippa amphibia*, *Scutellaria galericulata*. Общее проективное покрытие травостоя – 65–80 %. Высота его основной массы – 50 см. Он разделен на 2 подъяруса. Первый подъярус (выс. 70 см) образуют *Carex vesicaria*, *Filipendula ulmaria*, *Deschampsia cespitosa*. В образовании второго подъяруса (выс. 30 см) участвует *Comarum palustre* и другие виды, имеющие низкий (I-II) класс постоянства (*Alisma plantago-aquatica*, *Myosotis palustris*, *Veronica longifolia*, *Ranunculus repens* и др.). В составе сообществ выявлено 34 вида сосудистых растений, из них постоянными являются 4

выше названных вида. Видовая насыщенность сообществ изменяется в широких пределах (от 2 до 14 видов). Моховой ярус состоит из гипновых мхов (*Calliergon giganteum*, *Aulacomnium palustre*, *Mnium stellare*). Урожайность 180–200 г/м².

Ассоциация представлена 11 описаниями. Ее сообщества встречаются по межгривным понижениям (глубина 1–3 м, ширина 3–5 м) приматериковой и приречной зон поймы Вычегды (Вомын, м. Вишер-вом-ласта, м. Биостанция) и ее притока – Виледи, Печоры и ее притоков – Колвы, Сюзью, М. Сыни. Местообитания низкого экологического уровня.

Почвы в понижениях приречной зоны поймы – аллювиальные луговые кислые (рН 3.2 – 3.5) слоистые; в понижениях приматериковой зоны – аллювиальные болотные иловато-перегнойно-глеевые. Содержание гумуса можно оценить как низкое (в среднем 3 %). Вода стоит на поверхности почвы.

Данная ассоциация описана для поймы р. Таз [25], для низинных болот северо-запада Европы [36]. В пойме Вычегды Н. С. Котелина [9] рассматривает сообщества с *Carex vesicaria* в рамках эколого-фитоценотической классификации в ранге субассоциации. Нами выделены три варианта.

Ассоциация *Carici acutae-Phalaroidetum arundinaceae* Turubanova et al. 1986

Диагностические виды: *Phalaroides arundinacea* (доминант-содоминант), *Carex acuta* (доминант-содоминант).

В ряде сообществ содоминантом может выступать *Equisetum fluviatile*, *Lysimachia vulgaris*, *Calamagrostis purpurea*. Нижний подъярус формируют *Comarum palustre*, *Poa palustris*, *Mentha arvensis*, *Ranunculus repens*. Всего в сообществах ассоциации встречено 84 вида, из них 78 являются случайными (I-II класс постоянства). Видовая насыщенность сообществ составляет 7-19 видов сосудистых растений.

Ассоциация выделена Л.Г. Наумовой [14] для луговой зоны Куйбышевского водохранилища. В числе дифференциальных видов, кроме *Phalaroides arundinacea* и *Carex acuta*, названы *Scutellaria galericulata* и *Euphorbia palustris*, отсутствующие в описанных сообществах. Данная ассоциация в пойме Печоры описана Л.П. Турубановой с соавторами [26] по геоботаническим описаниям И.С. Хантимера [27]. Нами сделано 63 описания и выделено 5 вариантов. Сообщества ассоциации приурочены к межгривным понижениям (глубина 2 м и ширина 2 м) и нижним частям склонов приречной зоны поймы Вычегды (м. Биостанция, с. Керес) и ее притоков – Кажыма и Виледи, Печоры и ее многочисленных притоков (Усы, Колвы, М. Сыни, Б. Сыни, Сэбыся, Балбанью). Почвы аллювиальные дерновые кислые, хорошо дренированные, увлажнение проточное.

Ассоциация *Phalaroidetum arundinaceae* Libbert 1931

Диагностический вид: *Phalaroides arundinacea* (доминант).

В ряде сообществ содоминантом *Phalaroides arundinacea* может выступать *Equisetum fluviatile* или *Lysimachia vulgaris*. В нижнем подъярусе в некоторых сообществах доминирует *Comarum palustre*, с достаточно высоким постоянством (III класс) встречаются *Poa palustris*, *Gallium palustre*. Данная ассоциация, в отличие от предыдущей, является более бедной по видовому составу. Всего в сообществах данной ассоциации встречено 43 вида, из них 40 являются случайными (I–II класс постоянства). Видовая насыщенность сообществ варьирует от одного вида в чистых фитоценозах до 11 видов в остальных.

Ассоциация объединяет широко распространенные сообщества класса Phragmito-Magnocaricetea. Они описаны на территории Чехии, Словакии, Польши, Австрии, Прибалтики и России [11, 22, 33, 34, 39]. По данным Н.С. Котелиной [9], канареечниковые луга в пойме Вычегды встречаются часто, но очень незначительными площадями. Располагаются они в межгрядных понижениях приречной зоны поймы, а также на пойменных островах, в условиях ежегодного заливания паводковыми водами и отложениями аллювиальных наносов. Ею были отмечены как чистые канареечники, так и с содоминированием осоки лисьей и мятлика болотного.

Нами сделано 25 описаний и выделено 4 варианта. Сообщества ассоциации приурочены к межгрядным понижениям (глубина 2 м и ширина 2 м) и нижним частям склонов приречной зоны поймы Вычегды (м. Биостанция, с. Керес) и ее притока – Кажыма, на песчаных наносах в пойме р. Печоры и ее притоков – Усы, Колвы, Б. Сыни, М. Сыни, Сэбыся. Почвы аллювиальные дерновые кислые, хорошо дренированные, увлажнение проточное.

Союз *Cicution virosae* Hejný ex Segal in Westh. et Den Held 1969

Ассоциация *Comaretum palustris* Markov et al. 1955

Синонимы: *Comaretum palustris* Grigorjev et Solm. 1987 nom. invalid.

Диагностический вид: *Comarum palustre* (доминант).

Травостой сообществ разделен на два подъяруса. Верхний (выс. 60 см) разреженный (пр. покр. 20 %), образован *Filipendula ulmaria* и *Deschampsia cespitosa*. В нижнем (выс. 40 см) доминирует *Comarum palustre* (пр. покр. 40 %). Общее число видов в ассоциации мало (5 видов сосудистых растений). Видовая насыщенность сообществ составляет 3–4 вида. Отсутствуют в сообществах данной ассоциации гидрофиты и гелофиты, характерные для данного союза (*Cicuta virosa*), порядка Magnocaricetalia и класса Phragmito-Magnocaricetea (*Alisma plantago-aquatica*, *Gallium palustre*, *Carex aquatilis*, *Rumex aquaticus*, *Thypha latifolia* и др.) виды.

Ассоциация выделена Б. Ю. Тетерюком [23] по краю береговой линии озера Донты (пойма Вычегды).

