

## ПРИМЕЧАНИЯ

*Минаева Н. М., Новоселова Л. В., Плахина К. В., Ширяева Д. М.* Пыльцевая сенсibilизация и аэропалинологический мониторинг в определении значимых аллергенов при раннем весеннем поллинозе // Российский аллергологический журнал. 2015. № 2. С. 19–24.

*Ширяева Д. М., Минаева Н. М., Новоселова Л. В.* Экологические аспекты поллинозов. Обзор литературы // Экология человека. 2016. № 12. С. 3–10.

УДК 591.5:599.323.4:591.3

*Оленев Г. В., Салихова Н. М., Григоркина Е. Б.,  
Колчева Н. Е., Гизуллина О. Р.*

*ФГБУН Институт экологии растений и животных УрО РАН,  
г. Екатеринбург*

## СПЕНОМЕГАЛИЯ: СОПРЯЖЕННЫЙ АНАЛИЗ С ДИНАМИКОЙ ЧИСЛЕННОСТИ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СТРУКТУРОЙ ПОПУЛЯЦИИ ГРЫЗУНОВ

На основе функционально-онтогенетического подхода установлена взаимосвязь между численностью и долей особей со спленомегалией (СМ), что связано с изменениями функциональной структуры популяции на разных фазах динамики численности. Описаны сезонные закономерности динамики индекса селезенки в норме и состоянии СМ, присущие особям разных типов онтогенеза. Сделано заключение о качественном характере феномена. Взаимосвязь между долей особей со СМ и биотопической приуроченностью грызунов не выявлена.

**Ключевые слова:** спленомегалия, грызуны, динамика численности, функциональная структура, типы онтогенеза, биотопическая приуроченность.

*Olenev G. V., Salichova N. M., Grigorkina E. B.,  
Kolcheva N. E., Gizullina O. R.*

*FGBUN Institute of Plant & Animal Ecology, RAS Ural Branch,  
Ekaterinburg*

## SPLENOMEGALY: COUPLED ANALYSIS OF NUMBER DYNAMICS AND FUNCTIONAL STRUCTURE OF RODENTS POPULATION

Interrelation between population numbers and share of individuals with splenomegaly (SM) is established on basis of functionally-ontogeny approach. That is connected to changes of population functional structure in different phases of number dynamics. Seasonal laws of spleen index dynamics in norm

and SM, which inherent of different type's ontogeny individuals are described. Conclusion about qualitative character of phenomenon is made. Interrelation between a share of SM individuals and rodents biotopic restriction is not revealed.

**Keywords:** splenomegaly, rodents, number dynamics, functional structure, ontogeny types, biotope restriction.

Чрезмерное увеличение размеров селезенки – спленомегалия (СМ) – у грызунов природных популяций описано в многочисленных публикациях (Rench, 1948; Ивантер и др., 1985 и мн. др.). В большинстве работ авторы констатировали факт наличия увеличенных селезенок, не рассматривая вопросы определения границ «норма – патология», связи явления СМ с основными популяционными параметрами, причинами значительной вариабельности размеров селезенки и др.

Начало разноплановых исследований в данном направлении было инициировано нами (Оленев, Пасичник, 2003). В результате чего в последнее десятилетие появился ряд публикаций (Давыдова и др., 2012; Екимов и др., 2015 и др.). Впоследствии исследования нами были продолжены, что привело к успешному обобщению и формализации накопленных данных о СМ в популяциях мелких млекопитающих (Феномен..., 2014; Салихова, 2015; Спленомегалия..., 2016). Но в целом решение задачи еще далеко от завершения. Не исследована связь СМ с численностью популяции, ее функциональной структурой, биотопической приуроченностью и др. Важным остается поиск причин СМ, а также возможность ее использования как маркера эпидемического неблагополучия. Все изложенное определяет актуальность, новизну и значимость настоящего исследования.

