

УДК 581.55 (477.60)

© С. П. Жуков

О МЕХАНИЗМАХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЧУЖЕРОДНЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ С ПЕРВИЧНОЙ АДАПТАЦИЕЙ В ТЕХНОГЕННЫХ ЭКОТОПАХ ДОНБАССА

ГУ «Донецкий ботанический сад»

283059, г. Донецк, пр. Ильича, 110; e-mail: donetsk-sad@mail.ru

Жуков С. П. О механизмах распространения чужеродных видов растений с первичной адаптацией в техногенных экотопах Донбасса. – Рассмотрены особенности распространения чужеродных видов, первоначально внедряющихся в техногенные экотопы, а затем распространяющихся на окружающие территории. Предложен вариант механизма их последовательной адаптации к местному климату и ценоотическому окружению.

Ключевые слова: фитоценоз, сукцессия, экотоп, породный отвал.

Введение

Антропогенная трансформация биосферы по мере развития современной цивилизации становится всё более явной в различных своих проявлениях. В растительном мире, в частности, выражены процессы космополитизации и унификации флоры и растительности, постоянного проникновения новых для регионов видов [1]. Особенно интенсивно эти процессы идут в промышленных регионах, к которым относится и Донбасс. В этом плане весьма интересен вопрос как происходит проникновение чужеродных видов на новые для них территории, что представляет особую опасность [2]. Влияние естественных и антропогенных нарушений, их взаимодействия на протекание демографических процессов считаются малоизученными, хотя это может изменять динамику популяций неаддитивно, делая прогнозы об их развитии сложной задачей [10]. Конкретно нас интересовали те виды, которые проникают в сложившиеся биогеоценозы промышленного региона через техногенные биогеоценозы, процесс их освоения в техногенно трансформированных территориях и какую роль последние играют в этом процессе. Это связано с тем, что, появляясь вначале в пределах техногенных экотопов, такие виды часто в дальнейшем переходят и в другие экотопы с сообществами различной степени трансформации или даже попадают в естественные фитоценозы или близкие к таковым по своему составу и структуре, что может представлять угрозу сложившимся региональным экосистемам. Поэтому выяснение особенностей этих процессов может быть необходимым при выработке мер сохранения имеющегося биоразнообразия и, в перспективе, регулирования развития растительного покрова, находящегося под антропогенным влиянием. Кроме того, на основании опыта минувших биогеоценологических кризисов выявлено, что растения, с которых начинается зарастание новых участков, – это та часть сообщества, изменения которой особенно опасны, и к изменениям которой следует относиться особенно осторожно [4].

Цель работы – рассмотреть механизм распространения чужеродных видов с использованием техногенных экотопов Донбасса как места первоначального проникновения и адаптации к местным эколого-ценоотическим условиям.

Материал и методы исследования

Проведено обобщение многолетних наблюдений (1997-2018 гг.) в регулярно обследовавшихся техногенных экотопах Калининского, Ворошиловского, Кировского, Буденовского и Пролетарского районов г. Донецка, в частности на породных отвалах угольных шахт и промплощадках. Использованы данные обследований на постоянных пробных площадях и трансектах, а также данные маршрутных обследований. Из техногенных объектов выбирали те, на которых после окончания эксплуатации или после проведения рекультивационных работ не осуществлялось в дальнейшем техногенное воздействие.

Выявляли случаи первоначального появления в техногенных экотопах чужеродных видов, их размножения и распространения в последующем на прилегающие территории: селитебные, парковые, слаботрансформированные участки сохранившейся природной растительности.

Результаты и обсуждение

По критерию первопоселения в изучаемых техногенных экотопах и отсутствия в этот момент на прилегающих территориях был отобран ряд видов, часть из которых уже давно встречаются в Донбассе на целом ряде техногенных или трансформированных человеком территорий, в том числе в культуре. Это, например, *Padellus mahaleb* (L.) Vassilcz., *Senecio vernalis* Waldst. & Kit., *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle и др. [3, 6]. Но наиболее интересными были процессы внедрения через техногенные экотопы недавно занесенных, чужеродных видов растений, таких как *Grindelia squarrosa* (Pursh) Dunal, *Phalacrolooma annuum* (L.) Dumort s.l., *Senecio viscosus* L., виды рода *Oenothera* L., *Petrosedum reflexum* (L.) Grulich. Они позволяют с гораздо большей степенью вероятности предполагать распространение этих видов на территории, прилегающие к техногенным объектам, именно из отслеживаемых техногенных экотопов.

