

УДК 581.9

## ЭВОЛЮЦИЯ И ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ФИТОБИОТЫ ПРИ АНТРОПОГЕННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ В СТЕПНОЙ И ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНАХ<sup>1</sup>

© 2012 г. В.К. Тохтарь, А.Н. Петин

*Белгородский государственный университет*

Поступила в редакцию 04.08.2011 г.

В статье рассмотрены вопросы антропогенной эволюции фитобиоты степи и лесостепи. Выявлены основные этапы формирования флор при антропогенном воздействии, классифицированы разные типы флор в зависимости от степени их антропогенной трансформации, разнообразия экотопов, интенсивности и специфичности действующих антропогенных факторов. Показано что на современном этапе развития происходит формирование различных классов и типов антропотолерантных флор техногенных экотопов, структура которых детерминируется своеобразием эдафических, в частности, геохимических условий, не имеющих природных аналогов. Это приводит к развитию искусственных флор, формирующихся в этих условиях.

В соответствии с требованиями Конвенции по биоразнообразию, а также в связи с принятием в России в 2001 г. Национальной стратегии сохранения биологического разнообразия, одной из наиболее актуальных задач развития человечества становится сохранение разнообразия живой природы в меняющихся условиях среды, когда происходят эволюционные изменения фитобиоты под воздействием антропогенных факторов [15].

Для понимания этих процессов важно детальное изучение особенностей формирования антропогенно трансформированных систем биоты, а в случае изучения флоры – закономерностей ее формирования и развития, в том числе на техногенных субстратах.

Наиболее преобразованными в результате антропогенных воздействий оказываются флоры антропогенных экотопов, сформировавшиеся в процессе хозяйственной деятельности. Условия почвенного покрова, загрязнение воздуха и природных вод здесь, как правило, не имеют прямых природных аналогов [1]. В техногенных экотопах значительному изменению подвергаются косные, биокосные и биотические их компоненты. Растительный покров здесь практически полностью уничтожен и во многих случаях формируется

заново. Поэтому он характеризуется сукцессионной динамичностью с преобладанием процессов сингенеза [1, 6, 17].

Развитие флоры и растительности в современных условиях происходит при усиливающемся антропогенном воздействии, приводящем к образованию неизвестных ранее химических веществ, изменению природного распределения элементов в почвах, водному дисбалансу. В связи с этим в техногенных экотопах градиенты факторов окружающей среды, в частности эдафические, геохимические, андрологические имеют лимитирующие значения для развития растений. Появление таких, не имеющих природных аналогов, искусственных (искусственных) экотопов приводит к формированию специфичных, адаптированных к экстремальным условиям существования растительных сообществ и флор. Процессы адаптации происходят на фоне изначального жесткого отбора наиболее толерантных популяций и видов растений и их последующей интенсивной и сжатой во времени микроэволюции, детерминированной антропогенными факторами геохимической природы.

**Цель исследования** – выявление особенностей формирования и дифференциации флор и их антропогенной эволюции в техногенных местобитаниях степной и лесостепной зон. Задачи изучения антропогенно трансформированных флор заключались в классификации флор техно-

<sup>1</sup> Исследования проводились в рамках Федеральной целевой программы “Научные и научно-педагогические кадры инновационной России”, ГК № 16.740.11.0053 от 01.09.2010.

генных экотопов на основании оценки степени их антропогенной трансформации, особенностей генезиса, выявления детерминирующих развитие флор факторов.

#### **Антропогенная эволюция фитобиоты.**

В основе понимания флорогенеза как исторического развития флоры лежит идея ее дифференциации, поскольку в процессе ее формирования появляются новые качества, признаки, элементы [4, 19]. Для определения различий между флорами необходимо полное выявление разнообразия техногенных экотопов и экологических условий, в которых они формируются, а также определение основных лимитирующих факторов развития.

Дифференциация типов антропогенно трансформированных флор происходит во времени и в пространстве. Их эволюция в степной и лесостепной зонах происходит на фоне развития природной флоры в пределах естественных экотопов, характерных для этих регионов.

