

Ботанические исследования

УДК 581.524.32

А.В. Баринов, В.Д. Бочкин, Ю.К. Виноградова

ПРОЯВЛЕНИЕ МОДУСОВ МУТАЦИОННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ НА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ Г. МОСКВЫ¹

Исследована флора Московского железнодорожного узла, протяженность которого в старых границах мегаполиса (до 2012 г.) составляет около 300 км. На основе гербарных коллекций [МНА, MW] и разработанной авторами базы данных видов, произрастающих на железных дорогах г. Москвы, проведен анализ мутационной изменчивости растений. Описаны следующие модусы мутационной изменчивости: гибридизация, выщепление из гибридов парентальных видов, возврат культурных видов к их дикому типу, возникновение терат. Отмечена высокая представленность гибридов (5 % от общей численности видов, зарегистрированных на железной дороге), что, по-видимому, обусловлено спецификой экологии железнодорожных местообитаний. Дан список 58 гибридогенных таксонов из 20 семейств, зафиксированных на железной дороге. Число гибридов убывает в ряду Rosaceae (14) – Asteraceae (7) – Salicaceae (7) – Lamiaceae (4) – Oenotheraceae (4) – Poaceae (3). Остальные 14 семейств представлены 1-2 видами. Большинство гибридов являются культивируемыми и попадают на железную дорогу посредством антропохории или зоохории.

Ключевые слова: мутации, гибриды, железная дорога, Москва, флора, база данных.

Железнодорожный транспорт является одним из важнейших факторов нарушений функционирования экосистем и способен преобразовывать не только условия среды обитания, но и ландшафты. Поддержание железнодорожной инфраструктуры обуславливает специфические условия среды обитания с щелочной реакцией почвы и различным, но довольно высоким, уровнем питательных веществ, органическими и неорганическими загрязнениями, в числе которых смазывающие масла и конденсаты жидкостей, перевозимые нефтепродукты, металлические руды, удобрения и различные химические вещества, а также применяющиеся на железных дорогах гербициды [1].

Специфика железнодорожных перевозок вызывает ряд экологических проблем: изменение условий среды, загрязнение почвы, фрагментацию естественных и полуестественных биотопов [2-4], внедрение чужеродных растений вследствие межрегиональной линейной миграции [5-7] или дальнего заноса [6; 8-10].

Железные дороги по праву признаны одним из векторов расселения чужеродных видов растений. Но растения не только заносятся по железным дорогам, здесь же они могут претерпевать значительные микроэволюционные изменения, затрагивающие генетическую природу вида. В частности, в непривычных условиях чужеродные виды могут формировать гибриды как с близкородственными аборигенными видами, так и с другими чужеродными растениями, расселяющимися на данной территории. Усиление гибридизационных процессов во вторичном ареале является одной из гипотез, объясняющих успешность произрастания растений на новой родине [11]. Удачная рекомбинация генетических признаков родительских видов сокращает lag-фазу и приводит к образованию новых активных «видов-трансформеров». Доля гибридогенных таксонов среди инвазионных видов Средней России достигает 10 % [12]. В результате гибридизации сформировались, например, активно расселяющиеся *Reynoutria × bohémica*, *Symphytum × uplandicum*, *Aster × salignus*, *Amelanchier × spicata* и др. Поскольку часто гибриды являются более приспособленными к условиям вторичного ареала, чем родительские виды [13-15], поиск и диагностика таксонов с промежуточными признаками очень важны при осуществлении превентивных мер борьбы с инвазионными (наиболее агрессивными чужеродными) растениями.

Несомненно, стрессовые экологические условия влияют не только на распространение гибридных таксонов, но и на общий уровень мутаций растений, произрастающих на железной дороге, однако этот аспект в должной степени пока не исследован.

¹ Исследование выполнено при частичной финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 15-29-02556).

Цель исследования – проанализировать модусы мутационной изменчивости растений применительно к флоре железных дорог города Москвы и выявить степень представленности гибридогенных таксонов в «железнодорожной флоре».

Материалы и методика исследований

Объект исследования – флора Московского железнодорожного узла, существующего с 1851 г. и являющегося одним из крупнейших в мире. Железная дорога рассматривалась в широком смысле этого понятия, включая железнодорожные пути, платформы, станции, прилегающие склоны и кюветы, зоны отчуждения. Протяженность железных дорог в старых границах мегаполиса (до 2012 г.) составляет около 300 км без учета подъездных путей предприятий и веток, соединяющих железные дороги разных направлений.

Для упорядочивания большого массива сведений, имеющихся по флоре железных дорог Москвы, разработана база данных, которая основана на гербарных сборах, начиная с 1851 по 2016 г. и хранящихся в Гербарии Главного ботанического сада [МНА] и Гербарии Московского университета [MW]. Нами целенаправленно собирался гербарий с 1982 по 2016 гг.