Первичное распространение чужеродных видов проходит, очевидно, по транспортным путям, но в связи с постоянным нарушающим воздействием в них, закрепление чаще происходит в техногенных экотопах с редким и незначительным последующим влиянием человека, обычно заброшенных после использования, например, на породных отвалах шахт в изученных условиях.

Особенно показательным был процесс распространения и внедрения тонколучника *Phalacrolooma annuum*, который был прослежен на многих стадиях: в 1997 г. он был отмечен на отвале шахты № 3 г. Донецка; в первые годы тысячелетия распространился на отвалах в центральных районах города, при этом происходила его адаптация к новым, более засушливым условиям региона, шел отбор более ксерофитных особей. Так, тогда неоднократно наблюдалась картина массового засыхания в случае засухи летом (обычно это происходило в июле – августе) и плодоношением только отдельных более приспособленных экземпляров, которые к тому времени успевали сформировать плоды, например, на переформированном отвале в ур. Бахмутка (напротив больницы им. Вишневого). При этом происходила элиминация подавляющего числа особей на плоской вершине отвала, занятой этим видом в сочетании с *Ambrosia artemisiifolia* L., которая имеет площадь порядка 1 га. Открытые для внедрения новых видов площади техногенных экотопов служат в данном случае полигоном для их адаптации к новым условиям, отбора устойчивых в новых условиях особей из огромного числа генетических вариантов. Такое контрастное изменение местообитаний по показателю влажности и соответствующая фенотипическая дифференциация видов приводили в описанных в публикациях случаях и к выраженной генотипической дифференциации [11]. К концу первого десятилетия нашего века этот вид отмечался нами на многих породных отвалах по всей территории города и начался его выход на городские территории, газоны, пустыри, придорожные полосы. В настоящее время этот вид встречается в самых различных городских экотопах, в том числе и на территории ботанического сада. Наблюдается даже появление цветковых вариаций у соцветий, в частности синеватой окраски у язычковых цветков (июнь 2017 г., ул. Лабутенко) и выращивание его в качестве декоративного растения на придомовых территориях (или оставление его в этом качестве на грядках). Вероятно, произошло и ускорение начала цветения у этого вида. Так, в 2018 г. на отвале шахты «Заперевальная» цветущие особи наблюдались уже в конце мая, тогда как по описанию вид должен цвести с августа. В текущем 2018 г. этому способствовало раннее потепление весной с высокой суммой активных температур, но и в предыдущие годы начало цветения происходило уже в июне. Возможно, за счет элиминации особей с более поздним цветением вследствие повторяющихся засух в августе – сентябре, когда они должны плодоносить, произошло вымывание (или блокировка и пониженная экспрессия) генов, связанных с этим признаком и

усиление альтернативного блока генов, обеспечивших нетипично раннее цветение и, соответственно, плодоношение. Такие факты, в свою очередь поднимают вопрос о темпах видообразования и появлении новых таксонов вследствие антропогенного кризиса, о которых уже указывается, что время этих изменений «...коротко по меркам не только геологическим, но даже и человеческим» [4, с. 336].

Таким образом, в результате наблюдений в течение ряда лет за развитием заносных видов, широко распространяющихся в техногенных экотопах в районе исследований, и с учетом общих закономерностей развития ценозов, удалось реконструировать по элементам и составить общую схему и последовательность такого процесса, то есть рассмотреть его механизм. По крайней мере, это один из наиболее вероятных вариантов, наиболее согласующийся с нашими данными. При этом возможно последующее распространение нового вида как в антропогенно измененных примыкающих сообществах на зональных почвах, так даже и в незначительно, на фоновом уровне измененные природные фитоценозы, возможно, после некоторого промежуточного этапа широкого внедрения в этих антропогенно измененных местных сообществах. Наиболее благоприятны для таких процессов внедрения и последующего развития техногенные экотопы, которые на определенном временном этапе перестают использоваться, и в дальнейшем естественным образом происходит развитие биогеоценозов в сложившемся техногенном экотопе, то есть его сукцессия.