В поймах реки Вычегды (с. Корткерос) ассоциация представлена фитоценозами, описанными по краю береговой линии старицы, постепенно пересыхающей. Почвы илистые.

Союз *Poion palustris* Shelyag, V. Solomakha et Sipaylova 1985

Ассоциация *Poetum palustris* Resmerita et Ratiu 1974

Диагностический вид: *Poa palustris* (доминант).

Травостой сообществ разделен на два подъяруса. Верхний подъярус травостоя (выс. 50-60 см) образован *Poa palustris*, с примесью *Carex cespitosa*, *Bistorta major*, *Geum rivale*, иногда *Carex acuta*, *Deschampsia cespitosa*, *Filipendula ulmaria*. Нижний (выс. 20 см) сложен видами, имеющими низкое постоянство (*Myosotis palustris*, *Galium palustre*, *Equisetum arvense*, *Amoria repens* и др.). Моховой ярус фрагментарен и представлен *Mnium stellare*, *Climacium dendroides*, *Rhitiadelphus triquetrus*, *Calliargon cordifolium*. Общее проективное покрытие травостоя 60-90 % (иногда 30 % – в пойме Б. Сыни). Видовая насыщенность сообществ составляет 7-15 видов. Всего в ассоциации выявлено 55 видов сосудистых растений. Среди диагностических видов – шесть из порядка Magnocaricetalia класса Phragmito-Magnocaricetea (*Galium palustre*, *Carex aquatilis*, *Caltha palustris* и др.), имеющие низкий класс постоянства (I). Значительно больше диагностических видов из порядка Molonietalia и класса Molinio-Arrhenatheretea (*Filipendula ulmaria*, *Deschampsia cespitosa*, *Geum rivale*, *Amoria repens*, *Poa pratensis* и др., всего 16 видов), но тоже с низким классом постоянства. Урожайность 150-250 г/м².

По литературным данным, сообщества *Poa palustris* встречаются по всей Европе, в Корее, Японии, по всей России и ближайшему зарубежью [11], но чистые группировки образует редко. Обычно формирует второй ярус на временно и постоянно переувлажненных местообитаниях в канареечниковых, лисохвостных, щучковых сообществах [8]. В пойме р. Вычегды болотномятликовые сообщества распространены довольно широко, но занимают небольшие площади [9]. На Печоре заметное увеличение наблюдается его лишь к северу, ниже устья р. Ижмы [2]. Н. С. Котелина [9] выделяет с господством мятлика болотного три ассоциации: водноосоковую, стройноосоковую и лисохвостную. В. М. Болотова [2] – пять ассоциаций: хвощево-влажнотравную, лисохвостно-разнотравную, белополевично-разнотравную, красноовсянично-разнотравную, лабазниково-крупнотравную и осоковую (с осокой дернистой).

Ассоциация представлена 10 описаниями, которые сделаны по межгрядным понижениям (глубина 1–2 м и ширина 5–6 м) и склонам средней и приматериковой зон поймы р. Вычегды (с. Усть-Кулом) и притоков р. Печоры –

р. Колвы, Б. Сыни, М. Сыни, Усть-Ильча. Почвы дерновые глееватые на суглинке, кислые (рН 3.2–3.5), близкое залегание грунтовых вод.

Союз *Agrostio stoloniferae–Equisetion arvensis* Taran 1997

Ассоциация *Eleocharito palustris–Agrostietum stoloniferae*

Denisova ex Taran 1995

Диагностические виды: *Agrostis stolonifera*, *Eleocharis palustris* (доминант–содоминант).

Общее проективное покрытие травостоя составляет 70–95 %. Он подразделен на три подъяруса. Первый (выс. 60–70 см) сформирован *Agrostis stolonifera*, с примесью *Deschampsia cespitosa*, *Carex acuta*, *C. rostrata*, *Filipendula ulmaria*. Второй (выс. 40 см) и третий (20 см) образованы гигрофитами (*Juncus filiformis*, *Galium uliginosum*, *G. palustre*, *Equisetum palustre*, *Poa palustris*, *Mentha arvensis*, *Ranunculus repens*, *Caltha palustris* и др.). В почти чистых ценозах ярусность не выражена. Общий список ассоциации включает в себя 32 вида сосудистых растений. Видовая насыщенность сообществ изменяется в широких пределах и составляет в разных сообществах от 3 до 21 вида на пробной площади. Моховой ярус образуют *Mnium stellare*, *Aulacomnium palustre*, *Calliergon giganteum*. Не все сообщества используются в качестве сенокосов и пастбищ. Урожайность сообществ разная (30–100 г/м²).

Ассоциация представлена 15 описаниями, которые сделаны на плоских участках и в ложбинах между гривами приречной зоны поймы Вычегды (м. Биостанция) и ее притоков – Сысолы и Пожега. Почвы влажные, всегда с илом на поверхности. Ассоциация выделена А. В. Денисовой и Г. С. Тараном [20] для Обь–Иртышской поймы, описана Л. М. Киприяновой [7] в пойме р. Бердь и ее притоков (Западная Сибирь). Сообщества характерны для песчано-илистых субстратов по берегам проток с быстрым течением. Фитоценозы в пойме Печоры и Вычегды отличаются от типичной ассоциации *Eleocharito palustris–Agrostietum stoloniferae* отсутствием в них *Eleocharis palustris*. Сообщества представляют собой разные сукцессионные стадии топографического и экологического ряда, отражающего нарастание застойного характера увлажнения.

Заключение

Сообщества сырых мест обитания, отнесенные к классу *Phragmito–Magnocaricetea*, в пойме Вычегды и Печоры представлены 2 порядками, 5 союзами, 15 ассоциациями, 32 вариантами. Как и следовало ожидать, данный объект оказался сложным для классификации по причине полидоминантности и сменодоминантности. Прослеживается достаточно четко таксономический континуум выделенных ассоциаций, что затрудняет однозначное выделение дискретных единиц

синтаксонов растительности. В связи с этим установленная иерархическая система не является абсолютной. Возможен пересмотр установленных единиц и добавление новых ассоциаций. Тем не менее классификация Браун-Бланке дает обзорность и выявляет экологически обусловленные закономерности биоразнообразия природных территориальных комплексов растительности.

