

С.П. Жуков, С.А. Приходько, О.М.Шевчук

К ВОПРОСУ ОБ АДАПТАЦИИ ФЛОР К АНТРОПОГЕННОМУ ВЛИЯНИЮ

юго-восток Украины, флора, антропогенная трансформация, адаптация, бассейн реки, пастбища, отвалы шахт

Антропогенез стал одним из основных факторов, который непосредственно и существенно влияет на природный ход флоро- и филогенеза. По своему значению в Донбассе, развитом промышленном регионе в процессах развития флоры он даже важнее многих природных факторов. Поэтому всестороннее изучение процессов адаптации флоры к антропогенному влиянию является наиболее актуальной задачей современной флористики.

Целью исследований было изучение процессов структурной адаптации флор различного уровня к антропогенной нагрузке на юго-востоке Украины. Объектами исследований были выбраны флора бассейна малой реки (естественная флора), флора пастбищ (полуестественная) и флора отвалов шахт (антропогенно трансформированная). Бассейн реки – целостная система и поэтому его флору необходимо рассматривать как единый флористический комплекс, организующей основой которого является функциональность реки. В бассейне реки отражается весь набор характерных для данной местности типов экотопов, которые и являются ареной формирования основных флороценотипов региональной флоры. Бассейн р. Казенный Торец, как и другие равнинные бассейны, не имеет значительной автономности, но охватывает все экотопологическое разнообразие как в продольном, так и в поперечном профилях [4, 5]. Флора пастбищ как система всех популяций видов, произрастающих в пределах антропогенно нарушенных экотопов и находящихся под сезонным пастбищным влиянием, представляет собой антропотолерантный вариант региональной флоры, который объединяет фрагменты двух типов ее антропогенной трансформации - обедненные флоры, способные восстанавливаться, и окультуренные флоры полуприродных экотопов, обязательным компонентом которых являются культурные или интродуцированные растения [1, 7–9]. Флора породных отвалов угольных шахт как система популяций видов, спонтанно поселившихся на отвалах, является одной из наиболее трансформированных среди флор антропогенных экотопов, поскольку формируется заново в неоекотопах [3]. Значительное влияние на ее генезис оказывают флора техногенных экотопов и урбанofлора [1].

Теоретической основой и методологической предпосылкой исследований явилось принятие понятия флоры как совокупности (системы) местных географических популяций всех видов растений, которая имеет иерархическую структуру [10]. Под адаптацией флоры к антропогенному влиянию принимаем “совокупность реакций системы, поддерживающих ее функциональную устойчивость при изменении условий среды, окружающих эту систему” [6, с. 14]. Для изучения этих процессов проводили сравнительный анализ таксономической и типологической структур выбранных флор, строили дендриты сходства, проводили анализ участия парциальных флор и типов антропогенной трансформации флоры [1] с использованием прикладной программы «Антропогенна трансформація флори» [2].

Флора бассейна р. Казенный Торец включает 964 вида из 418 родов и 96 семейств и является наиболее репрезентативной по отношению к региональной флоре. Флора пастбищ, значительно уступая ей по площади, за счет островного эффекта почти равна ей по разнообразию и включает 726 видов из 327 родов и 65 семейств, что составляет 38, 54 и 52 % соответствующей категории

© С.П. Жуков, С.А. Приходько, О.М.Шевчук, 2004

таксонов региональной флоры. На отвалах угольных шахт выявлено 234 вида самопоселяющихся растений, которые относятся к 159 родам и 41 семейству. Значительно меньшее количество видов во флоре отвалов, на наш взгляд, можно объяснить как низким разнообразием экотопов и размером площади, так и меньшим периодом формирования флоры отвалов шахт. Увеличение биоразнообразия из-за островного эффекта не так значительно, как на пастбищах, и по систематическому разнообразию флора отвалов заметно уступает другим анализируемым флорам, что и свидетельствует о высокой степени ее антропогенной трансформации.