По мнению А.Н. Криштофовича [9] образование типичных степей в геологическом прошлом происходило как автохтонно, так и с участием привнесенных элементов и было связано в первую очередь с аридизацией климатических условий. Значительное влияние на формирование степного облика флоры и особенно **петрофитона** оказала впоследствии флора Древнего Средиземья [10]. Отмечается, что в настоящее время петрофитон является гетерогенным и гетерохронным образованием [1]. Он сформировался, вероятнее всего, благодаря древним видам растений миоцен – плейстоценового периода, среди которых немаловажную роль играли автохтонные виды Древнего Средиземья, хотя возможно и частично антропогенное происхождение петрофитона. Своеобразный флористический комплекс **псаммофитона** признается многими авторами как достаточно древний и высокоэндемичный комплекс, сложившийся в специфических условиях изолированных песчаных террас, благодаря климатическим изменениям. Формирование **галофильного комплекса** связывается с литоралями морских бассейнов аридных территорий, откуда растения распространялись по засоленным местообитаниям вглубь материка.

Общая синантропизация растительного покрова привела к возникновению голоценовых **неокомплексов рудеральной и сорно-полевой флор**. Влияние человека на растительный покров нарастало в результате хозяйственной деятельности человека, начиная с палеолита [1]. Локальное воздействие: собирательство, земледелие, скотоводство, первые разработки полезных ископае-

мых с возникновением городов сменились более интенсивными формами: распашка, сенокосение, выпас, вырубка лесов, которые способствовали образованию просинантропного флористического комплекса. В XIX в. развитие промышленности привело не только к уничтожению больших площадей растительного покрова, но и появлению совершенно новых групп растений техногенных экотопов.

Сформировавшиеся комплексы просинантропной флоры были первыми антропогенными группами, которые образовались и вычленились под воздействием антропогенного фактора. Усиление интенсивности и увеличение разноплановости антропогенного воздействия привело к формированию различных устойчивых типов антропогенной трансформации флоры. Р.И. Бурда [1] выделила следующие антропотолерантные типы флор: флоры территорий природно-заповедного фонда, обедненные флоры естественных экотопов, способные к самовосстановлению, окультуренные флоры полуестественных экотопов, урбанофлоры, флоры агрофитоценозов и флоры техногенных экотопов, не имеющих природных аналогов. К типам трансформированных флор относятся комплексы видов, появление которых обусловлено суммарным воздействием антропогенных факторов и отражает степень трансформации зональной флоры в регионе. Основным критерием при отнесении флоры к типу антропогенной трансформации является степень ее переформирования под воздействием антропогенных факторов.

Различные типы антропогенно трансформированных флор существуют одновременно и отражают разные фазы преобразования флор – от флоры природно-заповедного фонда до флор техногенных экотопов [1, 2]. Поэтому мы рассматриваем их как этапные модели антропогенной эволюции флоры, которые характеризуются различным разнообразием фитобиоты. Отсутствие экотопологической приуроченности флор техногенных местообитаний, которое выражается в разрушении их ценотипической и парциальной структур, свидетельствует об их переходе в ряд искусственных экологических комплексов [2]. Эволюционные изменения растительного покрова происходят уже на первых стадиях его развития: попадании диаспор, их прорастании и выживании. Установлено, что наиболее характерные черты флоры утрачиваются, когда уровень парциальной флоры собственно антропогенных экотопов в ней составляет 55–60%. На таком уровне разрушается экотопологическая структура флоры, которая характеризует связь флористического комплекса с естественной флорой и его



Рис. 1. Схема формирования флор при воздействии антропогенного фактора в степной и лесостепной зонах.

способность к самовосстановлению. Такая флора становится искусственной, а произошедшие в ней антропогенные изменения – необратимыми.

Формирование специфичных флор техногенных экотопов исторически происходило очень быстро, поскольку развитие промышленности и возникновение специфичных техногенных форм антропогенного воздействия на окружающую среду началось лишь несколько столетий назад. Совершенствование технологий, увеличение объемов и интенсификация производства привела к образованию индустриальных ландшафтов, занимающих значительные территории. Однако несомненно, что формирование современных флор техногенных экотопов происходило в условиях климатических изменений [17] не мгновенно, а в результате их постепенного развития и адаптации на уровнях уже сформированных в регионе флористических комплексов, сообществ, популяций и адвентивных элементов.

Таким образом, образование крайнего типа антропогенной трансформации флоры – флоры техногенных экотопов, происходит на фоне зональной флоры, прошедшей длительный период эволюционного развития. При усилении антропогенного фактора и повышении разнообразия его действия выявляются последовательные изменения флористических комплексов.

