

БОТАНИКА

УДК 581.9 (470.325)

АНАЛИЗ МОДЕЛЬНЫХ АНТРОПОГЕННО ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ ФЛОР ЮГО-ЗАПАДА СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ*

В.К. Тохтарь, О.В. Фомина

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

Исследование модельных антропогенно трансформированных флор на юго-западе Среднерусской возвышенности позволило провести сравнительный анализ их структур. Установлено, что при усилении антропогенного воздействия в структурах флор увеличивается доля ксерофильных видов, терофитов и уменьшается количество хамефитов и геофитов. Повышение значения монокарпических жизненных форм в изучаемых флорах отражает процессы общего обеднения их флористического состава, вульгаризации, космополитизации и адвентизации флор. При усилении действия антропогенных факторов прослеживается тенденция уменьшения доли видов с узкой экологической амплитудой: болотных (от 4,5 до 0,2%), водных (от 1,4 до 0,2%), степных (от 21,5 до 7,3%), лесных (от 14,2 до 0,5%) при общем увеличении количества синантропных видов. Изученные флоры с высокой степенью антропогенной трансформации характеризуются повышенным содержанием плюрирегиональных и адвентивных видов.

Ключевые слова: *антропогенная трансформация, структура, модельные флоры, юго-запад Среднерусской возвышенности.*

В свете принятия Конвенции по биоразнообразию на конференции ООН в г. Рио-де-Жанейро, а также в связи с разработкой национальной стратегии биологического разнообразия, одной из наиболее актуальных задач общества и науки становится направление эволюции жизни планеты по пути ноогенеза (антропогенеза), то есть разумного управления развитием биосферы и человечества. Основным приоритетом в этой проблеме следует считать выявление эволюционных закономерностей фитобиоты при переходе в фазу ноосферы. Очевидно, что для достижения этих целей необходимо детальное изучение особенностей формирования антропогенно

* Исследования выполнены в рамках реализации государственного задания Министерства образования и науки РФ Белгородским государственным национальным исследовательским университетом на 2013 год (проект № 5.2614.2011)

трансформированных систем биоты, а в случае изучения флоры – закономерностей ее формирования и развития.

Юго-запад Среднерусской возвышенности является одним из самых экологически неблагополучных регионов Европы. Здесь сосредоточены крупнейшие мировые запасы железной руды. Территории, отведенные под горно-обогатительные комбинаты, занимают сотни квадратных километров. Интенсивное развитие сельского хозяйства приводит к формированию широкой сети рудерализированных экотопов в регионе. Здесь развиты машиностроение, химическая промышленность, добываются мергель, мел, песок, известняки, ценные виды глины.

Исследование формирования и развития различных типов антропогенно трансформированных флор в регионе необходимо, поскольку в настоящее время требуется выявление закономерностей формирования не только региональных флор, но и составляющих их флор топологического уровня, изменения которых под влиянием комплекса факторов могут идти в разных и даже противоположных направлениях. До сих пор нет четкой, унифицированной классификации антропогенно трансформированных флор, не определена их специфика, взаимосвязь, роль в генезисе региональных флор и структурно-функциональная организация.

Целью исследования было установление особенностей формирования антропогенно трансформированных флор региона через выявление их структурной организации. Объектами исследования были модельные флоры антропогенно трансформированных экотопов юго-запада Среднерусской возвышенности, которая рассматривается нами в пределах административных границ Белгородской обл. (табл. 1). Исследования были выполнены с учетом основных методологических подходов изучения антропогенно трансформированных флор, разработанных в последнее время [1–7].

В результате проведенных экспедиционных исследований нами впервые для территории Белгородской обл. приведены следующие адвентивные виды: *Anisanta sterilis* (L.) Nevski, *Asclepias syriaca* L., *Hordeum murinum* L., *Impatiens parviflora* DC., *Oenothera depressa* Green., *Oenothera glazioviana* Micheli, *Panicum capillare* L., *Veronica polita* Fries, *Potentilla bifurca* L. Особенно интересна находка опасного карантинного вида *Cenchrus longispinus* (Hack.) Fernald в г. Белгород, который до этого был отмечен на территории России лишь в Краснодарском крае, Ростовской и Волгоградской областях. Нами также собраны виды, возможно и ранее присутствовавшие в составе флоры, но не отмеченные в конспекте флоры Белгородской обл. К ним относятся *Heracleum sosnowskyi* Manden., *Medicago* × *varia* T. Martyn, *Tribulus terrestris* L., *Viola* × *contempta* Jord. s. l.