Важнейшей характеристикой любой флоры является ее систематическая структура (табл.1). При изучении систематической структуры анализируемых флор были построены дендриты сходства. По семействам и по родам они имеют сходную форму: флоры р. Казенный Торец и пастбищ объединяются при уровне сходства 0,75–0,62, а флора отвалов по семействам оказывается ближе к флоре р. Казенный Торец (0,5 и 0,45 – с пастбищами), а при сравнении по родам флора отвалов несколько ближе к пастбищам (0,36 по сравнению с 0,35) (рисунок).

Соотношение семейств в ряду флор изменяются от флоры р. Казенный Торец к флоре отвалов шахт. В первой десятке появляются семейства *Boraginaceae* и *Polygonaceae*. Семейства *Chenopodiaceae* и *Caryophyllaceae* занимают заметно более высокие места, чем в других флорах. То есть при возрастании антропогенной нагрузки большую роль начинают играть семейства, которые содержат значительное количество синантропных и рудеральных видов с широкой экологической амплитудой. Во флоре отвалов это объясняется большой долей площади отвалов, растительность на которых находится в начальных этапах формирования. Подобная картина наблюдается и в родовом спектре (табл. 1).

Результаты сравнительного анализа типологической структуры изучаемых флор позволили установить, что с возрастанием антропогенного влияния в ряду от флоры р. Казенный Торец к флоре отвалов увеличивается доля гемикриптофитов и терофитов, травянистых мало- и однолетников, растений со стержневыми корневыми системами и за счет корневищных видов возрастает доля растений без специализированных подземных побегов, а за счет видов, специализирующихся на специфических субстратах, происходит увеличение аэропедофитов (табл. 2). В распределении видов по водному режиму на отвалах уменьшается представленность гидрофитных элементов, а в остальном примерно соответствует распределению видов на пастбищах и немного смещен в сторону ксерофитов относительно флоры р. Казенный Торец.

Соотношение флороценотивов в изучаемых флорах указывает на степень их антропогенной трансформации, о чем свидетельствует возрастание доли синантропных видов от флоры р. Казенный Торец (19%) к флоре пастбищ (21%) и флоре отвалов (36%) (табл. 3). В то же время на отвалах высокая и доля степных видов (при их меньшем количестве), то есть сказывается влияние природно-климатических условий и то, что развитие растительности идет по зональному типу. Во флоре Казенного Торца меньше доля степных видов, чем на пастбищах и отвалах, но собственно степных видов намного больше как в абсолютном, так и в относительном выражении. Это можно связать с наличием слабонарушенных природных сообществ, в то время как на пастбищах и отвалах развиваются вторичные степные сообщества. Несмотря на наличие засоленности субстрата отвалов, доля и количество видов галофитного флороценотива уменьшается. То же справедливо и для других специализированных флороценотивов (петрофитный и псаммофитный флороценотивы), несмотря на грубый механический состав исходного почвенного субстрата на отвалах шахт.

При сравнении типологической структуры данных флор заметна такая тенденция: от флоры бассейна р. Казенный Торец через флору степных пастбищ к флоре отвалов шахт часто происходит постепенное снижение количества видов, например, по таким элементам, характерным для трансформированных флор, как одно- и малолетники, аэропедофиты и т.п.,

Таблица 1. Таксономическая структура флор бассейна р. Казенный Торец, степных пастбищ и отвалов угольных шахт

