Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение

средняя общеобразовательная школа №2 г. Россоши

Россошанского муниципального района Воронежской области

Транспирация и пылезадерживающая способность листьев тополя черного и липы мелколистной

Работу выполнил:

Вишневский Иван Романович,

ученик 11 класса МБОУ СОШ №2

Руководитель: Сухарева О.В,

учитель биологии

г. Россошь

2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение……………………………………………………………………..3

Основная часть

Глава 1. Пыль как экологический фактор……………………………… ...6

1.1.Источники пыли в городской среде………………………………...6

1.2.Влияние пыли на организм человека………………………………7

1.3.Борьба с запыленностью воздуха…………………………………..8

Глава 2. Транспирация

1.1.Виды транспирации и факторы, влияющие на процесс…………..9

1.2.Значение транспирации…………………………………………….11

Глава 3. Методика исследования………………………………………….12

Глава 4.Результаты исследования…………………………………………13

Заключение………………………………………………………………….20

Список источников…………………………………………………………22

Приложение…………………………………………………………………23

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность. Школа №2 г. Россошь – одна из старейших школ города. Кроме своей замечательной истории, она выделяется еще и тем, что перед школой находится парк, заложенный еще до Великой Отечественной войны. У него более чем семидесятилетняя история. Сразу после войны на место поврежденных деревьев сажали быстро растущие породы: тополь, береза, липа и др. Но они быстро росли и быстро погибали. В 2017 году было принято решение вырубить в парке старые деревья и высадить новые: рябину, катальпу, дуб, клен и т.п. Рядом со школьным зданием осталось много лип и тополей.

Парк – любимое место отдыха наших учеников в теплое время года. Здесь проводятся уроки-экскурсии, наблюдения по биологии, географии, окружающему миру.

В парке есть детский городок и спортивная площадка. Много людей в парке и в вечернее время: дети и взрослые тренируются, играют в баскетбол, гуляют мамы с малышами.

Однако школа расположена на перекрестке с интенсивным автомобильным движением и, следовательно, в условиях сильного транспортного загрязнения.

Автомобильное движение осуществляется с трех сторон школы. Транспорт работает 30-40% времени в режиме разгона и торможения (на остановках и пешеходных переходах), что сильно увеличивает выброс вредных примесей в воздух.

По санитарным нормам в жилой зоне интенсивность транспортного движения не должна превышать 200 автомобилей в час, а в микрорайоне школы она в 2-4 раза больше. Шумовая нагрузка также превышает санитарные нормы (данные из проектно-исследовательской работы «Школа на перекрестке», авторы Гридина Л., Мамонтова М., Москалева К. МКОУ СОШ №2).

Главной нашей проблемой являются поиски способов борьбы с химическим и тепловым загрязнением воздуха в микрорайоне школы.

Обоснование выбора темы: Предлагаемая вашему вниманию тема исследовательской работы посвящена изучению транспирации и пылезадерживаюшей способности листьев липы мелколистной и тополя черного. Я заинтересовался вопросом: какое из растения наиболее активно участвует в поддержании оптимальных условий в микрорайоне школы?

Основная цель работы – выяснить роль тополя черного и липы мелколистной в поддержании чистоты и влажности воздуха в пришкольном парке «Студенческий».

Задачи: Для достижения поставленных целей нужно решить ряд задач:

- изучить литературу по теме исследования

-подобрать методики исследования

- выбрать пробные точки для исследования

- собрать материал для исследования

- изучить транспирационную и пылезадерживающую способность разных видов деревьев

- проанализировать полученные данные и сделать выводы

Объект исследования: транспирационные и пылезадерживающие свойства листьев разных пород деревьев.

Предмет исследования: зависимость транспирации и пылезадерживающих свойств от вида деревьев и расположения листьев в кроне дерева.

Оборудование: электронные весы, миллиметровая бумага, ручка, карандаш, ножницы, ватные диски, парафин, чашки Петри.

Методы исследования:

- теоретические (работа с литературой, анализ, сравнение)

- эмпирические (измерение, взвешивание, вычисление)

- математические (составление таблиц, диаграмм)

Гипотеза: скорость испарения и количество поглощенной пыли зависят от вида деревьев и расположения их в кроне.

Практическое значение: знания о способности разных видов к транспирации и поглощению пыли позволят правильно подбирать виды деревьев при посадке в парке для поддержания микроклимата и чистоты воздуха.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Глава 1. Пыль как экологический фактор.

1.1.Источники пыли в городской среде.

Пыль – это взвесь в воздухе мелких твердых частиц органического или минерального происхождения диаметром до 0,1 мм.