*Цель работы* – на основе многолетних материалов проанализировать взаимосвязь спленомегалии с динамикой численности, биотопической приуроченностью и функциональной структурой (типами онтогенеза) популяции грызунов.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В работе использованы материалы, собранные при проведении длительного мониторинга популяций мелких млекопитающих на особо охраняемой природной территории Ильменского государственного заповедника в период с 1980 по 2014 гг. Территория заповедника относится к полосе сосново-березовых лесов предлесостепья Южного Урала (Горчаковский, 1968). Полевые работы проведены в северной части заповедника в окрестностях оз. Большой Ишкуль. В районе работ выделены два типа биотопов, условно названных сухие и влажные. Геоботаническое описание сделано В. П. Коробейниковой. *Влажные биотопы* – слегка заболоченные поймы лесных ручьев с зарослями черемухи, ольхи, смородины, хмеля, где в травянистом ярусе преобладают страусопер, лабазник, крапива, будра, гравилат и др. *Сухие биотопы* – смешанный сосново-березовый лес с островка-

ми мертвопокровного липняка, с отдельными экземплярами осины, с подлеском из рябины и шиповника; в травянистом ярусе доминируют вейник, папоротник, распространены костяника, кровохлебка, встречаются земляника, бубенчик, медуница, буквица и др.

В районе исследований обитает 7 видов грызунов, однако рыжая полевка (*Clethrionomys glareolus* Schreber, 1780) является доминирующим видом в родентоценозе, составляет более 60 % в выборках, поэтому основной анализ выполнен на зверьках этого вида.

Объем материала – 2600 особей. Животные отловлены методом безвозвратного изъятия давилками конструкции Геро на стационарных площадках в двух типах биотопов (сухие и влажные). Ежегодно проводили от трех до пяти туров отловов. Численность грызунов представлена среднегодовыми значениями, рассчитанными как количество особей на 100 ловушко-суток (ос. / 100 л-с.), в дальнейшем изложении – численность грызунов. Зверьки обработаны методом морфофизиологических индикаторов, рассчитаны индексы внутренних органов. Возраст полевок определен по возрастным маркерам с учетом функционального состояния животных (Оленев, 2009).

Методологической основой работы является функционально-онтогенетический подход, основу которого составляет функциональный статус животных, связанный со спецификой роста, развития, репродуктивного состояния, а также синхронность его изменений во времени, соответствующих двум типам онтогенеза (Оленев, 2002). Выделены физиологические функциональные группировки (ФФГ): созревшие сеголетки (3 ФФГ) – первый путь онтогенеза (одна фаза); несозревающие сеголетки (2 ФФГ) → зимовавшие особи (1 ФФГ) – второй путь онтогенеза (две фазы). Для анализа соотношения животных по типам онтогенеза использованы ежегодные выборки за июнь-июль, так как в этот период в популяции наиболее полно представлены все внутривидовые группировки. Парное сравнение группировок проведено с применением непараметрического U-критерия Манна-Уитни. Статистический анализ данных выполнен в пакете Statistica (StatSoft inc., 2001) и Microsoft office.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

*Динамика индекса селезенки в «нормальном» состоянии у грызунов разных типов онтогенеза в годы высокой и низкой численности.*

Годы высокой численности характеризовались значением показателя выше 39 ос. / 100 л-с. (39.1–47.8 ос. / 100 л-с.). К годам низкой численности отнесены годы, когда численность грызунов была менее 21 ос. / 100 л-с. (11.5–20.8 ос. / 100 л-с.). Сравнение центров распределения (медианы) с учетом функциональной структуры популяции свидетельствует о неоднозначных изменениях индекса у особей разных типов онтогенеза (табл. 1).