Предлагаемая схема проникновения нового или чужеродного вида в биогеоценозы промышленного региона через техногенные экотопы включает ряд этапов:

1. Вследствие техногенного нарушения образуется условно свободное от жизни пространство, куда идет занос диаспор видов местной флоры из рядом расположенных природных и в различной степени антропогенно трансформированных биогеоценозов, или по путям сообщения, или с дальних расстояний ветром, или животными и птицами. Не всегда можно отследить конкретные пути занесения и место происхождения диаспор видов. Собственно, и момент первоначального проникновения на техногенный участок не всегда устанавливается, но по интенсивности размножения и состоянию ценопопуляции его можно примерно оценить. В этот момент экологические ниши внедряющегося нового в этом месте вида (особенно в случае чужеродного вида) и обычных для таких экотопов видов-пионеров несостыкованы, могут сильно перекрываться, полностью или частично совпадая в разных своих измерениях. После окончания эксплуатации техногенного объекта и какое-то время после этого (зависит от свойств получившегося экотопа, иногда это довольно продолжительное время, как на породных отвалах), из-за слабой сформированности техногенных биогеоценозов при попадании в него чужеродных видов они оказываются в низкоконкурентной среде, где нет фитоценотического ограничения для их выживания и развития. Происходит закрепление новых видов в этом сообществе (по сути, группировке). В природных или незначительно трансформированных сообществах этому препятствует фитоценотическая замкнутость сообществ. Поэтому, если даже вначале такие виды и проникали на техногенный объект через какие-то локальные нарушения в окружающих более сформированных сообществах, то в дальнейшем они могут там выпасть вследствие конкурентного воздействия.

2. После закрепления вида в техногенных биогеоценозах начинается размножение, увеличивается его количество, идет адаптация к местным условиям и распространение этого чужеродного вида в другие сообщества техногенного объекта, в том числе и более сформированные, в которых присутствуют и местные виды. При этом адаптации к абиотическим факторам как раз способствует низкий уровень конкуренции в сообществах. Адаптация к местным почвенно-климатическим условиям может идти по принципу массовой элиминации неустойчивых особей с вымыванием генов, не соответствующих новым условиям. При этом возможно усиление альтернативных свойств, например, как в случае сдвига начала цветения у *Phalacrolooma annuum* на более ранние сроки.

3. При взаимодействии с имеющимися видами местных сукцессионных рядов, происходит передифференциация их экологических ниш, со сдвигом, трансформацией экологических ниш местных видов и формированием новой экологической ниши для внедрившегося вида, адаптированной к местным условиям (рис. 1). Эти процессы, возможно, идут без изменения фундаментальной экологической ниши внедряющихся видов, хотя такое тоже нельзя исключать, в частности для однолетних видов, на протяжении уже десятков поколений развивающихся в описываемых условиях. Но, по крайней мере, очевидно, что при дифференциации экологических ниш в сообществах изменяются реализованные экологические ниши как внедряющихся видов, так и уже присутствующих в данных фитоценозах. Это сопровождается изменениями конкурентоспособности видов, изученной нами на породных отвалах шахт [7]. Фактор межвидовых взаимоотношений во многом определяет направление развития и структуру растительных сообществ, которые формируются. Если в эволюционном времени конкуренция ведет к различию экологических ниш видов, то в сукцессионном аспекте межвидовые взаимоотношения ведут к формированию группировок из видов, все более дифференцированных по экологическим нишам.