Источником появления пыли является разложение веществ. Абсолютно все материалы со временем крошатся на микроскопическом уровне и распадаются. Источники пыли можно разделить на естественные (космическая пыль, вулканическая, сажа от природных пожаров, почвенная, растительная) и искусственные (промышленная пыль, пыль от сгорания твердого топлива, автотранспортная пыль) [6]. Город – идеальная среда для возникновения и накопления пыли. Помимо промышленной пыли скапливается дорожная пыль. Особо остро эта проблема проявляется в наше время в связи с увеличением числа автомобилей на дорогах. Автомобильный транспорт поставляет около 60% всех загрязнений городского воздуха.

Дорожная пыль состоит из частиц изношенных покрышек, твердых частиц автомобильных выхлопов. Образуется пыль и при истирании дорожного покрытия, заноса на проезжую часть грязи и рыхлого материала с прилегающих территорий и дорог. Такая пыль содержит соединения тяжелых металлов, асбестовые частицы, бензпирен.

Масштабы пылевого загрязнения огромны. По данным Росгидрометцентра за 2019 год более 10,6 млн. человек живут в городах с высоким уровнем загрязнения воздуха. Взрослый человек ежедневно пропускает через себя до 60 микрограмм пыли. Самое «пыльное» время – с начала апреля до середины мая, пока деревья не покроются листвой, газоны не зарастут травой, а часть пыли с дорог не смоют дожди [5].

1.2.Влияние пыли на организм человека.

Безвредной пыли не существует. Опасность пыли для живого определяется ее природой и концентрацией в воздухе, дисперсностью (размерами частиц), формой пылинок.

При работе автотранспорта, промышленных предприятий воздух загрязняется как тонкой пылью (менее 2,5мкм), так и грубой (диаметр более 10мкм). Частицы тонкой пыли мигрируют, попадают в легкие человека, являясь причиной воспалений и сердечно-сосудистых заболеваний. Они обладают канцерогенным действием. По данным Всемирной организации здравоохранения содержание в воздухе тонкой пыли в количестве более 10мкг/м3 может приводить к сокращению продолжительности жизни (WHO, 2005). При постоянном потреблении пыльного воздуха неизбежно развитие заболеваний дыхательной системы: хронические заболевания полости носа, глотки, бронхов, легких, головные боли, раздражение слизистых оболочек глаз, развитие аллергии. Пыль оседает на слизистой оболочке дыхательных путей, нарушая микроциркуляцию и газообмен воздуха. Дорожная пыль проникает глубоко в альвеолы и там она становится плотной, как цемент. Образуется структура, которая ничем не растворяется и не выводится из легких. Свинец, входящий в состав дорожной пыли, оказывает большое влияние на организм человека. Поступая в организм с водой, пищей, воздухом, свинец попадает в кровь и разносится по телу, накапливается в печени, костях, мышцах, почках и лимфатических узлах. Свинцовое отравление (сатурнизм) на ранних стадиях поражает головной мозг, особенно у детей. Это приводит к снижению интеллекта, нарушению координации движений, слуха, памяти. Наиболее чувствителен к запыленности воздуха детский организм, который формируется под постоянным воздействием этого неблагоприятного фактора.

На пылевых частицах могут поселиться вредные микроорганизмы – пылевые клещи. Сам по себе клещ практически безопасен – он не портит продукты и не переносит инфекционные заболевания, не разносят яйца паразитов. Однако мелкие фрагменты клещей и продукты их жизнедеятельности обладают высокой аллергенностью. Поднявшись в воздух, эти частицы попадают в дыхательные пути человека, что очень опасно для астматиков и аллергиков.

1.3.Борьба с запыленностью воздуха.

В былое время загрязнения атмосферы быстро разбавлялись массами чистого воздуха. Пыль и дым рассеивались воздушными потоками и выпадали на землю с осадками. Сейчас объем и скорость выбросов превосходит возможности природы к их нейтрализации. Необходимы специальные меры для устранения загрязнения воздуха.

Основные усилия направлены на предупреждение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. На предприятиях устанавливают пылеулавливающее и газоочистное оборудование. Таким способом задерживается около ¾ всех выбросов.

В настоящее время внедряются в практику приемы, снижающие загрязнение воздуха автомобилями. В двигателях устанавливают фильтры и дожигающие устройства, исключая содержащие свинец добавки.

Существенное значение имеет борьба с пылью на дорогах с грунтовым и гравийным покрытием. Ветер и завихрения поднимают пыль в воздух и образуют над дорогой пыльное облако. Для борьбы с пылью на дорогах, помимо подметания покрытий, применяют поливку водой, растворами солей (хлористого кальция) или органическими вяжущими. При этом происходит не только обеспыливание, но и мытье улиц. Поливка загородных дорог малоэффективна и экономически невыгодна. Для подавления дорожной пыли применяют пылеподавители. Пылеподавитель – водная дисперсия винилового сополимера, который связывает отдельные частицы грунта, на поверхности он высыхает и затвердевает.