В настоящее время все представленные типы флор и флористические комплексы сосуществуют в пространстве и во времени, хотя возникли они не одновременно. Вершиной воздействия антропогенеза является образование флор техногенных экотопов, которые, несмотря на большое

разнообразие, могут быть разделены на флоры первичных и вторичных техногенных экотопов (рис. 1). Флоры первичных техногенных экотопов наиболее трансформированы, поскольку их развитие определяется в первую очередь необычными геохимическими свойствами эдафотопов, обладающими токсическими действиями. К ним относятся, например, различные классы флор, формирующихся на золо-, шламо-, шлакоотвалах и отвалах угольных шахт. Флоры вторичных техногенных экотопов менее трансформированы из-за того, что они формируются из видов и сообществ, существовавших здесь до строительства техногенного объекта.

Несмотря на некоторые различия и особенности формирования флор первичных и вторичных техногенных экотопов, в дальнейшем они могут развиваться по трем одинаково возможным путям, образуя флоры действующих предприятий, флоры рекультивированных техногенных экотопов и “сукцессионные флоры” (рис. 1). Последние образуются в процессе спонтанного восстановления растительности после прекращения работы предприятия.

Таким образом, формирование современной флоры техногенных экотопов в степной и лесостепной зонах происходило постепенно и, очевидно, имеет общие черты с такими же флорами в других регионах [16, 17, 21], что свидетельствует об их унификации.

В этих условиях, первоначально, в результате эволюции растительного покрова, образовались специфичные псаммофильный, петрофильный, в частности, кальцепетрофильный комплексы.

Здесь сосуществовали степные, лесостепные, псаммофильные, петрофильные, галофильные и гидрофильные флористические комплексы, которые и стали тем “материалом”, на основе которого происходила антропогенная эволюция растительного покрова. На древнем этапе развития флоры ведущими антропогенными факторами были огонь, вырубка деревьев, избирательный сбор и выпас, что приводило к формированию пирогенных и пасквальных степей, а также и обезлесиванию. Следствием этого стали необратимые преобразования экотопов: сортировка грунтов, их засоление-рассоление, развитие эрозионных и аллювиальных процессов.

Следующим этапом антропогенной эволюции растительного покрова в степной и лесостепной зонах стало широкомасштабное хозяйственное освоение региона, результатом которого стало формирование агроландшафта – сочетания пашни, пастбищ и сенокосов. В этих условиях происходила интенсификация формирования сегетального и пасквального флористических синантропных комплексов, появлялись различные антропогенные модификации экосистем (сеянные кормовые угодья, защитные лесополосы, сады, грунтовые дороги, искусственные водохранилища, каналы, ирригационные каналы).

На современном этапе развития флоры под влиянием антропогенного воздействия происходит формирование сети токсичных техногенных экотопов, загрязнение почв и воды промышленными отходами, возникновение техногенных пустошей и бэдлендов. Это приводит к обеднению биологического разнообразия, исчезновению отдельных редких видов и сокращению участия псаммо- и петрофильных видов в формировании локальных флор региона. На этом фоне наблюдается глобальная синантропизация, увеличение количества заносных видов, а в некоторых случаях – галофитизация растительного покрова. Антропогенные изменения во флоре происходят за счет расширения искусственных площадей экотопов и распространения в них местных видов-апофитов и адвентивных видов.

Наиболее важным климатическим фактором, лимитирующим развитие экотипов, можно считать количество осадков, а экологическим – степень доступности воды для растений.

В то же время флоры, формирующиеся в различных техногенных экотопах, находятся в сильной зависимости от комплекса локальных экологических факторов среды. Основными из них являются: 1) *доступность воды*. Мы можем расположить некоторые контрастные, крайние по