База данных состоит из программной платформы, включающей в себя операционную систему Linux с развернутым на ее основе web-сервером Apache, с установленной системой управления базами данных mysql, языком сценариев общего назначения с открытым исходным кодом PHP, а также разработанного интерактивного интерфейса для пользователя, позволяющего сделать работу с базой максимально удобной. База данных включает таксономический блок, географический блок, биологический блок, экологический блок и иллюстративный блок, в котором представлены фотографии гербарных листов, фотографии растений в природе и, по необходимости, диагностические признаки наиболее трудных для определения таксонов.

Ранее, пользуясь базой, мы на основе гербарных сборов составили список видов, произрастающих на железных дорогах Москвы. Флора железнодорожного узла мегаполиса представлена 1087 видами, которые входят в 447 родов 94 семейств [16]. Число зафиксированных на железной дороге Москвы видов много выше, чем приводится для железных дорог других регионов. Несомненно, столь высокая численность видов «железнодорожной флоры» в Москве объясняется громадными объемами перевозок, большой протяженностью железнодорожного полотна и длительным сроком проводимых многими учеными наблюдений (более 160 лет). Необходимо также иметь в виду, что особенностью транспортных перевозок России являлась их централизованность, и грузы из одного региона в другой шли не напрямую, а через центр страны в основном через Москву. Наши данные подтвердили роль железных дорог как вектора расселения чужеродных видов: 54% из чужеродных видов, выявленных в Москве и Московской области, произрастают по железным дорогам [16].

База данных по «железнодорожной флоре» Москвы легла в основу настоящего исследования.

Результаты и их обсуждение

Выявлены следующие модусы мутационной изменчивости растений: гибридогенные виды, возврат к дикому типу, выщепление из гибридов родительских видов, тератные (уродливые) формы.

Гибриды. На железных дорогах г. Москвы выявлено 58 гибридогенных видов из 36 родов, принадлежащих к 20 семействам, что составляет 5% от всех видов, зарегистрированных на железной дороге. Ниже приводится список этих таксонов, в скобках указана фракция флоры, к которой относится вид – естественной (N – native) или чужеродной (A-alien). Приведены также жизненные формы растений по упрощенной классификации: Дер – дерево; Куст – кустарник; ДЛ – древовидная лиана; Мн – многолетние травянистые растения; Дв – двулетник; Одн-Дв – одно- двулетник; Одн – однолетник.

Сем. *Ranunculaceae* – Лютиковые

Thalictrum flavum L. × *Th. simplex* L. (N Мн)

Сем. *Polygonaceae* – Гречиховые

Polygonum novoaskanicum Klok. (= *P. aviculare* L. s. l.) [*P. patulum* Bieb. × *P. arenastrum* Boreau] (A Одн)
Reynoutria × *bohemica* (Chrtek et Chrtkova) P. F. Zika et A. L. Jakobson (= *Polygonum* × *bohemica* Chrtek et Chrtkova) [*Reynoutria japonica* Houtt. × *R. sachalinensis* (F. Schmidt) Nakai] (A Мн)