Таблица 1

Индекс селезенки в «нормальном» состоянии (< 10 %) в годы высокой и низкой численности

Группировка	Высокая численность			Низкая численность		
	1 ФФГ	2 ФФГ	3 ФФГ	1 ФФГ	2 ФФГ	3 ФФГ
n	29	111	53	31	193	36
Диапазон варьирования индекса, %	1,6–10,0	1,2–10,1	1,5–10,4	1,3–7,6	1,0–9,2	1,7–9,1
среднее/(StD), %	6,5 / (2,4)	4,8 / (2,2)	5,0 / (2,4)	3,2 / (1,5)	3,2 / (1,3)	4,6 / (2,0)
медиана, %	6.8	4.2	4.1	3.2	2.9	4.3

У представителей II типа (2 и 1 ФФГ) наблюдается увеличение медианы при высокой численности, в сравнении с особями I типа (3 ФФГ). В тоже время в годы низкой численности, напротив, значение медианы было выше у особей I типа онтогенеза (3 ФФГ). Сравнение индекса селезенки между функциональными группировками в периоды высокой и низкой численности с применением непараметрического U-критерия Манна-Уитни выявило достоверные различия между незрелыми сеголетками и зимовавшими особями (1 и 2 ФФГ) (табл. 2).

Таблица 2

Сравнение индексов селезенки в функциональных группировках (подвыборки «норма») при высокой и низкой численности

Подвыборки	Индекс <10 % («норма»)				
	n1	n2	U	Z	p-level
1 ФФГ (высокая/низкая чис-ть)	31	29	122,0	-4,84	<0,001
2 ФФГ (высокая/низкая чис-ть)	36	53	5629,5	-6,89	<0,001
3 ФФГ (высокая/низкая чис-ть)	193	111	901,0	-0,44	0,66

Полученные результаты согласуются с данными литературы, в которых отмечено увеличение индекса селезенки при высокой численности и снижение его в годы низкой численности (Ивантер и др., 1985; Лазуткин, 1997; Прочан, 2000). Изменения индекса не связаны с динамикой массы тела, отражают реальные процессы у грызунов как реакцию на изменение состояния популяции и общую экологическую обстановку.

*Динамика численности и доля особей со спленомегалией.*

Анализ данных о взаимосвязи численности грызунов и доли особей со СМ за длительный период времени (34 года) свидетельствует о неоднозначности полученных результатов (рис. 1). Выявлено чередование периодов синхронного изменения рассматриваемых параметров с периодами противофазы, когда наблюдается обратная зависимость. Обратную зависимость наблюдали в 1988–2001 гг. (коэффициент ранговой корреляции

Спирмена:  $r = -0,68$ ;  $p = 0,01$ ). После 2000 г. периоды противофазы сменились периодами синхронизации колебаний анализируемых параметров. Установленная в ряду лет обратная зависимость динамики численности и доли особей со СМ может объясняться особенностями динамики функциональной структуры популяции. В годы высокой численности доля размножающихся сеголеток, как правило, меньше, чем в годы низкой численности популяции.



Рис. 1. Динамика численности рыжей полевки и доли особей со СМ.

Ранее нами (Феномен..., 2014, Салихова, 2015; Спленомегалия..., 2016) показано, что СМ свойственна, прежде всего, размножающимся животным. Учитывая этот факт, становится вполне объяснимой выявленная зависимость.

По средне-летним выборкам (июнь-июль) представлена взаимосвязь между анализируемыми характеристиками (рис. 2). Ранее (Оленев, 2002) показана четкая обратная зависимость между долей животных первого типа онтогенеза и численностью популяции ( $r = -0.692$ ;  $df = 21$ ;  $p = 0.0003$ ). Следовательно, изменение доли особей со СМ связано с функциональной структурой популяции.

