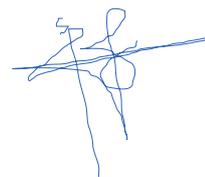


На правах рукописи



Даббаг Алаа

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАСТЕНИЙ ПЕСЧАНЫХ
КАРЬЕРОВ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

03.02.08 – Экология (биология)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Москва – 2021

Работа выполнена в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов»

Научный руководитель: кандидат биологических наук
Парахина Елена Александровна

Официальные оппоненты: **Борисова Елена Анатольевна**
доктор биологических наук, доцент,
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Ивановский государственный
университет», заведующая кафедрой биологии

Ларионов Максим Викторович
доктор биологических наук, доцент,
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Российский государственный
аграрный университет – МСХА имени К.А.
Тимирязева», ведущий научный сотрудник
Научно-образовательной лаборатории
«Перспективных технологий»

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Курский государственный
университет»

Защита состоится «___» _____ 2021 г. в ___ ч. на заседании диссертационного совета Д 212.025.07 при ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» по адресу: 600000, г. Владимир, ул. Горького, 87, корп.1, ауд.335.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ВлГУ и на сайте <http://diss.vlsu.ru/>.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью, можно присылать по адресу: 600000, г. Владимир, ул. Горького, 87, ВлГУ, кафедра биологии и экологии.

Автореферат разослан « _____ » _____ 2021 г.

Ученый секретарь
диссертационного
совета, кандидат
биологических наук



Кулагина Екатерина Юрьевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. С каждым годом во всем мире все большую опасность для природной среды приобретает человеческая деятельность, проявляющаяся, в том числе, в местах добычи и переработки полезных ископаемых и строительных материалов [Sumina, 2019; Xia, 2003]. Разработка песчаных карьеров оказывает значительное воздействие на окружающую среду, при котором теряется видовое разнообразие растений, изменяется естественный круговорот веществ и энергии, динамика природных процессов, структура и продуктивность биосистем [Гаврилов, 2010; Маканникова, 2018; Francesco, 2017; Qiuqin, 2018; Vojtech, 2014 и др.]. Самостоятельно растительность карьеров восстанавливается очень долго. Одним из наиболее эффективных методов для восстановления нарушенных земель является проведение их рекультивации, предусматривающей восстановление плодородия средствами фитомелиорации [Тохтарь, 2015; Rodolfo, 2011; Voronkova, 2018]. Изучение экологических особенностей растений, произрастающих в песчаных карьерах, представляет существенный интерес для планирования и выработки конкретных рекомендаций фитомелиоративных мероприятий.

С другой стороны, изучение экологических особенностей растений песчаных карьеров помогает выявить виды, обладающие хорошими экологическими характеристиками для проведения биологической стабилизации песчаных склонов. Стабилизация песчаных склонов путем восстановления растительности является важным шагом в поддержании экологического баланса в естественной среде, позволяет снизить риск движения песков. Последнее в настоящее время одна из основных экологических проблем, особенно в арабских странах.

Данная работа посвящена изучению экологических особенностей растений и естественному восстановлению растительного покрова после выработки песчаных карьеров, вопросам использования фитомелиорации при рекультивации.

Цель и задачи исследования. Основная цель исследования - изучение экологических особенностей растений песчаных карьеров Московской области для разработки научных основ по стабилизации песчаных склонов и восстановлению их растительного покрова.

Для достижения указанной цели были поставлены следующие задачи:

- 1) изучить видовое разнообразие растений песчаных карьеров Московской области;
- 2) определить основные экологические и морфологические характеристики растений;
- 3) изучить растительность песчаных карьеров Московской области;

4) дать рекомендации по биологической рекультивации песчаных карьеров при использовании фитомелиорации.

Объектом исследования являются растительные сообщества песчаных карьеров Московской области.

Достоверность и обоснованность результатов исследования обеспечивается собранным автором фактическим материалом с применением различных методов: флористического, геоботанических описаний с использованием рамки Раменского, статистического. Выводы базируются на объективных данных, полученных в ходе исследования и изложены в печатных работах.

Основные защищаемые положения

1. Установлено, что основное флористическое ядро растений песчаных карьеров Московской области принадлежит к семействам, которые широко представлены в дикорастущей флоре области, несмотря на их экологическую специфичность.

2. Выявлены преобладающие биоморфологические формы растений песчаных карьеров.

3. Выявлены наиболее адаптированные экологические типы растений к условиям песчаных карьеров.

4. Предлагаются рекомендации по биологической рекультивации и восстановлению песчаных карьеров по результатам анализа растительности песчаных карьеров Московской области.

Научная новизна работы.

В работе впервые были проведены исследования видового разнообразия песчаных карьеров Московской области с анализом экологических, ценологических и флористических особенностей растений. Полученные данные дополняют имеющиеся сведения о закономерностях формирования растительных сообществ на антропогенно измененных участках. Данные исследования имеют большую значимость и с точки зрения разработки рекомендаций по восстановлению растительности или использованию нарушенных территорий в хозяйственных целях и закрепления подвижных песков биологическими средствами.

Теоретическая и практическая значимость работы.

Полученные данные помогают расширить представления о механизмах восстановления растительных сообществ при техногенном воздействии. Полученные результаты можно использовать в качестве рекомендаций при разработке плана биологической рекультивации песчаных карьеров.

