

**А.З. Глухов, А.И. Харюта**

## **РАСТЕНИЯ В АНТРОПОГЕННО ТРАНСФОРМИРОВАННОЙ СРЕДЕ**

антропогенно трансформированная среда, промышленная ботаника

Жизнь на Земле зависит от строго определенного интервала изменений радиации, магнитного и шумового фона, гравитации, температуры, химического состава среды. Очевидно, что результаты человеческой деятельности, изменяя физико-химические параметры биосферы, создают угрозу самой возможности жизни на нашей планете. Изменение биосферных параметров под воздействием человеческой деятельности показывает, что гибкость структуры биосферы, ее устойчивость сохраняются лишь до определенного предела. Это важное обстоятельство доказывает иллюзорность взглядов на окружающую среду как на очистительное сооружение бесконечной мощности, обладающее безграничными ассимилирующими возможностями. Сокращение естественных ресурсов биосферы, включая массовую депрессию и гибель лесов, снижение генетического разнообразия чувствительных видов или исчезновение их – далеко неполный перечень последствий неразумного природопользования и внедрения в экономику недостаточно эффективных технологий. Концентрирование промышленных предприятий на ограниченных территориях вблизи источников сырья и энергии, постоянное наращивание их производственных мощностей становится экологически значимым фактором, существенно влияющим на состояние природных экосистем и жизнедеятельность многих организмов.

В Украине по остроте экологических проблем выделяется Донбасс.

Высокая концентрация промышленного, сельскохозяйственного производства, транспортной инфраструктуры в соединении со значительной плотностью населения создали в регионе огромное антропогенное давление на биосферу – наибольшее в Украине и Европе.

Самые острые проблемы связаны с загрязнением атмосферы, воды, почвы, накоплением вредных промышленных отходов. Вот некоторые конкретные штрихи экологической картины региона [15, 17]. В Донецкой области количество выбросов в атмосферу от стационарных источников загрязнения составляет около 70 т на 1 кв. км, что в 6 раз больше, чем в среднем для Украины, причем объем вредных веществ, загрязняющих воздух, около 1711 тыс. т ежегодно, что составляет 38 % от общих выбросов по Украине. Большая часть вредных выбросов приходится на предприятия угольной промышленности, энергетики и металлургии.

Объем сточных вод, сбрасываемых в водоемы Донецкой области, составляет 27,5 % от общего количества сбросов по Украине. Большинство рек области принадлежит к категории грязных и очень грязных. Показатели качества воды Азовского моря неудовлетворительны. Водообеспеченность природными водами на одного жителя в 5 раз ниже, чем в среднем по Украине.

В Донецкой области около 4 млрд. т промышленных отходов, что составляет более четверти всех отходов, накопленных в Украине. Площадь земель, занятых отходами, приближается уже к одному проценту территории области. Отходы являются источником локального загрязнения среды опасными, токсичными веществами (мышьяк, свинец, ртуть, кадмий, никель, нефтепродукты и др.). Более 80 % земельного фонда региона составляют сельхозугодья, из которых подвергнуто эрозии 68 %.

Это далеко неполный перечень нарушений окружающей среды в высокоиндустриальном регионе. Но практически любое антропогенное воздействие на среду вследствие тесной взаимосвязи ее компонентов сопровождается целой цепью изменений всех экологических факторов, включая жизненно важные и незаменимые. Донбасс с экологической точки зрения

является регионом с антропогенно трансформированной средой, а в нашем понимании, – это все модификации измененной природной среды вследствие целенаправленного или косвенного влияния деятельности человека. В таких условиях природная среда характеризуется снижением или утратой свойств самовозобновления и саморегуляции, приобретенной тенденцией к ухудшению качества отдельных экологических факторов и без оптимизационно-регулирующего воздействия человека она постепенно разрушается.

Одной из глобальных проблем, важных для выживания человечества, является вопрос о месте и роли растений в антропогенно трансформированной среде.

В системе оптимизации окружающей среды в высокоразвитых промышленных регионах важную роль играют зеленые растения, как уникальные природные фильтры в доочистке атмосферы, воды и почвы от промышленных, бытовых и сельскохозяйственных загрязнений. Кроме того, они также испытывают большую рекреационную нагрузку и выполняют эстетическую функцию, формируя ландшафты.