этому параметру экотопы вдоль этого градиента таким образом: недействующие затопленные карьеры, искусственные водохранилища металлургических заводов и шахтные отстойники, железнодорожные насыпи, отвалы и действующие золоотвалы. Остальные экотопы, очевидно, занимают промежуточное положение между ними; 2) *богатство почв*: от бедных органическими веществами золоотвалов до территорий комбинатов хлебопродуктов, на которых присутствует большое количество органических остатков; 3) *кислотность почв*: от щелочной реакции содовых комбинатов, флюсово-доломитных и шлаковых отвалов и карьеров – до нейтральных золоотвалов – и недавно отсыпанных терриконов с повышенной кислотностью почвогрунтов; 4) *засоление*: от субстратов со слабым засолением, например территории песчаных карьеров, до крайне засоленных территорий солевых и закрытых угольных шахт; 5) *тяжелые металлы*: от бедных по содержанию тяжелых металлов территорий меловых, известковых, песчаных карьеров, территорий комбинатов по переработке сельхозпродукции – до крайне насыщенных этими веществами территорий горнообогатительных комбинатов, металлургических заводов, терриконников угольных шахт и отвалов ртутной промышленности. По результатам представленного исследования можно сделать вывод о том, что количество тяжелых металлов в почвогрунтах техногенных экотопов не является детерминирующим развитие флор отдельного класса, поскольку образование растительного покрова здесь может происходить за счет устойчивых к этим условиям популяций и экотипов пластичных видов, успешно произрастающих и в других экотопах; 6) *токсичность субстрата*: практически отсутствует на комбинатах хлебопродуктов, территориях карьеров, отвалов и промышленных площадок. Токсичные химические вещества сконцентрированы, в основном, в пределах предприятий химической и металлургической отраслей: на химических и коксохимических комбинатах, металлургических заводах.

Классифицировать флоры на основании вышеизложенных суждений в большинстве случаев невозможно. Оценить специфичное воздействие факторов можно лишь благодаря мониторингу и комплексному анализу их результирующего действия на формирование структуры флоры, хотя в условиях техногенеза даже один фактор очень часто может быть определяющим. В большинстве случаев наиболее существенным современным фактором развития флор техногенных экотопов является токсичность почвогрунтов.

**Формирование и типология флор техногенных экотопов.** Образование специфичных флор техногенных экотопов происходит в несколько этапов. На первых этапах их развития идет отбор наиболее толерантных к данным условиям видов. Начиная с этого момента виды, популяции и формы растений отбираются на генетическом уровне, поскольку из них выживают лишь те, которые обладают необходимыми свойствами функционирования на уровне генетических, биохимических и физиологических особенностей организмов. Позднее происходит формирование пионерных сообществ из тех видов, которые уже прижились в этих условиях и способны к самовозобновлению, начинается формирование антропогенных растительных группировок и фитоценозов. Таким образом, отбор и микроэволюция наиболее толерантных к условиям техногенных экотопов видов, рас и экотипов растений происходит особенно интенсивно на первых стадиях сукцессий растительного покрова из-за катастрофического изменения условий их существования. Такие изменения сравнимы по своим последствиям с природными катаклизмами и сопутствующими им “быстрыми” природными, в том числе климатическими изменениями [17], а также произошедшими в результате движения ледника, извержения вулкана, наводнений и пр. Однако и в процессе своего развития у растений происходят микроэволюционные изменения в структуре популяций и видов, которые могут быть незаметны невооруженным глазом и в то же время имеют отличия, иногда даже таксономического ранга. Антропогенные факторы способствуют не только отбору устойчивых популяций, но и образованию новых типов, форм, подвидов, рас и даже видов. Они способны вызывать интенсификацию мутационных и тератогенных процессов и одновременно способствуют отбору “перспективных” для данных техногенных условий видов [17]. При эволюции растительных группировок происходит постепенная дифференциация экологических ниш. Этот процесс сопровождается изменением морфологии видов, их феноритмики и физиологических особенностей. Несмотря на то что экологические ниши могут перекрываться, центры их всегда дифференцированы [12].

На современном этапе антропогенной эволюции фитобиоты дифференциация и вычленение различных флор связано, в первую очередь, с интенсификацией и разнообразием действующих факторов в техногенной среде.

Большое разнообразие флор техногенных экотопов требует создания типологической схемы, отражающей особенности их формирования. До

настоящего времени было предпринято большое количество попыток классифицировать их по нескольким признакам: способу образования, морфологическим параметрам, литологическим и агрохимическим свойствам грунта, условиям увлажнения [5, 13, 14, 22, 23]. Были также разработаны различные классификации антропогенных экосистем и форм их динамики и эволюции [6, 7, 11]. Однако для понимания закономерностей их формирования наиболее перспективной, по нашему мнению, является современная генезисная классификация Б.В. Виноградова, учитывающая вид хозяйственной деятельности и степень антропогенной трансформации экосистем [3].

В основу предложенной типологии флор техногенных экотопов положены те же принципы. Изученные нами флоры являются сложными многокомпонентными и многофакторными структурами, формирующимися по своим законам, хотя общие закономерности в антропогенно трансформированных комплексах остаются.