Сем. *Chenopodiaceae* – Маревые*Chenopodium* × *preismannii* J. Murr [*Ch. album* L. × *Ch. opulifolium* Schrad. ex DC.] (N Одн)*Chenopodium* × *thellungii* J. Mur [= *Ch. opulifolium* Schrad. ex DC. × *Ch. suecicum* J. Murr] (N Одн)Сем. *Vitaceae* – Виноградовые*Vitis vinifera* L. × *V. labrusca* L. (A ДЛ)Сем. *Oenotheraceae* – Ослинниковые*Epilobium montanum* L. × *E. adenocaulon* Hausskn. (A Одн.-дв.)*Epilobium roseum* Schreb. × *E. rubescens* Rydb. (A Одн.-дв.)*Oenothera casimiri* Rostanski [= *Oe. biennis* L. × *O. rubricaulis* Klebahn] (A Дв)*Oenothera villosa* Thunb. [= *Oe. depressa* Greene × *Oe. rubricaulis* Klebahn.] (A Дв)Сем. *Leguminosae* – Бобовые*Lotus* × *ucrainicus* Klok. [= *L. corniculatus* L. × *L. stepposus* Gramina] (A Мн)*Medicago* × *varia* T. Martyn [= *M. sativa* L. × *M. falcata* L.] (A Мн)Сем. *Rosaceae* – Розоцветные*Crataegus* × *kyrtostyla* Fingerh. (A Дер)*Fragaria* × *ananassa* Duchesne ex Rozier (A Мн)*Malus* × *astracanica* Dum. - Cours. [= *M. domestica* Borkh. × *M. prunifolia* (Willd.) Borkh.] (A Дер)*Malus* × *robusta* (Carr.) Rehd. [= *M. baccata* (L.) Borkh. × *M. prunifolia* (Willd.) Borkh.] (A Дер)*Potentilla supina* L. × *P. sp.* (A Одн.-дв.)*Potentilla* × *angarensis* M. Popov [= *P. argentea* L. × *P. tergemina* Sojak] (A Мн)*Potentilla* × *letae* Prodan [= *P. argentea* L. × *P. thuringiaca*] (N Мн)*Rosa* × *majorugosa* Palmen et Hamet-Ahti [= *R. majalis* Herrm. × *R. rugosa* Thunb.] (A Куст)*Rosa* × *podolica* Tratt. ex Link (A Куст)*Rosa* × *viarum* A.K.Skvortsov (A Куст)*Rubus* × *pseudoidaeus* (Weihe) Lej. [= *R. idaeus* L. × *R. caesius* L.] (N Куст)*Sorbus* × *hybrida* L. [*S. aucuparia* L. × *S. intermedia* (Ehrh.) Pers.] (A Дер)*Spiraea* × *pseudosalicifolia* Silverside [= *S. salicifolia* L. × *S. douglasii* Hook.] (A Куст)*Spiraea* × *rosalba* Dippel [= *S. salicifolia* L. × *S. alba* Du Roi] (A Куст)Сем. *Violaceae* – Фиалковые*Viola* × *contempta* Jord. [= *V. arvensis* Murr × *V. tricolor* L.] (N Одн.-Дв)*Viola* × *wittrockiana* Gams (A Одн.-Дв)Сем. *Salicaceae* – Ивовые*Populus* × *canadensis* Moench [= *P. deltoides* Marsh. × *P. nigra* L.] (A Дер)*Populus* × *canescens* (Ait.) Smith [= *P. alba* L. × *P. tremula* L.] (A Дер)*Populus* × *moskoviensis* Schroeder [= *P. laurifolia* Ledeb. × *P. suaveolens* Fisch.] (A Дер)*Populus* × *nevensis* P. Bogdanov (A Дер)*Populus* × *sibirica* G.V.Krylov et G.V.Grig. ex A.K.Skvortsov (A Дер)*Salix pentandra* L. × *S. euxina* I. V. Belyaeva (N Дер)*Salix* × *fragilis* L. (= *S. rubens* Schrank) [*S. alba* L. × *S. euxina* I. V. Belyaeva] (A Куст)Сем. *Euphorbiaceae* – Молочайные*Euphorbia* × *pseudovirgata* (Schur) Soo [= *E. esula* L. × *E. virgata* Waldst. et Kit.] (N Мн)Сем. *Brassicaceae* – Крестоцветные*Raphanus* × *candidus* Worosch. [= *Raphanus sativus* L. × *R. raphanistrum* L.] (A Одн.-Дв)Сем. *Campanulaceae* (incl. *Lobeliaceae*) – Колокольчиковые*Campanula cervicaria* L. × *C. glomerata* L. (N Мн.-Дв)Сем. *Asteraceae* – Сложноцветные*Arctium* × *ambiguum* (Celak.) Nym. [= *A. lappa* L. × *A. tomentosum* Mill.] (N Дв)*Arctium* × *mixtum* (Simonk.) Nym. [= *A. tomentosum* Mill. × *A. minus* (Hill.) Bernh.] (N Дв)*Pilosella* × *flagellaris* (Willd.) Arv.-Touv. (= *Hieracium flagellare* Willd.); [*P. caespitosa* (Dumort.) P. D. Sell et C. West × *P. officinarum* F. Schultzet et Sch. Bip.] (N Мн)*Pilosella* × *glomerata* (Froelich) Fr. (= *Hieracium* × *glomeratum* Froelich) (N Мн)*Symphotrichum* × *salignus* (Willd.) Nesom (= *Aster* × *salignus* Willd., *A. salicifolium* Scholl.) [= *S. novibelgii* (L.) Nesom × *S. laeve* (L.) A. et D. Love] (A Мн)

Symphytotrichum × *versicolor* (Willd.) Nesom (= *Aster* × *versicolor* Willd.) [*S. novi-belgii* (L.) Nesom × *S. lanceolatum* (Willd.) Nesom;] (А Мн)

Symphytotrichum × *versicolor* (Willd.) Nesom × *S. novi-belgii* (L.) Nesom (А Мн)

Сем. *Solanaceae* – Паслёновые

Nicotiana × *sanderiae* hort. [= *N. alata* Link & Otto × *N. forgetiana* hort. ex Hemsl.] (А Одн)

Petunia × *hybrida* (Hook.) Vilm. (А Одн)

Сем. *Scrophulariaceae* (incl. *Orobanchaceae*) – Норичниковые

Verbascum × *collinum* Schrad. [= *V. nigrum* L. × *V. thapsus* L.] (N Мн-Дв)

Сем. *Lamiaceae* – Губоцветные

Mentha × *carinthiaca* Host. [= *M. arvensis* L. × *M. suaveolens* Ehrh.] (А Мн)

Mentha × *gentilis* auct., non L. [*M. arvensis* L. × *M. spicata* L.] (А Мн)

Mentha × *wirtgeniana* F. Schultz (= *M. × piperita* L. × *M. arvensis* L.) (А Мн)

Thymus × *loevyanus* Opiz (= *Th. marschallianus* Willd. × *Th. pulegioides* L.) (А Мн)