Параметры	Флора		
	бассейн р. Казенный Торец	пастбищ	отвалов шахт
Количество семейств	96	65	41
родов	418	327	159
видов	964	726	324
Семейства	ранг (количество видов)		
<i>Asteraceae</i>	1 (141)	1 (115)	1 (55)
<i>Poaceae</i>	2 (81)	2 (83)	2 (25)
<i>Brassicaceae</i>	3-4 (58)	3 (54)	3 (19)
<i>Lamiaceae</i>	3-4 (58)	5 (42)	6 (14)
<i>Fabaceae</i>	5 (51)	4 (45)	7-8 (11)
<i>Rosaceae</i>	6 (47)	7 (27)	7-8 (11)
<i>Caryophyllaceae</i>	7 (46)	6 (41)	4 (16)
<i>Chenopodiaceae</i>	8 (36)	9 (24)	5 (15)
<i>Scrophulariaceae</i>	9 (34)	8 (30)	9 (8)
<i>Apiaceae</i>	10 (29)	10 (21)	12-13 (4)
Рода	ранг (количество видов)		
<i>Galium</i>	1-3 (17)	1-4 (12)	22-46 (2)
<i>Rosa</i>	1-3 (17)	5 (11)	47-159 (1)
<i>Veronica</i>	1-3 (17)	1-4 (12)	-
<i>Artemisia</i>	4 (14)	8 (9)	1-8 (4)
<i>Potentilla</i>	5 (12)	1-4 (12)	9-21 (2)
<i>Centaurea</i>	6-7 (11)	1-4 (12)	47-159 (1)
<i>Carex</i>	6-7 (11)	19-30 (6)	-
<i>Trifolium</i>	8-10 (10)	8-9 (9)	22-46 (2)
<i>Viola</i>	8-10 (10)	31-34 (5)	47-159 (1)
<i>Euphorbia</i>	8-10 (10)	19-30 (6)	22-46 (2)
<i>Hieracium</i>	11-17 (9)	19-30 (6)	1-8 (4)
<i>Plantago</i>	11-17 (9)	10-11 (8)	1-8 (4)
<i>Chenopodium</i>	11-17 (9)	35-47 (4)	1-8 (4)
<i>Rumex</i>	18-22 (8)	19-30 (6)	1-8 (4)
<i>Atriplex</i>	18-22 (8)	12-18 (7)	9-21 (3)
<i>Salvia</i>	18-22 (8)	19-30 (6)	9-21 (3)
<i>Astragalus</i>	23-27 (7)	6-7 (10)	-
<i>Senecio</i>	23-27 (7)	19-30 (6)	9-21 (3)
<i>Stipa</i>	28-36 (7)	6-7 (10)	-
<i>Festuca</i>	28-36 (6)	10-11 (8)	47-159 (1)
<i>Poa</i>	28-36 (6)	34-45 (4)	1-8 (4)
<i>Achillea</i>	28-36 (6)	19-30 (6)	9-21 (3)
<i>Gypsophila</i>	37-48 (5)	48-80 (3)	1-8 (4)

Таблица 2. Типологическая структура флор бассейна р. Казенный Торец, степных пастбищ и отвалов угольных шахт