1. Агеулов Е. А., Голуб В. Б. Флористическая классификация лугов бассейна р. Урал. Деп. в ВИНТИ. М., 1989. № 4148–В89. М., 1989. 46 с.
2. Болотова В. М. Луга // Производительные силы Коми АССР: Растительный мир. М., 1954. Т. 3. Ч. 1. С. 226–262.
3. Василевич В. И., Смагин В. А. О границе между сырыми лугами и низинными болотами // Бот. журн. 2007. Т. 92. № 8. С. 1161–1173.
4. Воронова А. Г. Луга Нечерноземья. М., 1984. 159 с.
5. Ильина И. С., Денисова А. В., Миркин Б. М. Синтаксономия растительности низовий Оби и Иртыша. 2. Классы Phragmitetea и Molinio–Arrhenatheretea. Деп. в ВИНТИ. М., 1988. № 6917–888. 30 с.
6. Кауричева И.С. Практикум по почвоведению. М., 1973. 279 с.
7. Кац Н. Я. Типы болот СССР и Западной Европы и их географическое распространение. М., 1948. 319 с.
8. Киприянова Л. М. Растительность реки Бердь и ее притоков (Новосибирская область, Западная Сибирь) // Растительность России. СПб, 2008. № 12. С. 21–38.
9. Классификация растительности СССР (с использованием флористических критериев) / Б. М. Миркин. М.: МГУ, 1986. 200 с.
10. Котелина Н. С. Пойменные луга р. Вычегды и пути их улучшения // Луга Республики Коми. М.–Л., 1959. С. 6–172.
11. Куркин К. А. Луговой тип растительности и его ограничения от других типов // Бот. журн. 1996. Т. 81. № 1. С. 12–20.
12. Матвеева Е. П. Луга Северной Прибалтики. М., 1967. 335 с.
13. Миркин Б.М., Гареева Л. М. О флористическом понимании лугового типа растительности // Бюлл. МОИП. Отдел биол. 1978. Т. 83. Вып. 6. С. 12–20.
14. Миркин Б. М., Денисова А. В., Голуб В. Б. и др. Синтаксономия травяной растительности поймы Среднего Иртыша // Ред. журн. биол. науки. М., 1991. Деп. в ВИНТИ. 15.01.91. № 3258–В91. 54 с.
15. Наумова Л. Г. Флористическая классификация пойменных лугов зоны затопления Куйбышевской ГЭС // Бюлл. МОИП. Отд. биол. 1986. Т. 91. Вып. 3. С. 75–83.
16. Нешатаев Ю. Н. Методы анализа геоботанических материалов. Л.: ЛГУ, 1987. 192 с.
17. Самбук Ф. В. Ботанико-географический очерк долины р. Печоры // Тр. Бот. Музея АН СССР. 1930. Вып. 22. С. 49–145.
18. Смагин В. А. Растительность низинных осоковых болот севера европейской России (в пределах таежной зоны) // Бот. журн. 2000. Т. 85. № 4. С. 104–115.

19. Соломаха В. А. Синтаксономія рослинності України. Трете наближення. Київ: Фітосоціоцентр, 2008. 296 с.
20. Таран Г.С. Синтаксономия лугово-болотной растительности поймы средней Оби (в пределах Александровского района Томской области): Препринт. Новосибирск, 1995. 76 с.
21. Таран Г.С. Очерк растительности восточной части Елизаровского заказника (Нижняя Обь) // Биологические ресурсы и природопользование: сб. научн. трудов. Вып. 3. Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. пед. института. 2000. С. 3–23.
22. Таран Г. С., Тюрнин В. Н. Очерк растительности поймы Оби у города Сургута // Биологические ресурсы и природопользование: сб. научн. трудов. Сургут: Дефис, 2006. С. 3–54.
23. Тетерюк Б. Ю. Водная и прибрежно-водная растительность озера Донты (Республика Коми) // Растительность России. СПб, 2008. № 12. С. 76–96.
24. Тетерюк Б. Ю., Соломещ А. И. Синтаксономия водной и прибрежно-водной растительности озера Синдор (Республика Коми) // Растительность России. СПб, 2003. № 4. С. 78–89.
25. Титов Ю. В., Потокин А. Ф. Растительность поймы Таз. Сургут, 2001. 140 с.
26. Турубанова Л. П. Сообщества поймы р. Вычегды // Классификация растительности СССР (с использованием флористических критериев). М., 1986. С. 55–58.
27. Хантимер И. С. Материалы к изучению лугов поймы р. Печоры // Луга Республики Коми. М.–Л., 1959. С. 175–265.
28. Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб., 1995. 992 с.
29. Шенников А. П. Луговедение. Л., 1941. 511 с.
30. Шубина Т. П., Железнова Г. В. Листостебельные мхи равнинной части средней тайги европейского Северо-Востока. Екатеринбург, 2002. 158 с.
31. Шушпанникова Г. С., Попова А. М. Использование экологических шкал Л.Г. Раменского при эколого-флористической классификации травянистой растительности поймы реки Вычегда // Аграрная Россия. 2010. № 3. С. 37–41.
32. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову / Л.Г. Раменский, И. А. Цаценкин, О. Н. Чижиков и др. М.: Сельхозгиз, 1956. 427 с.
33. Ямалов С. М., Мартыненко В. Б., Голуб В. Б., Башиева Э. З. Продромус растительных сообществ Республики Башкортостан. Уфа: изд-во «Гилема», 2004. 61 с.
34. Balátová-Tuláčková E., Hubl E. Feuchtwiesen- und Hochstaudengesellschaften in der nordöstlichen Alpen von Niederösterreich, Oberösterreich und Steiermark // Angewandte Pflanzensoziologie. 1985. Bd. 29. S. 1–46.
35. Blazkova L. Zu den phytozoenologischen Problemen der Assoziation *Caricetum gracilis* Almquist 1929 // Folia Geobot. Phytotax. 1971. Vol. 6. № 1. S. 43–80.
36. Dierssen K. Die wichtigsten Pflanzengesellschaften der Moore NW-Europas. Geneve, 1982. 382 s.
37. Hennerens S. M. TURBO(VEG). Software package for input processing and presentation of phytosociological data USER'S guide // IBNDLO Wageningen et university of Lancaster. 1995. 70 p.

38. Westhoff V., Maarel E. van der. The Braun-Blanquet approach // *Handbook of vegetation science*. – The Hague. 1973. Vol. 5. P. 617–726.
39. Zaluski T. Ważniejsze zbiorowiska roślinne doliny Żegliny // *Acta Univ. – Lodzian-sis*. Ser. 2. 1976. № 2. S. 153–188.