Сем. *Rubiaceae* – Мареновые

Galium × *polonicum* Blocki (= *G. × pomericum* Retz) [*G. mollugo* L. × *G. verum* L.] (N Мн)

Сем. *Liliaceae* s. str. – Лилейные

Tulipa × *hybrida* hort. (А Мн)

Сем. *Iridaceae* – Касатиковые

Iris × *hybrida* hort. (А Мн)

Сем. *Poaceae* – Злаки

Lolium multiflorum Lam. × *L. rigidum* Gaudin (А Одн)

Lolium × *hybridum* Hausskn. [= *L. multiflorum* Lam. × *L. perenne* L.] (А Одн.-Дв)

Sorghum × *drummondii* (Nees ex Steud.) Millsp. & Chase [*S. bicolor* (L.) Moench × *S. arundinaceum* (Desv.) Stapf] (А Одн)

Больше всего гибридов (14) насчитывает семейство *Rosaceae*. Далее по числу гибридов идут семейства *Asteraceae* и *Salicaceae* (по 7), *Lamiaceae*, *Oenotheraceae* (по 4), *Poaceae* (3). Остальные 14 семейств представлены 1-2 видами (табл.).

Таксономический спектр гибридогенных видов

Семейство	Число родов	Число видов
<i>Rosaceae</i>	8	14
<i>Asteraceae</i>	3	7
<i>Salicaceae</i>	2	7
<i>Lamiaceae</i>	2	4
<i>Oenotheraceae</i>	2	4
<i>Poaceae</i>	2	3
<i>Polygonaceae</i>	2	2
<i>Leguminosae</i>	2	2
<i>Solanaceae</i>	2	2
<i>Chenopodiaceae</i>	1	2
<i>Violaceae</i>	1	2
<i>Ranunculaceae</i>	1	1
<i>Vitaceae</i>	1	1
<i>Euphorbiaceae</i>	1	1
<i>Brassicaceae</i>	1	1
<i>Campanulaceae</i>	1	1
<i>Scrophulariaceae</i>	1	1
<i>Rubiaceae</i>	1	1
<i>Liliaceae</i>	1	1
<i>Iridaceae</i>	1	1
ИТОГО	36	58