Основные элементы	Флора		
	бассейн р. Казенный Торец	пастбищ	отвалов шахт
Общий габитус и продолжительность жизненного цикла:			
деревья	20 (2) *	2 (1)	9 (3)
кустарники и кустарнички	52 (5)	25 (3)	8 (3)
полукустарники и полукустарнички	46 (5)	37 (5)	9 (4)
травянистые поликарпики	534 (56)	392 (54)	98 (42)
малолетники	99 (10)	93 (13)	42 (18)
однолетники	213 (22)	170 (24)	68 (30)
Структура надземных побегов:			
безрозеточная	627 (65)	428 (60)	154 (66)
полурозеточная	293 (30)	263 (36)	74 (32)
розеточная	44 (5)	29 (4)	6 (3)
Структура подземных побегов:			
каудексовые	223 (23)	166 (23)	59 (25)
короткокорневищные	229 (24)	146 (20)	35 (15)
длиннорневищные	134 (13)	98 (14)	29 (12)
луковичные	27 (3)	29 (3)	-
без специализированных подземных побегов	351 (37)	292 (40)	111 (47)
Структура корневой системы:			
стержневая	503 (52)	403 (56)	154 (66)
кистевая	293 (31)	282 (29)	47 (20)
стерженекистевая	157 (16)	99 (14)	31 (13)
растения без корня	11 (1)	6 (1)	2 (1)
По отношению к среде жизни:			
аэропедофиты	731 (76)	569 (79)	201 (86)
аэрогидропедофиты	48 (5)	36 (5)	11 (5)
псаммофиты	75 (8)	37 (5)	9 (4)
литофиты	69 (7)	67 (9)	10 (4)
галофиты	14 (1,5)	7 (1)	1 (0,5)
гидрофиты	6 (0,5)	-	-
эпифиты	20 (2)	4 (1)	1 (0,5)
Система биологических типов по Раункиеру:			
фанерофиты	74 (8)	29 (4)	18 (8)
хамефиты	54 (6)	41 (6)	7 (3)
гемикриптофиты	371 (38)	309 (43)	108 (46)
гелофиты/гидрофиты	49 (5)	13 (2)	-
терофиты	215 (22)	172 (24)	69 (30)
По отношению к водному режиму:			
эксерофиты	54 (5)	62 (8)	21 (9)
мезоксерофиты	211 (22)	196 (27)	58 (25)
ксеромезофиты	320 (33)	266 (37)	85 (36)
эумезофиты	253 (26)	145 (20)	54 (23)
гидромезофиты	64 (7)	35 (5)	11 (5)
мезогидрофиты	26 (3)	10 (1)	2 (1)
гигрофиты	27 (3)	-	-
гидрофиты	11 (1)	6 (1)	-

* Количество видов, в скобках - проценты

Таблица 3. Эколого-ценотическая структура флор бассейна р. Казенный Торец, степных пастбищ и отвалов угольных шахт

Флороценотип	Флора		
	бассейн р. Казенный Торец	пастбищ	отвалов шахт
Неморальнолесной	168 (17)*	43 (5)	43 (5)
кверцетальный	112 (12)	24 (3)	24 (3)
Степной	287 (30)	282 (40)	282 (40)
собственностепной	250 (26)	84 (12)	84 (12)
петрофитностепной	28 (3)	34 (5)	34 (5)
псаммофитностепной	8 (1)	10 (1)	10 (1)
Петрофитный	66 (7)	58 (8)	58 (8)
эврипетрофильный	27 (3)	27 (4)	27 (4)
кальцепетрофитный	39 (4)	22 (3)	22 (3)
силикопетрофитный	–	7 (1)	7 (1)
Псаммофитный	30 (3)	30 (4)	30 (4)
эврипсаммофитный	26 (2)	24 (3)	24 (3)
приречной	4 (1)	4 (0,5)	4 (0,5)
приморский	–	4 (0,5)	4 (0,5)
Луговой	96 (10)	85 (12)	85 (12)
эврилуговой	82 (7)	18 (3)	18 (3)
пойменнолуговой	11 (2)	11 (2)	11 (2)
остепеннолуговой	6 (1)	7 (1)	7 (1)
Галофитный	51 (5)	43 (7)	43 (7)
солончаковолуговой	39 (4)	36 (5)	36 (5)
собственносолончаковый	12 (1)	7 (1)	7 (1)
Болотный	41 (4)	26 (4)	26 (4)
Гидрофитный	43 (5)	–	–
Синантропный	181 (19)	150 (21)	150 (21)
сегетальный	79 (8)	50 (7)	50 (7)
рудеральный	40 (4)	45 (7)	45 (7)
урбанизированный	11 (1)	–	–

* Количество видов, в скобках – процент от общего числа видов

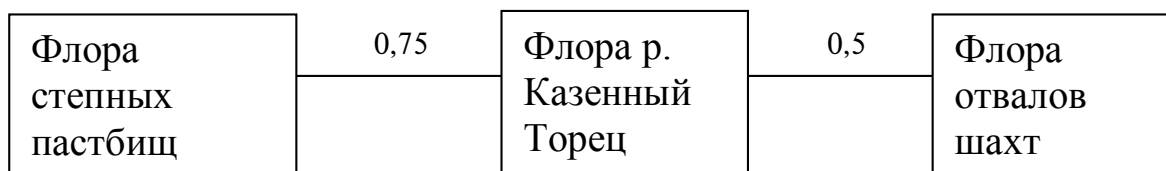


Рисунок. Дендрит сходства систематической структуры флор по семействам.
Цифры над линиями показывают уровень сходства.