Типология изученных флор произведена в эмпирическом пространстве основных градиентов их формирования: в зависимости от степени антропогенной трансформации, общности происхождения и факторов, определяющих их развитие. Вдоль этих главных гипотетических осей, определяющих особенности формирования и специфичность флор в пределах общего типа флор техногенных экотопов, выделенного ранее [1], происходит дифференцированное формирование различных классов, подклассов и групп флор более низкого ранга. Соблюдение генетического принципа классификации объектов и их оценка с точки зрения степени их антропогенной трансформированности является критерием ее достоверности и естественности. Кроме того, учитывалось сходство и различие процессов временной динамики и современных состояний флор и их структур на разных уровнях. С этой целью также принимались во внимание данные почвенного анализа техногенных экотопов. Все это дало возможность представить общую схему типологии флор техногенных экотопов в виде схемы, отражающей в первую очередь их генезис и степень антропогенной трансформированности флор на разных иерархических уровнях (рис. 2).

Все классы флор отличаются между собой как по степени антропогенной трансформированности так и по своему генезису и формируют совершенно разные ветви флор техногенных экотопов, которые характеризуются различной степенью динамичности, устойчивости структур и направлениями своего развития.

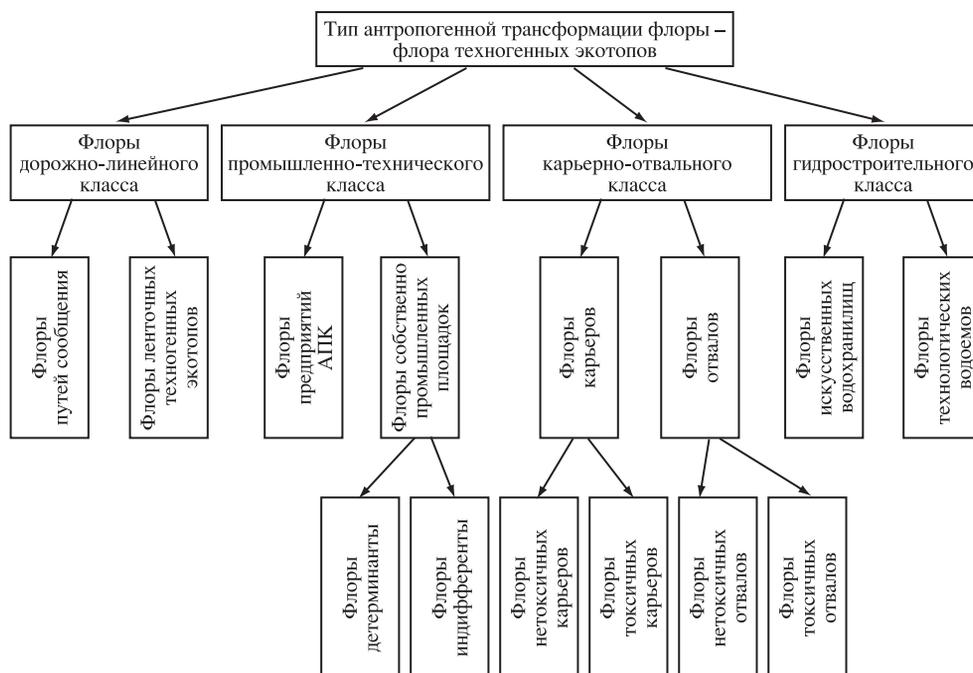


Рис. 2. Схема типологии флор техногенных экотопов в степной и лесостепной зонах.

Многообразие флор техногенных экотопов разбито нами на четыре класса: дорожно-линейный, промышленно-технический, карьерно-отвальный, и гидростроительный (рис. 2). Степень антропогенной трансформации флор в этом ряду постепенно возрастает.

Наименее антропогенно трансформированный дорожно-линейный класс флор включает подклассы флоры путей сообщения: железных и автодорог, нефте-, газо-, золотрубопроводов и линий электропередач. Все они характеризуются ленточной или даже линейной, обычно симметричной морфоструктурой с нарушенным растительным покровом и антропогенным или даже вторичным антропогенным рельефом. Флора, формирующаяся в этих условиях, складывается из технических и полуприродных компонентов. Она может быть крайне нестабильной и отличается динамичностью структуры из-за присутствия в ней большого количества мигрирующих видов.

