

В.К.Тохтарь, А.И. Хархота, А. Ростаньски, Р. Виттиг

СРАВНЕНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ ФЛОР ТЕХНОГЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЕВРОПЫ

локальные флоры, техногенные экотопы, таксономическая структура, сходство и различие

Исследование особенностей формирования флор различных географических территорий представляет несомненный интерес [9, 10]. Известно ряд работ, посвященных изучению закономерностей географической изменчивости и удельной роли таксонов в сложении различных флор [4, 9, 14, и др.]. Однако большинство подобных исследований касаются естественных флор, которые в настоящее время достаточно хорошо изучены. В этом аспекте остаются практически не исследованными флоры техногенных территорий. Актуальность их исследования носит не только локально-региональный, но и глобальный характер в связи с современной тенденцией к всевозрастающей антропогенной трансформации растительного покрова в различных географических областях. В литературе имеются сведения об унификации и вульгаризации таких флор, об однородности их видового состава и незначительной географической изменчивости [1, 2, 5–8, 16, 17, 25–28, и др.]. Сравнительный анализ структуры флоры железных дорог различных территорий свидетельствует о наличии ряда общих черт в их формировании, что позволяет говорить о существовании некой модельной флоры железных дорог [11]. На юго-востоке Украины такой тип флоры формируется во многом за счет местных степных ксерофитных и адвентивных, преимущественно североамериканских, видов. Эти же группы видов играют важную роль в формировании флоры железных дорог в штате Миссури, США [23], с той лишь разницей, что адвентивными там являются европейские степные виды, а североамериканские – аборигенными. Показано также наличие зонального отпечатка в формирующихся флорах техногенных экотопов при сопоставлении их в региональном аспекте (Донбасс, Кривбасс, Подмосковье, Урал и др.) [13, 15].

Поэтому возникает вопрос, что является детерминирующим и преобладающим фактором в формировании техногенных флор – географические различия территорий или экологические особенности техногенных экотопов, которые зачастую являются лимитирующими для ряда видов растений. Нами было предпринято исследование флор техногенных территорий Европы вдоль достаточно широкого географического градиента: от угольных отвалов Великобритании до золотоотвалов и заводских территорий Урала.

Цель данной работы – сравнить флоры различных техногенных территорий Европы и выявить их сходство и различие. Мы рассматриваем их как локальные флоры достаточно компактных территорий, представляющие основное разнообразие парциальных флор в окрестностях того или иного географического пункта [21].

Материалы были собраны авторами в результате отдельного флористического обследования локальных флор и анализа литературных данных [13, 15, 17–19, 22, 24, 26].

Мы придерживаемся мнения В.М. Шмидта о том, что наиболее удобным и достоверным показателем сходства и различия видового состава флор является коэффициент Жаккара [21]. Оценка всех флористических списков производилась на основе предварительно рассчитанной корреляционной матрицы с индивидуальными для каждой пары флор коэффициентами Жаккара.

Данные по флорам сравнивали методом, предложенным ранее Т.С. Чибрик, Ю.А. Елькиным [17]. Суть этого метода состоит в расположении сравниваемых массивов данных в факторном пространстве, что позволяет визуально оценить степень их сходства и различия. Использовали традиционный подход, при котором учитывалось только присутствие или отсутствие видов,

