

УДК 574.472

БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ЛУГОВОЙ ЦЕНОФЛОРЫ ГОРОДА КАЛУГИ

Евсеева А. А.

*ФГБОУ ВО «Калужский государственный университет им. К. Э. Циолковского», Калуга, Россия
E-mail: annahabarova@yandex.ru*

Поскольку влияние антропогенных процессов отражается на растительности, необходимы изучение и мониторинг динамических процессов, происходящих в городской ценофлоре для оценки экологического состояния урбанизированной среды. Данное исследование останавливается на изучении биоразнообразия луговых сообществ города Калуги. В результате исследований был установлен флористический состав и биологическое разнообразие исследованных территорий луговых сообществ г. Калуги. Флористическая характеристика исследованной растительности отражает общие закономерности формирования урбанофлор. Расчёт показателей α -разнообразия и их последующая математическая обработка показали, что в целом городские луговые сообщества отличаются нарушенной устойчивостью, а также испытывают на себе различные антропогенные воздействия, влияющие на показатели биоразнообразия.

Ключевые слова: биологическое разнообразие, луговая флора, городские луговые сообщества, α -разнообразие, ценофлора Калуги.

ВВЕДЕНИЕ

Изучение закономерностей и явлений, протекающих в городских флорах, является достаточно актуальным для современных флористических исследований [1–4]. Сложившиеся процессы антропогенного изменения окружающей среды достаточно разнообразно действуют на растительность в целом, и городских территорий в частности, поскольку город является наиболее антропогенно трансформированной средой. Урбанофлора характеризуется рядом специфических признаков. Среди них повышенное флористическое разнообразие, высокая иммиграция заносных видов, произрастание растений приуроченных к различным экотопам благодаря разнообразию типов обитания. Помимо слагающих ядро флоры аборигенных видов, в городе, как правило, распространены адвентивные виды [5]. На здоровье и качество среды урбанизированных территорий большое влияние оказывают растительные компоненты, как естественного, так и искусственного происхождения. Поскольку влияние антропогенных процессов отражается на растительности, необходимы изучение и мониторинг динамических процессов, происходящих в городской ценофлоре для оценки экологического состояния урбанизированной среды. В условиях «запечатанности» городской территории, любые, находящиеся в черте города зеленые объекты, в том числе и луговая растительность, выступают буферными зонами, снижая тепловое загрязнение,

регулируя влажность воздуха и поглощая осадки, нормализуя таким образом микроклимат [6]. Исходя из этого, важным является исследование городских ценофлор.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Луговая растительность города Калуги изучалась нами в 2014–2015 годах. Материал собирался площадным методом, было выбрано 25 точек исследования, в которых были заложены учетные площадки (рис. 1). За период исследования было проведено 125 классических флористических описаний. Непосредственно луговые экосистемы в Калуге занимают небольшие участки городской территории. Большинство луговых сообществ города являются вторичными по генезису, постепенно формирующие зональные типы растительности. Это такие сообщества, как неухоженные газоны, (площадки исследования 9–12), растительность, возникающая спонтанно на месте нарушенных антропогенной деятельностью участков городской территории (площадки исследования 2, 3, 8, 13–16), заброшенные сельскохозяйственные угодия (например, площадки 21–22 в микрорайоне Ждамирово). Пойменные луга в черте города распространены вдоль Оки, а также малых рек Калуги – Яченки и Калужки (площадки 4–7, 17–20, 23–25).