Preferances

1. Ageulov E.A., Golub V. B. Floristic classification of grassland basin. Ural. Dep. VINITI. M., 1989. № 4148 B89. M., 1989. 46 pp.
- 2 Bolotova V. M. Meadows / The productive forces of the Komi ASSR: Flora. M., 1954. T. 3. Part. 1. P. 226–262.
3. Vasilevich V. I., Smagin V. A. Border between moist meadows and lowland swamps. *Bot. Journ.* 2007. T. 92. № 8. P. 1161–1173.
4. Voronova A. G. Grasslands Nechernozemie. M., 1984. 159 p.
5. Ilyina, I. S., Denisov A. V., Mirkin B. M. Syntaxonomy vegetation downstream of the Ob and Irtysh. 2. Classes Phragmitetea and Molinio–Arrhenatheretea. Dep. VINITI. M., 1988. № 6917–888. 30 p.
6. Katz N. Ya. Types swamps of the USSR and Western Europe and their geographical distribution. M., 1948. 319 p.
7. Kipriyanova L. M. Vegetation Berd River and its tributaries (Novosibirsk Region, Western Siberia) // *Flora of Russia*. SPb, 2008. № 12. P. 21–38.
8. Vegetation classification of the USSR (with the use of floristic criteria) / B. M. Mirkin. Moscow: MGU, 1986. 200 p.
9. Kotelina N. S. Meadows p. Vycheгда and ways to improve / *Grasslands of the Komi Republic*. M. –L., 1959. P. 6–172.
10. Kurkin K. A. Meadow vegetation type and its limitations from other types // *Bot. Journ.* 1996. T. 81. № 1. P. 12–20. 11. Matveeva E. P. Meadows Northern Baltic. M., 1967. 335 p.
12. Mirkin B. M., Gareeva L. M. Floristic understanding of meadow vegetation type // *Bull. MOIP. Department of Biology*. 1978. T. 83. Vol. 6. P. 12–20.
13. Mirkin B. M., Denisova A. V., Golub V. B. et al. Syntaxonomy herbal plants in the valley of the Middle Irtysh // *Red. Journ. Biol. Science*. Deposited in VINITI. 01.15.1991. № 3258-V91. M., 1991. 54 p.
14. Naumova L. G. Floristic Classification of floodplain meadows flood zone Kuibyshev hydroelectric Byull. MOIP. Div. Biol. 1986. T. 91. Vol. 3. P. 75–83.
15. Neshataev Ju. N. Methods for analysis of geobotanical materials. L.: LGU, 1987. 192 p.
16. Workshop on soil science / I. S. Kauricheva. M., 1973. 279 p.
17. Sambuc F. V. Botanico-geographical sketch of river valley. Pechora Proc. Bot. Museum of the USSR. 1930. Vol. 22. P. 49–145.
18. Smagin V. A. Vegetation fen sedge marshes north of European Russia (within the taiga zone) // *Bot. Journ.* 2000. T. 85. № 4. P. 104–115.
19. Solomakha V. A. Sintaksonomiya roslinnosti Ukraini. Third nablizhennya. Kiiv: Fitosotsiotsentr, 2008. 296 p.
20. Taran G. S. Syntaxonomy meadow marsh vegetation floodplain of the Ob (within Alexander's district of Tomsk Oblast): Preprint. Novosibirsk, 1995. 76 p.

21. Taran G. S. Essay vegetation eastern Elizarovskiy Reserve (Lower Ob) // Biological Resources and Nature: Sat. Nauchn. Proceedings. Vol. 3. Nizhneartovsk: Publishing House of Nizhneartovsk. Ped. Institute. 2000. P. 3–23.
22. Taran G. S., Tyurnin V. N. Essay floodplain vegetation in the city of Surgut Ob / Biological Resources and Nature: Sat. Nauchn. Proceedings. Surgut: Publishing House «Hyphen», 2006. P. 3–54.
23. Teteryuk B. Yu. Aquatic and shoreline aquatic vegetation of Lake Donte (Komi Republic) // Flora of Russia. SPb, 2008. № 12. P. 76–96.
24. Teteryuk B. Yu, Solomeshch A. I. Syntaxonomy water and shoreline aquatic vegetation of Lake Syndor (Komi Republic) // Flora of Russia. SPb, 2003. № 4. P. 78–89.
25. Titov Ju. V., Potokin A. F. Floodplain vegetation Taz. Surgut, 2001. 140 p.
26. Turubanova L. P. Community floodplain. Vychegda // Classification of Vegetation of the USSR (with the use of floristic criteria). M., 1986. P. 55–58.
27. Hantimer I. S. Materials to the study of grassland floodplain. Pechora / Grasslands of the Komi Republic. L., 1959. P. 175–265.
28. Tcherepanov S. K. Vessel plants of Russia and the adjacent states (within the limits of the former USSR). SPb: the World and family, 1995. 992 p.
29. Shennikov A. P. Lugovedenie. L., 1941. 511 p.
30. Shubina T. P., Zheleznova G. V. Leafy mosses flat part of the middle taiga of the European North-East. Ekaterinburg, 2002. 158 p.
31. Shushpannikova G. S., Popova A. M. Use of ecological scales L.G. Ramenskii at ecologo-floristic classification of grassy vegetation of the river Vychegda water meadow / agrarian Russia. 2010. № 3. P. 37–41.
32. Environmental assessment of grassland land cover / L.G. Ramensky, I. A. Tsatsenkin, O. N. Chizhikov et al. M.: Sel'khozgiz, 1956. 427 p.
33. Yamalov S. M., Martynenko V. B., Golub V. B., Bashieva E. Z. Prodrum plant communities of the Republic of Bashkortostan. Ufa: Izd «Guillem, 2004. 61 p.
34. Balátová-Tuláčková E., Hubl E. Feuchtwiesen- und Hochstaudengesellschaften in der nordöstlichen Alpen von Niederösterreich, Oberösterreich und Steiermark // Angewandte Pflanzensoziologie. – 1985. – Bd. 29. – S. 1–46.
35. Blazkova L. Zu den phytozoenologischen Problemen der Assoziation Caricetum gracilis Almquist 1929 // Folia Geobot. Phytotax. 1971. Vol. 6. № 1. S. 43–80.
36. Dierssen K. Die wichtigsten Pflanzengesellschaften der Moore NW-Europas. Geneve, 1982. 382 s.
37. Hennerens S. M. TURBO(VEG). Software package for input processing and presentation of phytosociological data USER'S guide // IBN-DLO Wageningen et university of Lancaster. 1995. 70 p.
38. Westhoff V., Maarel E. van der. The Braun-Blanquet approach // Handbook of vegetation science. The Hague. 1973. Vol. 5. P. 617–726.
39. Zaluski T. Ważniejsze zbiorowiska roślinne doliny Żeglina // Acta Univ. Lodziensis. Ser. 2. 1976. № 2. S. 153–188.

**МОНИТОРИНГ ЦЕНОПОПУЛЯЦИИ *GENTIANA CRUCIATA* L.
В ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

**MONITORING OF *GENTIANA CRUCIATA* L. CENOPOPULATION
IN THE VOLOGDA REGION**

О.А. Кононова, Г.С. Шушпанникова
O.A. Kononova, G.S. Shushpannikova

*Изучена популяционная структура горечавки крестовидной (*Gentiana cruciate* L.) в Вологодской области. Несмотря на то что состояние ценопопуляции благополучно, горечавка крестовидная, являющаяся редким видом растений в Вологодской области, требует охраны на этой территории.*

*The population's structure of *Gentiana cruciate* L. in the Vologda region is investigated. In spite of the fact that the cenopopulation's condition is safe, *Gentiana cruciate* L., being a rare species of plants in the Vologda region, needs protection in this territory.*

Ключевые слова: популяционный мониторинг, *Gentiana cruciata* L., ценопопуляция, численность, плотность, возрастной спектр, семенная продуктивность, урожайность.