Путь преодоления экологического кризиса заключается в том, чтобы всячески способствовать оптимизации антропогенно трансформированной среды. Именно это придает особую актуальность и важность всесторонней природоохранной деятельности Донецкого ботанического сада НАН Украины, особенно развитию приоритетного направления в биологической науке – промышленной ботаники [12, 14, 23].

Промышленная ботаника – это комплексная отрасль биологической науки, которая исследует состояние, функционирование, рост и развитие растений и их сообществ в специфических условиях антропогенно трансформированной среды, или так называемой промышленной среды. Круг проблем, которые охватывает предмет исследований промышленной ботаники, довольно обширный: от разработки общей теории взаимодействия человека и природы до разработки научных основ и решения частных задач исследований в области промышленной ботаники, таких как разработка теоретических и практических вопросов охраны генофонда природной флоры и воспроизводства растительных ресурсов в условиях сильного антропогенного пресса; учет и изучение биологического разнообразия фитобиоты в индустриальном регионе; изучение реакций растений и их группировок на действие промышленных загрязнений и возможности их нейтрализации с помощью растений; изучение механизмов устойчивости растений к действию загрязнителей как неорганической, так и органической природы; выявление видового состава растений и установление сингенетических смен растительности в техногенных экотопах; исследование тератогенеза растений, индуцируемого антропогенными факторами; разработка научных основ и способов фиторекультивации земель, нарушенных промышленностью; разработка биологических принципов оптимизации антропогенно трансформированной среды; интродукция и использование в народном хозяйстве с целью оптимизации среды индустриальных регионов новых видов полезных растений мировой флоры; разработка ботанико-индикационного метода определения фитопригодности первичных экотопов антропогенного происхождения; выявление, отбор и размножение популяций, экотипов и форм, устойчивых к специфическим экологическим условиям промышленной среды; моделирование устойчивых растительных сообществ в условиях антропогенно трансформированной среды; разработка методов и приемов целенаправленной оптимизации нарушенных растительных сообществ, имеющих средообразующее значение или различное хозяйственное использование; разработка методов и приемов ретроспективных, современных и прогнозных ботанических экспертиз в промышленных регионах, позволяющих сохранить растительные богатства и оптимизировать их использование. Это далеко неполный перечень задач, решаемых в настоящее время и подлежащих решению в будущем при проведении научно-исследовательских работ по промышленной ботанике.

Флора юго-востока Украины насчитывает 1940 видов, причем 123 вида были обнаружены в регионе за последние 15 лет, в том числе 20 описаны как новые для науки, 459 видов отнесены к редким и исчезающим, что составляет 24% флоры [10, 11, 19]. Установлены и систематизированы антропогенные факторы, влияющие на растительный покров, разработана классификационная схема антропогенных изменений растительности и дана обобщающая характеристика основных типов антропогенных изменений растительного покрова [13, 25]. Изучена антропогенная трансформация флоры, выражающаяся в обеднении генетического разнообразия флоры, ее унификации, заносе и экспансии адвентивных видов, тератогенезе, изменениях пространственной дифференциации, выдвинута концепция направленного формирования флоры, обеспечивающая ее стабильное устойчивое развитие [1]. Адаптация флоры как системы местных популяций растений к антропогенным влияниям происходит путем перестройки ее структуры на флорокомплексном и популяционном уровнях. На примере флоры юго-востока Украины разработана популяционно-эволюционная концепция фитосоциологии, опирающаяся на исследования популяционной структуры видов, как основы охраны их генофондов, сохранение условий для эволюционного процесса и создание базы для контролируемой эволюции естественных флористических систем разных уровней [18, 19]. Для региона разработана система природно-заповедного фонда, которая включает около 200 объектов, в том числе высшей категории – национальный природный парк и заповедники. Флористическая репрезентативность данной системы составляет около 85%, фитоценотическая репрезентативность охраняемых объектов ниже флористической, а уникальность – выше. Таким образом, актуальность флористических и геоботанических исследований не затухает, а напротив, возрастает в свете новых концепций и методов охраны и использования растительных ресурсов. Материалы исследований ботанического сада легли в основу создания в 1996 г. национального природного парка "Святые горы" [2], а также учреждения нового национального природного парка на северном побережье Азовского моря – "Меотида".

В связи со значительным сокращением и изменением природного растительного покрова в регионах с антропогенной трансформацией среды особое значение имеет интродукция и акклиматизация растений с целью обогащения и использования растительных ресурсов в народном хозяйстве и оптимизации среды.