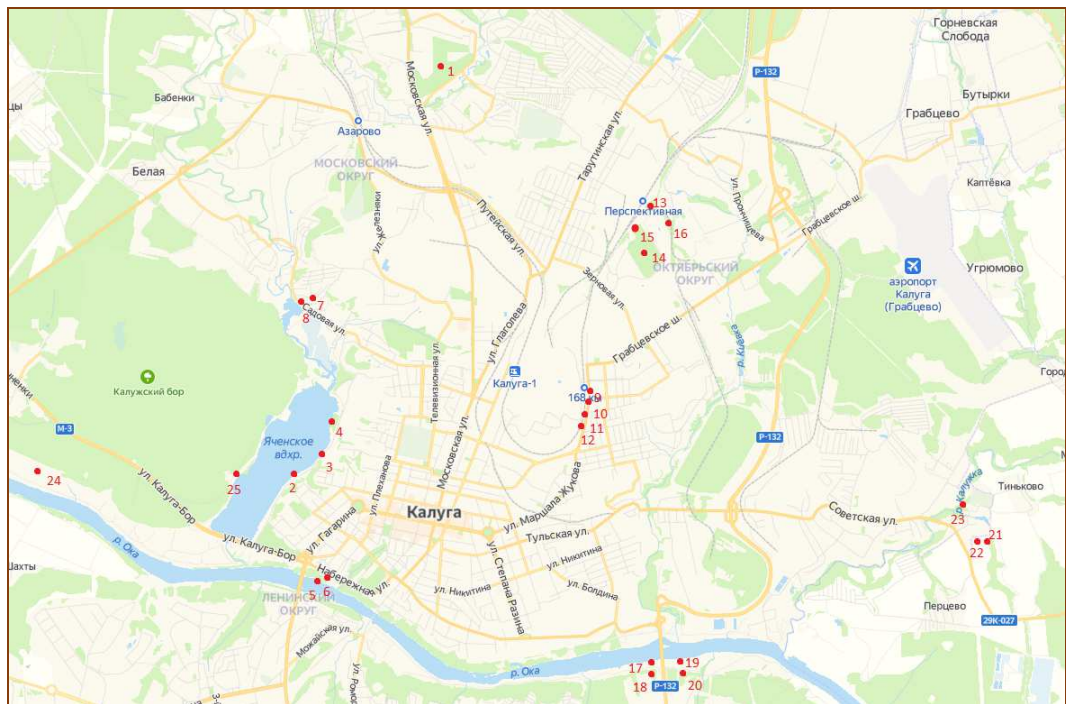


Рис. 1. Расположение площадок исследования в луговых сообществах города Калуги.

Для расчета биологического разнообразия (α -разнообразия) использовалась следующая формула [7]:

$$\alpha = \frac{\text{число.видов}}{\text{площадь.участка}(m^2)}$$

Расчет велся с использованием классических методов математической статистики [8], а также прикладного пакета программ Microsoft office.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Всего в исследованных луговых сообществах Калуги было обнаружено 266 видов сосудистых растений, относящихся к 159 родам и 41 семейству. Показатели основных пропорций флоры указывают на высокую монотипизацию родов (табл. 1). Выявлено, что 128 родов монотипные или включают по 2 вида. Это возможно объяснить тем, что в урбанизированной среде, испытывающей достаточно высокие антропогенные нагрузки, могут сохраняться не все зональные представители родов, а лишь некоторые виды.

Таблица 1

Видовое богатство и систематическое разнообразие луговой ценофлоры города Калуги

Количество			Пропорции		
семейств	родов	видов	в/с	р/с	в/р
41	159	266	6,50	3,88	1,67

В/с – среднее число видов в семействе; р/с – среднее число родов в семействе; в/р – среднее число видов в роде.

Семействами, составляющими наибольшие доли от общего количества видов луговой флоры являются *Asteraceae*, *Poaceae*, *Fabaceae*, *Rosaceae*, *Labiatae*, *Umbelliferae*, *Scrophulariaceae*, *Cruciferae*, *Caryophyllaceae*, *Cyperaceae*. Как видно из таблицы 2, лидирующим семейством изученной ценофлоры является *Asteraceae*, на его долю приходится почти 1/5 часть всех выявленных родов и видов. Подавляющее большинство видов данного семейства относится к нарушенным экотопам, это сорные виды и интродуценты. Из 47 выявленных для данного семейства видов всего 17 относятся к ненарушенным луговым сообществам. Следует отметить, что *Asteraceae* включает 6 адвентивных видов: *Bidens frondosa* L., *Erigeron canadensis* L., *Helianthus tuberosus* L., *Solidago gigantea* Ait., *S. Canadensis* L., *Xanthium albinum* (Widd.) H. Scholz, причем 3 последних включены в Черную книгу Калужской области и представляют угрозу для аборигенных растительных сообществ [9, 10]. Также богаты сорными и заносными видами семейства *Cruciferae* и *Labiatae*, причем *Cruciferae* характеризуется как антропофильное семейство многими авторами [11]. *Labiatae*, в свою очередь, обычно характеризует городскую флору как азональную аридную, поскольку является термофильным семейством [6]. Высокая доля участия семейств *Poaceae* и

Fabaceae, с большим содержанием типичных луговых видов, указывают на луговой тип изучаемой флоры. Как известно, присутствие в луговой растительности городов синантропного ядра, включающего сорные и адвентивные виды, близкие по видовому разнообразию к рудеральной растительности, свидетельствует об изменениях флоры под воздействием антропогенной нагрузки [12].