считающихся равноценными во флоре [21]. Нами исследовались флористические списки 21 локальной флоры техногенных территорий различного географического положения, а именно: 1. Украина, Луганская обл., г. Северодонецк, территория химкомбината «Азот»; 2. Украина, Донецкая обл., шлаковые отвалы металлургических заводов; 3. Украина, Донецкая обл., гг. Докучаевск, Новотроицкое, отвалы флюсово-доломитных разработок; 4. Россия, Урал, территории металлургических заводов [19]; 5. Украина, Донецкая обл., г. Горловка, карьерно-отвальные комплексы ртутных разработок; 6. Германия, Рурская область, отвал шахты «Вальтроп»; 7. Германия, Рурская обл., территории предприятий, производящих цинк и свинец; 8. Германия, Рурская область, отвалы угольных шахт; 9. Польша, Силезия, территории предприятий, производящих цинк и свинец; 10. Польша, Силезия, отвалы угольных шахт; 11. Украина, Донецкая обл., территории коксохимкомбинатов; 12. Украина, Донецкая обл., г. Зугрэс, золоотвалы; 13. Россия, г. Южноуральск, золоотвалы [18]; 14. Украина, Донецкая обл., отвалы угольных шахт; 15. Украина, гг. Донецк, Днепропетровск, Енакиево, Макеевка, Мариуполь и др., территории металлургических заводов; 16. Украина, отвалы угольных шахт Львовско-Волынского угольного бассейна; 17. Россия, Подмосковье, отвалы угольных шахт; 18. Россия, г. Мценск, территория завода по производству цветных металлов; 19. Украина, Луганская обл., г. Свердловск, территория комбината по производству цветных металлов; 20. Украина, Донецкая обл., гг. Донецк, Волноваха, Ясиноватая, Курахово и др., территории комбинатов хлебопродуктов; 21. Великобритания, отвалы угольных шахт (Black Country Region).

Таблица. Таксономическая структура локальных флор техногенных территорий Европы

Локальные флоры техногенных территорий: номер, географическое положение	Количество таксономических единиц		
	вид	род	семейство
1. Украина, Луганская обл.	130	101	31
2. Украина, Донецкая обл.	39	31	16
3. Украина, Донецкая обл.	68	57	18
4. Россия, Урал	40	34	16
5. Украина, Донецкая обл.	143	100	31
6. Германия, Рурская область	40	36	19
7. Германия, Рурская область	37	36	18
8. Германия, Рурская область	227	145	55
9. Польша, Силезия	153	111	31
10. Польша, Силезия	458	242	60
11. Украина, Донецкая обл.	105	81	25
12. Украина, Донецкая обл.	82	69	24
13. Россия, Урал	28	23	9
14. Украина, Донецкая обл.	108	78	24
15. Украина, Донецкая обл., Днепропетровская обл.	175	123	28
16. Украина, Львовская обл.	60	45	15
17. Россия, Подмосковье	70	55	21
18. Россия, Подмосковье	131	93	29
19. Украина, Луганская обл.	84	71	18
20. Украина, Донецкая обл.	284	146	38
21. Великобритания, Black Country	176	115	43

Общий флористический список указанных локальных флор включает 880 видов сосудистых растений, относящихся к 464 родам 102 семействам.

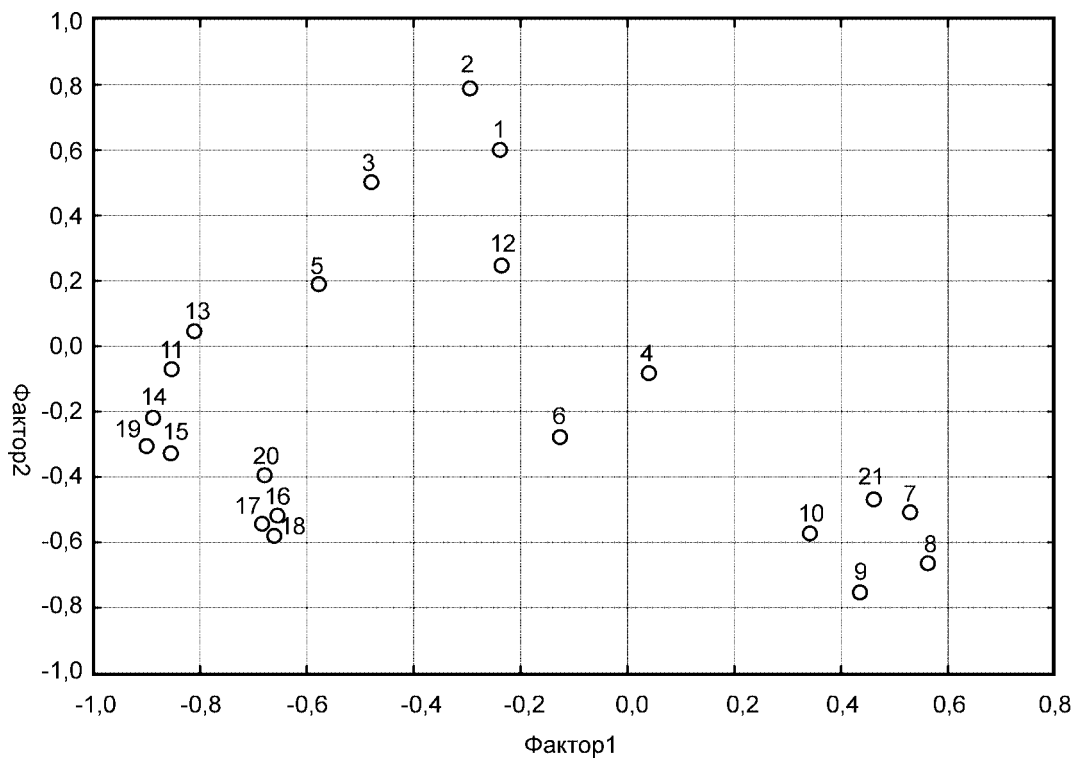
Сравнение таксономической структуры локальных флор техногенных территорий Европы показало их сходство и различие (табл.).