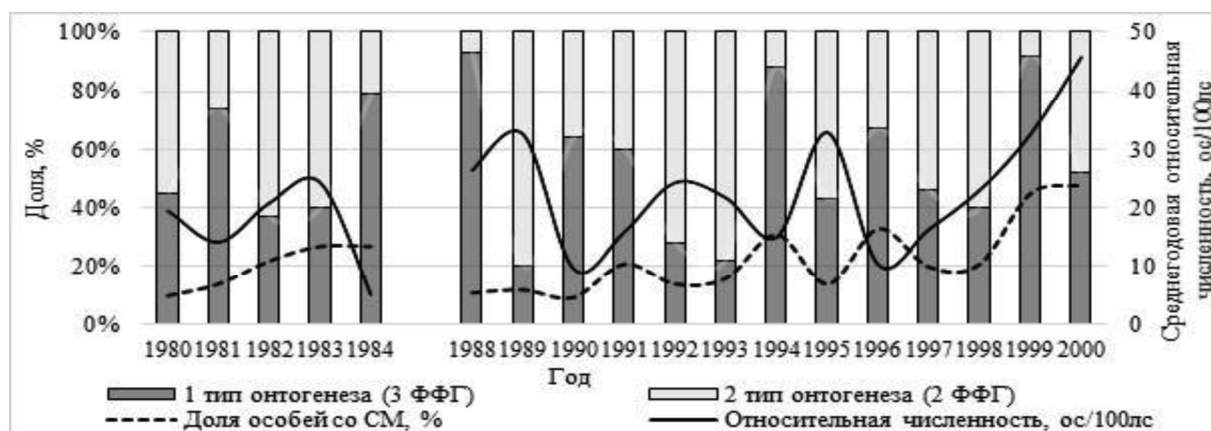


Рис. 2. Динамика соотношения типов онтогенеза, численности и доли особей со СМ у рыжей полевки (1980–1984; 1988–2000 гг.)

Несмотря на выявленные тенденции, наибольшая доля животных со СМ отмечается при высокой численности популяции, и напротив. Максимальная доля особей со СМ (48 % и 47 %) за весь период наблюдений отмечена на пике численности 45,6 ос. / 100 л-с. (2000 г.) и 47,5 ос. / 100 л-с. (2008 г.). Минимальная доля (11 % и 10 %) – при депрессиях – 9,6 ос. / 100 л-с. (1990 г.) и 11,5 ос. / 100 л-с. (2010 г.). Эти неоднозначные закономерности объясняются не только функциональной структурой популяции, но и, возможно, влиянием других факторов, имеющих непосредственное отношение к причинам развития СМ.

*Сезонная динамика индекса селезенки и доли особей со СМ.*

Сезонная динамика индекса селезенки, как и ряда классических морфофизиологических индикаторов, отражает популяционную ритмику обменных процессов, связанную с ростом, половым созреванием и размножением животных. Наиболее высокие значения индекса селезенки регистрируются в период интенсивной репродукции популяции, по окончании отмечается неуклонное снижение относительного веса органа. Далее наступает период зимней депрессии, после чего весной происходит резкое увеличение относительного веса селезенки синхронно с процессами полового созревания и размножения (Ивантер и др., 1985; Лазуткин, 1997; Прочан, 2000).

Установлено, что ход сезонных изменений относительного веса селезенки в «нормальном» состоянии у представителей разных типов онтогенеза принципиально различен. Для созревших сеголетов (3 ФФГ, I тип онтогенеза) характерно увеличение индекса в период активной репродукции популяции и некоторое его снижение в осенний период, после чего отразмножившиеся животные погибают (рис. 3).