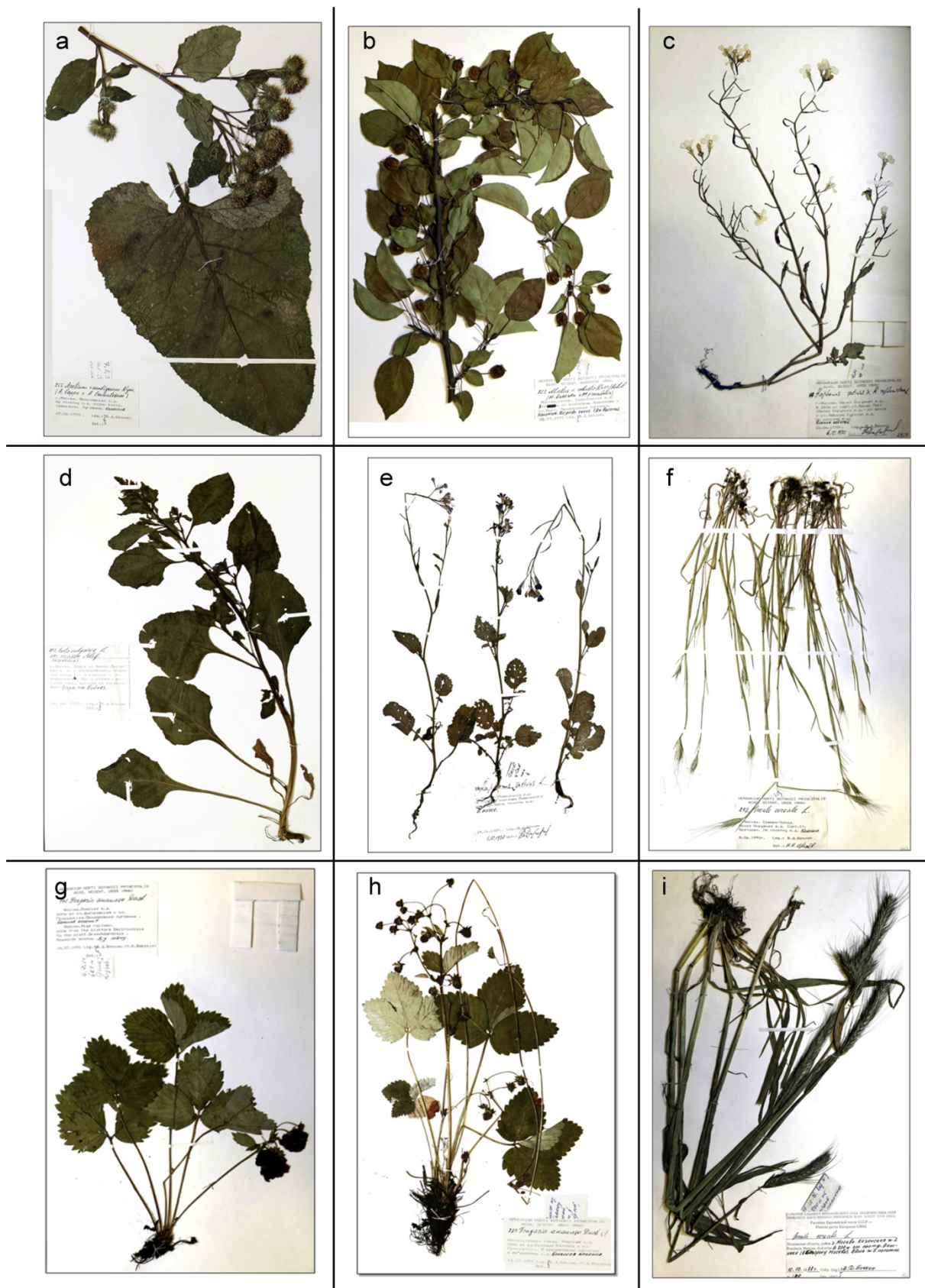


Рис. 1. Гербарные образцы, характеризующие мутации растений на железной дороге [МНА]:
 а – *Arctium* × *ambiguum*; б – *Malus* × *robusta*; в – *R.* × *candidus*; д – *Beta vulgaris*; е – *Raphanus sativus*;
 ф – *Secale cereale*; г – *Fragaria* × *ananassa*; h – выщепление из *Fragaria* × *ananassa* формы, схожей с
F. moschata; i – *Secale cereale* с тератым соцветием

К наиболее интересным гибридогенным видам относится, например, *Arctium* × *ambiguum* (рис. 1а). Это гибрид аборигенных видов, сочетающий признаки обоих родителей – *A. lappa* и *A. tomentosum*. На железной дороге отмечается гораздо чаще, чем в природных условиях. Еще один лопух, *Arctium* × *mixtum*, также представляет собой естественный гибрид.

Зафиксированная на железной дороге яблоня мощная *Malus* × *robusta* (рис. 1б) является культивируемым гибридом сибирской яблони ягодной *M. baccata* и яблони сливолистной *M. prunifolia*, сорта которой известны в культуре под именем «райских яблочек». У одного из родителей чашечка при плодах остается, у другого – опадает вместе с верхней частью гипантия. У гибрида наблюдается частичное опадение гипантия, варьируют также размер и окраска плодов.

Самосев яблони мощной неоднократно отмечался вдоль железных дорог. Дважды обнаружен на железных дорогах Москвы и другой культивируемый гибридогенный вид яблони – астраханка *Malus* × *astracanica*.

У *Rubus* × *pseudoidaeus* – гибрида ежевики *R. caesius* и малины *R. idaeus* – фертильные цветки встречаются крайне редко, поэтому растение плодов практически не дает. По склонам железной дороги активно расселяется вегетативным способом, формируя клоны большой протяженности.

У люцерны посевной (*Medicago sativa*) цветки фиолетово-сиреневые и плоды закручены на 3-4 оборота, у люцерны желтой (*M. falcata*) цветки, соответственно, желтые и плоды слегка изогнутые, но не закрученные. Гибрид этих видов люцерны пестрая (*M.* × *varia*) имеет промежуточные признаки: цветки фиолетово-желтые, а плоды закручены на один оборот.

Методом скрещивания *Nicotiana alata* и *N. forgetiana* получен культивируемый гибридогенный вид, широко выращиваемый как декоративное растение, *Nicotiana* × *sanderiae* hort., который дважды был обнаружен на железной дороге.

У *Raphanus raphanistrum* цветки желтые, стручок имеет по периметру ярко выраженные ребра и распадается на членики. У *R. sativus* окраска цветков от белого до малинового, плод вздутый, без выраженных ребер, на членики не распадается. У их гибридных экземпляров, *R.* × *candidus*, основание плода членистое, а верхняя часть – вздутая и не членистая (рис. 1с). Цветки более крупные, чем у *R. raphanistrum* и не имеют желтой окраски.

Культивируемые гибриды по численности таксонов значительно превосходят естественные гибриды (43 против 15), причем эта закономерность характерна для всех жизненных форм: как малолетников, так и многолетних трав и древесных видов (рис. 2). Особенно сильно преобладают культивируемые гибриды в группе древесных видов, что неудивительно для растений, расселяющихся при помощи человека.