Наиболее богаты по видовому составу локальные флоры территорий железных дорог и комбинатов хлебопродуктов юго-востока Украины. Здесь в большом количестве концентрируются не только местные эвритопные виды, поскольку условия здесь для них достаточно благоприятны, но и большое количество адвентивных видов, поступающих в регион с различными грузами [12]. Довольно много видов отмечено на отвалах угольных шахт в Англии, в Германии (Рурская область), в Польше (Силезия) и в Украине (Донбасс). Лишь некоторые виды способны поселяться на первичных эдафотопх золоотвалов, шламовых и шлаковых отвалов, поэтому таксономическое богатство локальных флор таких территорий невелико.

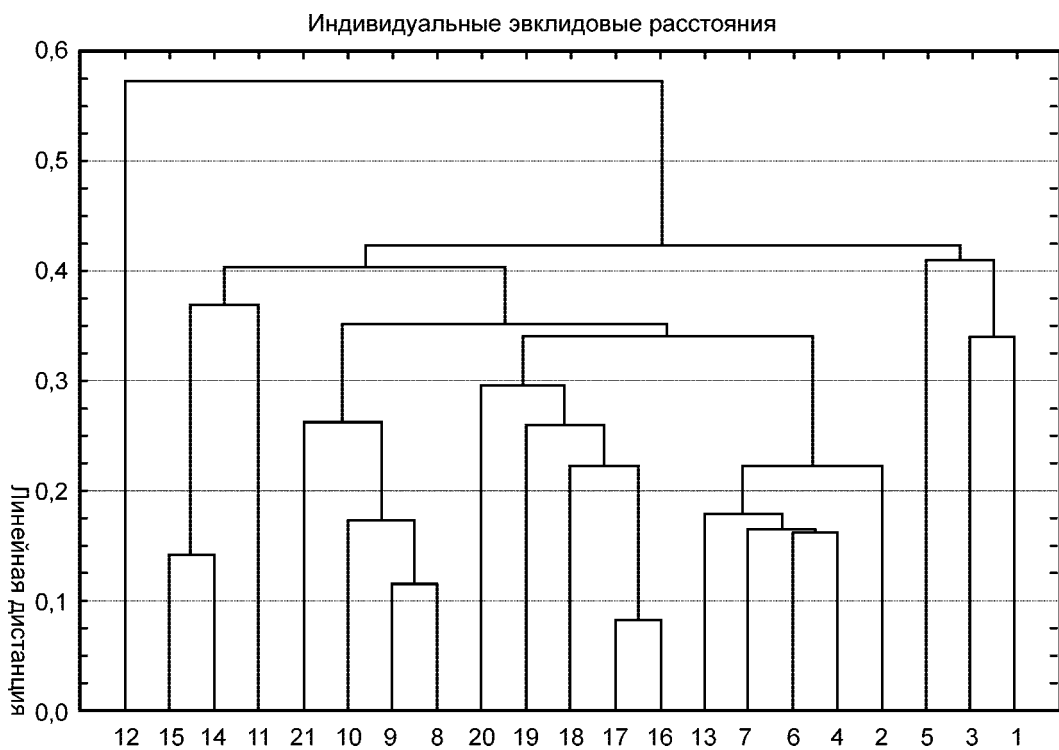
Некоторые виды распространены вдоль всего широтного градиента и являются наиболее характерными видами локальных флор техногенных территорий в Европе. Из них к наиболее распространенным во всех зонах относятся: *Artemisia absinthium* L., *Echium vulgare* L., *Elytrigia repens* (L.) Nevski (отмечены в 17 из 21 локальных флор), *Artemisia vulgaris* L. (16), *Convolvulus arvensis* L., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Chenopodium album* L., *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Daucus carota* L. (14), *Berteroa incana* (L.) DC., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Lactuca tatarica* (L.) C.A. Mey. (13), *Amaranthus retroflexus* L., *Dactylis glomerata* L. (12). Ряд видов распространен на техногенных территориях во всех изученных областях, кроме Средней и Западной Европы: *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen., *Cynoglossum officinale* L., *Diploaxis tenuifolia* (L.) DC., *Euphorbia seguieriana* Neck., *Kochia laniflora* (S. G. Gmel.) Vornb. Другие встречаются преимущественно в техногенных экотопах Западной и Средней Европы: *Agrostis stolonifera* L., *Anthoxanthum odoratum* L., *Arrhenaterum elatius* (L.) J. et C. Presl., *Swida alba* Opiz, *Deschampsia caespitosa* (L.) Beauv., *Digitalis purpurea* L., *Eupatorium cannabinum* L., *Galium mollugo* L., *Gnaphalium uliginosum* L.

