

4. Жадин В.И., Герд С.В. Реки, озера и водохранилища СССР: их фауна и флора. – М.: Учпедгиз, 1961. – 581 с.
5. Жданова С.М., Добрынин А.Э. *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) (Rotifera: Brachionidae) в водоемах Европейской России // Биология внутренних вод. – 2011. – № 1. – С. 45–52.
6. Жданова С.М., Лазарева В.И., Баянов Н.Г., Лобуничева Е.В., Родионова Н.В., Шурганова Г.В., Кулаков Д.В., Ильин М.Ю. Распространение и пути расселения американской коловратки *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) (Rotifera: Brachionidae) в водоёмах Европейской России // Российский Журнал Биологических Инвазий. – 2016. – № 3. – С. 8–22.
7. Иванова М.Б. Изучение воздействия абиотических факторов среды на развитие гидробионтов в озерах и значение сравнительно-лимнологических исследований // Продукционно-гидробиологические исследования водных экосистем. – Л.: ЗИН АН СССР, 1987. – С. 35–44.

МАТЕРИАЛЫ К ВЕДЕНИЮ МОНИТОРИНГА РЕПРОДУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

**Замалетдинов Ренат Ирекович,
Макарова Юлия Алексеевна,
Мустафина Миляуша Маратовна,
Кочкарёва Дарья Алексеевна,
Хамеева Гузель Ильшатовна,
Галеева Алсу Айдаровна,
Хайруллаева Лия Рустамовна,
Галиуллина Алсу Рамилевна,
Нурумова Айман Сериковна**

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

Аннотация. В работе приведены обобщенные результаты мониторинговых исследований комплексных репродуктивных параметров бобовых, произрастающих в условиях г. Казани. Были рассмотрены показатели, которые характеризуют основные этапы онтогенеза. Показано, что в популяциях горошка мышинного и караганы древовидной, произрастающих в разных функциональных зонах реализуются разнообразные стратегии, позволяющие самовоспроизводиться. Методом кластерного анализа показано, что для обоих видов пути реализации репродуктивных стратегий близки. Это позволяет использовать мониторинговые исследования для осуществления биоиндикационной оценки экологического состояния городской среды

Ключевые слова: мониторинг, популяции, репродуктивные параметры, кластерный анализ.

Процесс урбанизации активно распространен по всей планете. В городах в настоящее время проживает большая часть населения Земли. Вместе с тем нельзя не учитывать то обстоятельство, что расширение городов сопряжено с ростом интенсивности антропогенного пресса на окружающую среду. Хозяйственная деятельность человека, проявляется наиболее интенсивно и разнообразно оказывает свое влияние именно на состояние территории городских экосистем. В результате экологическая ситуация в городах объективно представляется в целом существенно менее благоприятной по сравнению с загородными территориями. Примечательно, что столь интенсивное воздействие на сравнительно небольшие по площади городов оказывается в течение крайне непродолжительного по историческим меркам время.

Также урбанизированные территории в настоящее время все чаще стали рассматривать в качестве специфичной среды, в пределах которой происходит с высокой интенсивностью эволюционный процесс [8]. Реализуемые адаптивные реакции городских популяций растений

и животных представляют собой интерес не только с позиции оценки интенсивности микропопуляционных преобразований, но и с практической стороны – оценки экологического состояния среды.

В этой связи представляется целесообразным ведение мониторинга преобразования популяций с позиции возможности оценки экологической ситуации на урбанизированных территориях. Примеров такого рода исследований достаточно много. Однако, чаще всего речь идет о рассмотрении только отдельных аспектов изменчивости популяций. Наибольшую же ценность при оценке состояния городской среды представляют работы, посвященные изучению особенностей воспроизведения популяций [1; 2; 3; 11 и др.]. Именно возможность оставления потомства следует рассматривать в качестве ключевой характеристики процесса адаптации популяции к трансформации среды обитания [7].

В Казани исследования особенности воспроизведения популяций на примере бобовых растений с начала текущего столетия проводились в Институте экологии природных систем АН РТ [6]. Было показано, что имеет место изменение основных репродуктивных параметров. Позже было показано, что наиболее удобными объектами для исследования специфических реакций оказались два вида бобовых – аборигенный вид горошек мышиный (*Vicia cracca*) и интродуцированный – древовидная или акация желтая (*Caragana arborescens*) [12, p. 4].

В настоящее время нами проводятся мониторинговые исследования на территории Казани, которые включают в себя следующие составные элементы:

- Оценка фертильности пыльцы путем окрашивания пыльцевых зерен спиртовым раствором йода.
- Оценка доли зрелых семян в одном плоде.
- Оценка скорости увеличения объема и массы семян, а также длины корней при проращивании в стандартных лабораторных условиях.

Материал для исследований собирается в различных районах города. В общей сложности по горошку мышиному материал собирается ежегодно в 103, а по карагане древовидной – в 84 местообитаниях. В качестве критерия неоднородности условий произрастания нами условно принято ранжирование городской территории по принципу функционального использования территории:

I зона – промышленная (подвержена наибольшей степени антропогенной трансформации). В состав зоны входят такие объекты, как промышленные предприятия, крупные транспортные узлы и т.п.