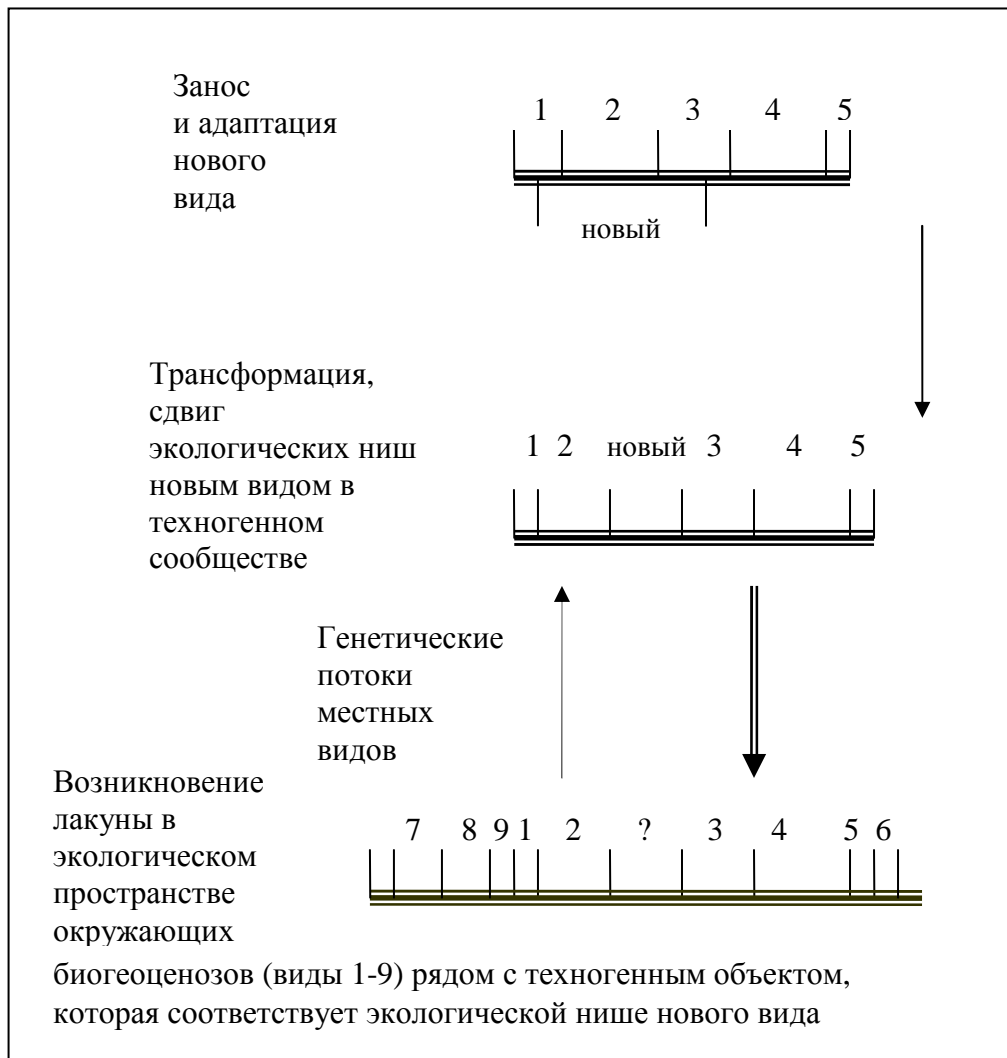


Рис. 1. Обобщенная схема дифференциации экологических ниш после проникновения нового, чужеродного вида в биогеоценозы промышленного региона через техногенные биогеоценозы
Пояснения в тексте

4. В процессе дифференциации экологических ниш происходит отбор соответствующих особей, которые легче встраиваются в формирующиеся в техногенных экотопах сообщества, сопровождающийся дрейфом генетической структуры в ценопопуляции многих видов техногенных биогеоценозов. Вследствие обмена генетической информацией у местных видов между ценопопуляциями техногенных экотопов и остальной частью этих популяций на прилегающих территориях, при наблюдающемся в настоящее время часто количественном преобладании по площади техногенных биогеоценозов генетический поток от них оказывается сильнее, чем из окружающих территорий на техногенные объекты, чему также способствует и возвышенное положение некоторых техногенных объектов, например, породных отвалов шахт. Это превалирование генетического потока от техногенных экотопов должно и, по-видимому, постепенно трансформирует генетическую структуру популяций местных прилегающих биогеоценозов.

5. При этом возникает зазор, свободная лакуна в экологическом пространстве местных сообществ, соответствующая сформировавшейся в техногенном экотопе реализованной экологической нише чужеродного вида. Поэтому в случае заноса диаспор этого вида в данные сообщества они перестают быть закрытыми фитоценологически для него, происходит внедрение этого вида и в них.

Отдельные этапы или даже несколько из них в предложенной схеме, в реальных случаях могут отсутствовать или проходить незаметно, или вид даже может пресекаться в развитии. Так, например, произошло с распространением *Senecio viscosus*, который первоначально был выявлен на отвале шахты № 5-6 [8]. Какое-то время шло его распространение на другие породные отвалы, где он часто ассоциировал с *Senecio vernalis*, и на примыкающие к отвалам скопления твердых бытовых отходов, но в последнее десятилетие перестал отмечаться даже на тех объектах, где он ранее находился. Возможно, к этому привели процессы климатических изменений с появлением частых протяженных засушливых периодов, нельзя также исключать влияния инфекций или вредителей. Процесс распространения некоторых других видов прослежен только до одной из перечисленных стадий [5]. Потенциально по описанному механизму возможно и проникновение чужеродных видов в естественные по своей структуре сообщества, с возможностью их трансформации, но этот важный вопрос требует дополнительных исследований с расширением исследуемых объектов.