Таблица 2

Спектр ведущих семейств луговой ценофлоры города Калуги

№	Семейства	Число родов		Число видов	
		Общее кол-во	% от общего числа	Общее кол-во	% от общего числа
1.	Asteraceae	29	18,2	47	17,6
2.	Poaceae	18	11,3	29	10,9
3.	Fabaceae	9	5,7	18	6,7
4.	Rosaceae	7	4,4	17	6,4
5.	Labiatae	9	5,7	13	4,9
6.	Umbelliferae	10	6,3	13	4,9
7.	Scrophulariaceae	8	5	12	4,5
8.	Cruciferae	9	5,7	12	4,5
9.	Caryophyllaceae	8	5	10	3,8
10.	Cyperaceae	4	2,5	10	3,8
	Остальные	48	30,2	85	32
	Всего	159	100	266	100

Спектр ведущих родов представлен на рисунке 2. Как уже было сказано, рода изучаемой ценофлоры достаточно монотипизированы, поэтому наиболее многочисленные из представленных включают не более 7 видов. Наибольшее количество видов содержат род *Poa*, богатый видами луговых экотопов (*Poa pratensis* L., *P. trivialis* L. и др.) и род *Carex*, содержащий опушечно-луговые и болотно-луговые виды в своем составе, такие как *Carex hirta* L., *C. contigua* Норре, *C. leporina* L. На втором месте по распространению находится род *Trifolium*, включающий в основном типично луговые виды, за исключением сорного *Trifolium arvense* L. Наибольшее участие перечисленных родов характеризует флору, как луговую. Однако, здесь следует выделить рода *Artemisia*, *Cirsium*, *Rorippa* и *Rumex*, имеющие в своем составе типичные сорные виды (*Cirsium vulgare* (Savi) Ten., *Artemisia vulgaris* L., *Rorippa anceps* (Wahlenb.) Reichenb., *Rumex confertus* Willd. и др.). Отдельно в этом спектре следует отметить род *Dactylorhiza*, относящийся к орхидеям Калужской области. Среди встреченных в городских луговых комплексах представителей здесь *Dactylorhiza maculata* (L.) Soo, *D. fuchsii* (Druce) Soo, *D.*

incarnata (L.) Soo, *D. baltica* (Klinge) Orlova, последний из которых является краснокнижным видом Калужской области [13].

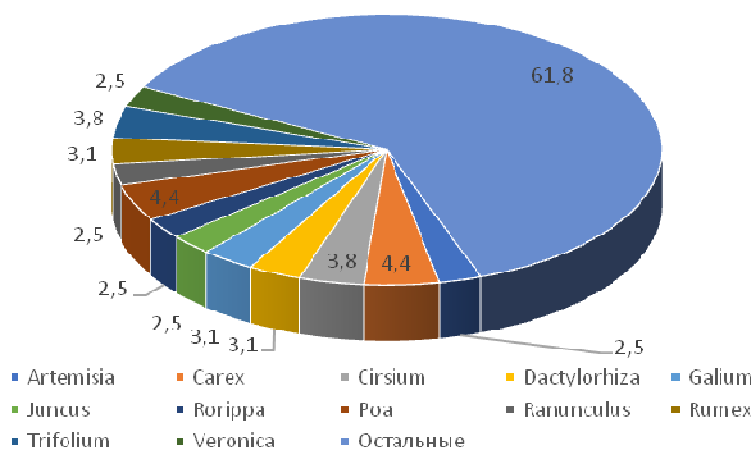


Рис. 2. Спектр ведущих родов луговой ценофлоры города Калуги, %

Наиболее распространенные виды луговой растительности Калуги приведены в таблице 3. Среди 10 наиболее часто встреченных нами на площадках исследования в основном луговые виды. Из сорных видов здесь присутствует *Artemisia vulgaris* L.