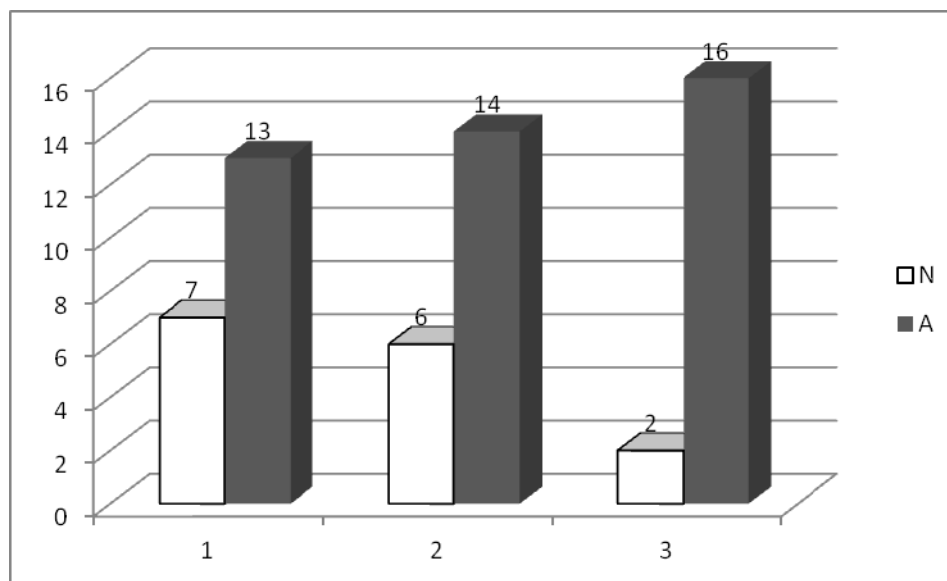


Рис. 2. Соотношение между жизненной формой и происхождением гибридогенных видов.

N – естественный гибрид природных видов; A – гибрид чужеродных видов. 1 – терофиты (одно-двулетники); 2 – многолетние травянистые растения; 3 – древесные растения (кустарники, лианы, деревья)

Возврат к дикой форме. Специфические условия железных дорог способствуют и другим мутационным изменениям, в частности, к возврату «сбежавших» из культуры видов к их дикому предку. Например, свекла (*Beta vulgaris* L.) на железной дороге (рис. 1d) имеет гораздо более мелкие размеры, цветет и плодоносит уже на первом году жизни и не запасает питательных веществ в корне, то есть не дает корнеплодов. Редис (*Raphanus sativus* L.) на железной дороге ведет себя аналогично: имеет гораздо более мелкие размеры, цветет и плодоносит уже на первом году жизни и не формирует «редисок». Интересно, что цветки у этого таксона различаются по окраске – от белых до темно-красных (рис. 1e). У ржи (*Secale cereale* L.) в колосе содержится не более 20 колосков (рис. 1f). Примерно так же выглядела предковая форма этого культурного злака.

Отмечены также близкие к дикому типу растения *Triticum aestivum* L., *Malus domestica* Borkh, *Prunus domestica* L. По всей вероятности, дикие формы лучше приспособлены к особым условиям «железнодорожной» среды обитания с щелочной реакцией почвы, довольно высоким уровнем питательных веществ и специфическими органическими и неорганическими загрязнениями, в числе которых смазывающие масла и конденсаты жидкостей, перевозимые нефтепродукты, металлические руды, удобрения и различные химические вещества, а также применяющиеся на ж/д гербициды.

Выщепление из гибридов родительских видов - еще одно проявление мутационных изменений. Так, выведенная путем гибридизации садовая клубника (*Fragaria* × *ananassa*), попав на железную дорогу, нередко теряет сортовые признаки, причем можно наблюдать выщепление форм с признаками, схожими с одним из родительских видов. Листья остаются плотными и кожистыми, как у *F.* × *ananassa*, а соцветия – как у *Fragaria moschata* (Duchesne) Duchesne (рис. 1 g, h).

Появление тератных (уродливых) форм на железных дорогах случается чаще, чем в природе, в связи с массовой обработкой химическими реагентами и специфическим загрязнением железнодорожных путей. У ржи, например, наблюдается ветвление соцветия, и колос становится сложным (рис. 1i).

Процессы гибридизации и, наоборот, расщепления гибридных форм, возврат к дикому типу и формирование терат – видимые результаты мутационных изменений, протекающих в популяциях видов «железнодорожной флоры». Гибридные виды встречаются на железной дороге наиболее часто, однако, по-видимому, только *R.* × *candidus* сформировался именно на железной дороге. В большинстве случаев на железной дороге регистрируются гибриды, «сбежавшие» из культуры, которые попадают сюда при помощи птиц или человека.

Выводы

1. На железных дорогах Москвы реализуются следующие модусы мутационных изменений: гибридизация, выщепление из гибридов парентальных видов, возврат культурных видов к их дикому типу и возникновение терат.

2. Ведущим модусом является гибридизация. На железных дорогах Москвы произрастает 58 гибридных таксонов из 36 родов, принадлежащих к 20 семействам.

3. Высокая представленность гибридов (5 % от общей численности видов, зарегистрированных на железной дороге), по-видимому, обусловлена спецификой экологии железнодорожных местообитаний.

4. По числу гибридов первое место занимает семейство Rosaceae. Число гибридов убывает в ряду Rosaceae (14) – Asteraceae (7) – Salicaceae (7) – Lamiaceae (4) – Oenotheraceae (4) – Poaceae (3). Остальные 14 семейств представлены 1-2 видами.