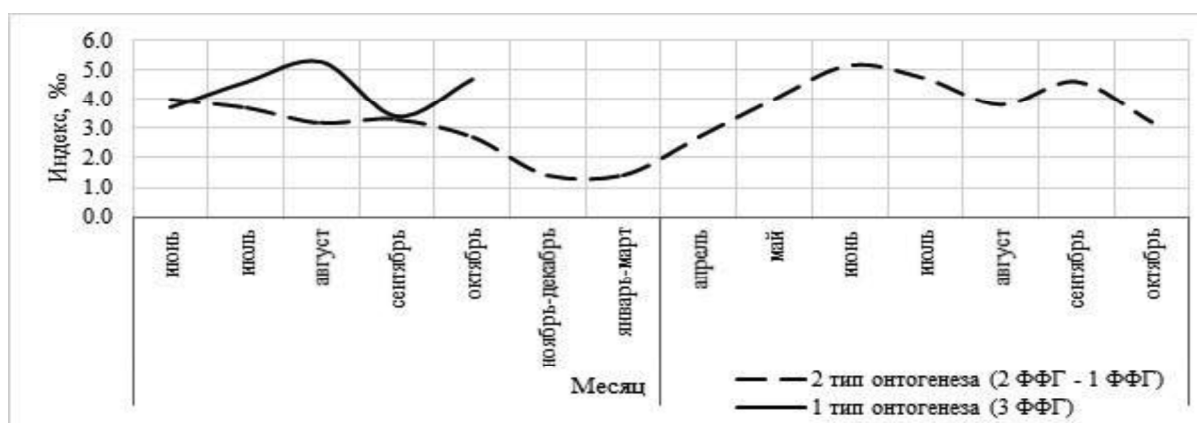


Рис. 3. Сезонная динамика индекса селезенки (медиана) у полевок разных типов онтогенеза (индекс селезенки в границах «нормальных» значений) (1981–1983, 1997–2000 гг.).

У несозревающих сеголетов 2 ФФГ (II тип) величина индекса в течение вегетационного периода изменяется незначительно, отмечена ярко

выраженная осенне-зимняя депрессия, затем весеннее увеличение относительного веса органа в связи с созреванием и вступлением в размножение (переход в 1 ФФГ) и стабилизация на уровне высоких значений в течение периода размножения. По его окончании отмечается некоторое уменьшение индекса селезенки, что можно рассматривать как приспособление к зимним условиям, однако к началу зимы все эти животные гибнут (Оленев, Григоркина, 2014).

Таким образом, сезонная динамика *индекса селезенки в «нормальном»* состоянии подчиняется общим закономерностям, присущим большинству морфофизиологических индикаторов. Применение функционального подхода позволило вскрыть сезонные закономерности динамики относительного веса селезенки, присущие группировкам, выполняющим различные функции в популяции.

Анализ сезонной динамики относительного веса селезенки *в состоянии СМ* не позволяет выявить столь отчетливых закономерностей, прежде всего, потому, что все животные 2 ФФГ со СМ погибают к ноябрю. Можно отметить лишь некоторые общие черты, присущие сезонному изменению индекса в «нормальном» состоянии и состоянии СМ – наибольшие медианные значения в большинстве случаев приходятся на периоды интенсивной репродукции популяции, отмечаются черты осеннего снижения. Однако огромная индивидуальная изменчивость величины индекса в состоянии СМ не позволяет однозначно интерпретировать эти результаты, что свидетельствует о качественном характере феномена СМ. С этой точки зрения более информативно анализировать сезонную динамику относительного количества (доли) особей со СМ в функциональных группировках.

Среди созревших сеголеток (3 ФФГ, I тип) СМ отмечается уже у особей первых когорт, переходящих к самостоятельной жизни и созревающих в июне, доля таких животных значительна – 30 % (рис. 4). Далее, в течение репродуктивного периода, доля особей со СМ в этой группировке возрастает, достигая 56 % к концу жизненного цикла животных. Для представителей II типа онтогенеза проявление СМ неодинаково на разных фазах. На первой фазе онтогенеза (2 ФФГ) доля особей со СМ относительно невелика и не превышает 10 %, но с наступлением зимнего периода все животные со СМ гибнут. После зимовки (переход в 1 ФФГ) в популяции вновь появляются особи со СМ – в апрельской выборке они единичны.