Основные объекты флористических исследований
на юго-западе Среднерусской возвышенности

Объекты	Местонахождение	Обозначения
Заповедник «Ямская степь»	Белгородская обл., Губкинский р-н	ЯС
Заповедник «Лес на Ворскле»	Белгородская обл., пос. Борисовка	ЛВ
Субурбанофлора	Территории на стыке городов Белгородской обл. и окружающих их естественных ценозов	СУ
Урбанофлора	г. Белгород, г. Валуйки, пгт. Волоконовка	УФ
Ядро урбанофлоры	г. Белгород, г. Валуйки, пгт. Волоконовка	ЯУ
Флоры агрофитоценозов	Посевные площади сельскохозяйственных культур на территории Белгородской обл.	ФА

В ходе выполнения исследования были проанализированы структуры и особенности формирования двух типичных для региона природных (степных и лесных) локальных флор и четырех антропогенно трансформированных флор региона, структура которых детерминируется силой антропогенного воздействия. Были изучены модельные флоры природных территорий (ЛВ, ЯС), субурбанофлор (СУ), урбанофлор (УФ), собственно урбанофлоры (ЯУ) и флор агрофитоценозов (ФА).

По результатам нашего исследования изученные антропогенно трансформированные флоры юго-запада Среднерусской возвышенности включают 898 видов, 461 род и 99 семейств (табл. 2). Соотношение адвентивных и аборигенных видов в исследуемых флорах составило: ЯС – 1:0,13; ЛВ – 1:0,22; СУ – 1:0,34; УФ – 1:0,71; ЯУ – 1:0,58; ФА – 1:1. Известно, что антропогенно трансформированные флоры по сравнению с естественными флорами характеризуются уменьшением этого показателя. Эта тенденция проявляется и для исследованных нами флор. С повышением антропогенного воздействия уменьшается доля апофитов случайных и возрастает доля адвентивных видов растений. Однако процентное содержание гемиапофитов во всех флорах остается примерно одинаковым.

Таким образом, анализ различных типов антропогенно трансформированных флор на юго-западе Среднерусской возвышенности свидетельствует о том, что природные флоры в основном формируются за счет апофитов случайных (ЯС – 44,0%, ЛВ – 40,3%, СУ – 38,4%) и гемиапофитов (ЯС – 34,6 %, ЛВ – 29,7%, СУ – 27,3%). В антропогенно трансформированных флорах ведущая роль принадлежит адвентивным растениям (УФ – 41,5%, ЯУ – 36,8%,

ФА – 50,4%). Вдоль усиления антропогенного градиента происходит снижение доли апофитной фракции флоры (с 88,4 в ЯС до 49,6 % в ФА) и увеличение количества адвентивных видов (с 11,6 в ЯС до 50,4% в ФА).

Таблица 2

Роль разных фракций в антропогенно трансформированных флорах юго-запада Среднерусской возвышенности

Фракции	Флоры											
	ЯС		ЛВ		СУ		УФ		ЯУ		ФА	
	число видов	%	число видов	%	число видов	%	число видов	%	число видов	%	число видов	%
Апофиты случайные	121	44,0	182	40,3	250	38,4	96	16,7	2	1,0	6	2,1
Гемиапофиты	95	34,6	134	29,7	178	27,3	171	29,8	71	38,4	83	29,2
Эвапофиты	27	9,8	54	12,0	57	8,8	69	12,0	44	23,8	52	18,3
Адвентивные	32	11,6	81	18,0	166	25,5	238	41,5	68	36,8	143	50,4

Наряду с флористическим богатством, уровень которого определяется числом таксономических рангов различного уровня, важнейшей качественной характеристикой флоры является ее систематическая структура.

В исследуемых флорах большинство семейств, родов и видов представляют покрытосеменные растения, среди которых подавляющее большинство принадлежит двудольным (табл. 3). Сосудистые споровые и голосеменные виды в наибольшем количестве представлены в субурбановфлоре и составляют в общей сложности 4,8% семейств, 1,2% родов, 1,2% видов. В целом, систематическая структура изученных флор типична для Палеарктики, а преобладание покрытосеменных, в частности двудольных, является характерной чертой современного этапа флорогенеза.