К промышленно-техническому классу флор относятся все промышленные предприятия, имеющие ограниченную территорию – промышленную площадку, как правило, располагающуюся в равнинных условиях. Поэтому процессы водной и ветровой эрозии в наименьшей степени воздействуют на сложение флор этого класса. Все они очень разнообразны по условиям, в которых формируются и их специфичности в зависимости от отрасли производства и вместе с тем характеризуются определенной общностью. В отличие

от флор первичных техногенных экотопов флоры промышленно-технического класса формируются из видов, произрастающих в конкретных местообитаниях до строительства предприятия, а также из занесенных видов. Здесь могут чередоваться участки с первичными и вторичными экотопами и растительным покровом. Несмотря на то что флоры этого класса имеют довольно стабильную структуру, в них присутствует немалое количество адвентивных видов, поскольку все промышленные площадки объединены общей сетью железных дорог, по которым и происходит миграция заносных видов.

Все флоры промышленно-технического класса подразделяются на два подкласса: флоры предприятий агропромышленного комплекса (АПК) и флоры собственно промышленных площадок (рис. 2). Они отличаются в первую очередь структурой флор и степенью их стабильности. На предприятиях, связанных с переработкой сельскохозяйственного сырья, формируется своеобразный растительный покров, в котором доминирующую роль играют сорные, сеgetальные и адвентивные виды. Такое подразделение оправдано также для их разграничения по степени антропогенной трансформированности флор, которая на территории сельскохозяйственных предприятий значительно ниже. К флорам этого подкласса относятся в первую очередь флоры комбинатов хлебопродуктов, силосные предприятия, комбикормовые заводы и др.

Флоры подкласса собственно промышленных площадок также неоднородны и подразделяются согласно предложенной типологии флор на флоры-детерминанты и флоры-индифференты в зависимости от степени и специфичности воздействия антропогенного фактора. К первым относятся те, которые формируются в условиях четко выраженного главного антропогенного фактора, детерминирующего процесс развития растительного покрова и кардинально изменяющего окружающую среду. Такой фактор часто имеет токсичную природу и характерен для предприятий с наиболее трансформированным растительным покровом: химических, коксохимических, металлургических, содовых заводов, шахт по добыче соли. Как правило, пространственная дифференциация флор-детерминантов жестко определяется антропогенным фактором и выражается в различиях видовых составов и сообществ вдоль его градиента по зонам интенсивности антропогенного воздействия. Флоры-индифференты формируются в условиях, где выделить один главенствующий фактор и тем более зоны его интенсивного воздействия не удастся. Проективное покрытие растительного покрова в таких условиях достаточно высокое и равномерное по всей территории предприятия. Пространственная дифференциация флор-индифферентов вдоль антропогенного градиента не выражена. К ним относятся флоры промышленных площадок, на которых антропогенное влияние проявляется, главным образом, в первоначальном изменении структуры почв при строительстве предприятий и умеренном антропогенном воздействии в процессе производства. Это, флоры, формирующиеся в условиях керамических предприятий, трубных заводов, территорий ГРЭС.

К классу карьерно-отвальных флор относятся флоры, формирующиеся в разнообразных условиях карьеров и отвалов. В целом, как для растительного покрова карьеров, так и для отвалов, которые относятся к первичным техногенным экотопам, характерны общие закономерности развития и факторы, детерминирующие его. Кроме того, карьеры и отвалы часто взаимосвязаны в пределах одного технологического процесса, поскольку при создании карьеров во многих случаях неизбежно формируется сеть отвалов. Пространственная дифференциация флор этого класса имеет центростремительный характер, изменяясь в вертикальном направлении, а также по экспозициям, и склонам карьеров и отвалов. Значительное влияние оказывают на формирование этих флор эдафические факторы, водная и ветровая эрозия, микроклиматические изменения

влажности и температуры. Поэтому даже направленность сукцессионных процессов формирующегося растительного покрова, в некоторых случаях, может в них совпадать.