Key words: population's monitoring, *Gentiana cruciata* L., cenopopulation, number, density, an age spectrum, seed efficiency, productivity.

Одной из главных экологических задач в современном мире является необходимость сохранения биологического разнообразия как важнейшего фактора устойчивого развития [15]. Одним из способов сохранения биоразнообразия экосистем служит мониторинг наиболее редких и уязвимых видов. В Вологодской области сокращение биологического разнообразия видов в настоящий момент относится к числу основных экологических проблем. В список редких видов растений, нуждающихся в охране на территории области, входит 357 видов [11], в Красную книгу Вологодской области (2004) включен 201 вид сосудистых растений [7], многие из которых недостаточно хорошо изучены [11]. Важность и необходимость проведения популяционного биомониторинга заключается в том, что редкие виды являются своего рода «индикаторами благополучия» биоценоза, в котором они произрастают. Любое ухудшение в состоянии их популяций может предвещать нарушение биологического равновесия и потерю устойчивости

биоценоза в целом. Главной функцией популяционного мониторинга редких видов растений является прогнозирование изменений отдельных показателей состояния их ценопопуляций. К таким показателям относятся численность, плотность, возрастной спектр, мощность растений, их семенная продуктивность и урожай семян, которые изучаются в динамике.

Основной целью данного исследования явилось изучение состояния ценопопуляции горечавки крестовидной (*Gentiana cruciata* L.), являющейся редким видом растений на территории Вологодской области.

Материал и методы

Исследование природной ценопопуляции *Gentiana cruciata* проводили в Великоустюгском районе Вологодской области в 700 м к юго-востоку от деревни Власово с 2006 г. Геоботаническое описание пробной площади (размером 10 x 10 м) выполнено по общепринятой методике [9], в пределах которой было заложено 10 пробных площадок (размером 1 x 1 м). Для каждой пробной площадки составлены карты-схемы, на которые нанесены следующие показатели: местоположение особей, морфометрические измерения, возрастные состояния, численность и плотность популяции, продуктивность и урожай семян. При изучении ценопопуляции использовали общепринятую терминологию и методики, приведенные в работах Л.Б. Заугольной [5, 6] и в монографиях «Ценопопуляции растений...» [16, 17]. При выделении возрастных состояний использовали общепринятые методические принципы и подходы, изложенные в работах Т.А. Работнова [12], А.А. Уранова [14], О. В. Смирновой [13], Л.А. Жуковой [2, 3]. Возрастные спектры составлены для летнего периода (июнь-август). При изучении возрастной и пространственной структуры использовали метод постоянных площадок. Изучение семенного размножения в ценопопуляции проводили по методике Л.В. Денисовой [1]. Определяли продуктивность и урожайность семян. Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием стандартных методов Г.Н. Зайцева [4] и Г.Ф. Лакина [8], а также пакета программ Excel.

Результаты и обсуждение

Горечавка крестовидная (*Gentiana cruciata* L.), являющаяся редким видом растений Вологодской области, относится к потенциально уязвимым видам, поскольку произрастает на границе своего ареала, имеет узкую экологическую амплитуду и популяции с малым количеством особей [7]. Встречается в Вологодской области только в Великоустюгском районе. Относится к семейству горечавковых, которое включает 10 видов [18].

Горечавка крестовидная – это многолетнее травянистое растение с вертикальным многоглавым корневищем и отходящим от него ветвистым корнем.

Корневище эпигеогенное (погружающееся), толщиной до 1 см, длиной 5–7 см. На нём видны кольцевые следы отмерших листьев. Стебли (числом от 2 до 12) неветвистые, голые, полые внутри, высотой 10–55 см. Листья простые, стеблеобъемлющие, короткочерешковые, супротивные, цельнокрайние, более светлые с нижней стороны. Цветки в количестве 5-30 штук на одном побеге собраны в пучки и расположены в пазухах верхних листьев и на вершине стебля. Чашечка бледно-лилового цвета с четырьмя короткими зубцами. Венчик синий, спайнолепестный, четырёхлопастный. В цветке 5 сросшихся с венчиком тычинок. Плод – продолговато-ланцетная многосемянная коробочка длиной до 2 см [7].

Горечавка с глубокой древности применяется как лекарственное средство при расстройствах пищеварения, туберкулёзе и малярии. Лекарственным сырьём служат корни и корневища [10].

Популяция горечавки крестовидной описана на суходольном лугу левого берега р. Луженьги. Общее проективное покрытие травостоя – 30–50 %. Высота его основной массы – 52–70 см. Травостой подразделен на 4 подъяруса. Верхний (выс. 108 см) образован васильком фригийским (*Centaurea phrygia* L.). Второй (выс. 70 см) – клевером луговым (*Trifolium pratense* L.), лисохвостом луговым (*Alopecurus pratensis* L.), бедренцем камнеломкой (*Pimpinella saxifraga* L.). Третий (выс. 30 см) – ясноткой белой (*Lamium album* L.), черноголовкой обыкновенной (*Prunella vulgaris* L.), вероникой дубравной (*Veronica chamaedrys* L.), горечавкой крестовидной (*Gentiana cruciata* L.), хвощом полевым (*Equisetum arvense* L.). В напочвенном покрове единично встречаются *Brachytecium sp.*, *Climacium dendroides*, *Polytrichum piliferum*, *Rhytidiadelphus squarrosus*, из лишайников – *Peltigera canina*.

Морфометрические показатели особей разных онтогенетических состояний горечавки крестовидной приведены в табл. 1 за разные годы исследования.

Таблица 1

Морфологические параметры *Gentiana cruciata* L.

Показатели	Годы исследования				
	2006	2007	2008	2009	2010
Молодые генеративные особи (g_1)					
Высота растений, см	21,4	30,25	31	20	26,5
Диаметр куста, см	–	25	17,5	20,33	14,33
Количество побегов на особь	3,75	3,5	3,5	2,33	2,66
В том числе генеративных побегов	2,25	1,5	2	1,66	1,8
Количество плодов на 1 особь		22,25	21,5	16	10,2
Зрелые генеративные особи (g_2)					
Высота растений, см	22,25	29	39,75	33	33
Диаметр куста, см	–	30	21,25	30	11
Количество побегов на особь	7	5	4,25	5	4
В том числе генеративных побегов	4,75	4	4	4	–
Количество плодов на 1 особь	–	81	79,5	17	–

Старые генеративные особи (g ₃)					
Высота растений, см	20,42	26,9	30,9	22,82	27,85
Диаметр куста, см	–	16,11	15,42	14,9	17
Количество побегов на особь	3,79	3,9	13,1	3,82	2,75
В том числе генеративных побегов	2,35	1,2	1,8	1,4	1,2
Количество плодов на 1 особь	–	8,7	21,35	4,8	13,35

Состояние ценопопуляции горечавки крестовидной (табл. 2) было обследовано с использованием методики наблюдений за ценопопуляциями редких видов растений [1]. Общая численность растений на данный момент составляет 76 особей, плотность популяции – 7,6 экз. на м², степень генеративности – 35,53 %. Наблюдается положительная динамика численности и плотности в исследуемой ценопопуляции на протяжении пяти лет, но при этом резко снижается степень генеративности. За 5 лет она уменьшилась на 34,92 %, что связано со старением генеративных особей и вступлением их в постгенеративный период.

