

ПРОДУКТИВНОСТЬ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ И ИХ СВЯЗЬ С РАСТИТЕЛЬНЫМ ПОКРОВОМ

О.А. ЖИГАЛЬСКИЙ,

*доктор биологических наук, профессор, зав. лабораторией,
ИЭРиЖ УрО РАН*

З.Г. ЖОКУШЕВА,

старший преподаватель,

Костонайский государственный университет

Ключевые слова: динамика численности, демографическая структура, потребляемая энергия.



Казахстан, Костанайская обл.,
г. Костанай, ул. Байтурсынова, 47;
тел. 8 (343) 210-38-56

Все животные используют для питания преимущественно органические вещества, произведенные другими видами, и поэтому постоянно нуждаются в притоке этих веществ извне. В общей схеме круговорота веществ в биоценозах мелкие млекопитающие занимают положение первичных и вторичных консументов. Энергетические потребности грызунов зависят от целого комплекса факторов, и, прежде всего, от веса и возраста животных, их физиологического состояния и условий среды обитания (температура, влажность и др.). Кроме того, энергетические затраты самок грызунов возрастают при беременности и лактации от 24 до 92%. При определении доли первичной продукции, потребляемой грызунами, величины суточной потребности в пище обычно помимо физиологических особенностей животных учитывают и динамику численности и биомассы грызунов и соотносят её с показателями биомассы растений, служащих им кормом.

Энергетические показатели характеризуют долю изъятую грызунами растительности. Так, водяная полёвка потребляет около 20% первичной продукции, полёвка-экономка потребляет всего 3% годовой продукции травянистых растений. Обыкновенные полёвки потребляют в сутки 27,2 кг/га люцерны и 0,5 кг/га зерен пшеницы, при этом общее влияние на растительность сельскохозяйственных угодий оказалось почти в 10 раз выше за счёт повреждения растений. Несмотря на небольшую долю изъятия растительной продукции в лесных сообществах грызуны активно участвуют в формировании и контроле продуктивности как растительного покрова в целом, так и его отдельных компонентов. Растительный покров, являясь основным источником питания растительноядных животных, вместе с тем создает оптимальные защитные условия для их жизни. Однако нельзя не согласиться с мнением многих исследователей, что взаимоотношения грызунов и ра-

стительного покрова изучены недостаточно полно. Некоторые авторы справедливо подчеркивают, что существующие объяснения конкретных механизмов связей развития растительности с динамикой численности и состоянием популяций противоречивы и часто не согласуются между собой. Для оценки реального влияния растительноядных животных на формирование продуктивности и состояния фитоценоза недостаточно исходить только из сопоставления потребностей животных в кормовых ресурсах и доступных запасов растительности, поскольку само состояние растительности зависит от степени воздействия фитофагов. В связи с этим нами предпринята попытка оценить воздействие рыжей полёвки на травяной ярус широколиственного леса на разных фазах популяционного цикла.

Материал, используемый в данной работе, собран зоологами ЦГСЭН в Удмуртии, отловы проводились на стационарном участке вблизи г. Ижевска (56°41'СШ, 53°19'ВД) в период с 1973 по 2001 г., который находится в зоне контакта южно-таёжных и широколиственных лесов. Состояние популяции рыжей полёвки описывали с помощью двух групп показателей: по относительной численности, общей и различных половозрастных групп и показателям структуры популяции (доли различных группировок). Материал добывался стандартным методом ловушко-линий, морфологический анализ добытых зверьков проводили по общепринятой схеме [4]. Каждое отловленное животное относили к одной из групп согласно их полу, возрасту и генеративному состоянию. Общее число популяционных показателей – 68.

Ранее в работах [2, 3] было выявлено, что наблюдаемые изменения численности популяции рыжей полёвки представляют собой сложный процесс, состоящий из суммы двух колебаний (сезонной и многолетней циклических составляющих) и случайной неучтённой компоненты. Поскольку статистически показано наличие цик-

лических изменений демографических характеристик популяции, то, вероятно, должны существовать годы со сходными сезонными динамиками, чередование которых и формирует многолетний популяционный цикл. С помощью пошагового дискриминантного анализа была проведена классификация лет наблюдений.

Полученная классификация включила в себя три фазы цикла: «депрессия», «рост» и «пик». Каждая фаза характеризуется специфическим набором значений демографических характеристик (табл. 1). Как видно из таблицы, в различные месяцы сезонного репродуктивного цикла для популяции характерна своя собственная только для этого месяца численность, возрастная структура населения, интенсивность полового созревания, а также степень участия половозрелых зверьков в размножении. На рисунке 1 представлена сезонная динамика численности рыжей полёвки для трёх фаз популяционного цикла. Самая высокая численность на протяжении всего сезона размножения характерна для фазы «пик», а самая низкая – для фазы «депрессия».