В результате 35-летнего интродукционного эксперимента видов природной и культурной флоры мира в открытом и защищенном грунте сформирован коллекционный фонд Донецкого ботанического сада, который составляет около 6 тыс. таксонов [9]. Выделены многие перспективные растения для использования в народном хозяйстве – цветочно-декоративные, кормовые, лекарственные, фитомелиоративные, почвопокровные, древесно-кустарниковые, пряно-вкусовые и другие полезные растения. Интродуцированы новые сорта главных цветочных культур, в озеленение передано свыше 300 сортов цветочно-декоративных растений. Осуществлено качественное улучшение ассортимента древесных растений, применяемых в озеленении Донбасса. В состав различных категорий защитных и декоративных насаждений введено около 200 видов и форм древесных экзотов. Разработана концепция формирования дендрологических ресурсов Донбасса с целью использования их в фитооптимизации техногенной среды [20, 21]. Анализ результатов интродукционных исследований показывает, что интродукционный потенциал мировой флоры еще в значительной степени не задействован в практике.

Проведены комплексные многолетние исследования по оптимизации структуры и продуктивности агроэкосистем юго-востока Украины [6]. Выделены критерии подбора потенциальных кормовых растений для введения в агроэкосистему, базирующиеся на широком биологическом разнообразии мирового фитогенофонда. Разработана концепция целевого использования кормовых растительных ресурсов, повышения продуктивности кормовых агроценозов при сохранении экологического равновесия на локальном и региональном уровнях. Разработаны принципы и технология улучшения низкопродуктивных кормовых угодий с применением новых кормовых растений, введенных в культуру ботаническим садом. Дана

модель оптимальной продуктивности агрофитоценозов и выявлены пути улучшения качества растениеводческой продукции при сохранении экологического равновесия в окружающей среде.

В процессе нейтрализации промышленных эмиссий ведущую роль, безусловно, должны играть технические средства, начиная с совершенных очистных сооружений и заканчивая переходом к новым безотходным технологическим процессам производства с замкнутым циклом. Однако практика показывает, что наряду с техническими средствами важную роль в оптимизации среды играют зеленые насаждения, которые могут поглощать или нейтрализовать практически все виды химических соединений, загрязняющих окружающую среду. Потенциальный адаптивный резерв растений, согласно теории Д.М.Гродзинского [7], составляют элементы надежности, которые обеспечивают автономность защиты отдельных структурно-функциональных элементов на всех уровнях. Анализ эволюционных аспектов устойчивости растений к промышленным токсикантам позволил разработать научные основы борьбы с негативным влиянием загрязнения среды [5, 24]. В результате исследований адаптации растений к техногенно загрязненной среде разработаны и апробированы методические подходы к использованию комплекса физиолого-биохимических признаков растений для фитоиндикации качества среды в индустриальных центрах Донбасса. Популяционно-генетические исследования хвойных, развернутые в Донецком ботаническом саду, показали, что решение проблемы устойчивости растений к промышленным ингредиентам лежит в плоскости познания генетической природы взаимосвязи и иерархии адаптивных реакций растений [16].

В индустриальных регионах значительные площади заняты техногенно нарушенными землями: карьерно-отвальными комплексами открытых горно-рудных разработок, терриконниками угольных шахт, шлако- и шламоотвалами, различными насыпями и т.д. Восстановление биологической продуктивности, хозяйственной, эстетической и природоохранной ценности таких земель путем их рекультивации представляет собой важную проблему. Особое место среди разных направлений рекультивационных работ занимает создание растительных сообществ на нарушенных промышленностью землях с целью их фито-рекультивации.

Теоретической предпосылкой фиторекультивации может служить биогеоценотический принцип, заключающийся в том, что горнотехнический и биологический этапы рекультивации должны представлять диалектическое единство, как предпосылку создания оптимальных условий для созидательной жизнедеятельности "живого вещества" вновь формируемого биогеоценоза. И если на горнотехническом этапе рекультивационных работ решается задача создания оптимальных условий для формирования физико-химических, гидрологических и агрохимических свойств эдафотопы биоценоза, то на биологическом этапе проводится подбор живых организмов, способных в конкретной экологической обстановке к наивысшей биологической продуктивности и нейтрализации вредных последствий техногенной деятельности человека.