5. Культурные гибриды по численности таксонов значительно превосходят естественные гибриды (74 %), причем эта закономерность характерна для всех жизненных форм: как малолетников (65 %), так и многолетних трав (70 %) и древесных видов (89 %).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Wilkomirski B., Galera H., Sudnik-Wojcikowska B., Staszewski T., Malawska M. Railway Tracks-Habitat Conditions, Contamination, Floristic Settlement – A Review. Environment and Natural Resources Research. 2012. Vol. 2. N 1. URL: <http://doi.org/10.5539/enrr.v2n1p86>.
2. Tikka P.M., Koski P.S., Kivelä R.A., Kuitunen M.T. Can grassland plant communities be preserved on road and railway verges? // Applied Vegetation Science. 2000. Vol. 3. P. 25-32.
3. Gontier M., Balfors B., Mörtberg U. Biodiversity in environmental assessment – current practice and tools for prediction // Environmental Impact Assessment Review. 2006. Vol.26. P. 268-286. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.eiar.2005.09.001>.

4. Westermann J.R., Lippe von der M., Kowarik I. Seed traits, landscape and environmental parameters as predictors of species occurrence in fragmented urban railway habitats // *Basic and Applied Ecology*. 2011. Vol. 12. P. 29-37. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.baec.2010.11.006>.
5. Jehlik V. Occurrence of alien expansive plant species at railway junctions of the Czech Republic // *Ochr. Rostl.* 1995. Vol. 31. P. 149-160.
6. Tikka P.M., Högmander H., Koski P.S. Road and railway verges serve as dispersal corridors for grassland plants // *Landscape ecology*. 2001. Vol. 16. P. 659-666. URL: <http://dx.doi.org/10.1023/A:1013120529382>.
7. Hansen M.J., Clevenger A.P. The influence of disturbance and habitat on the presence of non-native plant species along transport corridors. *Biological Conservation*. 2005. Vol. 125 (2) P. 249-259. URL: <http://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.03.024>.
8. Parendes L.A., Jones J.A. Role of light availability and dispersal in exotic plant invasion along roads and streams in the H.J. Andrews Experimental Forest // *Conservation Biology*. 2000. Vol. 14. P. 64-75.
9. Gelbard J.L., Belnap J. Roads as conduits for exotic plant invasions in a semiarid landscape // *Conservation Biology*. 2003. Vol. 17. P. 420-432.
10. Майоров С.Р., Бочкин В.Д., Насимович Ю.А., Щербаков А.В. Адвентивная флора Москвы и Московской области. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2012. 412 с.
11. Элтон Ч.С. Экология нашествий животных и растений. М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1960. 231 с.
12. Виноградова Ю.К., Майоров С.Р. Длительность lag-фазы как отражение микроэволюции растений во вторичном ареале // XIII Московское совещание по филогении растений «50 лет без К.И. Мейера»: Материалы междунар. конф. М.: Макс Пресс, 2015. С. 70-74.
13. Abbott R.J., James J.K., Milne R.I., Gillies A.C. M. Plant introductions, hybridization and gene flow // *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B*. 2003. Vol. 358. P. 1123-1132.
14. Bleeker W., Schmitz U., Ristow M. Interspecific hybridisation between alien and native plant species in Germany and its consequences for native biodiversity // *Biol. Conserv.* 2007. Vol. 137. Is. 2. P. 248-253.
15. Zalapa J.E., Brunet J., Guries R.P. Patterns of hybridization and introgression between invasive *Ulmus pumila* (Ulmaceae) and native *U. rubra* // *Am. J. Bot.* 2009. Vol. 96, N. 6. P. 1116-1128. doi: 10.3732/ajb.0800334.
16. Виноградова Ю.К., Бочкин В.Д., Майоров С.Р., Теплов К.Ю., Баринов А.В. Историческая флора железнодорожного узла московского мегаполиса (в границах до 2012 года) // *Hortus botanicus*. 2017. Т. 12. URL: <http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=3402>. DOI: 10.15393/j4.art.2017.3402.

Поступила в редакцию 16.02.17

A.V. Barinov, V.D. Bochkin, Yu.K. Vinogradova

PATTERNS OF MUTATIONAL VARIABILITY IN THE FLORA OF MOSCOW RAILWAYS

Flora of Moscow railways was studied. The length of railways within the old borders of the metropolis (up to 2012) is about 300 km. Mutational variability of plants was analyzed on the basis of herbarium collections [MHA, MW] and database “Plants growing on the railways of Moscow” developed by the authors. We described the following patterns of mutation: hybridization, segregation of parental species from hybrids, return of cultivated species to their wild type, appearance of teratogenic forms. The high representation of hybrids (5 % of the “railway’s flora”) is noted, which appears to be due to the specific ecological habitats. The check-list of hybrids comprises 59 species belonging to 20 families. The number of hybrids is decreased in the following order: Rosaceae (14) – Asteraceae (7) – Salicaceae (7) – Lamiaceae (4) – Oenotheraceae (4) – Poaceae (3). The remaining 14 families are represented by 1-2 species. Most hybrids are cultivars which get to the railway by means of anthropochory or zoochory.