связанное с уменьшением общего количества видов во флорах, но процентное их содержание при этом возрастает. Для элементов, которые более характерны для структуры природных флор, наблюдается гораздо более резкое снижение количества видов, сопровождаемое снижением и их доли во флорах.

При кластерном анализе взаимоотношений изучаемых флор по данным типологического анализа получается дендрограмма, в которой флоры бассейна реки Казенный Торец и пастбищ объединяются в один кластер на уровне сходства 0,67, а флора отвалов угольных шахт присоединяется к ним при уровне сходства 0,39, то есть наблюдается та же тенденция взаимоотношений флор, что и при анализе их систематической структуры.

Таким образом, изучаемые флоры представляют собой ряд объектов, расположенных в дендрите по степени возрастания их антропогенной трансформации. Сравнение систематической и типологической структуры флор по градиенту антропогенного влияния позволило установить основные процессы их адаптации: обеднение видового состава, обеднение спектров семейств и родов. Анализ типологической структуры флор позволил выявить существенное возрастание доли синантропофитона с увеличением антропогенной нагрузки. Полученные данные говорят о том, что обеднение, унификация и синантропизация являются не только характерной чертой антропогенно трансформированных флор [1], но, возможно, и механизмом адаптации флор к антропогенному влиянию.

При рассмотрении состава и структуры представленных флор, заметно, что процесс адаптации флор сопровождается уменьшением общего количества видов за счет стенотопных видов, а занос адвентивных видов и видов сопредельных флор не компенсирует этого.

Использование автоматизированной базы данных флоры региона [2] позволяет также провести анализ участия парциальных флор и флор различных типов антропогенной трансформации региональной флоры в образовании рассматриваемых флор. Так, во флоре отвалов повышается доля видов, встречающихся во всех типах антропогенно трансформированных флор. В ряду флор от флоры бассейна р. Казенный Торец через флору пастбищ к флоре отвалов эта доля составляет $42,7 > 22,7 > 17,7$ %. Если вычесть долю повсеместных видов, то получим ряды для видов: окультуренных флор - $26,5 > 26 > 30$ %; урбанофлор - $66,4 > 64,2 > 54$ %; флор агрофитоценозов - $7,7 > 7,5 > 10$ %; флор техногенных экотопов - $15 > 14,8 > 21$; природно-заповедного фонда - $71 > 70 > 49$ %; обедненных флор - $79,2 > 74,5 > 56$. При анализе парциальных флор отсутствуют специфические виды флор природно-заповедного фонда и всего 2 вида, специфических для обедненных флор (13 и 30 во флорах пастбищ и бассейна р. Казенный Торец), а также на отвалах практически отсутствуют специфические виды парциальных флор, то есть эта флора является наиболее антропогенно трансформированной и, соответственно, унифицированной из всех представленных флор.

Таким образом, выявлена разная степень трансформированности изученных флор под антропогенным влиянием. Это позволило проследить на этих объектах процесс адаптации флор к такому влиянию и выявить его специфические черты на уровне структурных элементов. Установлено, что усиление антропогенного воздействия в ряду изученных флор от флоры бассейна р. Казенный Торец через флору степных пастбищ к флоре отвалов шахт сопровождается уменьшением видового богатства, уменьшением разнообразия структурных элементов в результате исчезновения части относительно стенотопных видов, местообитания которых разрушаются, и замены этих видов синантропными, неспециализированными, экологически или эволюционно приспособленными к новым условиям.