Сходную картину можно было бы ожидать и для зависимостей, оценивающих потребление растительности полёвками на разных фазах популяционного цикла. Однако интенсивность потребления корма грызунами зависит от физиологического состояния животных [1, 6]. Потребление первичной продукции рыжей полёвкой значительно меняется в зависимости от численности зверьков и, по расчётам данным, составляет летом 4,5-40,5 кг на 1 га в месяц. Состав потребляемой фитомассы носит сезонный характер. Летом и осенью основу питания рыжих полёвок составляют семена древесных и травянистых растений, зелень, а также подземные части растений. Отчуждение только зелени, по разовым определениям, даже при сред-

**Dynamics numbers,
population structure,
energy input.**

Таблица 1

Демографические характеристики (M±m)
фаз популяционного цикла рыжей полёвки

| | Характеристика | Фаза цикла (число лет) | | |
|---------|----------------------------|------------------------|------------|------------|
| | | «депрессия» | «рост» | «пик» |
| Апрель | % беременных второй раз | 0,0±0,00 | 21,0±8,94 | 10,4±4,60 |
| | % яловых самок | 45,1±15,55 | 8,0±5,22 | 11,7±4,92 |
| | % 1-2 мес. животных | 0,0±0,00 | 18,9±7,39 | 6,4±3,90 |
| | % 3-6 мес. животных | 0,0±0,00 | 5,4±2,96 | 5,0±1,75 |
| | численность | 4,2±1,80 | 6,4±2,21 | 12,3±2,34 |
| | среднее число эмбрионов | 1,9±0,95 | 4,8±0,82 | 6,4±0,27 |
| Июнь | % яловых самок | 9,3±4,48 | 29,4±6,23 | 45,1±6,12 |
| | % не размножающихся самцов | 14,8±7,16 | 45,2±10,53 | 66,3±3,13 |
| | % 1-2 мес. животных | 64,6±6,20 | 75,1±4,26 | 72,7±1,77 |
| | % 3-6 мес. животных | 0,0±0,00 | 6,4±1,90 | 5,0±0,79 |
| | численность | 5,1±1,17 | 13,7±3,11 | 25,6±3,49 |
| | среднее число эмбрионов | 5,7±0,74 | 6,1±0,29 | 5,5±0,17 |
| Август | % яловых самок | 48,3±10,92 | 71,1±5,72 | 85,2±1,88 |
| | % не размножающихся самцов | 70,8±7,77 | 83,4±5,82 | 95,0±1,97 |
| | % 1-2 мес. животных | 75,6±4,57 | 81,2±2,85 | 87,5±1,79 |
| | % 3-6 мес. животных | 22,2±5,02 | 14,3±2,92 | 6,5±1,28 |
| | численность | 12,7±3,03 | 36,4±7,53 | 39,2±4,43 |
| | среднее число эмбрионов | 4,3±0,57 | 3,4±0,93 | 3,2±0,89 |
| Октябрь | % яловых самок | 75,1±9,91 | 87,7±2,86 | 93,7±1,77 |
| | % 1-2 мес. животных | 66,3±8,62 | 44,1±10,61 | 35,6±11,40 |
| | % 3-6 мес. животных | 30,2±7,86 | 53,9±10,36 | 61,4±11,12 |
| | численность | 7,6±1,46 | 22,8±4,97 | 22,6±3,73 |
| | Выживание за зиму, % | 28,8±5,86 | 41,8±8,66 | 10,6±3,99 |

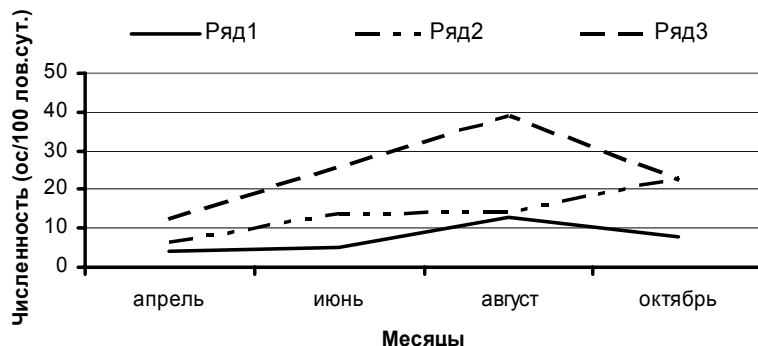


Рисунок 1. Сезонная динамика численности рыжей полёвки на разных фазах популяционного цикла