Своеобразную стратегию распространения на техногенных территориях проявляют в Европе виды рода *Oenothera* L. Многие из них можно отнести к видам антропогенного происхождения, поскольку они образовались в результате гибридизации видов и видообразовательных процессов в популяциях техногенных экотопов. Установлено [29], что многие виды данного рода встречаются обильно и часто в смешанных популяциях на территориях металлургических и коксохимических заводов, в экотопах отвалов угольных шахт и по железным дорогам Германии и Польши: *Oenothera fallax* Renner ex Rostanski, *Oe. biennis* L., *Oe. glazioviana* Micheli и др. В Украине виды рода *Oenothera* в техногенных экотопах менее обильны и реже встречаются, произрастая, главным образом, вдоль железных дорог, по ним некоторые виды данного рода могут попадать на территории металлургических предприятий, например *Oe. rubricaulis* Kleb. Лишь один вид — *Oenothera biennis* L. встречается на техногенных территориях Урала (Россия).

В результате проведенных исследований была установлена связь между различными флорами техногенных экотопов. Использование метода главных компонент позволило нам получить диаграмму разброса локальных флор в факторном пространстве (рис., А). На ней четко различимы несколько обособленных групп локальных флор, которые расположены на диаграмме рядом друг с другом, что объясняется их географической близостью. В правой части рисунка в обособленной группе расположились локальные флоры техногенных территорий Германии (№7, №8), Польши (№9, №10), Великобритании (№21), что, очевидно, обусловлено в первую очередь наличием ряда общих аборигенных видов Западной и Центральной Европы, за счет которых происходит заселение техногенных экотопов. Эти результаты подтверждают полученные ранее данные о сходстве видового состава техногенных местообитаний в Рурской



А



Б

Рис. Взаимосвязь локальных флор техногенных территорий различного географического положения:
 А – в факторном пространстве, Б – согласно эвклидовым дистанциям;
 1–21– номера локальных флор

области (Германия) и Силезии (Польша) [24]. Расстояние между этими двумя промышленными областями составляет всего около 1000 км, природное флористическое окружение сходно, чем объясняется их флористическая общность. Вторая группа локальных флор расположилась в левой части рисунка. Здесь представлены в основном флоры техногенных территорий, сформировавшиеся в Украине – географическом центре Европы (№№ 11, 14, 15, 19). Довольно близкой к ним оказалась флора золоотвала на Урале (№13). Третья группа объединила две локальные флоры в Подмоскowie (флора территорий шахт и территорий заводов по производству цветных металлов) и флору территорий отвалов угольных шахт, расположенных в Западной Украине. Промежуточное положение между флорами техногенных территорий Донбасса и Подмоскowie занимает флора территорий комбинатов хлебопродуктов в Донецкой области (№20). Это, вероятно, обусловлено наличием здесь большой группы адвентивных видов, общей для указанных географических регионов. Следовательно, зональное флористическое влияние детерминирует формирование таксономического состава локальных флор техногенных территорий в Европе. Общим для локальных флор техногенных территорий является лабильность видового состава и нестабилизированность структуры, относительно свободная и постоянная иммиграция новых видов растений, значительное участие космополитных и адвентивных элементов.