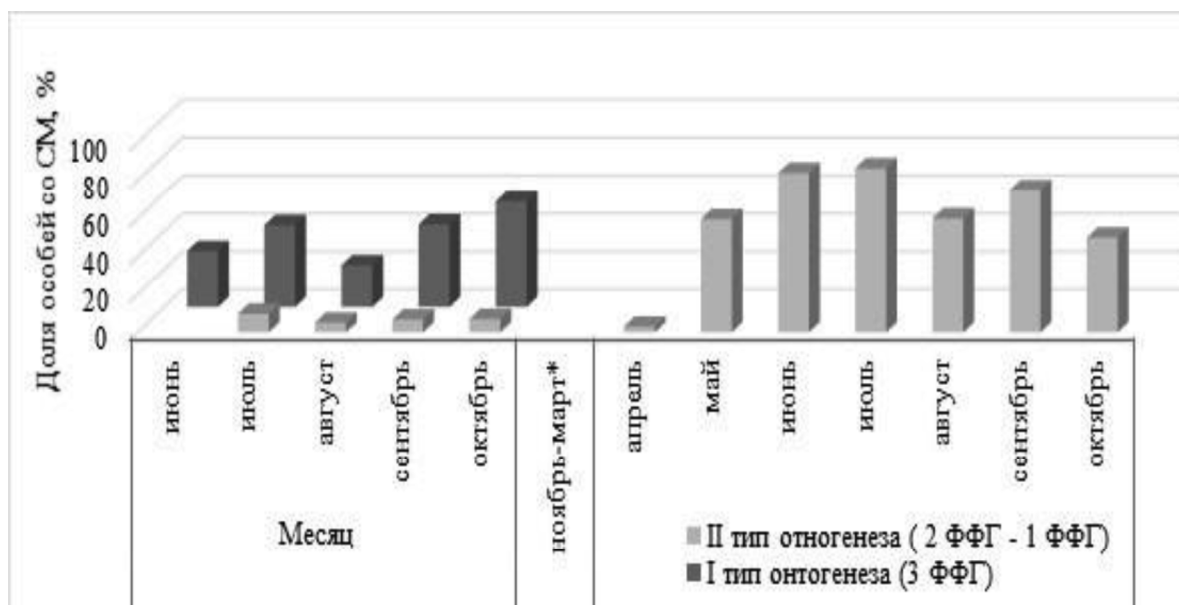


Рис. 4. Сезонная динамика доли особей со СМ у животных разных типов онтогенеза (1981–1983, 1997–2000 гг.)  
Примечание. \* – с ноября по март животные со СМ в популяции отсутствуют.

Массовая СМ отмечается в начале мая, синхронно с процессами весеннего созревания, когда она развивается в среднем у 60 % зверьков, при этом индекс селезенки достигает высоких значений (более 100 %). Далее, в течение репродуктивного периода, доля таких животных возрастает, достигая максимума (87 %) в июле и продолжает оставаться на высоком уровне до окончания жизненного цикла животных.

Таким образом, при рассмотрении сезонной динамики СМ подтверждены общие закономерности, выявленные нами ранее – высокая доля особей со СМ в размножающихся группировках с их преобладанием среди зимовавших животных, а также связь с возрастом, что выражается в увеличении доли особей со СМ в течение сезона размножения (Феномен..., 2014; Салихова, 2015; Спленомегалия..., 2016).

При анализе причин развития СМ в изучаемой популяции интерес представляет факт резкого увеличения доли особей со СМ весной (конец апреля – начало мая) на фоне отсутствия таких животных в популяции в течение зимнего периода. Принятая нами (Феномен..., 2014) гипотеза инфекционной причины СМ предполагает трансмиссивный способ заражения в результате укусов иксодовых клещей и развитие СМ в течение относительно короткого времени. Предположить, что в период март-апрель, когда еще сохраняется снежный покров, большая часть популяции (около 60 %) подвергается нападению инфицированных клещей, довольно сложно. Вероятно, заражение происходит в течение первого года жизни животных, однако адаптивный низкий уровень обмена веществ в большинстве случаев тормозит развитие паразитемии, то есть животное становится носителем инфекции. Интенсификация обменных процессов, сопровождаю-



щая весеннее созревание животного, запускает и механизм физиологического ответа на заражение в виде развития СМ.