Апробация. По теме диссертации опубликовано 15 научных работах, в том числе 3 статьи в ведущих журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Минобрнауки РФ, 3 статьи на международных конференциях,

индексируемых в базах данных Scopus/WoS, Результаты исследования были представлены на научно-практических конференциях: 1) Молодежный конгресс по итогам практик (МКИП) (Москва, МГУ, 2015); 2) Международная конференция «Actual environmental problems of the third millennium» (Москва, 2015); 3) Международная конференция «Люди. Наука. Инновации в новом тысячелетии = People. Science. Innovation in the New Millenium» (Москва, 2015); 4) Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем. Материалы XIV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Москва, 2016); 5) Международная конференция «Environmental problems of the third millennium» (Москва, 2016); 6) Международной научной конференции молодых учёных «Современные проблемы экспериментальной ботаники» (Беларусь, Минск, 2017); 7) Международная конференция «Ecological characteristics)Youth of XXI century in a scientific, cultural and academic environment: new values, challenges, perspectives», (Москва, 2017); 8) IV(XII) Международная ботаническая конференция молодых учёных (Санкт-Петербурге, 2018); 9) Международная научная конференция студентов, аспирантов и молодых учёных (Москва, МГУ, 2019).

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, выводов, списка литературы и 4 приложений. Основной текст изложен на 137 с., иллюстрирован 26 рисунками, содержит 7 таблиц. Список литературы состоит из 178 источников, в том числе 20 на иностранном языке.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Рассматриваются литературные данные об особенностях строения растений песчаных карьеров, теоретические вопросы биологической рекультивации песчаных карьеров, приводятся сведения о классификации спектра рекультивационных работ и об этапах рекультивации, особое внимание уделено фитомелиорации, рассматриваются вопросы противодействие движению песков и способы остановки песчаных склонов.

Глава 2. ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

Московская область расположена в центральной части Восточно-Европейской равнины, в междуречье Оки и Волги, площадь 4579,9 тыс. га. На территории Московской области разведано более 800 месторождений разнообразных полезных ископаемых, из которых известно более 200 месторождений песка и гравия. Основные запасы приурочены к моренно-ледниковым отложениям четвертичного возраста. Пески, которыми сложены

изученные песчаные карьеры, представлены кварцевыми песками верхней юры и нижнего мела.

Песок изучаемых песчаных карьеров Московской области по модулю крупности относится к мелкозернистым - размер песчинок не превышает 2 мм; примеси глины, пыли, других веществ - до 0,05%.

Климат Подмосковья умеренно континентальный, с достаточным увлажнением, теплым летом и умеренно холодной зимой со снежным покровом. Почвы Московской области формируются на разных почвообразующих породах под влиянием климата, достаточно разнообразны: дерново-подзолистые, серые лесные, черноземные, болотно-подзолистые, болотные, лугово-черноземные и аллювиальные типы почв.

Территория Подмосковья приурочена к лесной и лесостепной природным зонам. Леса Московской области занимают более 44% территории; в некоторых районах лесистость превышает 80%, луга занимают не более 3% территории. По характеру растительности территорию региона условно можно разделить на несколько районов: еловые леса расположены на севере и северо-западе; елово-широколиственные леса – в центре и на западе; широколиственные леса находятся южнее Москвы, на юге и юго-востоке до границы с Мещерой. Лесостепь – расположена на самом юге Подмосковья.

Глава 3. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Сбор материалов проводился в вегетационный период 2015 - 2018 гг. в ходе полевых исследований на территории пяти песчаных карьеров Московской области (Звенигородский, Лызлово, расположенных на западе от Москвы, Держинский, Раменский, Лыткаринский - на юго-востоке).

При исследовании применялись маршрутный метод и метод геоботанических описаний, выполняемых по стандартной методике на площади $5 \times 5 \text{ м}^2$ на склонах южной и северной экспозиции.

Для каждого вида растений устанавливались основные экологические и биоморфологические характеристики: жизненная форма по К. Раункиеру и И.Г. Серебрякову, экологические группы по отношению к свету, воде и трофности почв, эколого-ценотическая группа. Проводилась оценка экологических особенности местообитания по шкалам Г. Элленберга.

Встречаемость растений определялась с помощью рамки Раменского на учетных площадках размером $0,25 \times 0,25 \text{ м}^2$. На них случайным образом закладывалось по 50 точек опробования. В каждой рамке было подсчитано число встреченных видов. Для анализа флористической общности территорий использован коэффициент Жаккара.

Глава 4. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАСТЕНИЙ ПЕСЧАНЫХ КАРЬЕРОВ

4.1. Общие морфологические и физиологические особенности растений песчаных карьерах Московской области

Растения песчаных карьеров Московской области выработали ряд морфологических приспособлений: образование чехликов на корнях из мощной пробки или песчинок, цементированных выделениями корней, способность к быстрому образованию придаточных корней от ствола на любой высоте и др. Это обеспечивает растение необходимыми питательными веществами, способствует их закреплению на подвижном субстрате. Растения, произрастающие в песчаных карьерах Московской области, по размещению корневой системы в почвенном слое делятся на две большие группы. Представители первой развивают главный корень, который находит воду на значительных глубинах (до 20-40 см), а от него отходят боковые корни внушительной длины. Растения, относящиеся ко второй группе, имеют поверхностное распределение корней для эффективного захвата атмосферных осадков. Все растения имеют мощные корневые системы, которые образуют под землей целые ярусы.

Растения песчаных карьеров Подмосковья относятся к группе растений сухих местообитаний и имеют ксероморфный характер. Ксероморфизм проявляется во внешнем виде надземных частей растения (восковой налет, опушение и др.). Растения песчаных карьеров обладают и рядом иных адаптационных особенностей: клетки корня имеют высокую концентрацию минеральных и органических компонентов в клеточном соке и отрицательный водный потенциал, проводящая система хорошо развита, листья тонкие, с очень густой сетью жилок. Такие растения тепловыносливы. Ряд имеющихся приспособлений приводит к снижению подвижности воды в ходе изменения липидного состава мембран, увеличивается вязкость цитоплазмы и содержание защитных веществ, что выражается в повышении термоустойчивости растения. При воздействии экстремальных условий происходит перестройка системы гормонального регулирования: увеличивается содержание ингибиторов роста и уменьшается содержание его активаторов.