В исследуемых флорах среднее количество видов на одно семейство составляет: ЯС – 6,7 видов, ЛВ – 6,4, СУ – 7,8, УФ – 7,5, ЯУ – 4,5, ФА – 6,8 видов. Соотношение видов однодольных и двудольных: ЯС – 1:6,4, ЛВ – 1:4,2, СУ – 1:4,1, УФ – 1:5, ЯУ – 1:4,9, ФА – 1:4,9. Характерной чертой изученных флор является преобладание в видовом составе небольшого числа семейств, на долю которых приходится свыше 72 % видов от их общего количества. Однако количественно преобладают семейства с небольшим числом видов.

Результаты проведенного анализа свидетельствуют о том, что основное видовое богатство сосредоточено в первых 15 семействах (табл. 4). В таксономической структуре изученных флор на долю десяти ведущих семейств приходится разное количество видов: ЯС – 70,8%, ЛВ – 61,2%, СУ – 61,3%, УФ – 62,2%, ЯУ – 70,3%, ФА – 72,9%.

Систематическая структура антропогенно трансформированных флор юго-запада Среднерусской возвышенности

Таксоны	Флоры											
	ЯС		ЛВ		СУ		УФ		ЯУ		ФА	
	число видов	%	число видов	%	число видов	%	число видов	%	число видов	%	число видов	%
отдел Equisetophyta												
Семейство	1	2,4	1	1,4	1	1,2	1	1,3	1	2,4	1	2,4
Род	1	0,6	1	0,4	1	0,3	1	0,3	1	0,7	1	0,6
Вид	1	0,4	1	0,2	4	0,6	2	0,3	1	0,5	2	0,7
отдел Polypodiophyta												
Семейство	0	0	2	2,8	2	2,4	0	0	0	0	0	0
Род	0	0	3	1,1	2	0,6	0	0	0	0	0	0
Вид	0	0	5	1,1	3	0,5	0	0	0	0	0	0
отдел Pinophyta												
Семейство	0	0	1	1,4	1	1,2	1	1,3	0	0	0	0
Род	0	0	1	0,4	1	0,3	1	0,3	0	0	0	0
Вид	0	0	1	0,2	1	0,1	1	0,2	0	0	0	0
отдел Magnoliophyta												
Семейство	40	97,6	67	94,4	80	95,2	75	97,4	40	97,6	41	97,6
Род	173	99,4	275	98,1	357	98,8	335	99,4	135	99,3	165	99,4
Вид	274	99,6	444	98,5	643	98,8	571	99,5	184	99,5	282	99,3
класс Magnoliopsida												
Семейство	36	87,8	56	78,9	66	78,6	64	83,1	35	85,4	39	92,8
Род	145	83,3	230	82,1	291	80,6	281	83,4	114	83,8	138	83,1
Вид	237	86,1	359	79,6	517	79,4	476	82,9	153	82,7	234	82,4
класс Liliopsida												
Семейство	4	9,8	11	15,5	14	16,6	11	14,3	5	12,2	2	4,8
Род	28	16,1	45	16,0	66	18,2	54	16,0	21	15,5	27	16,3
Вид	37	13,5	85	18,9	126	19,4	95	16,6	31	16,8	48	16,9

Доминирование немногих семейств является характерной чертой синантропной флоры. Спектр семейств, отражающий их состав и последовательность расположения в структурах флор, лишь в верхней части соответствует бореальным флорам. Семейства, занимающие с третьего по седьмое места, несмотря на несколько иное расположение, в целом соответствуют спектрам ведущих семейств, характерным для флор Древнего Средиземноморья. Это свидетельствует о более южном характере изученных флор, что свойственно всем синантропным флорам [1; 6]. При общем сходстве таксономической структуры исследуемые флоры все же имеют некоторые специфические черты. Например, в десятку ведущих семейств флоры агрофитоценозов, формирующейся в регионе, входит семейство *Chenopodiaceae*, которое является типичным представителем пустынных флор. Высокое положение семейства *Brassicaceae* в структуре всех исследуемых флор,

кроме ЯС, по-видимому, объясняется большим количеством адвентивных видов, входящих в его состав. Они происходят из ксерических местообитаний Средиземноморско-Ирано-Туранской области, что свидетельствует о высокой степени нарушенности изучаемых флор. К наименее трансформированным относится флора ЯС, в которой семейство *Brassicaceae* занимает лишь 11 место. *Liliaceae*, одно из наиболее характерных семейств локальных флор Древнего Средиземноморья, лишь в «степной флоре» входит в состав десяти ведущих семейств спектра, а в остальных изученных нами флорах занимает места с 11 по 15.