Многолетние всесторонние ботанические исследования различных типов техногенных земель Донбасса и особенно породных отвалов угольных шахт – терриконников позволили выяснить характер и темпы формирования естественной растительности в зависимости от свойств субстрата, выявить структурно-функциональные особенности и фитомелиоративную роль формирующихся растительных сообществ, установить индикационно-диагностическое значение высших растений и их группировок, подобрать фитомелиоративные виды [26]. В качестве фитомелиорантов техногенных экотопов могут быть виды растений с высоким адаптационным потенциалом, экологической пластичностью и выраженным фитомелиоративным эффектом, т.е. способные к укреплению бесструктурных, сыпучих субстратов, обогащению их питательными веществами, снижению токсичности и т.п. В условиях экологического несоответствия промышленной среды природе растений для фито-рекультивации пригодны в основном три эколого-биологические группы растений: 1) растения, обладающие способностью к симбиотической фиксации молекулярного азота; 2) растения, проявляющие солевой эффект (облигатные и факультативные галофиты); 3) злаки,

отличающиеся мощно развитой корневой системой и экологической пластичностью. Подбор растений, перспективных для фиторекультивации техногенных земель целесообразно проводить в трех направлениях: отбор устойчивых видов растений с выраженным фитомелиоративным эффектом; отбор фитомелиорантов из природной флоры и их интродукционное изучение; экспериментальное испытание растений на различных эдафотопях нарушенных земель. В указанных направлениях и осуществлялся в Донецком ботаническом саду подбор фитомелиорантов для рекультивации техногенных земель.

Затронутые на примере Донбасса аспекты проблемы "Растения в антропогенно трансформированной среде" носят частный характер, но вытекающие из их анализа выводы принципиально универсальны и приемлемы на современном этапе взаимодействия естественных и антропогенных факторов, влияющих на растительный покров индустриальных регионов.

Состояние окружающей среды на ближайшее будущее остается напряженным и требует дальнейшего расширения и углубления научных исследований по промышленной ботанике.

Наверное еще предстоит создать общие теории взаимодействия общества и природы, оптимального развития техники, учитывающего социально-экономические и экологические требования. В какой-то мере эти вопросы были поставлены еще В.И. Вернадским [3, 4]. Он рассматривал их на основе концепции ноосферы. Наука, к сожалению, с тех пор особенно не продвинулась в их решении. Приходится с большой тревогой говорить о том, что научное познание не успевает за темпами роста экологической проблемы, которая с каждым годом становится все острее и масштабнее.

Проблемы экологии принадлежат к числу тех, успешное решение которых возможно лишь на основе объединения усилий на местном, региональном, национальном и международном уровнях в тесной связи с наукой и всем комплексом мер, направленных на охрану окружающей среды, обеспечение устойчивого развития общества. Все большее понимание этого, всех сложностей проблем способствует активизации соответствующей деятельности на всех указанных уровнях, усилению взаимного стимулирующего влияния осуществляемых мер, поиску новых путей и методов решения задач.

В сохранении биоразнообразия фитобиоты, её обогащении и улучшении путем интродукции, природоохранных мероприятий, фиторекультивации и озеленения в настоящем и будущем видится задача оптимизации антропогенно трансформированной среды индустриальных регионов.

1. Бурда Р.И. Антропогенная трансформация флоры. – Киев: Наук. думка, 1991. – 182 с.
2. Бурда Р.И., Остапко В.М., Глухов О.З., Шпилева Н.В. Национальный природный парк "Святі гори": біологічна різноманітність рослинного покриву // Заповідна справа в Україні. – 1997. – Т.3, вип. 1. – С. 10-17.
3. Вернадский В.И. Биологические очерки. – М.: Изд-во АН СССР, 1940. – 185с.
4. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. – М.: Наука, 1965. – 374 с.
5. Взаимодействие растений с техногенно загрязненной средой. Устойчивость, фитоиндикация, оптимизация / И.И.Коршиков, В.С.Котов, И.П.Михеенко и др. – Киев: Наук. думка, 1995. – 191 с.
6. Глухов А.З., Швиндлерман С.П., Остапко И.Н. Экологические аспекты оптимизации агроэкосистем юго-востока Украины. – Донецк: Б. и., 1995. – 240с.
7. Гродзинский Д.М. Надежность растительных систем. – Киев: Наук. думка, 1983. – 368 с.
8. Донецкий ботанический сад АН УССР: научная и практическая деятельность (к 25 основания)/ Е.Н.Кондратюк, В.П.Тарабрин, А.И.Хархота, А.З.Глухов. – Киев: Наук. думка, 1990. – 172 с.
9. Каталог растений Донецкого ботанического сада: Справ. пособие /Л.Р.Азарх, В.В.Баканова, Р.И.Бурда и др. – Киев: Наук. думка, 1988. – 528 с.
10. Кондратюк Е.Н., Бурда Р.И., Остапко В.М. Конспект флоры юго-востока Украины. Сосудистые растения. – Киев: Наук. думка, 1985. – 272 с.
11. Кондратюк Е.Н., Остапко В.М. Редкие, эндемичные и реликтовые растения юго-востока Украины в природе и культуре. – Киев: Наук. думка, 1990. – 154с.
12. Кондратюк Е.Н., Тарабрин В.П., Хархота А.И. Проблемы и перспективы промышленной ботаники на современном этапе// Интродукция и акклиматизация растений. – 1990. – Вып. 14. – С. 3-8.