Таблица 3

Виды с наиболее высокими показателями встречаемости луговой ценофлоры города Калуги

№	Название вида	Встречаемость видов на площадках	% встречаемости от общего числа площадок
1.	<i>Achillea millefolium</i>	84	67,2
2.	<i>Dactylis glomerata</i>	79	63,2
3.	<i>Taraxacum officinale</i>	77	61,1
4.	<i>Phleum pratense</i>	69	55,2
5.	<i>Tanacetum vulgare</i>	68	54,4
6.	<i>Centaurea jacea</i>	61	48,8
7.	<i>Trifolium pratense</i>	57	45,6
8.	<i>Festuca pratensis</i>	56	44,8
9.	<i>Artemisia vulgaris</i>	52	41,6
10.	<i>Potentilla anserina</i>	48	38,4

Ряд видов не занял ведущие положения в рейтинге по частоте встречаемости, однако эти виды тоже являются достаточно распространенными (встречаемость достигает до 32 %), и среди таких видов достаточно много типичных синантропных. Это, к примеру *Artemisia absinthium* L., *Arctium tomentosum* Mill., *Carduus acanthoides* L., *Rumex confertus* Willd., *R. crispus* L., *Convolvulus arvensis* L., *Geum urbanum* L., *Plantago major* L., *Urtica dioica* L.

Также при исследовании флористического разнообразия луговых сообществ были обнаружены два охраняемых вида Калужской области и места их произрастания [13]. Это *Scabiosa ochroleuca* L., встреченная на 22 учетной площадке (рис. 1), находящейся на суходольном лугу в прибрежной зоне памятника природы федерального значения Калужский городской бор. Ее присутствие на территории города объясняется феноменом «Окской флоры», благодаря которому пойменные луга Оки и ее притоков вызывают интерес у исследователей флоры и растительности [9]. Вторым обнаруженным видом Красной книги Калужской области является *Dactylorhiza baltica* (Klinge) Orlova, указанный выше, обнаруженный нами на сыром лугу на площадке 13, вместе с остальными орхидными, выявленными в ходе настоящего исследования, что делает данные луговые комплексы в районе ж/д станции «Перспективная» интересными с точки зрения флористических наблюдений.

Учет биологического разнообразия требует измерений, которые становятся возможными при количественном описании качественных признаков [14]. Для этого нами были использованы математические методы, с помощью которых было рассчитано α -разнообразие. Под оценкой α -разнообразия в данной работе принята простая мера биологического разнообразия – видовое богатство или видовая насыщенность (число видов на единицу площади). Для исследованных площадок были рассчитаны показатели α -разнообразия в 2010 и 2015 годах дважды в сезон – в июне и августе. Интересным стало то, что в 2010 году на Европейской территории России наблюдалась жаркая погодная аномалия и, поскольку это совпало с нашими наблюдениями, мы можем видеть изменения показателей α -разнообразия в течение вегетационного периода в условиях аномально жаркого лета и сравнить их с показателями α -разнообразия, полученными в обычных климатических условиях. Рассмотрим сначала площадки с наибольшими и наименьшими показателями α -разнообразия (рис. 3 и 4). На обеих гистограммах мы можем наблюдать пики на определенных площадках. Это площадки под номерами 1, 2, 8, 9, 13, 14, 16, 20, 24 и 25. На площадках 2 и 8 высокое α -разнообразие может быть объяснено тем, что данные сообщества образовались на нарушенных землях, захваченных видами-пионерами, а также различными синантропными видами, включая рудеральные виды и прочие экологические группы нарушенных местообитаний. Площадки точек 1 и 25 несут достаточно высокую рекреационную нагрузку. Луговые комплексы площадок 9, 13, 14 и 16 располагаются недалеко от железнодорожной ветки, что, возможно, является причиной их высокого разнообразия за счет заносных видов и видов нарушенных местообитаний. Площадки 20 и 24 находятся в типичных пойменных лугах, богатых луговым разнотравьем, рекреационная нагрузка здесь относительно низкая. Возможно, данные условия и определяют здесь богатое

БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ЛУГОВОЙ ЦЕНОФЛОРЫ ...

видовое разнообразие. Гистограммы демонстрируют также и площадки с наименьшим разнообразием (учетные площадки 5, 6, 18, 19). Данные площадки располагаются на пойменных лугах р. Оки в черте города, находятся в прибрежных зонах, недалеко от уреза воды и, возможно, это объясняет относительно низкое биоразнообразие здесь. Точка б также несет высокую рекреационную нагрузку из-за близкого расположения к историческому центру города и подвергается регулярному вытаптыванию.