Формирование флор техногенных территорий происходит под влиянием природных и антропогенных факторов. Их комплексное действие очень сложно разделить на составляющие. Если зональность техногенных флор вдоль географического градиента проявляется с помощью использованных методов достаточно хорошо, то степень их экологического и функционального «родства» выявить значительно сложнее. Однако взаимосвязь и близость таких локальных флор различных географических территорий видна на рисунке (А, Б). Так, флора территорий угольных отвалов в Западной Украине (№16) расположена рядом с подобной флорой в Подмоскowie (№17). Достаточно близкими являются флоры металлургических заводов (№15) и комбината по производству цветных металлов (№14) в Украине.

В то же время некоторые локальные флоры являются функционально обособленными техногенными образованиями со специфичным видовым составом и структурой. Это флоры территорий химкомбината «Азот» (№1), шлаковых отвалов металлургических заводов в Украине (№2), отвалов флюсово-доломитных разработок (№3), отвалов ртутных разработок (№5), золоотвалов (№12). Названные флоры обладают наиболее специфичной структурой и видовым составом, что выражается в несколько обособленном положении этих флор по сравнению с остальными на диаграмме разброса (рис. А, Б). Учитывая тот факт, что все они развиваются на юго-востоке Украины, очевидно, что детерминирующим фактором их сложения является комплекс специфичных экологических факторов. Необходимо отметить, что в Донбассе экстремальность экологических факторов в техногенных экотопах усугубляется сухим климатом. Так, например, на ряде обследованных терриконников Донбасса встречается лишь около 50 % от общего количества видов растений окружающих пространств. Наличие контрастных условий техногенных экотопов, которые лимитируют поселение ряда видов, приводит к дифференцированному формированию антропоотолерантных локальных типов флор.

Таким образом, представленные данные свидетельствуют о значительном, доминирующем зональном влиянии местных флор на формирование флор техногенных территорий Европы. Несмотря на то, что флоры техногенных экотопов, например Рурской индустриальной области Германии, формируются приблизительно на одной широте с локальными флорами Урала и на фоне общей бореализации местных флор, необходимо констатировать значительные различия между ними. На диаграмме разброса образуется несколько групп локальных флор техногенных территорий близких географически: «западноевропейские», «украинские», «подмоскovie» и «уральские». Очевидно, что основополагающую роль в генезисе этих флор играют клима-

тические факторы, в частности, и в первую очередь, степень увлажнения. Поэтому в западно-европейских флорах и в Великобритании отмечено достаточно большое количество мезофитных видов, а в Украине преобладающее положение во флорах занимают ксерофитные виды. Сходство локальных флор техногенных территорий различного географического положения в ряде случаев обусловлено наличием большой общей группы адвентивных и антропофильных видов. Вместе с этим выявлена группа локальных флор, детерминирующим фактором сложения которых является комплекс специфических экологических факторов на юго-востоке Украины.