В результате наблюдений за распространением *Phalacrolooma annuum* также можно сделать вывод о приуроченности его к тем же местообитаниям, что и *Ambrosia artemisiifolia*, что сопровождается конкуренцией между ними. И в этой борьбе конкурентное преимущество часто остаётся за *Phalacrolooma annuum*, поскольку этот вид начинает развиваться из семян ещё осенью, зимую в состоянии листовой розетки. Поэтому весной он опережает в развитии и подавляет близлежащие особи, заметно снижая обилие конкурента в сообществах породных отвалов. Это в перспективе (при отсутствии неблагоприятных последствий таких действий, например, отсутствии аллергенной активности у этого вида) позволяет рассматривать этот сравнительно новый в наших условиях вид в качестве потенциального биологического «средства борьбы» с *Ambrosia artemisiifolia*, – аллергенным карантинным видом.

Выводы

На основании изучения особенностей распространения видов, первоначально внедряющихся в техногенные экотопы Донбасса, а затем распространяющихся на окружающие территории, рассмотрен обобщенный механизм этого процесса, с поэтапной адаптацией чужеродных видов к местному климату и ценологическому окружению на основе трансформации и дифференциации экологических ниш в формирующихся сообществах.

Список литературы

1. Бурда Р. И. Антропогенная трансформация флоры / Р. И. Бурда. – К. : Наук. думка, 1991. – 168 с.
2. Бурда Р. И. Методика дослідження адаптивної стратегії чужорідних видів рослин в урбанізованому середовищі / Р. І. Бурда, О. А. Ігнатюк. – К. : НЦЕБМ НАН України, ЗАТ «Віпол», 2011. – 112 с.
3. Глухов А. З. Экоморфологический анализ раннецветущих видов растений в техногенных экотопах юго-востока Украины / А. З. Глухов, А. И. Хархота, С. И. Прохорова, И. В. Агурова, С. П. Жуков // Экология и ноосферология. – 2011. – Т. 22, № 3 – 4. – С. 48 – 57.
4. Жерихин В. В. Избранные труды по палеоэкологии и филоценогенетике / В. В. Жерихин. – М. : Т-во научных изданий КМК, 2003. – 542 с.
5. Жуков С. П. Изменение структуры фитоценозов шахтного отвала за 10 лет / С. П. Жуков // Відновлення порушених природних екосистем : матер. III Міжнар. наук. конф. (Донецьк, 7–9 жовтня 2008 р.). – Донецьк, 2008. – С. 202-205.
6. Жуков С. П. Флорокомплексы техногенных экосистем Донбасса / С.П. Жуков // Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону. – Донецьк: ДонНУ. – 2010. – №1(10). – С. 57 – 61.
7. Жуков С. П. Диференціація екологічних ніш видів та формування фітоценозів на техногенно порушених землях / С. П. Жуков // Промышленная ботаника. Сборник научных работ. – Донецк. – 2011. – Вып. 11. – С. 36 – 41.
8. Кондратюк Е. Н. Конспект флоры юго-востока Украины / Е. Н. Кондратюк, Р. И. Бурда, В. М. Остапко. – К. : Наук. думка, 1985. – 272 с.
9. Миркин Б. М. Современная наука о растительности : учебник / Б. М. Миркин, Л. Г. Наумова, А. И. Соломещ. – М. : Логос, 2001. – 264 с.
10. Tye M. R. A demographic ménage à trois: interactions between disturbances both amplify and dampen population dynamics of an endemic plant / [M. R. Tye, E. S. Menges, C. Weekley et al.] // Journal of Ecology. – 2016. – Vol. 104 (6). – P. 1778-1788.
11. Zhang Q. Hydrologically contrasting environments induce genetic but not phenotypic differentiation in *Solanum dulcamara* / [Q. Zhang, J. L. Peters, E. J. W. Visser et al.] // Journal of Ecology. – 2016. – Vol. 104 (6). – P. 1649-1661.

Zhukov S. P. On mechanisms of distribution of alien species of plants with primary adaptation in technogenic ecotopes of Donbass. – The paper focuses on specific features of alien species spread. Those initially penetrate technogenic ecotopes and then spread onto the adjacent areas. A suggested variant of their gradual adaptation mechanism to local climate and cenotic environment is given.

Key words: phytocenosis, succession, ecotope, waste rock dump.