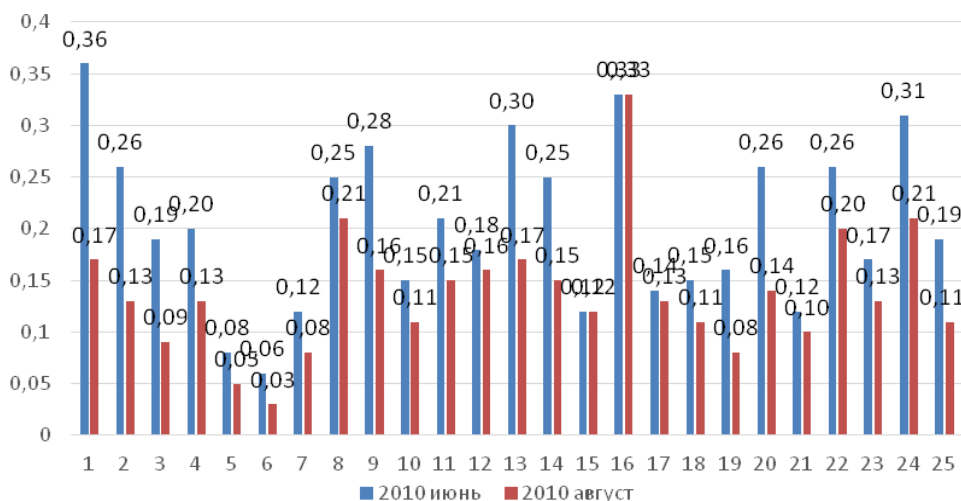


Рис. 3. Показатели α -разнообразия на учетных площадках в 2010 году.

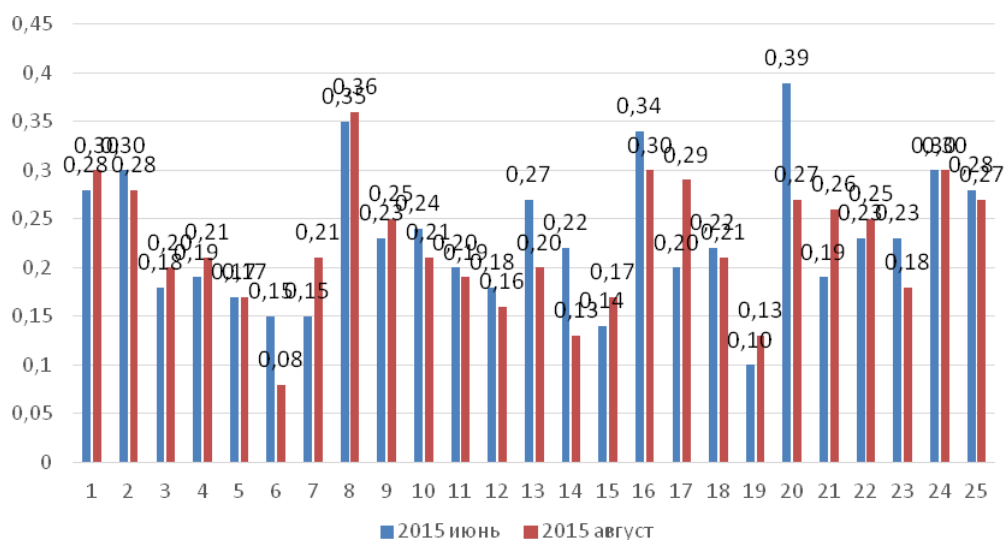


Рис. 4. Показатели α -разнообразия на учетных площадках в 2015 году.

При сравнении графического выражения показателей α -разнообразия в 2010 и 2015 годах можно видеть различия между показателями определенных площадок в разные периоды вегетационного сезона. В 2010 году наблюдается значительное снижение разнообразия во второй период наблюдений практически на всех учетных площадках. В 2015 году на разных площадках наблюдается различная динамика и там, где α -разнообразие снизилось в течение данного сезона вегетации, нет настолько выраженного снижения, как было в августе 2010 года. Предполагаем, что такое явление в 2010 году обусловлено, как было сказано выше, аномально жаркой погодой, установившейся в начале июля и отсутствием осадков на протяжении двух летних месяцев. Для подтверждения предположения данные были подвергнуты математическому анализу, в ходе которого были рассчитаны средняя арифметическая α -разнообразия и ряд дополнительных статистических параметров (табл. 3).