13. Кондратюк Е.Н., Хархота А.И. Влияние антропопресии на флору и растительность Донбасса // Промышленная ботаника. – Киев: Наук. думка, 1980. – С. 9-51.
14. Кондратюк Е.М., Хархота Г.И. Словник-довідник з екології. – К.: Урожай, 1987. – 160 с.
15. Концепция программы охраны окружающей среды и рационального природопользования Донецкой области. – Донецк, 1993. – 16 с.
16. Коршиков И.И. Адаптация растений к условиям техногенно загрязненной среды. – Киев: Наук. думка, 1996. – 238 с.
17. Курулєнко С.С. Екологічна ситуація в Донецькій області // Промислова ботаніка: стан та перспективи розвитку. Матеріали Третьої Міжнародн. наук. конф. – Донецьк: Мультипрес, 1998. – С. 148-155.
18. Остапко В.М. Популяционно-эйдологическая концепция фитосозологии // Промислова ботаніка: стан та перспективи розвитку. Матеріали Третьої Міжнародн. наук. конф. – Донецьк: Мультипрес, 1998. – С. 66-70.
19. Остапко В.М. Ейдологічні, популяційні і ценологічні основи фітосозології (на прикладі флори Південного Сходу України): Автореф. дис. ... д-ра біол. наук. – К., 2000. – 32 с.
20. Поляков А.К., Малюгин И.Е., Тарабрин В.П. и др. Древесные насаждения в оптимизации техногенной и рекреационной среды Приазовья. – Киев: Наук. думка, 1992. – 170 с.
21. Поляков А.К. Интродукция древесных растений на юго-восток Украины в связи с фитооптимизацией техногенной среды: Автореф. дис. .... д-ра біол. наук. – Ялта, 1996. – 58 с.
22. Промышленная ботаника / Е.Н.Кондратюк, В.П.Тарабрин, В.И.Бакланов, Р.И.Бурда, А.И.Хархота. – Киев: Наук. думка, 1980. – 260 с.
23. Тарчевский В.В. О выделении новой отрасли ботанических знаний – промышленной ботаники // Растительность и промышленные загрязнения. – Свердловск: Би.и., 1970. – С. 5-9.
24. Фитотоксичность органических и неогранических загрязнителей / В.П.Тарабрин, Е.Н.Кондратюк, В.Г.Башкатов и др. – Киев: Наук. думка, 1986. – 216 с.
25. Хархота А.И. Антропогенные изменения растительного покрова Донецкого края: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Днепропетровск, 1981. – 24 с.
26. Хархота А.И. Подбор фитомелиорантов для рекультивации техногенных земель // Интродукция и акклиматизация растений. – 1989. – Вып. 12. – С. 45-47.

ДБС НАН України

Получено 23.02.2000

УДК 581.9: 628.5: 711.1

Растения в антропогенно трансформированной среде / Глухов А.З., Хархота А.И. // Промышленная ботаника. – 2001. – Вып. 1. – С. 5-10.

Рассмотрены основные проблемы промышленной ботаники, акцентировано внимание на вопросе о месте и роли растений в антропогенно трансформированной среде: фитоиндикация среды, рекультивация техногенных земель с помощью растений, оптимизация растительного покрова в промышленном регионе.

Библиогр.: 26 назв.

Plants in anthropogenously transformed environment / Glukhov A.Z., Kharkhota A.I. // Industrial botany. – 2001. – V. 1. – P. 5-10.

The main problems of industrial botany have been considered, the attention being focused on the plants place and their role in anthropogenously transformed environment: phytoindication of environment, restoration of technogenous lands with plants, optimization of a plant cover in an industrial region.