4.2. Систематический анализ растений песчаных карьеров

Видовое разнообразие растений песчаных карьеров незначительно. Отмечено 127 видов, относящихся к 29 семействам. Это связано, с одной стороны, с сильной нарушенностью растительного покрова в карьере, с другой, с песчаным субстратом. Адвентивные растения представлены 10 видами.

Виды сосудистых растения, произрастающие в песчаных карьерах Московской области, по семействам распределяются неравномерно. Наиболее широко представлены семейства: *Compositae*, *Gramineae*, *Leguminosae* (таб. 1). Эти же семейства также широко представлены в аборигенной флоре Московской

области. Виды растений, принадлежащих к следующим семействам *Caryophyllaceae*, *Polygonaceae*, *Rosaceae*, *Labiatae*, *Scrophulariaceae*, *Umbelliferae*, *Cruciferae*, *Salicaceae* отличаются большим разнообразием жизненных форм и/или занимают различные ценозы.

Таблица 1. Таксономический спектр аборигенных видов растений песчаных карьеров Московской области

№	Название семейства	Число видов	% от общего числа видов	Число родов	% от общего числа родов
1	<i>Compositae</i>	21	17,9	15	17,4
2	<i>Gramineae</i>	19	16,2	14	16,3
3	<i>Leguminosae</i>	14	12,0	7	8,1
4	<i>Caryophyllaceae</i>	6	5,1	5	5,8
5	<i>Polygonaceae</i>	6	5,1	2	2,2
6	<i>Rosaceae</i>	6	5,1	4	4,6
7	<i>Labiatae</i>	5	4,2	5	5,8
8	<i>Scrophulariaceae</i>	5	4,2	4	4,6
9	<i>Umbelliferae</i>	5	4,2	5	5,8
10	<i>Cruciferae</i>	4	3,3	4	4,6
11	<i>Salicaceae</i>	4	3,3	2	2,2
12	<i>Betulaceae</i>	2	1,7	1	1,2
13	<i>Hypericaceae</i>	2	1,7	1	1,2
14	<i>Liliaceae</i>	2	1,7	2	2,2
15	<i>Rubiaceae</i>	2	1,7	1	1,2
16	<i>Boraginaceae</i>	1	0,9	1	1,2
17	<i>Chenopodiaceae</i>	1	0,9	1	1,2
18	<i>Cyperaceae</i>	1	0,9	1	1,2
19	<i>Dipsacaceae</i>	1	0,9	1	1,2
20	<i>Equisetaceae</i>	1	0,9	1	1,2
21	<i>Oleaceae</i>	1	0,9	1	1,2
22	<i>Onagraceae</i>	1	0,9	1	1,2
23	<i>Pinaceae</i>	1	0,9	1	1,2
24	<i>Plantaginaceae</i>	1	0,9	1	1,2
25	<i>Primulaceae</i>	1	0,9	1	1,2
26	<i>Ranunculaceae</i>	1	0,9	1	1,2
27	<i>Ulmaceae</i>	1	0,9	1	1,2
28	<i>Urticaceae</i>	1	0,9	1	1,2
29	<i>Papaveraceae</i>	1	0,9	1	1,2
	Всего	117	100	86	100

Первые 11 семейств по количеству видов в совокупности составляют 77,71% от всего видового состава. Остальные 18 семейств представлены незначительным числом родов и видов (таб.1).

4.3. Анализ жизненных форм растений песчаных карьеров

4.3.1. Спектр жизненных форм аборигенных видов растений песчаных карьеров по К. Раункиеру

Типичной жизненной формой, доминирующей в фитоценозах Средней полосы России, является гемикриптофит. Согласно полученным данным основной жизненной формой по К. Раункиеру для растений песчаных карьеров Московской области и на северных, и на южных склонах являются также гемикриптофиты (74 вида, 63%) (рис.1), например: *Lysimachia vulgaris* L., *Solidago virgaurea* L.

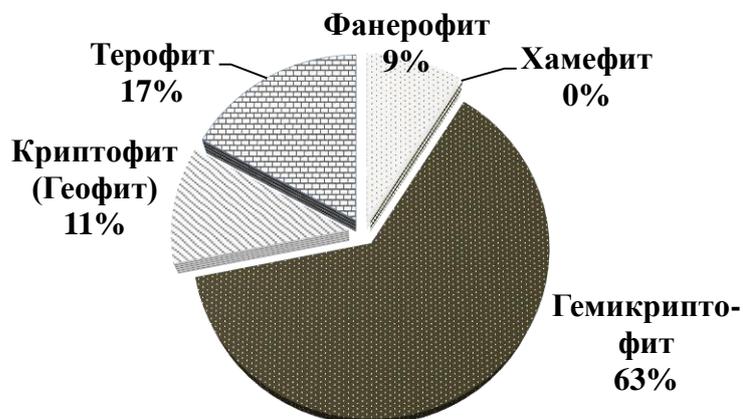


Рис.1. Спектр жизненных форм аборигенных видов растений песчаных карьеров по К. Раункиеру

Доля терофитов значительна (20 вид, 17%). Они хорошо переживают неблагоприятные условия в виде семян, способны быстро проходить годичный цикл развития, используя благоприятные сезонные экологические ниши, иногда весьма кратковременные. Также они активно захватывают антропогенно нарушенные территории. Представителями данной группы являются: *Poa annua* L., *Matricaria recutita* L. и др.

Хамефиты полностью отсутствуют в исследуемых карьерах. Подобные особенности, скорее всего, связаны с видовым разнообразием растительности, спонтанно складывающемся в каждом карьере.

4.3.2. Спектр жизненных форм аборигенных видов растений песчаных карьеров по И.Г. Серебрякову

В спектре жизненных форм по И.Г. Серебрякову для всех карьеров было отмечено преобладание травянистых поликарпиков. Среди них самая большая группа – стержнекорневые, например, *Taraxacum officinale* L., затем длиннокорневищные, например, *Tussilago farfara* L., короткокорневищные, например, *Artemisia vulgaris* L. (рис.2.)