Таблица 4
Спектр семейств антропогенно трансформированных флор юго-запада Среднерусской возвышенности

Семейство	Флоры											
	ЯС		ЛВ		СУ		УФ		ЯУ		ФА	
	ранг	число видов	ранг	число видов	ранг	число видов	ранг	число видов	ранг	число видов	ранг	число видов
<i>Asteraceae</i>	1	48	1	60	1	103	1	101	1	40	1	49
<i>Poaceae</i>	3	23	2	45	2	67	2	59	2	24	2	42
<i>Fabaceae</i>	2	32	3	30	3	44	4	34	3-4	14	4	22
<i>Brassicaceae</i>	11	7	6	22	5	34	3	38	3-4	14	3	25
<i>Lamiaceae</i>	4	22	4	25	6	30	6	26	5-7	7	6	14
<i>Apiaceae</i>	8-9	12	9-10	15	7-8	23	7	22	8-9	6	10	9
<i>Rosaceae</i>	6	15	5	23	4	35	5	28	5-7	7	12-13	5
<i>Caryophyllaceae</i>	10	10	7	21	7-8	23	10	16	8-9	6	8-9	10
<i>Ranunculaceae</i>	7	13	9-10	15	9	21	13	11	12-14	3	–	–
<i>Scrophulariaceae</i>	5	16	8	20	10-11	19	11-12	14	12-14	3	12-13	5
<i>Boraginaceae</i>	12	5	12	13	13-14	14	9	17	10-11	5	8-9	10
<i>Liliaceae</i>	8-9	12	13-14	12	13-14	14	14-15	10	12-14	3	11	6
<i>Polygonaceae</i>	13	4	13-14	12	12	15	8	16	5-7	7	5	15
<i>Chenopodiaceae</i>	–	–	–	–	15	9	11-12	14	10-11	5	7	11
<i>Cyperaceae</i>	14	2	11	14	10-11	19	14-15	10	15	2	–	–

Важной характеристикой антропогенно трансформированных флор является их структура по отношению видов к среде жизни. Подавляющее большинство видов в изученных флорах относится к группе аэропедофитов: от 70,5 в СУ до 91,9% в ЯУ. Это вполне объяснимо, поскольку нами анализировались равнинные флоры. Доля видов, тяготеющих к водной среде, в изучаемых флорах варьирует, так как напрямую связана с наличием водных экотопов. Наименьшее количество водных и болотных растений нами отмечено для ЯС, ЯУ и

ФА (0,7, 2,2 и 1,7% соответственно). В этих же флорах наблюдается повышение роли всех групп ксерофитов в структуре флор. Также во всех изучаемых флорах велика роль стенофитных видов, предпочитающих произрастание на специфических субстратах. Кальцефиты преобладают в менее нарушенных флорах: в ЯС на их долю приходится 11,3%, в СУ – 5,5%. Количество псаммофитов в изучаемых флорах составляет от 3,2 в ЯУ до 9,2% в СУ. Это говорит о достаточно высоком разнообразии структур флор по среде жизни.

Общей чертой всех исследуемых флор является преобладание гемикриптофитов и терофитов. Гемикриптофиты наиболее представлены во флоре ЯС (60,7%). В структуре этой флоры заметно значительное снижение роли терофитов (11,3%) по сравнению с другими флорами. Эти признаки типичны для структур остепненных флор. В ЛВ и СУ это соотношение несколько меняется в пользу терофитов. В УФ гемикриптофиты и терофиты занимают примерно одинаковое положение в спектре жизненных форм (36,4 и 31,2% соответственно). ЯУ формируется за счет адвентивных и сорных видов, поэтому доля терофитов здесь составляет 33,0%. Наибольшее количество терофитов характерно для ФА (48,9%), что связано со специфическими условиями данных местообитаний: регулярной вспашкой, прополкой, обработкой гербицидами и присутствием однолетних культивируемых видов.

Доминирование в природных и квазиприродных флорах гемикриптофитов отражает зональный характер региональной флоры, на фоне которой они формируются. Увеличение роли терофитов во флорах характеризует повышение степени антропогенной трансформации флор, что связано с наличием открытых нарушенных местообитаний и, как следствие этого, с уменьшением конкуренции со стороны других видов, а также увеличением числа адвентивных видов, среди которых большинство также относится к терофитам.