II зона (высокая степень антропогенной трансформации) исследования соответствует зоне многоэтажной застройки в центре города, а также в спальных районах.

III – зона малоэтажной застройки (средняя степень антропогенной трансформации). Такая зона часто имеет вид поселка с преобладанием частных домов с огородами или вид садовых товариществ.

IV – зеленая зона города (наименьшая степень антропогенной трансформации). Сюда входят крупные зеленые массивы и лесопарки.

Представленная схема ранжирования городской территории практикуется в аналогичного рода исследованиях [1; 4; 9].

Результаты исследований показали общие тенденции, которые имеют межгодовую изменчивость в достаточно значительных интервалах. Имеет место тенденция к увеличению доли фертильных пыльцевых зерен от первой зоны к четвертой. Соответственно по мере снижения уровня антропогенной трансформации среды возрастает доля зрелых семян в плодах.

Специфичная тенденция выявлена при оценке жизнеспособности семян, полученных от растений, произрастающих в различных функциональных зонах города. В лабораторных условиях для выборок семян, собранных в условиях повышенного уровня антропогенной трансформации, характерно более высокие значения углового коэффициента роста объема, массы семян и длины корней. Фактически полученные результаты вполне логично объясняются исходя из положений теории стабилизирующего отбора [10].

Отмеченные выше тенденции характерны и для горошка мышиного и для караганы древовидной.

Для осуществления интегральной оценки направлений репродуктивных стратегий мы провели кластерный анализ [5, с. 55] по всем перечисленным выше репродуктивным параметрам.

Результаты анализа по горошку мышиному и карагане древовидной приведены соответственно на рис. 1 и 2 соответственно.

Для популяций горошка мышиного выявлена специфичная картина – наибольшее сродство характерно для выборок, собранных в I и II функциональных зонах и особенно для III и IV зонах. Между собой эти кластеры достаточно сильно удалены.

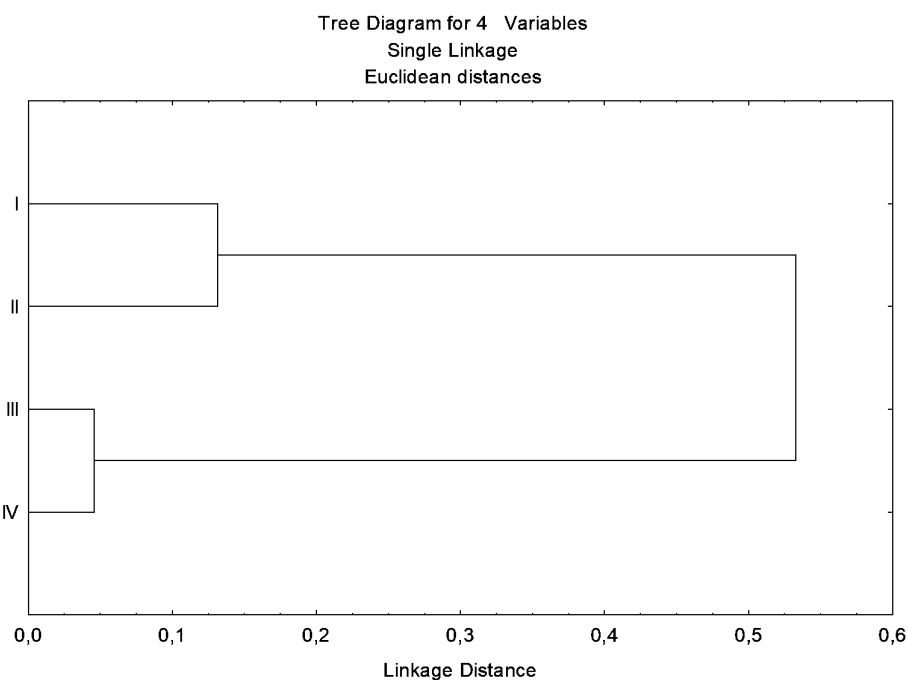


Рис. 1. Дендрограмма иерархической кластеризации репродуктивных параметров горошка мышиного (по материалам 2020 г.)