1. *Бурда Р.И.* Антропогенная трансформация флоры. - Киев: Наук. думка, 1991. - 169 с.
2. *Бурда Р.И.* До питання про антропогенну трансформацію флори // Укр. ботан. журн. - 1996. - 53, №1. - С. 26-30.
3. *Куприянов А.Н.* Антропогенная флора и закономерности фитомелиорации отвалов в субаридной зоне Казахстана: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. - Новосибирск, 1992. - 48 с.
4. *Мальшев Л.И.* Основы флористического районирования // Ботан. журн. - 1999. - 84, № 1. - С. 3-14.
5. *Парфенов В.И., Ким Г.А., Рыковский Г.Ф.* Антропогенные изменения флоры и растительности Белоруссии. - Минск: Наука и техника, 1985. - 294 с.
6. *Протопопова В.В.* Синантропная флора и пути ее развития.- Киев: Наук. думка, 1991. - 204 с.
7. *Рева М.Л., Хархота А.И.* Рослинність деяких антропогенних форм рельєфу Донецького кряжа // Інтродукція та експериментальна екологія рослин. - 1975. - Вип. 4. - С. 17-24.
8. *Рева М.Л., Хархота А.И., Дмитренко П.П.* Растительность техногенных земель в Донбассе // Растения и промышленная среда. - Свердловск: Изд-во Урал. гос. ун-та, 1978. - С. 33-43.
9. *Толмачев А.И.* Введение в географию растений. - Л.: Изд-во Ленинград. ун-та. - 1974. - 244 с.
10. *Толмачев А.И.* Методы сравнительной флористики и проблемы флорогенеза. - Новосибирск: Наука, 1986. - 196 с.
11. *Тохтар В.К.* Флора залізниць південного сходу України: Автореф. дис. ... канд. біол. наук. - К., 1993. - 18 с.
12. *Тохтар В.К.* Проблема біологічного забруднення довкілля південного сходу України адвентивними видами // Матер. Міжнар. конф. „Охорона довкілля та екологічна безпека” (м. Донецьк, 21-22 жовтня, 2001 р.). - Донецьк: Б. в., 2001. - С. 96-98.
13. *Тохтар В.К.* Биологическое разнообразие техногенных экотопов // Матер. I Міжнар. наук. конф. „Відновлення порушених природних екосистем” (м. Донецьк, 24-27 вересня 2002 р.). - Донецьк: Б. в., 2002. - С. 408-409.
14. *Федоров Ан. А.* Фитохории европейской части СССР // Флора европейской части СССР. - Л.: Наука, 1979. - Т.4. - С. 10-27.
15. *Хархота А.И.* Флора техногенных экотопов // Проблемы изучения синантропной флоры СССР (Матер. совещ. 1-3 февр. 1989 г.) - М.: Наука, 1989. - С. 19-21.
16. *Хитун О.В.* Флористические характеристика экотопов двух локальных флор на Тазовском полуострове (Западная Сибирь) // Ботан. журн. - 1989. - 74, №10. - С. 1466-1476.
17. *Чибрик Т.С., Елькин Ю.А.* Формирование фитоценозов на нарушенных промышленностью землях. - Свердловск: Изд-во Уральск. ун-та. - 1991. - 220 с.
18. *Чибрик Т.С., Кравченко Н.В.* Флора и растительность золоотвалов в зависимости от зонально-климатических условий // Растения и промышленная среда. - Свердловск: Изд-во Уральск. ун-та, 1990. - Вып. 13. - С. 8-22.
19. *Шилова И.И.* Естественная растительность заводских территорий индустриального центра // Растения и промышленная среда. - Свердловск: Изд-во Уральск. ун-та, 1989. - Вып. 12. - С. 44-56.
20. *Шмидт В.М.* Статистические методы в сравнительной флористике. - Л.: Изд-во Ленинград. ун-та, 1980. - 176 с.
21. *Юрцев Б.А., Семкин Б.И.* Изучение конкретных и парциальных флор с помощью математических методов // Ботан. журн. - 1980. - 65, № 12. - С. 1705-1718.
22. *Cohn E.V.J., Rostanski A., Tokarska-Guzik B., Trueman I.C., Wozniak G.* The flora and vegetation of an old solvay process tip in Jaworzno (Upper Silesia, Poland)// Acta Societatis Botanicorum Poloniae. - 2001. - 70, № 1 - P. 47-60.
23. *Muhlenbach V.* Contributions to the synanthropic (adventive) flora of the railroads in St.-Louis, Missouri, USA. // Ann. Mo. Bot. Gard. - 1979. - 66, №1. - P. 1-108.
24. *Rostanski A., Wozniak G.* The development of vegetation on industrial wastelands in Upper Silesia (Poland) and the Ruhr Region (Germany) / Mechanisms of Anthropogenic changes of the plant cover, publications of the Department of Plant Taxonomy of the Adam Mickiewicz University in Poznan. - 2000. - №10. - P. 259-269.
25. *Tokhtar V.K.* Florogenesis in man-made ecotopes. Proceedings of the XI International Symposium on Bioindicators (Russia, Syctyvkar, September 2001). - Syctyvkar: S. I., 2001. - P. 373.
26. *Tokhtar V. K.* Plant cover differentiation in technogenous ecotopes / V International Conference on Anthropization and Environment of Rural Settlements. Flora and Vegetation (Ukraine, Uzhgorod & Kostryno, May, 2002 y.) - Kyiv: Phytosociocentre. - 2002. - P. 90-91.