Таблица 3

Средние величины α -разнообразия луговых сообществ

Выборка	\bar{X}	σ	Ошибка средней арифметической	Коэффициент вариации V, %
Калуга, июнь 2010	0,204	0,079	0,016	38,93
Калуга, август 2010	0,138	0,060	0,012	43,67
Калуга, июнь 2015	0,229	0,0707	0,014	30,87
Калуга, август 2015	0,223	0,0656	0,013	29,42

Можно видеть, как значительно отличается средняя арифметическая, составляющая $0,138 \pm 0,012$, полученная в августе 2010 года от остальных средних величин. Помимо изучения луговых сообществ, в этот же период нами изучались городские лесные фитоценозы, и для них рассчитаны аналогичные величины (табл. 4).

Таблица 4

Средние величины α -разнообразия лесных сообществ

Выборка	\bar{X}	σ	Ошибка средней арифметической	Коэффициент вариации V, %
Калуга, июнь 2010	0,19	0,064	0,012	33,68
Калуга, август 2010	0,15	0,039	0,007	26,00
Калуга, июнь 2015	0,20	0,068	0,013	34,00
Калуга, август 2015	0,19	0,059	0,011	31,05

Здесь прослеживается также выраженное падение α -разнообразия в августе 2010 года, но не такое резкое, как в луговых сообществах, возможно благодаря тому, что лесные экосистемы аккумулируют запасы влаги и предохраняют растения травянистого яруса от излишнего испарения и высыхания. Коэффициент вариации может говорить о стабильности системы. Варьирование считается сильным уже при $V > 25\%$ [8]. Наиболее асимметричным рядом является показатель коэффициента вариации показателей луговых сообществ в августе 2010 г. (табл. 3), что может подтверждать выдвинутое предположение о наименьшей сопротивляемости луговых экосистем сложившимся погодным условиям. Следует отметить, что коэффициент вариации не был ниже 25% ни в один период наблюдений, что говорит о нарушении устойчивости исследованных городских сообществ. Графическое выражение показателей средних величин α -разнообразия представлено на гистограмме (рис. 5).

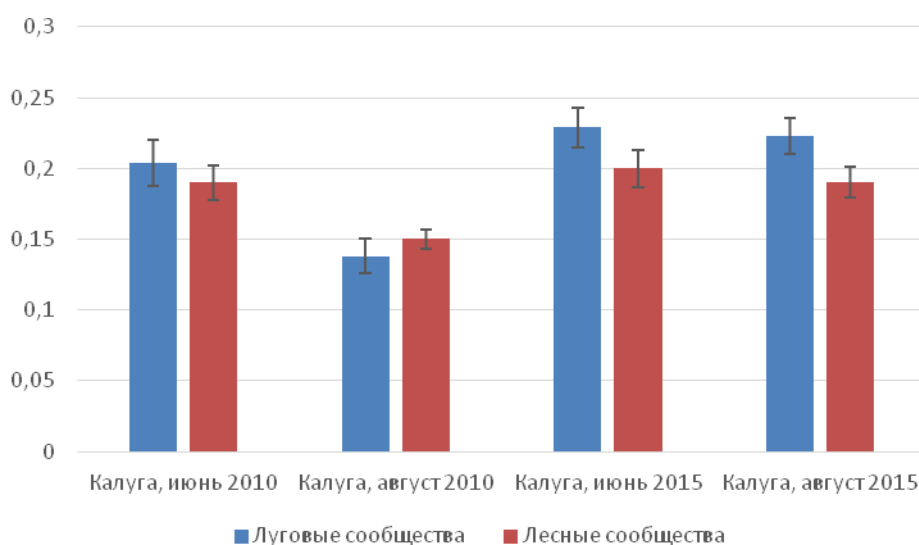


Рис. 5. Средние величины α -разнообразия луговых и лесных сообществ г. Калуги.