Таблица 2

Потребление различными группами полевков растительных кормов

| Функциональное состояние | Пол | Вес (г) | Потребление (сух. вес г/сут.) |
|--|-------|---------|-------------------------------|
| Рождённые в этом году неполовозрелые (juv) | самки | 16,6 | 2,8 |
| | самцы | 17,1 | 2,8 |
| Рождённые в этом году половозрелые (sad) | самки | 25,0 | 3,4 |
| | самцы | 20,6 | 3,1 |
| Перезимовавшие Половозрелые (ad) | самки | 26,8 | 3,6 |
| | самцы | 25,1 | 3,4 |

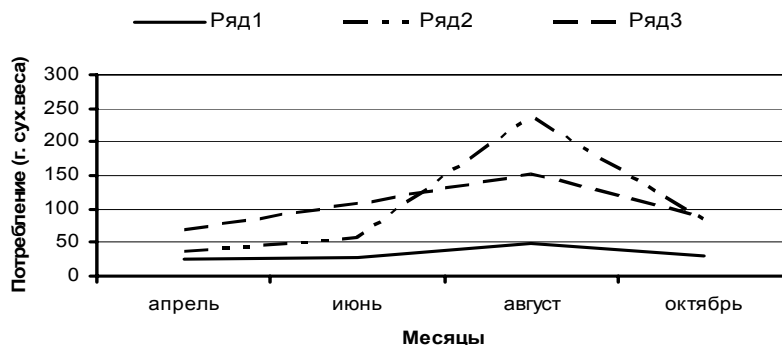


Рисунок 2. Сезонная динамика потребления кормов рыжей полёвки на разных фазах популяционного цикла

ней численности невелико и равно 50-110 г/га, что не больше 0,06% от запаса зелёных частей и 0,03% от всей надземной массы травянистых растений.

Зная численность зверьков и половозрастную структуру населения, мы смогли оценить потребляемую полёвками растительную биомассу на разных фазах популяционного цикла. При этом учитывалось, что зверьки разного возраста потребляют разное количество растительных кормов (табл. 2).

В период роста до момента достижения животными половой зрелости интенсивность питания выше, чем взрослых, примерно на 30%. Потребление энергии самками рыжей полёвки в период беременности возрастает на 24%, при лактации — на 92% [5]. Самки рыжих полёвок, имеющие четырёх детенышей, в первые десять дней лактации ежедневно в среднем съедают 5,7 г смешанного корма, что в 1,9 раза больше по сравнению с контролем.

На рисунке 2 представлены зависимости потребления кормов рыжей полёвкой на разных фазах популяционного цикла. Сезонная динамика потребления кормов животными значительно отличается от изменений численности. В период времени с апреля по июнь изменения численности и потребления кормов синхронны и подчиняются общей зависимости — чем выше численность, тем больше потребление кормов. Но в промежутке времени июль — август потребление растительности наибольшее в фазу «рост», несмотря на то, что численность популяции в это время наибольшая в фазу «пик». Наблюдаемое кажущееся несоответствие может быть объяснено тем, что в фазу «рост» в июне и в августе число участвующих в размножении самок и самцов значительно выше, чем в фазу «пик», значительно больше и число молодых растущих зверьков, а также число лактирующих самок. Именно это и послужило причиной столь значительных различий. В октябре численности полёвок в фазах «пик» и «рост» близки, сходны и потребности полёвок. Поэтому можно утверждать, что потребление кормов лесными полёвками находится в тесной зависимости от различных факторов среды, численности, интенсивности репродуктивного процесса и половозрастной структуры популяции. Энергетическая оценка наиболее полно отражает все формы активности того или иного вида и может служить отправной точкой при разработке мероприятий по повышению продуктивности как сельскохозяйственных, так и естественных сообществ.

Трофическая деятельность доминирующих видов грызунов приводит

к определенной депрессии развития предпочитаемых фитофагами видов растений и ослабляет их эдификатор-

ную роль. Это способствует поддержанию видового разнообразия фитоценоза и сохранению в нём малочис-

ленных видов растений, помогая им противостоять давлению со стороны доминантов.

Литература

1. Добринский Л. Н., Давыдов В. А., Кряжмский Ф. В., Малофеев Ю. М. Функциональные связи мелких млекопитающих с растительностью в луговых биоценозах». М. : Наука, 1983. 156 с.
2. Жигальский О. А., Кшняев И. А. Структура популяционных циклов рыжей полёвки // ДАН. 1999. Т. 369. № 2. С. 281-282.
3. Жигальский О. А., Кшняев И. А. Популяционные циклы европейской рыжей полёвки в оптимуме ареала // Экология. 2000. № 5. С. 383-390.
4. Карасева Е. В., Телицына А. Ю., Жигальский О. А. Методы изучения грызунов в полевых условиях. М. : Изд-во ЛКИ. 2008. 416 с.
5. Кузнецов Г. В., Михайлин А. П. Особенности питания и динамики численности рыжей полёвки в условиях широколиственного леса // Млекопитающие в наземных экосистемах. М. : Наука. 1985. С. 127-156.
6. Careau V., Thomas D., Humphries M. M. and Reale D. Energy metabolism and animal personality. *Oikos*. 2008. V.117: P. 641-653.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ И ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НЕКОТОРЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ГОРОДА ТЮМЕНИ МЕТОДАМИ КОРРЕЛЯЦИОННОГО И МНОГОМЕРНОГО (КЛАСТЕРНОГО) АНАЛИЗА