Таким образом, анализ модельных флор региона свидетельствует о том, что при усилении антропогенного воздействия в их структурах увеличивается доля ксерофильных видов (ЛВ – 49,4%, СУ – 54,9%, УФ – 60,0%, ЯУ – 63,8%, ФА – 71,5%). Присутствие групп видов, приуроченных к разнообразным природным и антропогенным местообитаниям подтверждает представления о достаточно высоком разнообразии экотопов на территориях, в пределах которых формируются антропогенно трансформированные флоры. С повышением антропогенной нагрузки в структурах флор возрастает доля терофитов (ЯС – 11,3%, ЛВ – 20,8%, СУ – 21,9%, УФ – 31,2%, ЯУ – 33,0%, ФА – 48,9%) и уменьшается количество хамефитов и геофитов (соответственно ЯС – 4,7 и 8,0%, ЛВ – 1,8 и 6,7%, СУ – 3,1 и 5,4%, УФ – 2,8 и 5,2%, ЯУ – 1,6 и 4,9%, ФА – 0,4 и 4,9%). Повышение значения

монокарпических жизненных форм в изучаемых флорах отражает общее обеднение их флористического состава, процессы вульгаризации, космополитизации и адвентизации флор.

Кроме того, при усилении действия антропогенных факторов прослеживается тенденция уменьшения доли видов с узкой экологической амплитудой: болотных (от 4,5 до 0,2%), водных (от 1,4 до 0,2 %), степных (от 21,5 до 7,3%), лесных (от 14,2 до 0,5%). При этом происходит увеличение количества синантропных видов в ряду ЯС (23,2%), ЛВ (26,3%), СУ (30,3%), УФ (46,7%), ЯУ (50,8%), ФА (60,9%). Изученные флоры с высокой степенью антропогенной трансформации характеризуются повышенным содержанием плюрирегиональных и адвентивных видов.

Список литературы

1. *Бурда Р.И.* Антропогенная трансформация флоры. Киев: Наук. думка, 1991. 169 с.
2. *Бурда Р.И.* Биологическое разнообразие фитобиоты в антропогенно преобразованных ландшафтах (проблема и опыт изучения) // Ботаника и микология на пути в третье тысячелетие. Киев: Изд-во Ин-та ботаники им. Н.Г. Холодного, 1996. С. 119–126.
3. *Бурда Р.И.* Критерии адаптации региональной флоры к антропогенному влиянию // Материалы 4-го раб. совещ. по сравнительной флористике. СПб., 1998. С. 260–272.
4. *Ильминских Н.Г.* Флорогенез в условиях урбанизированной среды (на примере городов Вятско-Камского края): автореф. дис. ... д-ра биол. наук. СПб., 1993. 36 с.
5. *Ишибирдин А.Р.* Эколого-географические закономерности формирования синантропных флор и растительности селитебных территорий России: дис. ... д-ра биол. наук. М., 2001. 294 с.
6. *Протопопова В.В.* Синантропная флора и пути ее развития. Киев: Наук. думка, 1991. 204 с.
7. *Тохтарь В.К.* Прогнозирование формирования флор техногенных экотопов в степной зоне // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия Естественные науки. 2010. Вып. 12, № 15 (86). С. 13–19.

**ANALYSIS OF MODEL ANTHROPOGENICALLY TRANSFORMED
FLORAS IN THE SOUTH-WEST OF MIDDLE RUSSIAN UPLAND**

V.K. Tokhtar , O.V. Fomina

Belgorod State National Research University

The research of model anthropogenically transformed floras in the south-west of Middle Russian Upland allowed to carry out a comparative analysis of their structures. It is established that the increase of anthropogenic influence on the structures lead to reduction of the number of therophytes, hamephytes and geophytes. The value of monocarpic life forms in the studied floras is increasing. It reflects the processes of the total depletion of their floristic composition, vulgarization, and cosmopolitanization of floras. At the strengthening of anthropogenic factors action there is a tendency of reduction of the species proportion with narrow ecological amplitude: marsh (from 4.5 to 0.2 %) , water (from 1.4 to 0.2%), steppe (from 21.5 up to 7.3 %) , forest (from 14.2 to 0.5 %), with an overall increase of sinanthropic species. The studied floras with a high degree of anthropogenic transformation are characterized by high content of common weed and invasive species.

Keywords: *anthropogenic transformation, structure, model flora, southwest of Middle Russian Upland.*

Об авторах:

ТОХТАРЬ Валерий Константинович—доктор биологических наук, директор ботанического сада НИУ «Белгородский государственный университет», 308015, Белгород, ул. Победы, д. 85, e-mail: tokhtar@bsu.edu.ru

ФОМИНА Ольга Владимировна—научный сотрудник ботанического сада НИУ «Белгородский государственный университет», 308015, Белгород, ул. Победы, д. 85, e-mail: fominolya@mail.ru