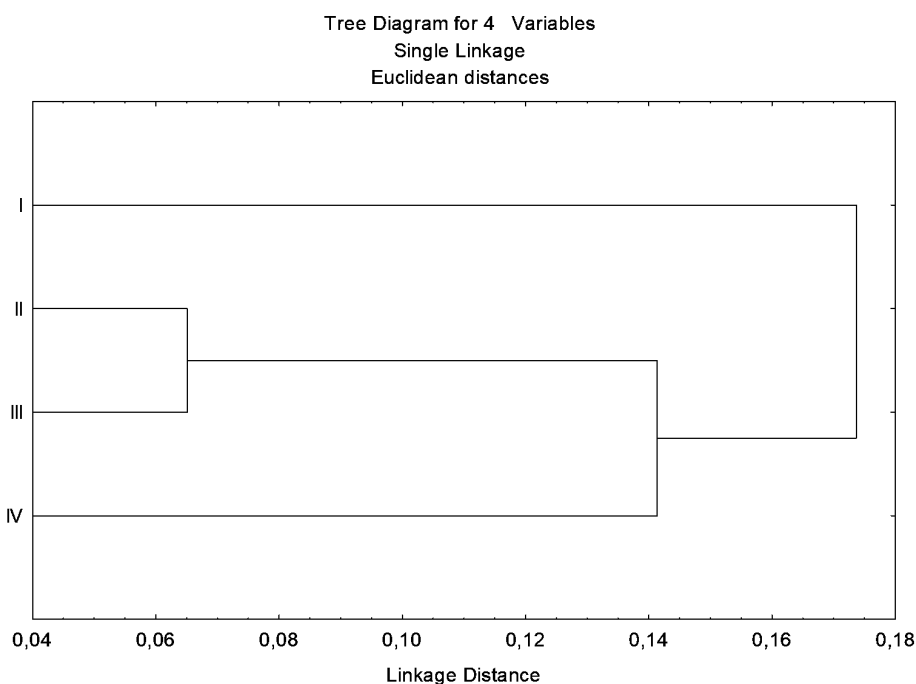


Рис. 2. Дендрограмма иерархической кластеризации репродуктивных параметров караганы древовидной (по материалам 2020 г.)

Для популяций караганы древовидной наибольшее сродство характерно для выборок, собранных в II и III функциональных зонах. Небольшое сродство характерно для выборок, произрастающие в зоне IV. В зоне I реализуется своя специфическая репродуктивная стратегия.

В целом полученные результаты можно констатировать, что репродуктивные параметры являются достаточно чутким индикатором антропогенной трансформации городской среды. В целом для горошка мышиного и караганы древовидной и имеют место общие тенденции изменчивости репродуктивных параметров. Однако, методом кластерного анализа показано, что характер реализации репродуктивных стратегий в рамках одной функциональной зоны может отличаться для разных видов. Это позволяет использовать мониторинговые исследования для осуществления биоиндикационной оценки экологического состояния городской среды.

Литература

1. *Вершинин В.Л.* Экологические особенности популяций амфибий урбанизированных территорий. Автореф. дис.... докт. биол. наук / В.Л. Вершинин. – Екатеринбург, 1997. – 47 с.
2. *Жуйкова Т.В.* Реакция ценопопуляций и травянистых сообществ на химическое загрязнение среды. автореф. дис. ... докт. биол. наук / Т.В. Жуйкова. – Екатеринбург, – 2009. – 40 с.
3. *Жуйкова Т.В., Безель В.С., Позолотина В.Н., Северюхнна О.А.* Репродуктивные возможности растений в градиенте химического загрязнения среды // *Экология.* – 2002. – № 6. – С. 431–436.
4. *Замалетдинов, Р.И.* Экология земноводных в условиях большого города (на примере г. Казани). Автореф. дис. ... канд. биол. наук / Р.И. Замалетдинов – Казань, 2003. – 24 с.
5. *Коросов А.В., Горбач В.В.* Компьютерная обработка биологических данных. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2010. – 84 с.
6. *Окулова С.М.* 3.1.3. Репродуктивная характеристика городских популяций растений (на примере бобовых) // *Экология города Казани.* – Казань: Изд-во «Фэн» Академии наук РТ, 2005. – С. 171–176.
7. *Сапунов Б.В.* Количественная оценка пределов внутривидовой изменчивости // *Журн. общ. биол.* – 1986. – Т. 47. – № 6. – С. 790–798.
8. *Схилтхейзен М.* Дарвин в городе: как эволюция продолжается в городских джунглях. – М.: Эксмо, 2021. – 352 с.
9. *Хайрутдинов И.З.* Экология рептилий урбанизированных территорий: (на примере г. Казани): Автореф. дис... канд. биол. наук / И.З. Хайрутдинов. – Казань, 2010. – 24 с.
10. *Шмальгаузен И.И.* Факторы эволюции (теория стабилизирующего отбора). – М.: Наука, 1968. – 452 с.
11. *Vershinin V.L., Vershinina S.D., Berzin D.L., Zmeeva D.V., Kinev A.V.* Long-term observation of amphibian populations inhabiting urban and forested areas in Yekaterinburg, Russia // *Scientific Data.* – 2015. – 2. Article number 150018. – P. 1–13.
12. *Zamaletdinov R.I., Okulova S.M., Gavrilova E.A., Zakhvatova A.A.* Reproductive indicators of leguminous plants as a characteristic of the ecological state of urban areas // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.* – 2018. – 107. – P. 1–4.

АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ФЛОРЫ ОЗ. МАЛОЕ ЛЕБЯЖЬЕ

Зарипова Наиля Рашитовна

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

Аннотация. В данной статье на основе 40 – летних наблюдений проведен анализ флористического списка, вычислен коэффициент сходств, выявлены постоянные виды флоры, выявлена смена фитоценозов.

Ключевые слова: макрофиты, гидрофиты, гелофиты, флора, динамика, антропогенная трансформация, Малое Лебяжье.