Данные результаты указывают, что в условиях жаркой погодной аномалии лета 2010 года произошло снижение биоразнообразия как луговых, так и лесных городских растительных сообществ, но луговые сообщества оказались более уязвимыми к данным климатическим факторам.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследований был установлен флористический состав и биологическое разнообразие исследованных территорий луговых сообществ г. Калуги. Флористическая характеристика исследованной растительности отражает

общие закономерности формирования урбанофлор. Отмечается высокая монотипизация некоторых таксонов, присутствие во всех распространенных семействах и родах синантропных представителей. Были выявлены виды Красной книги Калужской области, что имеет важное значение для дальнейшего мониторинга и сохранения отдельных, интересных во флористическом отношении луговых растительных комплексов города. Расчёт показателей α -разнообразия и их последующая математическая обработка показали, что в целом городские луговые сообщества отличаются нарушенной устойчивостью, а также испытывают на себе различные антропогенные воздействия, влияющие на показатели биоразнообразия.

Список литературы

1. Третьякова А. С. Флора города Екатеринбурга / А. С. Третьякова, Е. А. Шурова // Ботанический журнал. – 2013. – Т. 98, № 2. – С. 210–219.
2. Бордей Р. Х. Флора урбанизированной среды и ее особенности (на примере города Сургута) / Р. Х. Бордей // Проблемы региональной экологии. – 2014. – № 4. – С. 7–13.
3. Димитриев Ю. О. Эколого-ценотический анализ парциальных флор города Ульяновска / Ю. О. Димитриев // Вестник Чувашия государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева. – 2014. – № 4 (84). – С. 57–62.
4. Скляр Е. А. Изучение флоры города Курска методом сеточного картирования / Скляр Е. А. // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2016. – № 2. – С. 90–97.
5. Баранова О. Г. Классификация городских местообитаний городов Удмуртской республики / О. Г. Баранова, Е. Н. Бралгина // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. – 2015. – Т. 25, № 1. – С. 34–39.
6. Левашов А. Н. Адвентивный компонент луговых сообществ города Вологды / А. Н. Левашов, Д. Д. Шарова // В сборнике: Эволюционные и экологические аспекты изучения живой материи. Материалы I Всероссийской научной конференции. В 4-х книгах. Ответственный редактор Н. Я. Поддубная. – 2017. – С. 9–18.
7. Миркин Б. М. Современная наука о растительности: учебник / Б. М. Миркин, Л. Г. Наумова, А. И. Соломещ. – М.: Логос, 2002. – 264 с.: ил. С. 92.
8. Лакин Г. Ф. Биометрия: Учеб. Пособие для биол. Спец. Вузов–4-е изд., перераб. Доп. / Лакин Г. Ф. – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.: ил.
9. Решетникова Н. М. Калужская флора: аннотированный список сосудистых растений Калужской области / Н. М. Решетникова [и др.]. – М.: Товарищество науч. изданий КМК, 2010. – 549 с.
10. Решетникова Н. М. Черная книга Калужской области. Сосудистые растения. / Решетникова Н. М., Майоров С. Р., Крылов А. В. – Калуга, ООО «Ваш Домь», 2019. – 342 с.: ил.
11. Швецов А. Н. Дикорастущая флора города Москвы: Автореф. дис. ... канд.биол. наук: 03.00.05. / Швецов А. Н. – М., 2008. – 23 с.
12. Хромова Т. М. Эколого-флористический мониторинг урбанизированных территорий на примере городов Орловской области / Т. М. Хромова, С. Д. Князев, О. Ю. Емельянова, Е. В. Золотарёва // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2019. – № 133. – С. 17–23.
13. Красная книга Калужской области : в 2 т. – [2-е изд.]. – Калуга : Ваш Домь, 2015. – Т. 1 : Растительный мир / пред. редкол. В. А. Антохина. – 536 с.
14. Русанов А. М. Организация оценки альфа- и бета- разнообразия естественной растительности северо-восточного Прикаспия / А. М. Русанов, А. А. Нургалиева, С. Ж. Ибадуллаева, К. Усен // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2017. – № 4 (204). – С. 65–73.

THE BIOLOGICAL DIVERSITY OF MEADOW COENOFLOTA OF THE
KALUGA CITY

Evseeva A. A.

Kaluga State University named after K. E. Tsiolkovski, Kaluga, Russian
E-mail: annahabarova@yandex.ru

The study of patterns and phenomena occurring in urban flora is quite relevant for modern floristic research. Urban flora is characterized by a few specific features. These include increased floristic diversity, high immigration of introduced species, and the growth of plants confined to different ecotopes due to the variety of habitat types. Since the influence of anthropogenic processes affects vegetation, it is necessary to study and monitor the dynamic processes occurring in the urban cenoflora in order to assess the ecological state of the urban environment. This study focuses on the study of the biodiversity of meadow communities in the Kaluga city.