Рис.2. Соотношение жизненных форм растений песчаных карьеров по И.Г. Серебрякову

Условные обозначения: МДв – монокарпик двулетний; МОд – монокарпик однолетний; многолетние поликарпики: СК – стержнекорневые; ДК – длиннокорневищные; КК – короткокорневищные; РД – рыхлодерновинные; ПОЛЗ – ползучие; КО – корнеотпрысковые; НС – надземностолонные; ПК – придаточнокорневые.

Господство травянистых стержнекорневых растений связано с их приспособленностью к высокой инсоляции местообитаний, устойчивостью к засухе, способностью получать воду из глубоких слоев почвы. Как отмечает Березина (2009) эти растения могут успешно существовать и на движущееся субстрате, что и подтверждается в нашем исследовании. В целом, длинно- и короткокорневищные растения тяготеют к рыхлым субстратам и легким почвам, хотя последние и более пластичны к условиям произрастания. Поэтому они преобладают в песчаных карьерах Московского региона.

4.4. Экологические особенности растений на песках

4.4.1. Режим освещенности и его влияние на растения

Анализ распределения растений песчаных карьеров Московской области по отношению к освещенности позволил выявить 77 видов гелиофитов (66%), на втором месте семигелиофиты - 37 видов (31%) (рис.3). Только 3 вида (3%) относятся к сциофитам.

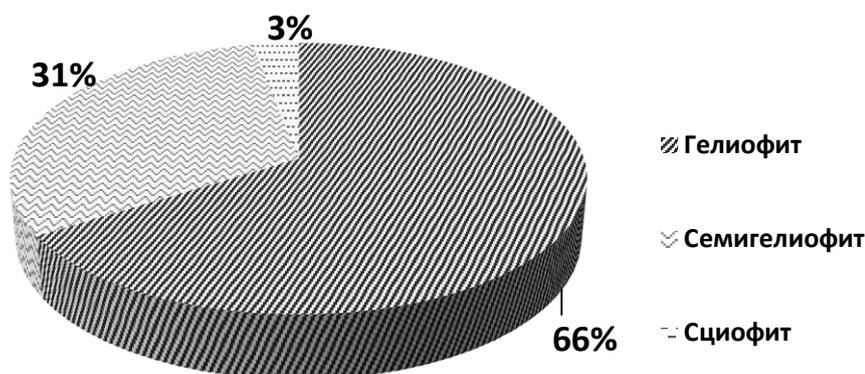


Рис 3. Экологическая группа по отношению к освещенности

Освещенность сильно зависит от экспозиции склона. От экспозиции склона меняется и проективное покрытие, и видовой состав растительных сообществ. На склонах южной экспозиции видовое разнообразие выше по сравнению со склонами северной.

4.4.2. Влажность почв и ее воздействие на растения

В отношении водного режима растения песчаных карьеров в основной массе относятся к группе ксерофитов. Такие же данные приводит и Б.С. Харитонцев (2014). Однако важно среди обширной группы экобиоморф растений псаммофитов различать такие группы как мезофиты, ксеромезофиты, мезоксерофиты. В частности, для растений песчаных карьеров наиболее характерными из вышеперечисленных групп являются мезоксерофиты и ксеромезофиты (Быков, 1987).

По данным Х.Т. Гайрабекова (2012) и др. среди псаммофитов доминирующими являются гемиксерофиты (63%). Такие группы как склерофиты (23%), мезофиты (11%) и суккуленты (3%) встречаются значительно реже. Е.В. Абакумов (2008) отметил, что по мере зарастания песчаного субстрата экобиоморфы могут изменяться, переходя из ксерофитного через ксерофитно-мезофитный к мезофитному типу. Сходные данные получились и при исследовании песчаных карьеров Московской области. Среди выявленных растений подавляющее большинство относится к мезофитам (82 вида, 70%), однако значительна доля и ксеромезофитов (15 видов, 13%), гигрофиты и гидрофиты представлены незначительным числом (Рис.4).

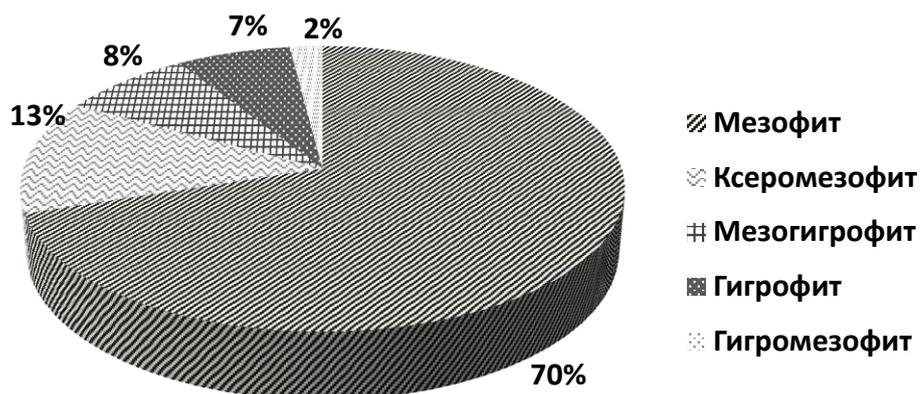


Рис.4. Экологическая группа по отношению к влажности

Мезофиты являются преобладающей группой в умеренном климате, способны регулировать свой водный обмен, могут переносить непродолжительную и не очень сильную засуху. Небольшая доля ксеромезофитов в целом связана с засушливыми условиями песчаного субстрата. Присутствие остальных групп связано, вероятно, с контрастностью условий местообитания (например, скоплением воды на дне карьеров).

4.4.3. Богатство почвы и его влияние на растения

В Московской области по отношению к богатству почв доминируют мезотрофы 71 вида (61%), на втором месте эутрофы - 40 видов (34%), небольшой процент олиготрофов - 6 видов (5%) (рис.5).