*Пространственное распределение особей со СМ (биотопическая приуроченность).*

Известно, что биотопы могут существенно отличаться по микроклиматическим и кормовым условиям, видовому составу сообщества и др. характеристикам, что может сказаться на динамике их населения. Показана роль конфигурации территории, определяющая постоянство животного населения, связанного с миграционными процессами (Григоркина, Оленев, 2013). В нашем случае, конфигурация узких и протяженных влажных биотопов не позволяет говорить о постоянстве состава их населения во времени. В период интенсивного снеготаяния значительная часть пойменных влажных биотопов может оказаться затопленной, что вызывает перемещение мышеобразных разных видов в сухие биотопы – сезонные межбиотопические миграции. В тоже время более благоприятные кормовые условия во влажных биотопах могут спровоцировать зимнее созревание и подснежное размножение грызунов (в 1985 г. отмечался обильный урожай черемухи) (Оленев, Григоркина, 2014). Для оценки пространственного распределения особей со СМ проведено сравнение их доли в двух типах биотопов (рис. 5). Распределение особей со СМ на протяжении рассматриваемого периода неоднозначно – в течение ряда лет отмечено относительно большее количество особей со СМ в сухих биотопах, в другие годы – напротив, во влажных местообитаниях. Несмотря на некоторые различия в доле особей со СМ в разных типах биотопов, у нас нет оснований считать биотопические группировки изолированными – как территориально, так и во времени. Прижизненное мечение рыжих полевков показало их высокую подвижность, в результате чего в течение одного сезона происходит полное нивелирование возникающих различий в структуре биотопических группировок (Оленев, 2002).

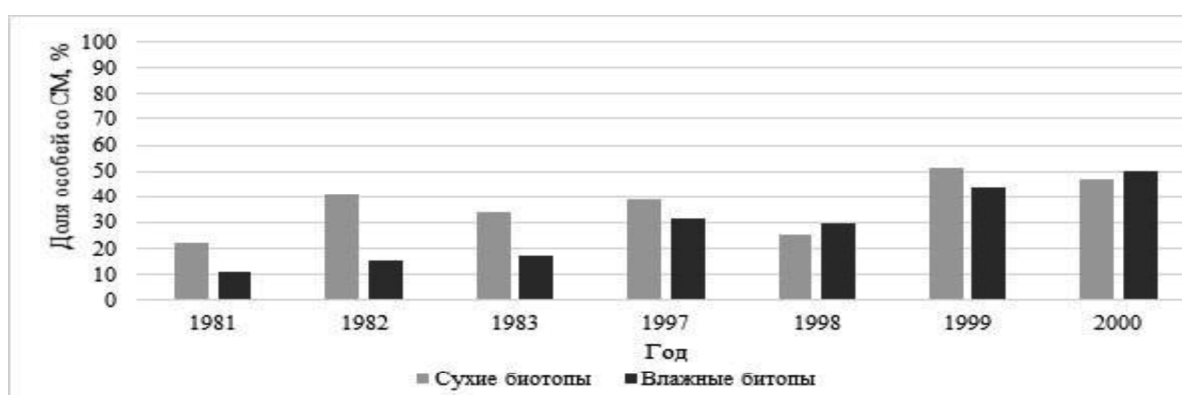


Рис. 5. Доля рыжих полевков со СМ в сухих и влажных биотопах (данные 1981–1983; 1997–2000 гг.).

Таким образом: (1) выявлена взаимосвязь между численностью и долей особей со СМ, что связано с изменениями функциональной структуры популяции при разной численности. Максимальная доля животных со СМ регистрируется на пике численности популяции, минимальная – при депрессии. (2) Выявлены периоды противофазы, когда рост численности сопровождается уменьшением доли особей со СМ. Отмечены также периоды синхронного изменения изучаемых параметров. (3) Использование функционального подхода позволило выявить общие закономерности сезонного изменения индекса селезенки в состояниях нормы и СМ – наибольшие медианные значения зарегистрированы в период интенсивной репродукции популяции, осенью отмечено снижение индекса. (4) Высокая вариабельность индекса селезенки в состоянии СМ не позволяет однозначно интерпретировать полученные результаты, что свидетельствует о качественном характере феномена. Максимум информации дает дифференцированный анализ сезонной динамики относительного количества (доли) особей со СМ у особей разных типов онтогенеза. (5) Взаимосвязь между долей особей со СМ и биотопической приуроченностью не выявлена.