Таблица 2

Показатели состояния ценопопуляции *Gentiana cruciate* L.

Показатели	Годы исследования				
	2006	2007	2008	2009	2010
Численность, экз.	44	54	60	66	76
Средняя плотность популяции, экз./м ²	4,4	5,4	6,0	6,6	7,6
Степень генеративности, %	70,45	59,26	50,00	37,88	35,53

Показатели семенной продуктивности и урожайности семян изучаемой ценопопуляции отражены в табл. 3. Из приведённых данных следует, что на протяжении трех лет (2006–2008 гг.) в ценопопуляции у всех генеративных особей увеличивалась семенная продуктивность и соответственно возросла урожайность. Самая низкая урожайность была в 2006 г., самая высокая – в 2008 г. В следующем в 2009 г. наблюдается снижение урожайности практически до нуля. Этот перерыв в образовании семян должен был бы повлечь за собой исключение из ценопопуляции 2010 г. проростков, а затем и численности особей прегенеративного периода. Однако в ближайшие годы количество молодых особей не должно значительно снизиться, так как семенная продуктивность в 2010 г. снова повысилась. Таким образом, состояние популяции на левом берегу р. Луженьги не обнаруживает признаков деградации.

**Семенная продуктивность и урожайность семян
ценопопуляции горечавки крестовидной**

Годы	g ₁			g ₂			g ₃			Урожай семян
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
2006	16	474	7584	5	810	4050	9	474	4266	15900
2007	17	1264	2148	3	4050	1215	2	1264	2528	36166
2008	17	1343	8	5	1605	0	4	5642	2256	125689
2009	6	0	2283	1	8	8029	18	0	8	0
2010	7	1458	1	1	0	0	19	1323	0	35343
			0		0	0			2513	
			1020			0			7	
			6							

Примечание. Этапы онтогенеза: j – ювенильная особь, im – имматурная особь, v – виргинильная особь, g₁ – молодая генеративная особь, g₂ – зрелая генеративная особь, g₃ – старая генеративная особь, ss – субсенильная особь, s – сенильная особь. 1 – количество особей, 2 – семенная продуктивность одной особи, 3 – урожайность.

Возрастной состав популяции и его численность позволяют установить уровень жизненности растений в данной экологической нише. Возрастной спектр изученной ценопопуляции горечавки крестовидной представлен всеми возрастными группами. Наблюдается правосторонний возрастной спектр в течение четырех лет (2006–2009 гг.). В 2010 г. он сменился на промежуточный, что говорит о начавшемся омоложении ценопопуляции, при этом резко возросла доля имматурных особей, но одновременно незначительно уменьшилась вследствие старения и перехода в постгенеративный период доля старых генеративных особей. Увеличение количества имматурных особей произошло за счет взросления предыдущей возрастной группы, то есть ювенильных особей. Горечавка крестовидная относится к многолетним растениям, поэтому для нее промежуточный возрастной спектр можно считать благополучным. Несмотря на то что в ценопопуляции почти не увеличилось количество генеративных особей, наряду с этим значительно возросло количество молодых (имматурных) растений, что в дальнейшем должно увеличить в возрастном спектре долю виргинильных и генеративных особей. Таким образом, состояние ценопопуляции на данный момент следует считать благополучным.

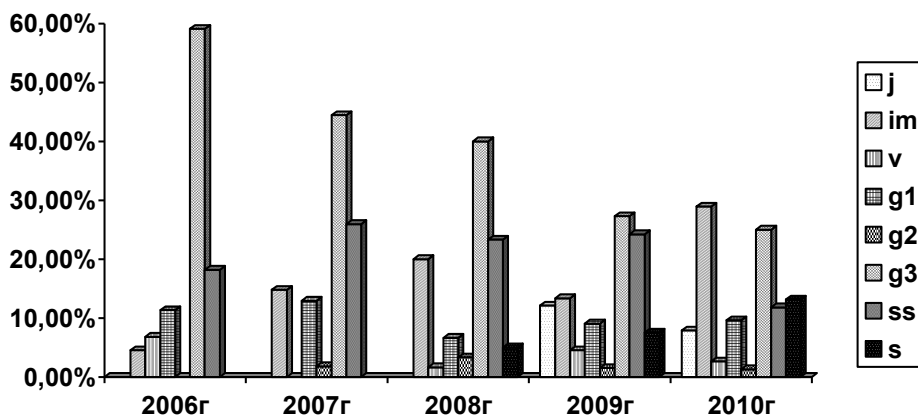


Рис. 2. Динамика возрастных спектров в ценопопуляции горечавки крестовидной

Примечание. Этапы онтогенеза: j – ювенильная особь, im – имматурная особь, v – виргинильная особь, g₁ – молодая генеративная особь, g₂ – зрелая генеративная особь, g₃ – старая генеративная особь, ss – субсенильная особь, s – сенильная особь.

В ходе изучения онтогенеза горечавки крестовидной установлено, что растения в имматурной стадии могут пребывать до четырех лет, в стадии молодых и старых генеративных растений – до пяти лет, зрелых генеративных – до двух лет.

Полученные данные позволяют сделать прогноз на следующий год. В возрастном спектре может несколько уменьшиться доля растений прегенеративного периода из-за исключения из ценопопуляции в 2010 г. проростков вследствие перерыва в образовании семян в 2009 г. Однако численность ценопопуляции в ближайшие годы не должна сильно пострадать, так как урожайность семян в 2010 г снова возросла. Сведения, полученные в ходе пятилетних наблюдений в пределах одной ценопопуляции, далеко не достаточны для разработки мер по охране этого редкого вида, необходима организация стационарных мониторинговых наблюдений на постоянных площадках в других сообществах, где произрастает исследуемый вид.

1. Денисова Л. В., Никитина С. В., Заугольнова Л. Б. Программа и методика наблюдения за ценопопуляциями видов растений «Красной книги СССР». М.: ВАСХНИЛ, 1986. 34 с.

2. Жукова Л. А. Популяционная жизнь луговых растений. Йошкар-Ола, 1995. 223 с.