27. Tokhtar V.K., Wittig R. Evolution and development of plant populations in technogenous ecotopes // *Soil Science*. – 2001. – 1–2 – P. 97–105.
28. Wittig R. Patterns and dynamics: the example of the European beech (*Fagus sylvatica* L.) forests // *Responses of Forests Ecosystems to Environmental Changes*/ A. Teller, P. Mathy and J.N.R. Jeffers (eds.). London; N. Y.: Elsevier, 1992. – P. 103–114.
29. Wittig R., Tokhtar V.K. *Oenothera* – Arten auf industriebrachen im westfalischen Ruhrgebiet // *Nature u. Heimat*. – 2002. – 62, №1. – S. 29–32.

Донецкий ботанический сад НАН Украины
Силезский университет (г. Катовице, Польша),
Университет им. Й.-В. Гете (г. Франкфурт-на-Майне, Германия)

Получено 27.03.2003

УДК 581.9:581.52 (924)

Сравнение локальных флор техногенных территорий Европы / В.К.Тохтарь, А.И. Хархота, А. Ростаньски, Р. Виттиг // *Промышленная ботаника*. – 2003. – Вып. 3. – С. 6–13.

Показана флористическая специфика и видовое богатство локальных флор различных территорий Европы. Проанализирована степень взаимосвязей локальных флор техногенных территорий вдоль достаточно широкого географического градиента: от угольных отвалов Великобритании до золоотвалов и заводских территорий Урала. Всего отмечено 880 видов, произрастающих в пределах территорий металлургических предприятий, отвалов угольных шахт, заводов, производящих цветные металлы, химкомбинатов, коксохимкомбинатов, золоотвалов, комбинатов хлебопродуктов, отвалов ртутных и флюсово-доломитных разработок. С помощью метода главных компонент и кластерного анализа установлено значительное, доминирующее зональное флористическое влияние на формирование локальных флор техногенных территорий различного географического положения в Европе. На диаграмме разброса образуется несколько групп таких флор, близких географически: «западноевропейские», «украинские», «подмосковные» и «уральские». Вместе с этим выявлена группа флор, детерминирующим фактором сложения которых является комплекс специфичных экологических факторов на юго-востоке Украины.

UDC 581.9:581.52 (924)

Comparing the local floras of technogenous territories of Europe / V.K. Tokhtar, A.I. Kharkhota, A. Rostanski, R. Wittig // *Industrial botany*. – 2003. – V. 3. – P. 6–13.

The floristic peculiarities and species diversity of local floras of different territories of Europe have been shown. Basing on our own and literature data, we have analysed the degree of similarity of different floras of the technogenous territories along a wide geographical gradient: from the coal mine dumps in Great Britain to ash dumps and areas of plants in the Ural Region. Within the areas of the metallurgical plants, factories producing non ferrous metals, coal mines, chemical and coke-chemical enterprises, concentrating mills, mine dumps, ash dumps, bread-making plants, mercurial and flux-dolomite dumps, an overall number of 880 species was analysed by their presence/ absence within the areas investigated. Using the principal components and cluster analysis, we have noted a significant zonal influence of local floras on formation of the floras in industrial ecotopes of the different geographic areas of Europe. On a scatterplot a few geographically close groups of technogenous floras are distinguishable: “Western European”, “Ukrainian”, those of “Moscow Region”, “Ural Region” floras. Besides that we have distinguished a group of floras formed due to the determining influence of a complex of specific ecological factors in the Ukrainian south-east.