*Работа поддержана Комплексной Программой УрО РАН (№ 15-3-4-49).*

#### ПРИМЕЧАНИЯ

*Горчаковский П. Л.* Растительность Урала // Урал и Приуралье. М., 1968. С. 211–262.

*Григоркина Е. Б., Оленев Г. В.* Миграции грызунов в зоне влияния Восточно-Уральского радиоактивного следа (радиобиологический аспект) // Радиационная биология. Радиоэкология. 2013. Т. 53. № 1. С. 76–83.

*Давыдова Ю. А., Мухачева С. В., Кишняев И. А.* Спленомегалия у мелких млекопитающих: факторы риска // Экология. 2012. № 6. С. 446–456.

*Екимов Е. В., Шишикин А. С., Борисов А. Н.* О причинах массовой спленомегалии в природных популяциях полевков // Экология. 2015. № 2. С. 149–155.

*Ивантер Э. В., Ивантер Т. В., Туманов И. А.* Адаптивные особенности мелких млекопитающих. Л.: Наука, 1985. 316 с.

*Оленев Г. В.* Альтернативные типы онтогенеза цикломорфных грызунов и их роль в популяционной динамике (экологический анализ) // Экология. 2002. № 5. С. 341–350.

*Оленев Г. В.* Определение возраста цикломорфных грызунов, функционально-онтогенетическая детерминированность, экологические аспекты // Экология. 2009. № 2. С. 103–115.

*Оленев Г. В., Пасичник Н. М.* Экологический анализ феномена гипертрофии селезенки с учетом типов онтогенеза цикломорфных грызунов // Экология. 2003. № 3. С. 208–219.

Оленев Г. В., Григоркина Е. Б. Функциональные закономерности жизнедеятельности популяций грызунов в зимний период // Экология. 2014. № 6. С. 428–438.

Салихова Н. М. Экологический анализ феномена спленомегалии в популяциях цикломорфных млекопитающих: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Екатеринбург, 2015. 20 с.

Спленомегалия и ее взаимосвязь с возрастом и функциональным состоянием животных / Н. М. Салихова, Г. В. Оленев, Н. Е. Колчева, Е. Б. Григоркина // Принципы экологии. 2016. Т. 5, № 3. С. 140.

Феномен спленомегалии в популяциях цикломорфных грызунов: проявление, экологические факторы риска, причины / Г. В. Оленев, Н. М. Салихова, Е. Б. Григоркина, Н. Е. Колчева // Вестн. ТвГУ. Серия Биология и экология. 2014. № 4. С. 160–168.

Rench B. Organopropotionen und Korpergrosse bei Vogeln und Saugetieren // Zool. Jahrb. 1948. Abt. 1, Bd. 61, H. 4. S. 337–412.

УДК 581.5

*Петрова Н. А., Кашин А. С., Шилова И. В*

*Саратовский государственный университет им. Н. Г. Чернышевского*

### **МОНИТОРИНГ ПОПУЛЯЦИЙ *TULIPA GESNERIANA* L. С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНДЕКСА ВИТАЛИТЕТА**

В течение четырех полевых сезонов проводился мониторинг популяций тюльпана Геснера в ряде районов Нижнего Поволжья и прилегающих территорий. В качестве характеристики состояния популяций использован индекс виталитета популяций. Выявлено снижение индекса виталитета в зависимости от хозяйственной деятельности и погодных условий.

**Ключевые слова:** мониторинг популяций, тюльпан Геснера, виталитет, биоразнообразие, охрана растений.

*Petrova N. A., Kashin A. S., Shilova I. V.*

*Saratov state University*

### **MONITORING OF POPULATIONS OF *TULIPA GESNERIANA* USING THE INDEX OF VITALITY POPULATIONS OF *TULIPA GESNERIANA***

During four field seasons carried out monitoring of populations of *Tulipa gesneriana* in several areas of the Lower Volga region. As characteristics of the state populations used the index of vitality. populations. The decrease of the index of vitality. depending on economic activities on protected areas and weather conditions.

**Keywords:** population monitoring, *Tulipa gesneriana*, vitality, biodiversity, plant protection.