Класс неоднороден и подразделяется на подклассы флор отвалов и карьеров, которые также крайне разнообразны. Главной характеристикой, по которой отличаются между собой отвалы и карьеры являются различия в комплексе эдафических условий. К определяющим условиям формирования растительного покрова здесь относятся свойства субстрата и, следовательно, его характер во многом зависит от принадлежности к конкретной отрасли промышленности. Поэтому развитие этих флор детерминируется, в значительной мере, их происхождением. По классификации отвалов Б.П. Колесникова и Г.М. Пикаловой [8], они делятся на отвалы, сложенные минеральными грунтами и отвалы, насыщенные органическим веществом. По этим же характеристикам могут быть классифицированы и карьеры. Однако, главным фактором, определяющим особенности формирования флор в условиях карьеров и отвалов, является степень токсичности субстрата. Поэтому подкласс флор карьеров разделен нами на флоры нетоксичных и токсичных карьеров. К первым относятся флоры, образовавшиеся в пределах карьеров по добыче известняка, формовочных песков, глины, доломитов, а ко вторым – флоры ртутных, циркониевых, железорудных карьеров и флоры карьеров по добыче третичных песков. Здесь встречается большое количество тератных растений, формируется своеобразный видовой состав флор.

По такому же принципу делятся флоры отвалов. Наиболее неблагоприятный комплекс условий среды складывается на шлаковых, угольных и ферромарганцевых отвалах, которые относятся к группе токсичных отвалов. Все они подверглись частичной переработке в процессе промышленного производства и характеризуются наличием здесь крайне трансформированных флор техногенных экотопов. Породные отвалы извлеченной породы, которые образуются при добыче полезных ископаемых: глины, песков, известняков, доломитов, мела относятся к другой группе – группе нетоксичных отвалов. Здесь формируются флоры, развитие которых может происходить по зональному типу, с характерной для него сукцессионной динамичностью с преобладанием процессов сингенеза.

К классу гидростроительных флор относятся в первую очередь разнообразные флоры искусственных водохранилищ металлургических за-

водов и ГРЭС, а также наиболее антропогенно трансформированные флоры технологических водоемов: действующих золоотвалов ГРЭС, шламоотстойников металлургических заводов, отстойников угольных шахт и др. Структура флор, формирующихся в этих условиях, может нести отпечаток мезофитности или даже гидро- и гигрофитности. Здесь получают преимущество виды, устойчивые к условиям переувлажнения, засоления, химическим загрязнениям, а в случае с золо- и шламоотвалами еще и к практически полному отсутствию необходимых для развития растений органических веществ и токсичному воздействию.

По степени антропогенной трансформации, выделенные нами для классификации таксоны флор различны. Наиболее трансформированными следует признать флоры золо-, шламоотвалов и токсичных породных отвалов, где условия формирования растительного покрова крайне экстремальны. Близкими к ним, хотя и относящимися к другому классу флор техногенных экотопов, являются флоры коксохимических и химических заводов, что также связано с наличием антропогенного фактора токсичности среды. Изменения, произошедшие во флорах этих экотопов, также необратимы без рекультивационных мероприятий. Однако они формируются преимущественно в условиях вторичных техногенных экотопов.

Класс флор промышленных площадок, в целом, относится к сильно трансформированным флорам. Их восстановление до природного состояния здесь в большинстве случаев невозможно. Умеренной антропогенной трансформированности подверглись флоры карьеров и насыпных нетоксичных отвалов, которые частично способны к самовосстановлению.

Таким образом, на современном этапе развития фитобиоты при антропогенном воздействии в степной и лесостепной зонах происходит дифференциация и вычленение различных классов и типов флор в зависимости от силы и специфичности действующих техногенных факторов. По результатам исследования они отнесены к четырем классам, шести подклассам и шести группам флор, которые характеризуются различной степенью антропогенной трансформации, особенностями происхождения и формирования, своеобразной пространственной, таксономической и типологической структурой, а также факторами, детерминирующими их развитие. Дальнейшая детализация исследований взаимосвязанности структур флор с интенсивностью и специфичностью воздействия антропогенных факторов в будущем мо-

жет быть достигнута с помощью использования новых методов многомерной статистики [18]. Их применение может дать возможность не только оценивать структуры флор, но и осуществлять вероятностный прогноз их формирования [20].