Keywords: mutation, hybrid, railways, Moscow, flora, database.

REFERENCE

1. Wilkomirski B., Galera H., Sudnik-Wojcikowska B., Staszewski T., Malawska M. Railway Tracks-Habitat Conditions, Contamination, Floristic Settlement – A Review. *Environment and Natural Resources Research*. 2012. Vol. 2, N 1. <http://doi.org/10.5539/enrr.v2n1p86>
2. Tikka P.M., Koski P.S., Kivelä R.A., Kuitunen M.T. Can grassland plant communities be preserved on road and railway verges? // *Applied Vegetation Science*. 2000. Vol. 3. P. 25-32.
3. Gontier M., Balfors B., Mörtberg U. Biodiversity in environmental assessment – current practice and tools for prediction // *Environmental Impact Assessment Review*. 2006. 26, 268-286. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eiar.2005.09.001>
4. Westermann J.R., Lippe von der M., Kowarik I. Seed traits, landscape and environmental parameters as predictors of species occurrence in fragmented urban railway habitats // *Basic and Applied Ecology*. 2011. Vol. 12. P. 29-37. <http://dx.doi.org/10.1016/j.baec.2010.11.006>

5. Jehlik V. Occurrence of alien expansive plant species at railway junctions of the Czech Republic // Ochr. Rostl. 1995. Vol. 31, 149-160.
6. Tikka P.M., Högmander H., Koski P.S. Road and railway verges serve as dispersal corridors for grassland plants // Landscape ecology. 2001. 16, 659-666. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1013120529382>.
7. Hansen M.J., Clevenger A.P. The influence of disturbance and habitat on the presence of non-native plant species along transport corridors. Biological Conservation. 2005. 125 (2), 249–259. <http://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.03.024>
8. Parendes L.A., Jones J. A. Role of light availability and dispersal in exotic plant invasion along roads and streams in the H. J. Andrews Experimental Forest // Conservation Biology. 2000. Vol. 14. P. 64-75.
9. Gelbard J.L., Belnap J. Roads as conduits for exotic plant invasions in a semiarid landscape // Conservation Biology. 2003. Vol. 17. P. 420-432.
10. Mayorov S.R., Bochkin V.D., Nasimovich Ju.A., Shherbakov A.V. *Adventivnaja flora Moskvy i Moskovskoj oblasti*. [Alien's flora of the Moscow and Moscow district], M.: T-vo nauchn. izdanij KMK. 2012. 412 s.
11. Elton Ch. The Ecology of Invasions by Animals and Plants. 1958, Methuen, London. Reprinted 2000 by The University of Chicago Press, ISBN 0-226-20638-6
12. Vinogradova Yu.K., Mayorov S.R.. *Dlitel'nost' lag-fazy kak otrazhenie mikroevoljucii rastenij vo vtorichnom areale* [Lag-phase as a reflection of the plant's microevolution in a secondary distribution range] // XIII Moskovskoe soveshhanie po filogenii rastenij «50 let bez K.I. Mejera». Mat-ly mezhdunar. konferencii. M.: Max Press. 2015. P. 70-74 (in Russ.).
13. Abbott R.J., James J.K., Milne R.I., Gillies A.C. M. Plant introductions, hybridization and gene flow // Phil. Trans. R. Soc. Lond. B. 2003. Vol. 358. P. 1123-1132.
14. Bleeker W., Schmitz U., Ristow M. Interspecific hybridisation between alien and native plant species in Germany and its consequences for native biodiversity // Biol. Conserv. 2007. Vol. 137. Is. 2. P. 248-253.
15. Zalapa J.E., Brunet J., Guries R.P. Patterns of hybridization and introgression between invasive *Ulmus pumila* (Ulmaceae) and native *U. rubra* // Am. J. Bot. 2009. Vol. 96. N. 6. P. 1116-1128. doi: 10.3732/ajb.0800334
16. Vinogradova Yu.K., Bochkin V.D., Mayorov S.R., Teplov K.Yu., Barinov A.V. Historical flora of Moscow's railway junction (within the borders until 2012) // Hortus botanicus. 2017 (in press).

Баринов Андрей Владимирович,
инженер отдела научно-технической информации

Бочкин Василий Дмитриевич,
младший научный сотрудник лаборатории Гербарий

Виноградова Юлия Константиновна,
доктор биологических наук,
главный научный сотрудник отдела флоры
E-mail: gbsad@mail.ru

ФГБОУН «Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина
Российской академии наук»
127276, Россия, г. Москва, Ботаническая ул., 4

Barinov A.V.,
engineer

Bochkin V.D.,
Junior researcher at Herbarium

Vinogradova Yu.K.,
Doctor of Biology, Main researcher
at Flora Department
E-mail: gbsad@mail.ru

Main Botanical Garden
of Russian Academy of Sciences
Botanicheskaya st., 4, Moscow, Russia, 127276