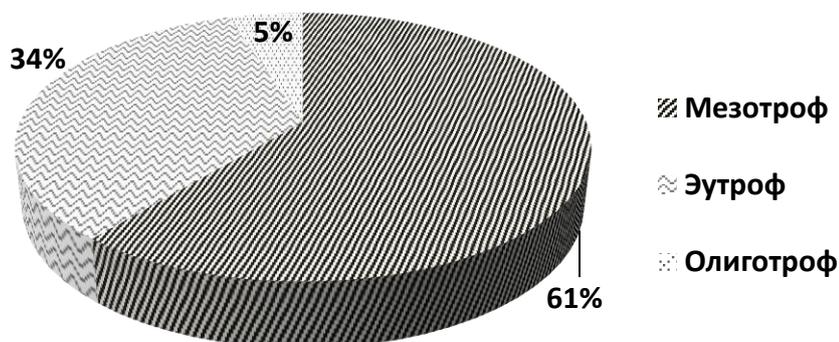


Рис.5. Экологическая группа по отношению к богатству почв

Преобладание мезотрофов подтверждает, что псаммофиты карьеров Московской области обитают на субстратах с умеренным содержанием элементов минерального питания.

4.5. Встречаемость растений песчаных карьеров

Встречаемость растений определялась с помощью рамки Л.Г. Раменского на склоне каждой экспозиции. В результате исследования в пределы рамки попали 80 видов растений. Повторяемость попадания вида в рамку на каждом склоне была разная, но высокая встречаемость (в 30% и более) при исследовании была

характерна для 12 видов, один из них относится к адвентам. Встречаемость остальных растений была намного ниже. Для южного склона карьеров высокая встречаемость была отмечена для видов: *Calamagrostis epigeios* Roth, *Solidago virgaurea* L., *Artemisia campestris* L., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud, *Melampyrum nemorosum* L., *Trifolium pratense* L. Виды с высокой встречаемостью для северных склонов - *Calamagrostis epigeios* Roth, *Tanacetum vulgare* L., *Artemisia campestris* L., *Chenopodium album* L., *Tussilago farfara* L., *Poa trivialis* L., *Artemisia vulgaris* L. Виды растений, которые отмечались в течение четырех лет: *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Solidago virgaurea* L., *Tussilago farfara* L., *Artemisia campestris* L.

4.6. Анализ адвентивных видов

Аборигенные виды растений в песчаных карьерах доминируют с большим преобладанием. Представителей адвентивной флоры немного. Большинство этих видов натурализовались достаточно давно. На изучаемых площадках произрастали: *Robinia pseudoacacia* L., *Sambucus racemosa* L., *Acer negundo* L., *Lactuca tatarica* L., *Lupinus polyphyllus* Lindl., *Medicago sativa* L., *Erigeron annuus* (L.) Pers., *E. canadensis* (L.) Cronquist, *Impatiens parviflora* DC, *Lolium perenne* L.

Наиболее часто встречаемыми адвентивными растениями, распространенные в большинстве исследуемых карьерах, являются *Acer negundo* L. и *Erigeron canadensis* (L.) Cronquist. При исследовании также часто отмечались следующие адвенты: *Lupinus polyphyllus* Lindl. и *Robinia pseudoacacia* L. Данные виды произрастали на южных склонах песчаных карьеров. Следует отметить, что адвентивные растения в большинстве случаев расположены в средней части склона. Адвентивные растения в песчаных карьерах Московской области хорошо адаптируются к разнообразным условиям и стойко выдерживают конкуренцию.

ГЛАВА 5. Растительность песчаных карьеров Московской области

5.1. Особенности и пространственная дифференциация растительности песчаных карьеров Московской области.

При обследовании склонов карьеров маршрутным методом было зафиксировано разное количество видов, что связано как с существующими экологическими условиями, так и с динамикой сукцессионного процесса и степенью влияния человека. Всего на обследованных участках карьеров в 2015 г. было найдено 98 видов растений, в 2016 г. - 78 видов, в 2017 г. - 93 вида, в 2018 г. - 91 вид.

К постоянно встречающимся видам в Дзержинском карьере относятся: *Lysimachia vulgaris* L., *Solidago virgaurea* L., *Tanacetum vulgare* L. В Звенигородском - *Calamagrostis epigeios* Roth, *Populus tremula* L., *Pinus sylvestris* L. В Лыткаринском и Лызлово чаще всего встречались *Polygonum hydropiper* L.,

Hypericum maculatum Crantz, *Festuca rubra* L. В Раменском карьере количество видов было довольно стабильным. В целом, для каждого карьера характерен свой специфический набор видов растений, отражающий экологические условия местообитания.

За годы исследования на территории песчаных карьеров была отмечена не только смена сообществ, но изменение проективного покрытия (ОПП, в %), например, уменьшилось ОПП некоторых видов: *Lysimachia vulgaris* L., *Tanacetum vulgare* L., *Melilotus officinalis* (L.) Pall. Но наблюдалось увеличение проективного покрытия других видов: *Erigeron canadensis* (L.) Cronquist, *Acer negundo* L., *Artemisia vulgaris* L. Изменения в проективном покрытии связано со способностью каждого вида растений адаптироваться к условиям песчаных карьеров и способностью одного растения конкурировать за компоненты окружающей среды с другими.

Следует отметить, что способность растений из года в год адаптироваться к условиям песчаных карьеров (к изменению интенсивности света, уровня влажности и др.), напрямую влияет на видовое разнообразие. Также следует отдельно отметить антропогенное воздействие, например, добычу песка или загрязнение карьеров различными отходами. Замечено, что численность некоторых видов растений снижалась ежегодно. Некоторые виды исчезли. Например, в 2018 году некоторые влаголюбивые растения *Phragmites australis* Cav., *Galium palustre* L. исчезли из сообщества, что свидетельствует о снижении уровня влажности на песчаном субстрате. К другим видам растений, исчезнувшим из некоторых песчаных карьеров, относятся *Angelica sylvestris* L., *Rumex patientia* L., *Cerastium arvense* L., *Medicago lupulina* L. Напротив, были обнаружены новые виды *Melandrium album* (Mill.) Garcke, *Linaria vulgaris* Mill., *Galium palustre* L.