3. Жукова Л.А., Шестакова Э.В. Онтогенетический атлас лекарственных растений. Йошкар-Ола, 1997. С. 3–121.
4. Зайцева Г.Н. Методика биометрических расчетов. М., 1973. 256 с.
5. Заугольнова Л.Б., Жукова Л.А., Комарова А. С. Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии). М.: Наука, 1988. 184 с.
6. Заугольнова Л.Б., Смирнова О.В., Комаров А.С., Ханина П. Г. Мониторинг фитопопуляций // Успехи современной биологии. 1993. Т. 113. Вып. 4. С. 402–414.
7. Красная книга Вологодской области (растения и грибы) / Г.Ю. Конечная, Т.А. Суслова. Вологда: ВГПУ, издательство «Русь», 2004. Т. 2. 360 с.
8. Лакин Г. Ф. Биометрия: учебное пособие для биологических специальных вузов. М.: Высшая школа, 1980. 293 с.
9. Нешатаев Ю. Н. Методы анализа геоботанических материалов. Л.: ЛГУ, 1987. 92 с.
10. Носов А.М. Лекарственные растения. М.: Изд-во Эксмо, 2005. 350 с., ил.
11. Особо охраняемые природные территории, растения и животные Вологодской области / Г. А. Воробьев. Вологда: ВГПИ, издательство «Русь», 1993. 256 с., ил.
12. Работнов Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Труды БИН АН СССР. 1950. Вып. 6. С. 7–197.
13. Смирнова О.В., Заугольнова Л.Б., Торопова Н.А., Фаликов Л.Д. Критерии выделения возрастных состояний и особенности хода онтогенеза у растений различных биоморф // Ценопопуляции растений. М., 1976. С. 14–43.
14. Уранов А.А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функции времени и энергетических волновых процессов // Биологические науки. 1975. № 2. С. 7–34.
15. Философия экологического образования / И.К. Лисеев. М.: Прогресс – Традиция, 2001. 416 с.
16. Ценопопуляции растений (Основные понятия и структура) / О.И. Смирнова. М.: Наука, 1976. 216 с.
17. Ценопопуляции растений (Очерки популяционной биологии) / Л.Б. Заугольнова. М.: Наука, 1988. 184 с.
18. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб: Мир и семья, 1995. 992 с.

Referances

1. Denisova L. V., Nikitin S. V., Zaugolnova L. B. Program and a technique of supervision for cenopopulations of plants species of « the Red book of the USSR». М.: VASKHNIL, 1986. 34 p.
2. Zhukova L. A. Population's life of meadow plants. Ioshkar-Ola, 1995. 223 p.
3. Zhukova L.A., Shestakov E.V. Ontogenesis atlas of herbs. Ioshkar-Ola, 1997. P. 3–121.
4. Zajtseva G. N. A technique of biometric calculations. М., 1973. 256 p.
5. Zaugolnova L. B., Zhukova L. A., Komarova A. S. Cenopopulations of plants (Essays of population's biology). М.: the Science, 1988. 184 p.
6. Zaugolnova L. B., Smirnova O. V., Komarova A. S., Khanin P. G. Monitoring of fitopopulations // Successes of modern biology. 1993. Volume 113. Issue 4. P. 402–414.

7. Red Data book of the Vologda region – volume 2 (plants and fungi). / Executive Editors – G. Yu. Konechnaja, T. A. Suslova. Vologda: the VSPU, publishing house « Russia », 2004. 360 p.
8. Lakin G. F. Biometry: the manual for biological special high schools. M.: the Higher school, 1980. 293 p.
9. Neshataev J. N. Methods of the analysis of geobotanical materials. L.: LSU, 1987. 192 p.
10. Nosov A. M. Herbs. M.: Publishing house «Eksmo», 2005. 350 p., il.
11. Especially protected natural territories, plants and animals of the Vologda region. / Executive Editor G. A. Vorobyov. – Vologda: the VSPU, publishing house « Russia », 1993. 256p., il.
12. Rabotnov T. A. Life's cycle of long-term grassy plants in meadow cenosis // Works of BIN AN the USSR. 1950. Issue 6. P. 7–197.
13. Smirnova O. V., Zaugolnova L. B., Toropova N. A., Falikov L. D. Criteria of allocation of age conditions and particular features of ontogenesis course at plants of various bi-morph // Cenopopulations of plants. M., 1976. P. 14–43.
14. Uranov A. A. An age spectrum of fitocenopopulations as a function of time and energy wave processes // Biological sciences. 1975. № 2. P. 7–34.
15. Philosophy of ecological education. / Executive Editor I.K.Liseev. M.: « Progress – Tradition », 2001. 416 p.
16. Cenopopulations of plants (the Basic concepts and structure) / O. I. Smirnova. M.: the Science, 1976. 216 p.
17. Cenopopulations of plants (Essays of population's biology) / L. B. Zaugolnova. M.: the Science, 1988. 184 p.
18. Tcherepanov S. K. Vessel plants of Russia and the adjacent states (within the limits of the former USSR). SPb: the World and family, 1995. 992 p.

Информация об авторах

Бознак Э.И., ФГБОУ ВПО «Сыктывкарский государственный университет», Институт естественных наук, доцент кафедры биологии, к.б.н.; РК, Сыктывкар, Петрозаводская, 120, тел. (8212) 22-23-02. E-mail: boznak06@rambler.ru

Boznak E.I., Syktyvkar State University, Department of chemistry and biology, associated professor of biology, RK Syktyvkar, Petrozavodsk Street, 120, Phone (8212) 22-23-02. E-mail: boznak06@rambler.ru

Доровских Г.Н., ФГБОУ ВПО «Сыктывкарский государственный университет», Институт естественных наук, профессор кафедры биологии, д.б.н.; РК, Сыктывкар, Петрозаводская 120, тел. (8212) 22-23-02. E-mail: dorovsk@syktsu.ru

Dorovskikh G.N., Syktyvkar State University, Department of chemistry and biology, associated professor of biology, RK Syktyvkar, Petrozavodsk Street, 120, Phone (8212) 22-23-02. E-mail: dorovsk@syktsu.ru

Степанов В.Г., ФГБОУ ВПО «Сыктывкарский государственный университет», Институт естественных наук, профессор кафедры биологии, к.б.н.; РК, Сыктывкар, Петрозаводская, 120, тел. (8212) 22-23-02. E-mail: Stepanov@syktsu.ru

Stepanov V.G., Syktyvkar State University, Department of chemistry and biology, associated professor of biology, RK Syktyvkar, Petrozavodsk Street, 120, Phone (8212) 22-23-02. E-mail: Stepanov @syktsu.ru

Голикова Е.А. ФГБОУ ВПО «Сыктывкарский государственный университет», Институт естественных наук, доцент кафедры биологии, к.б.н.; РК, Сыктывкар, Петрозаводская, 120, тел. (8212) 22-23-02. E-mail: golikova309@rambler.ru