1. Бурда Р.И. Антропогенная трансформация флоры. – Киев: Наук. думка, 1991. – 167 с.
2. Бурда Р.И., Остапко В.М. Автоматизированная база данных флоры юго-востока Украина // Интродукция и акклиматизация растений – 1993. – Вып. 20. – С. 3-11.
3. Жуков С. П Про напрям антропогенної сукцесії рослинності відвалів вугільних шахт Донбасу // Укр. ботан. журн. – 1999. – 56, № 3. – С. 254-249.
4. Приходько С.А. К изучению флоры бассейна Казенного Торца // Интродукция и акклиматизация растений. – 1993. – Вып. 20. – С. 42 – 47.
5. Приходько С.А., Бурда Р.И. Флоросоциологична роль басейну Казенного Торця // Укр. ботан. журн. – 1994. – 51, № 4. – С. 127-136.
6. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.
7. Шевчук О.М., Бурда Р.И., Юрченко И.Т. Роль синантропной флоры пашовищ у сучасному флорогенезі // Укр. ботан. журн. – 1998. – 55, № 1 – С.13-20.
8. Шевчук О.М., Юрченко И.Т. Сукцессионный статус видов в антропогенно измененных флорах // Интродукция и акклиматизация растений – 1998. – Вып.30. – С.125-137.
9. Юрченко И.Т., Шевчук О.М. Відновлення біорізноманітності степових пасовищ на південному сході України // 36. доп. наук.-практ. конф. “Донбас-2020: Охорона довкілля та екологічна безпека”. – Донецьк: Б.и., 2001. – Т.2. – С. 110-114.
10. Юрцев Б.А. Флора как базовое понятие флористики: содержание, понятие, подходы к изучению // Теорет. и метод. пробл. сравнит. флористики. – Л.: Наука, 1987. – С. 13-28.

Донецкий ботанический сад НАН Украины

Получено 02.03.04

УДК 581.522.4:581.524.3

К ВОПРОСУ О АДАПТАЦИИ ФЛОР К АНТРОПОГЕННОМУ ВЛИЯНИЮ

С.П. Жуков, С.А. Приходько, О.М. Шевчук

Донецкий ботанический сад НАН Украины

Проведен сравнительный анализ систематической и типологической структур флор с различной степенью трансформированности: флоры бассейна реки Казенный Торец, флоры пастбищ и флоры породных отвалов шахт. Усиление антропогенного воздействия от флоры р. Казенный Торец через флору степных пастбищ к флоре отвалов шахт сопровождается прогрессирующим уменьшением видового разнообразия, изменением систематической структуры, уменьшением разнообразия структурных элементов и заменой видов, приспособленных к определенным факторам, на синантропные и заносные виды, приспособленные к определенному антропогенному воздействию. Рассмотрены процессы адаптации флор к антропогенному влиянию на уровне структурных элементов и выявлены основные тенденции изменения структуры флор.

UDC 581.522.4:581.524.3

ON THE QUESTION OF FLORAS ADAPTATION TO ANTHROPOGENIC IMPACT

Zhukov S.P., Prikhodko S.A., Shevchuk O.M.

Donetsk Botanical Gardens, Nat. Acad. Sci. of Ukraine

Comparative analysis of systematic and typologic structure of floras with different transformation extent has been conducted: the analysis of Kazennyi Torets river basin flora, pastures flora and mine rock dumps flora. The increase of anthropogenic impact starting from flora of Kazennyi Torets river basin through steppe pastures flora to mine dumps flora is accompanied by progressive decrease of specific diversity, by the change of systematic structure, the decrease of structural elements and by replacement of species adapted to certain factors by synanthropic and adventitious species adapted to certain anthropogenic impact. The processes of floras adaptation to anthropogenic impact have been investigated at the level of structural elements. The basic tendencies of floras structure variation have been revealed.