При исследовании было установлено, что высота и степень наклона склонов изучаемых карьеров различны и варьируются от 45° до 65°. Влияние различной экспозиции склонов отражается на составе растительности и на распределение видов растений в песчаных карьерах. Причем разница между растительностью иногда сопоставима с зональными различиями местностей. Приход солнечной радиации на склоны северной и южной экспозиции сильно отличается в результате разного угла падения солнечных лучей, что способствует различию всего комплекса факторов микроклимата (Isard, 1986; Zhangetal., 2002). При наших исследованиях эти данные также подтверждаются. Таким образом, особенности микроклимата на склонах разных экспозиций накладывают отпечаток на биоэкоморфологическую структуру растений. На южных склонах у растений раньше наблюдается начало вегетации, наступление очередных фенологических фаз, чем на северных.

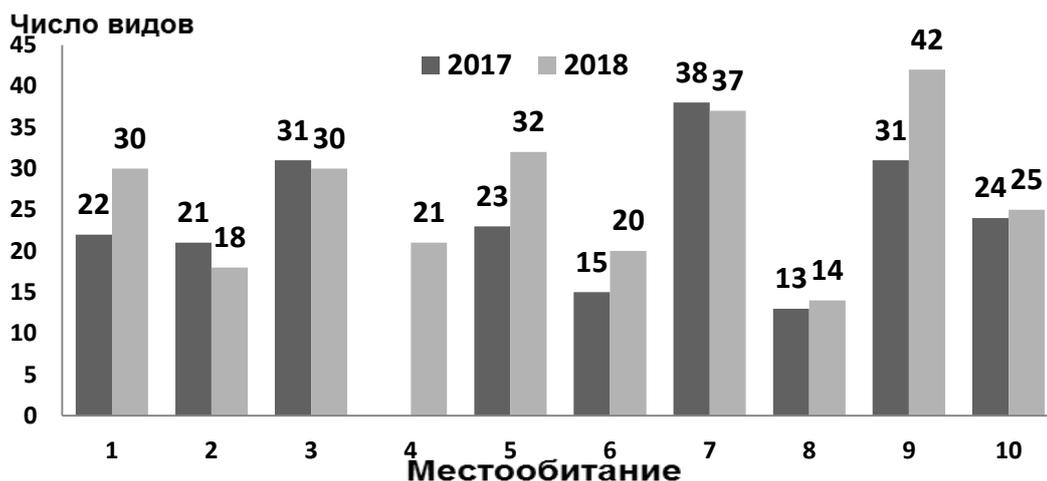


Рис. 6. Число видов растительности песчаных карьеров

Условные обозначения: 1-Звенигородский карьер южной склона; 2- Звенигородский карьер северной склона; 3-Дзержинский ю; 4- Дзержинский с; 5-Лыткаринский ю; 6-Лыткаринский с; 7- Раменский ю; 8-Раменский с; 9- Лызлово ю; 10- Лызлово с.

При сравнение южных и северных склонов оказалось, что угол наклона северных склонов ниже, чем южных. Последние более крутые, а как известно от крутизны склона зависит температура почвы и приземного слоя воздуха, величина суточной амплитуды температуры, мощность почвенного профиля и интенсивность эрозии (Миркин, 2002). Различия в нагревании почвы на склонах различной экспозиции сказываются и на распределении температуры воздуха, что отражается на характере растительности, составе флоры, динамике развития и морфологии растений. В песчаных карьерах Московской области южные склоны были более круты, соответственно, на них отмечалось большее число видов, чем на северных (рис.6). Таким образом, крутизна склона влияет на формирование микроусловий в песчаных карьерах, а, следовательно, на разнообразие ценозов и видов.

5.2. Эколого-ценотический анализ растительности песчаных карьеров Московский области.

5.2.1. Общее соотношение эколого-ценотических групп растений

Среди растений песчаных карьеров преобладают луговые - 48 видов (42%). Группа складывается из растений, которые достигают полного развития лишь в условиях хорошего освещения (рис.7).

Второе место занимают лесные растения - 21 вид (18%), участие которых в данных фитоценозов обеспечивается заносом диаспор из лесов. Также значительно число и лесо-луговых видов - 13 (11%).



Рис.7. Общее соотношение эколого-ценотических групп растений

Среди отмеченных видов 13 (11%) относятся к сорным. При уничтожении естественного фитоценоза и нарушении почвенного покрова, что и имеет быть в песчаных карьерах, происходит занос семян растений с соседних территорий. Чаще всего попадают диаспоры растений, которые хорошо приспособились к неблагоприятным условиям произрастания. Остальные эколого-ценотические группы представлены незначительным числом видов.

Присутствие болотных видов объясняется частым заболачиванием на днищах карьеров, в местах выхода грунтовых вод. К таким локальным заболоченным участкам тяготеют гигрофильные виды растений.

В нашем исследовании при зарастании песчаных карьеров луговые мезоксерофиты поселяются в верхних частях склонов. В целом, это связано с засушливыми условиями на песчаном субстрате в верхней части склонов. Луговые и лесные мезофиты – в средних частях склонов, это связано с более благоприятным температурным и водным режимами в центральной части склонов, болотные мезогигрофиты и гигрофиты – возле водоемов и на дне карьера. Причем, чем больше возраст карьера, тем меньше доля сорных растений среди всей совокупности видов сообщества конкретного песчаного карьера. Эти данные совпадают с результатами Н.Г. Коронатова (2004).

5.2.2. Соотношение эколого-ценотических групп для растений песчаных карьеров по Г. Элленбергу

При исследовании использовались четыре показателя, отражающие отношение вида к освещенности, влажности, кислотности и богатству почвы. Каждому виду присвоен балл по отношению к вышеперечисленным факторам (таб. 2).