Л.В. МИХАЙЛОВА,

кандидат биологических наук, профессор,

Г.Е. РЫБИНА,

кандидат биологических наук, доцент,

Е.А. МАСЛЕНКО,

кандидат биологических наук, старший преподаватель,

Ф.В. ГОРДЕЕВА,

аспирант, Тюменская ГСХА

Ключевые слова: тест-объект, токсичность, загрязняющие вещества, корреляционный анализ, кластерный анализ.

В процессе любых научных (особенно – экспериментальных) исследований мы имеем дело с цифрами: различными диагностическими и количественными показателями и числовыми характеристиками. За кажущимся хаосом этих цифр прячутся конкретные закономерности, которые требуют объективной оценки и научного объяснения. И здесь самое широкое применение находят методы и приёмы биометрии – вариационной статистики, призванной с помощью соответствующего математического аппарата оценить разнообразные связи, зависимости и отношения между биологическими явлениями, объектами и процессами, а также показать реальность их существования [1].

Цель и методика исследований

Целью данной работы является обобщение 3-летних исследований токсичности и загрязнения донных отложений городских водоёмов с использованием методов корреляционного и кластерного анализа.

Для оценки качества донных отложений (ДО) водоёмов города Тюмени были использованы методы биотестирования (на простейших *Paramecium caudatum*, ракообразных *Ceriodaphnia affinis* и водорослях *Scenedesmus quadricauda*) и гидрохимии согласно ГО-Стированных методик [2, 3, 4]. Исследования проводились в сезонной динами-

ке в периоды 2006-2008 годов. Данные по токсичности и химическому загрязнению ДО обрабатывали с помощью корреляционного анализа (пакет Microsoft Excel) и кластерного анализа (программа Statistica). При обработке полученных данных вычисляли корреляционные отношения между содержанием загрязняющих веществ (ЗВ) и ответными реакциями биологических объектов (*Paramecium caudatum*, *Ceriodaphnia affinis* и *Scenedesmus quadricauda*) по показателям численности, выживаемости, плодовитости и чистой продукции. Объём выборок: в 2006 году – 12 пар, в 2007 году – 24 пары, в 2008 году – 27 пар наблюдений. Коэффициент корреляционного отношения (r_{yx}) между тест-функциями организмов (Y) и содержанием загрязняющих веществ (X) рассчитывали по следующей формуле [5]:

$$r_{yx} = \sqrt{\frac{\sum (Y_i - \bar{y})^2 - \sum (Y_i - \bar{y}_x)^2}{\sum (Y_i - \bar{y})^2}}$$

Для выяснения природы токсичности исследованных проб были использованы значения корреляционных отношений, превышающих 0,7. Коэффициент корреляционного отношения от 0,7 до 0,9 свидетельствует о сильной связи между признаками, а более 0,9 –



625023, г. Тюмень,
ул. Одесская, 33;
тел. (3452) 41-58-07

об очень сильной (близкой к функциональной) связи.

Кроме того, использовали метод взвешенного попарного среднего (древовидная кластеризация) для 6, 8 и 9 пар наблюдений, что позволило выявить связь между водными объектами. При этом чем меньше расстояние 1-г Пирсона, тем теснее связь [1].

Результаты исследований

Используя корреляционный анализ, оценили вклад каждого загрязняющего вещества в токсичность изучаемых проб донных отложений (табл.).

Было установлено, что в наибольшей степени острая токсичность донных отложений исследованных водоёмов в 2006 году для **парамеций** зависела от концентрации ОВ ($r_{yx}=0,93$), затем следуют тяжёлые металлы, нефтепродукты и аммоний ($r_{yx}>0,7$). Хронический токсический эффект обусловлен рН, органическим веществом, свинцом и цинком. Для **цериодафний** вероятной причиной хронической токсичности являлись сульфаты, аммоний. На плодовитость рачков значительное влияние оказывали сульфаты, хлориды, нитриты и аммоний. На численность **водорослей** в хроническом опыте влияли свинец и цинк, а на чистую продукцию – ртуть ($r_{yx}>0,9$), нефтепродукты, органическое вещество и аммоний ($r_{yx}>0,7$).

В 2007 году в острую токсичность ДО для **парамеций** максимальный вклад внесли сульфаты, цинк, медь, аммоний и хлориды, в хроническую –

Test-object, toxicity, fouling substances, the correlation analysis, cluster analysis.