## 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 Института ботаники им. Н.Г. Холодного, 1996. С. 119–126.
3. *Виноградов Б.В.* Основы ландшафтной экологии. М.: ГЕОС, 1998. 418 с.
4. *Дидух Я.П.* Проблемы анализа эволюционной структуры региональной флоры (на примере горного Крыма) // Актуальные проблемы сравнительного изучения флор: Материалы III раб. совещ. по сравнит. флористике. Кунгур, 1988. Санкт-Петербург: Наука, 1992. С. 132–147.
5. *Добровольский И.А., Шанда В.И., Комиссар И.А., Задорожный В.З., Ниниченко А.П.* Типология и направления рекультивации нарушенных земель Кривбасса. Кривой Рог, 1990. Деп. в УкрНИИНТИ 25.07.90. № 1200 – Укр90. 11 с.
6. *Исаков Ю.А., Казанская Н.С., Тишков А.А.* Зональные закономерности динамики экосистем. М.: Наука, 1986. 151 с.
7. *Исаков Ю.А., Казанская Н.С., Панфилов Д.В.* Классификация, география и антропогенная трансформация экосистем. М.: Наука, 1980. 227 с.
8. *Колесников Б.П., Пикалова Г.М.* Некоторые результаты работ лаборатории промышленной ботаники Уральского университета по фитомелиорации промышленных отвалов // Рекультивация в Сибири и на Урале. Новосибирск: Наука, 1970. С. 89–98.
9. *Криштофович А.Н.* Основные пути развития флор и растительности в кайнозое (изложение докл. на заседании постоян. комис. по истории флоры и растительности СССР в 1945 г.) // Сов. ботаника. 1945. № 5. С. 47–48.
10. *Лавренко Е.М.* Провинциальное разделение Причерноморско-Казахстанской подобласти степной областью Евразии // Ботан. журн. 1970. Т. 55. № 5. С. 609–625.
11. *Мильков Ф.Н.* Человек и ландшафт: Очерки антропогенного ландшафтоведения. М.: Мысль, 1973. 244 с.
12. *Миркин Б.М., Розенберг Г.С.* Фитоценология: принципы и методы. М.: Наука, 1978. 212 с.

13. Моторина Л.В., Ижевская Т.И. Промышленность и рекультивация земель. М.: Мысль, 1975. 240 с.
14. Промышленная ботаника / Кондратюк Е.Н., Тарабрин В.П., Бакланов В.И. и др. Киев: Наук. думка, 1980. 260 с.
15. Ситник К.М. Інвайронментальна криза: оцінка, розвиток, можливі наслідки // Укр. ботан. журн. 1994. Т. 51. № 6. С. 5–16.
16. Тишков А.А. Ценофонд: пути формирования и роль сукцессий // Биологическое разнообразие: подходы к изучению и сохранению. Санкт-Петербург: Наука, 1992. С. 21–34.
17. Тишков А.А. Биогеографические последствия природных и антропогенных изменений климата // Успехи современной биологии. 2011. Т. 131. № 4. С. 356–366
18. Тохтарь В.К. Перспективы использования новых методов многомерной статистики для создания моделей мозаичных антропогенно трансформированных флор 12-й съезд Русского ботанического о-ва (Петрозаводск, 22–26 октября, 2008 г.). Петрозаводск, 2008. С. 183–186.
19. Тохтарь В.К. Изменения климата и зональные особенности степных экосистем / Междунар. Науч. Семина. “Изменения климата, почвы и окружающая среда” (“Climate Change, Soils and Environment”). Изд-во Белгородского гос. ун-та, 2009. С. 17–18.
20. Тохтарь В.К. Прогнозирование формирования флор техногенных экотопов в степной зоне // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия естественные науки. 2010. Вып. 12. С. 13–19.
21. Тохтарь В.К., Хархота А.И., Ростаньски А., Виттиг Р. Сравнение локальных флор техногенных территорий Европы // Промышленная ботаника. 2003. Вып. 3. С. 7–13.
22. Федотов В.И. Техногенные ландшафты: теория, региональные структуры, практика. Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1985. 192 с.
23. Чибрик Т.С., Елькин Ю.А., Тарчевский В.В. Классификация промышленных отвалов // Растительность и промышленные загрязнения: Охрана природы на Урале. Свердловск: Изд-во Ур. ун-та, 1970. Вып. 7. С. 84–89

## Evolution and Differentiation of Phytobiota at Anthropogenous Impact in Steppe and Forest-steppe Zones

V.K. Tokhtar', A.N. Petin

*Belgorod State University*

Anthropogenous evolution of phytobiota of steppe and forest-stepee are considered in the article. The researches conducted have allowed to reveal the basic stages of flora formation at various anthropogenous impact, to classify different types of flora depending on degree of their anthropogenous transformation, intensity and specificity of acting anthropogenous factors. The formation of various classes and types of anthropotolerant flora in technogenic ecotopes determined by force and originality of edaphytic, in particular, geochemical conditions, which do not have natural analogs. It leads to flora development forming in these conditions.