We studied the meadow vegetation of the city of Kaluga in 2014–2015. The material was collected using the areal method. 25 research points were selected, which included accounting platforms. During the study period, 125 classical floral descriptions were carried out. Directly meadow ecosystems in Kaluga occupy small areas of urban territory. Most of the city's meadow communities are of secondary origin, gradually forming zonal vegetation types. In total, 266 species of vascular plants belonging to 159 genera and 41 families were found in the studied meadow communities of Kaluga. The main indicators of the proportions of the flora indicated a high monotypic genera. It is established that 128 genera are monotypic or include 2 species in each. This can be explained by the fact that not all zonal representatives of genera, but only some species, can be preserved in an urbanized environment that experiences sufficiently high anthropogenic loads. When studying the floristic diversity of meadow communities, two protected species of the Kaluga region and their places of growth were found-*Scabiosa ochroleuca* L. and *Dactylorhiza baltica* (Klinge) Orlova. In this paper, we use a simple measure of biological diversity-species richness or species saturation (the number of species per unit area). For the studied sites, α -diversity indicators were calculated in 2010 and 2015 twice per season-in June and August.

As a result of the research, the floristic composition and biological diversity of the studied territories of meadow communities in Kaluga were established. Floristic characteristics of the studied vegetation reflects the General regularities of formation of urban flora. The calculation of α -diversity indicators and their subsequent mathematical processing showed that, in General, urban grassland communities are characterized by impaired stability, and also experience various anthropogenic impacts that affect biodiversity indicators.

Keywords: biological diversity, meadow flora, urban meadow communities, α -diversity, Kaluga coenoflora.

References

1. Tretyakova A. S. Flora of the Yekaterinburg city, *Botanic journal*, **98**, **2**, 210 (2013).

2. Bordey R. H. flora of the urbanized environment and its features (on the example of the Surgut city), *Problems of regional ecology*, **4**, 7 (2014).
3. Dimitriev Yu. O. Ecological and coenotic analysis of partial floras of the Ulyanovsk city, *Bulletin of the Chuvash state pedagogical University named after I. Ya. Yakovlev*, **4 (84)**, 57 (2014).
4. Sklyar E. A. Studying the flora of the Kursk city by grid mapping, *Bulletin of the Voronezh state University. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy*, **2**, 90 (2016).
5. Baranova O. G. Classification of urban habitats of cities of the Udmurt Republic, *Bulletin of the Udmurt University. Biology Series. Earth Sciences*, **25, 1**, 34 (2015).
6. Levashov A. N., Sharova D. D. Adventive component of meadow communities of Vologda (In: Evolutionary and ecological aspects of the study of living matter. (Materials of the first all-Russian scientific conference. In 4 books., 2017), p. 9–18.
7. Mirkin B. M., Naumova L. G., Solomeshch A. I. *Modern science of vegetation: textbook*, 264 p.: II.P. 92. (M.: Logos, 2002).
8. Lakin G. F. *Biometrics: Textbook. Benefit for biol. Specialist. Universities*, 352 p. (Higher. school, Moscow, 1990).
9. Reshetnikova N. M. Kaluga flora: annotated list of vascular plants of the Kaluga region, 549 p. (Partnership of scientists. KMC publications, Moscow, 2010).
10. Reshetnikova N. M., Mayorov S. R., Krylov A. V. *Black book of the Kaluga region. Vascular plants*, 342 p. (LLC Vash Dom, 2019).
11. Shvetsov A. N. *Wild flora of the city of Moscow*: autoref. dis. ... kand. Biol. nauk: 03.00.05., 23 p. (Moscow, 2008).
12. Khromova T. M. Ecological and floristic monitoring of urbanized territories on the example of cities in the Oryol region, *Bulletin Of the state Nikitsky Botanical garden*, **133**, 17 (2019).
13. *Red book of the Kaluga region*: in 2 vols. 2nd ed. Vol. 1: Plant world – 536 p. (Vash Dom, Kaluga, 2015).
14. Rusanov A. M. the assessment of alpha- and beta- diversity of natural vegetation North-East of the Caspian sea, *Bulletin of the Orenburg state University*, **4 (204)**, 65 (2017).