Таблица 2. Расчет среднего балла экологического параметра местообитания по списку видов

	Балл по шкалам Элленберга			
	Коэффициент освещенности (L)	Коэффициент влажности (F)	Коэффициент кислотности (R)	Коэффициент богатства почвы (N)
Сумма баллов	735	530	65	98
Общее число индикаторных видов	100	101	65	98
Среднее значение эколог. фактора	7,18	5,43	6,51	5,65

Среднее значение шкалы освещенности равно 7, что означает преобладание полусветовых растений, растущих при полном освещении, но они могут выдерживать и небольшую (до 30%) затененность. В изученных местообитаниях преобладает травянистый ярус. Древесный ярус представлен незначительным числом видов, что не способствует затенению. В отдельных местах данный коэффициент достигал 9, что соответствует освещенности не менее 50%.

Растения песчаных карьеров Подмосковья характеризуются как индикаторы свежих (средневлажных) субстратов. На это указывает коэффициент влажности, составляющий 5 баллов (из 12 возможных) (таб.2). В зависимости от условий увлажнения средний балл может изменяться, например, в 2015 году на территории Звенигородского карьера преобладали сообщества растений присущие более сухим условиям произрастания. Отмечено, что в 2015 году было наименьшее количество осадков за вегетационный период.

Во всех карьерах почвенно-экологические условия сходны, и сообщество видов относится к растениям, произрастающим на слабокислых почвах или слабощелочных почвах.

Наблюдения показывают, что показатели богатства почвы азотом почти не менялся на протяжении всех лет исследования. Максимальных значений (9 баллов) данный коэффициент достигал на северном склоне Лыткаринского карьера. В Звенигородском карьере показатель богатства почвы азотом составил в среднем 4 балла. Присутствие видов, являющихся индикатором богатых почв незначительно, например, *Urtica dioica* L. встречается редко и не занимает большие площади. В остальных песчаных карьерах растения произрастают на почвах от умеренно обеспеченных до богатых азотом, количество баллов по данному показателю составляет 5-6.

5.3. Растительное сообщество песчаных карьеров по доминантам

В песчаных карьерах Московской области в большинстве случаев формируются луговые растительные сообщества. Это связано с особенностями абиотических условий данных территорий. В луговых сообществах карьеров преобладают следующие виды: *Centaurea pseudophrygia* С.А. Мей, *Anthoxanthum odoratum* L., *Solidago virgaurea* L., *Lupinus polyphyllus* Lindl., *Lotus corniculatus* L., *Poa pratensis* L., *Leucanthemum vulgare* Lam., *Artemisia campestris* L., *Phleum pratense* L.

Также формируются и рудеральные сообщества с преобладанием таких видов, как *Artemisia vulgaris* L., *Tussilago farfara* L., *Chenopodium album* L.

При исследовании наблюдались и водно-болотные (с участием *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.) группировки. Эти сообщества не обладают стабильностью, т.к. экологические условия карьеров не соответствуют требованиям к произрастанию таких видов. Образуются данные ценозы только в днищах карьеров при выходе грунтовых вод.

Исследования показали, что на южных склонах всех песчаных карьеров доминируют следующие виды: *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth и *Artemisia vulgaris* L. На северных склонах преобладают: *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth и *Tanacetum vulgare* L. Все виды имеют широкую экологическую амплитуду, встречаются в разнообразных ценозах, хорошо приспособляются к условиям среды.

В целом, в растительных сообществах песчаных карьеров Московской области преобладают луговые растения, произрастающие при интенсивном освещении, на песчаном субстрате, при среднем увлажнении.

5.4. Флористическое сходство растительности карьеров

Коэффициент Жаккара позволяет оценить сходство двух местообитаний по экологическим условиям либо сходство одного местообитания в течение времени. Его значения изменяются от 0 (сходство отсутствует) до 1 (местообитания практически идентичны). Коэффициент Жаккара применялся при анализе растительности двух карьеров Звенигородского и Дзержинского.

Для сообществ Звенигородского карьера коэффициент Жаккара не меняется с годами, оставаясь на уровне 0,4. Это свидетельствует о незначительном сходстве между сообществами по годам наблюдений и нестабильности самого фитоценоза (таб.3).

Таблица 3. Флористическая общность в карьерах

Звенигородский карьер				Дзержинский карьер			
2015-2016	2016-2017	2017-2018	2015-2018	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2015-2018
0,357	0,431	0,4	0,415	0,281	0,194	0,428	0,269

В Дзержинском карьере отмечается более неустойчивое состояние растительного сообщества. Коэффициент Жаккара изменяется от 0,19 до 0,43. Данный факт говорит о нестабильности сообщества, что может быть связано с неравномерной активной рекреационной нагрузкой как зоны отдыха, которая существует в данном карьере (таб.3).

Таким образом, растительные сообщества песчаных карьеров Московской области не стабильны, смена их зависит как от природных, так и от антропогенных факторов.

Выводы

1. Видовое разнообразие растений песчаных карьеров Московской области незначительно, с 2015 по 2018 г. обнаружено 127 видов, относящихся к 29 семействам. Адвентивные растения представлены 10 видами. В систематической структуре флоры песчаных карьеров ведущее место принадлежит 3 семействам (*Compositae*, *Gramineae*, *Leguminosae*). Южные склоны исследуемых карьеров отличались большим видовым разнообразием, чем северные. Это объясняется более разнообразными экологическими условиями.

2. Проведение биоморфологического анализа по К. Раункиеру позволило установить явное преобладание гемикриптофитов, хорошо приспособленных к своеобразным, зачастую экстремальным, условиям произрастания на песчаном субстрате. В спектре жизненных форм растений по И.Г. Серебрякову преобладают длиннокорневищные, стержнекорневые и короткорневищные травянистые поликарпики. Высокая доля стержнекорневых растений типична для фитоценозов с песчаным субстратом.