Golikova E.A. Syktyvkar State University, Department of chemistry and biology, associated professor of biology, RK Syktyvkar, Petrozavodsk Street, 120, Phone (8212) 22-23-02. E-mail: golikova309@rambler.ru

Мазур В.В., ФГБОУ ВПО «Сыктывкарский государственный университет», Институт естественных наук, аспирант кафедры биологии; РК, Сыктывкар, Петрозаводская 120, тел. (8212) 22-23-02. E-mail: opioni@syktsu.ru

Mazur V.V., Syktyvkar State University, Department of chemistry and biology, aspirant of biology, RK Syktyvkar, Petrozavodsk Street, 120, Phone (8212) 22-23-02. E-mail: opioni @syktsu.ru

Петраков А.П., ФГБОУ ВПО «Сыктывкарский государственный университет», Институт точных наук и информационных технологий, профессор кафедры инженерной физики и техносферной безопасности, д.ф.-м.н.; РК, Сыктывкар, Октябрьский пр., 55, тел. (8212) 22-23-02. E-mail: petrakov@syktsu.ru

Petrakov A.P., Syktyvkar State University, RK Syktyvkar, pr. Oktyabrsky, 55, Phone (8212) 22-23-02. E-mail: petrakov@syktsu.ru

Петрова Н.Б. ФГБОУ ВПО «Сыктывкарский государственный университет», Институт естественных наук, доцент кафедры биологии, к.б.н.; РК, Сыктывкар Петрозаводская 120 ,тел (8212)21-82-20. E-mail: nbp1959@yandex.ru

Petrova N.B., Syktyvkar State University, Department of chemistry and biology, associated professor of physiology, RK Syktyvkar, Petrozavodskaya Street, 120, Phone (8212)21-82-20. E-mail: nbp1959@yandex.ru

Володин В. В. Учреждение РАН Институт биологии КНЦ УрО РАН, профессор, д.б.н., зав. лаб. биохимии и биотехнологии растений, РК, Сыктывкар, ул. Коммунистическая д.28, E-mail: volodin@ib.komisc.ru

Volodin V.V., Institute of Biology Komi Science Centre, Ural Division, professor of biology, doctor biol. sci., RK, Syktyvkar, Communist Street -28, E-mail: volodin@ib.komisc.ru

Мищенко А.А. ФГБОУ ВПО «Сыктывкарский государственный университет», Институт естественных наук, доцент кафедры биологии, к.б.н.; РК, Сыктывкар Петрозаводская 120 ,тел (8912)1476688. E-mail: Sasha241073@mail.ru

Mitschenko A.A., Syktyvkar State University, Department of chemistry and biology, associated professor of physiology, RK Syktyvkar, Petrozavodskaya Street, 120, Phone (8912)1476688. E-mail: Sasha241073@mail.ru

Златова Ю.Ю. ФГБОУ ВПО «Сыктывкарский государственный университет», Институт естественных наук, студентка, Сыктывкар, Петрозаводская 120 ,тел 89121324052. E-mail: Zlatova_Julia@mail.ru

Zlatova J.J. Syktyvkar State University, Department of chemistry and biology, student, RK Syktyvkar, Petrozavodskaya Street, 120, Phone 89121324052. E-mail: Zlatova_Julia@mail.ru

Иванкова Ж.Е. ФГБОУ ВПО «Сыктывкарский государственный университет», Институт естественных наук, доцент кафедры биологии, к.б.н.; РК, Сыктывкар Петрозаводская 120 тел (8212)664045. E-mail: shivank@yandex.ru

Ivankova Zh.E., Syktyvkar State University, Department of Chemistry and Biology, associated professor of Physiology, Syktyvkar, Petrozavodskaya str., 120, phone (8212)664045, e-mail shivank@yandex.ru

Варварук И. Н. ФГБОУ ВПО «Сыктывкарский государственный университет», химико-биологический факультет, выпускница кафедры физиологии человека и животных, РК, Сыктывкар, Петрозаводская, 120 ,тел (8212)51-35-72.

Varvaruck Iryna, Syktyvkar State University, Department of chemistry and biology, graduate Department of Man and Animal Physiology, Syktyvkar, Petrozavodskaya str., 120,

Новаковская Т.В., ФГБОУ ВПО «Сыктывкарский государственный университет», Институт естественных наук, доцент кафедры биологии, к.б.н.; РК, Сыктывкар, Петрозаводская 120, тел (8212)51-35-72. E-mail: botany@syktsu.ru

Novakovskaya T.V., Syktyvkar State University, Department of chemistry and biology, associated professor of botany; RK Syktyvkar, Petrozavodskaya Street, 120, Phone (8212)51-36-72. E-mail: botany@syktsu.ru

Рогова Я.Б. ФГБОУ ВПО «Сыктывкарский государственный университет», химико-биологический факультет, выпускница кафедры ботаники, РК, Сыктывкар, Петрозаводская, 120 ,тел (8212)51-35-72. E-mail: botany@syktsu.ru

Rogova Y.B. Syktyvkar State University, Department of chemistry and biology, postgraduate the department of botanic; RK Syktyvkar, Petrozavodskaya Street, 120, Phone (8212)51-36-72.

E-mail: botany@syktsu.ru

Кононова О.А. ФГБОУ ВПО «Сыктывкарский государственный университет», учитель биологии МОУ «Аристовская ООШ» д. Аристово Великоустюгского района Вологодской области, аспирантка I курса кафедры биологии.

Адрес: 162386, Вологодская область, Великоустюгский район, д. Аристово, ул. Механизаторов, д.1, кв. 2. Контактный телефон: 89535073173(сотовый). Факс: 88173865406. E-mail: olga-aristovo@inbox.ru

Kononova Olga Anatoljevna

the post-graduate student of the 1st course of biology department of the Syktyvkar state university, the biology teacher of Aristovskaya incomplete secondary school of Aristovo of Velikiy Ustyug district of the Vologda region.

Contact phone: 89535073173

Fax: 88173865406

E-mail: olga-aristovo@inbox.ru

The post address: 1, Mekhanizatory St., apartment 2, Aristovo, Velikiy Ustyug district, the Vologda region, 162386.

Шушпанникова Г.С. ФГБОУ ВПО «Сыктывкарский государственный университет», Институт естественных наук, научный сотрудник кафедры биологии, доцент к.б.н.; РК, Сыктывкар, Петрозаводская 120, тел (8212)51-35-72. E-mail: botany@syktsu.ru

Shushpannikova G. S. Syktyvkar State University, Department of chemistry and biology, associated professor of physiology, RK Syktyvkar, Petrozavodsk Street, 120, Phone (8912)1476688. E-mail: shushpannikova.galina@yandex.ru



Вестник Сыктывкарского университета

Институт естественных наук

Серия 2:

биология

геология

химия

экология



2 выпуск 2012