3. При экологическом анализе растений песчаных карьеров было выявлено преобладание гелиофитов, мезофитов и мезотрофов. При эколого-ценотическом анализе выявлено доминирование луговых сообществ. В исследуемых песчаных карьерах луговые мезоксерофиты поселяются в верхних частях склонов, луговые и лесные мезофиты – в средних частях склонов, болотные мезогигрофиты и гигрофиты – возле водоемов и на дне карьеров. По экологическим шкалам Г. Элленберга преобладают гелиофиты, произрастающие на средневлажных, слабокислых или слабощелочных почвах с умеренным содержанием азота.

4. Растительность песчаных карьеров Московской области относится к луговой, формирующейся при интенсивном освещении, на песчаном субстрате, при среднем увлажнении. При этом растительные сообщества не стабильны, смена их зависит как от природных, так и от антропогенных факторов. Флористическая общность между растительностью карьеров и граничащими с ними фитоценозами практически отсутствует, что подтверждается низкими значениями коэффициента Жаккара. На склонах песчаных карьеров обнаружено 12 видов растений с высокой

встречаемостью (30 % и более). Эти виды сосудистых растений способны хорошо адаптироваться к разнообразным условиям и стойко выдерживать конкуренцию.

5. При анализе полученных данных можно предположить, что в песчаных карьерах Московской области протекают сукцессионные процессы. В дальнейшем они, на наш взгляд, будут происходить следующим образом. Вначале будут доминировать луговые сообщества растений, которые являются интразональными. Затем будут восстанавливаться зональные растительные сообщества. Если в данный процесс вмешивается антропогенный фактор, то наравне с вышеперечисленными будут развиваться и сообщества с рудеральной растительностью.

6. Анализ современного состояния флоры и растительности песчаных карьеров позволил разработать рекомендации по фитомелиорации, необходимо использовать смеси травянистых многолетников, способных быстро формировать дернину, по краю склонов высаживать аборигенные виды древесных растений.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

Статьи в научных журналах, рекомендованных перечнем ВАК:

1. **Даббаг А.** Изучения свойств растений песчаных карьеров Московской области для восстановления растительности песчаных карьеров / А. Даббаг// Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – М. - 2018. Т. 26. - № 3.- С. 299-308.- DOI 10.22363/2313-2310-2018-26-3-299-308/

2. **Даббаг А.** Экологическая характеристика растительности песчаных карьеров Подмосковья /А. Даббаг, А.Д. Жукова, Ю.В. Уланская // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – М. 2016. № 3. С. 26-34

3. **Даббаг А.** Динамика видового состава травянистой растительности песчаных карьеров (на примере дзержинского и звенигородского карьеров московской области) /А.Даббаг, А.Д.Жукова // МГУ: Проблемы агрохимии и экологии. – М. 2020. № 4. С.26-34

Статьи в изданиях, включенных в мировые базы научного цитирования Scopus, Web of Sciences

1. **Dabbagh A.** Study on plants and their ecological characteristics in the sand pit regions of Moscow /A.Dabbagh // Research on crops journal. - India. – 21(2): 253-256 (2020).- DOI: 10.31830/2348-7542.2020.044 (*Scopus*)

2. **Dabbagh A.** Plant characteristics determination in sand pits near Moscow/A.Dabbagh // Bio web of conference - Prospects of development and challenges of modern botany. Франция. 2018. Т. 11, 00010(2018). - DOI: doi.org/10.1051/biocof/20181100010/ (*Web of Sciences*)

3. **Dabbagh A.** Do Diversity and Bio-morphological Spectrum of Psammophytes Matter in Restoring Vegetation of Sand Pits? /A.Dabbagh // Actual Problems of Ecology and Environmental Management: Cooperation for Sustainable Development and Environmental Safety (APEEM 2020). E3S web of conference. - Франция. -2020. Vol. 169, 03005 (2020) (*Web of Sciences*)

Статьи в других научных изданиях

1. **Даббаг А.** Биоморфологические спектры растений песчаных карьерах Подмосквья для их биологической рекультивации / А.Даббаг// Международная научная конференция студентов, аспирантов и молодых учёных «Ломоносов-2019». М. МАКС Пресс, 2019.

2. **Даббаг А.** Определение особенностей растений в песчаных карьерах Подмосквья для биологической рекультивации песчаных карьеров/ А.Даббаг// IV(XII) Международная ботаническая конференция молодых учёных. Санкт-Петербург. 2018. С. 81- 82

3. **Даббаг А.** Экологическая характеристика растительности песчаных карьеров Подмосквья / А.Даббаг// Международной научной конференции молодых учёных «Современные проблемы экспериментальной ботаники». Беларусь. МИНСК. 2017. С. 95- 98

4. **Dabbagh A.** The role of Psammophytes in the stabilization of sand slopes (Ecological characteristics)/ A.Dabbagh // Youth of XXI century in a scientific, cultural and academic environment: new values, challenges, perspectives. М. 2017. Часть 1. С. 62 - 65

5. **Даббаг А.** Биоморфологические спектры растений песчаных карьеров Подмосквья / А.Даббаг// РИНЦ: Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем. М. 2016. С. 105- 108.

6. **Dabbagh. A.** Migrating dunes and drifting sand / A.Dabbagh // Environmental problems of the third millennium. М. 2016. С 94- 98

7. **Даббаг А.** Экологическая характеристика растений карьеров Московской области / А. Даббаг// конференции (МКИП) МГУ. М. 2015. С 70- 73

8. **Dabbagh. A.** Desertification as an ecological challenge / A.Dabbagh // Actual environmental problems of the third millennium. М. 2015. С42- 44

9. **Dabbagh. A.** Ecological characteristic of Psammophytes (one the example of sand-pits of Moscow region) / A.Dabbagh // People. Science. Innovations in the new millennium. М. 2015. С 54 - 57.