Важнейшее значение в борьбе с загрязнением атмосферы имеет озеленение городов. На деревьях оседает до 72% взвешенных в воздухе частиц пыли. Летним днем над зелеными массивами возникают нисходящие потоки воздуха (поверхность листьев прохладнее асфальта или металла) и пыль оседает на листьях. Один гектар лиственных пород деревьев задерживает за год около 100 тонн пыли! Количество улавливаемой растениями пыли зависит от многих факторов: высоты и плотности посадок, вида деревьев, морфологии листа, характеристик самой пыли и метеорологических условий. Деревья снижают запыленность атмосферы за счет снижения скорости ветра, а именно уменьшают возможность раздувания грунта и подъема пыли в воздух. Эффективность пылеулавливающей способности зависит от опушенности листовых пластинок, площади поверхности, шероховатости или глянцевости листьев. Смолистые выделения способствуют удержанию пыли. Лишенные листьев деревья и зимой играют роль фильтраторов [4].

Пылезадерживающая способность – это способность деревьев и кустарников удалять из воздуха пылевые частицы, оцениваемая в процентах по массе пыли от массы находящейся в воздухе пыли до её оседания на листовом аппарате [2,47].

Глава 2.Транспирация

2.1.Виды транспирации и факторы, влияющие на процесс.

Транспирация -процесс движения воды через растение и её испарение через наружные органы растения, такие как стебель, листья и цветки. Испарение воды растением представляет собой физический процесс, так как при этом в межклетниках листьев вода переходит в парообразное состояние, и затем образовавшийся пар через устьица диффундирует в окружающую среду. Однако транспирация воды – это сложный физиологический процесс, поскольку он связан с анатомическими и физиологическими особенностями растений, поэтому в отличие от физического, физиологический процесс испарения растением воды и назван транспирация. Вода необходима для жизнедеятельности растения, но только небольшая часть воды, поступающей через корни, используется непосредственно для нужд роста и [метаболизма](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D0%B7%D0%BC). Оставшиеся 99-99,5 % теряются через транспирацию [1].

Различают устьичную транспирацию (через устьичные щели) и кутикулярную (через поверхность кутикулы, покрывающую эпидермис листьев). Кутикулярная транспирация обычно значительно меньше устьичной (5-7% от общей транспирации). Однако молодые листья растений имеют высокую интенсивность кутикулярной транспирации. Этот вид транспирации действует, в основном, ночью или в засушливое время, когда устьица закрыты. Процесс потери воды через чечевички стебля известен как **линзовидная транспирация**. Линзовидная транспирация составляет от 1 до 2% от общей транспирации, которая происходит внутри растения [8].

Интенсивность транспирации определяется в первую очередь степенью насыщенности водой клеток листа. На это состояние главное воздействие оказывают внешние условия – влажность воздуха, температура, а также количество света. При сухом воздухе процессы испарения происходят более интенсивно. А вот влажность почвы действует на транспирацию обратным образом: чем суше земля, тем меньше воды попадает в растение, тем больше ее дефицит и. соответственно, меньше транспирация.

При повышении температуры транспирация также увеличивается. Однако, основной фактор, влияющий на транспирацию, - это свет. При поглощении листовой пластинкой солнечного света увеличивается температура листа и. соответственно, раскрываются устьица и повышается интенсивность транспирации.

Ветер, перемешивая слои воздуха, очень сильно увеличивает скорость испарения. Под его влиянием возрастает перенос насыщенного водой воздуха от поверхности листа в дальние слои атмосферы. При ветре усиливается прежде всего кутикулярная транспирация.

Транспирация зависит и от внутренних факторов. Она изменяется в зависимости от концентрации и осмотического давления клеточного сока. Чем концентрированнее клеточный сок, тем слабее транспирация. Транспирация изменяется в зависимости от величины листовой поверхности, при изменении соотношения корни/побеги. С увеличением возраста растения интенсивность транспирации, как правило, падает [7].

2.2. Значение транспирации.

Транспирация важна для самого растения. При замедлении транспирации растение перегревается, плазма отмирает, что может вызвать гибель организма. Процесс испарения способствует передвижению ряда веществ от корней к листьям и другим органам, что играет важную роль в развитии растений. Отмечается связь между транспирацией и снабжением растения углекислотой. Испарение и поглощение углекислоты проходит через одни и те же устьица.

Зеленые насаждения увеличивают влажность воздуха. В парках относительная влажность воздуха на 2-8% выше, чем на открытых площадях. Повышение влажности связано с испарением воды с поверхности листьев. Листовая поверхность деревьев более чем в 20 раз больше площади, занимаемой проекцией крон. Любой участок суши, покрытый лесом, испаряет влаги в атмосферу примерно в 100 раз больше, чем такая же по площади поверхность мирового океана. Известна роль растений в регуляции температуры воздуха. Летом в насаждениях температура воздуха ниже на 4-6 градусов. В густых насаждениях в жаркие дни понижение температуры воздуха на уровне 1,5м достигает 8-100 С. Таким образом, больше всего атмосферный воздух охлаждается за счет транспирации там, где Земля получает наибольшее количество солнечной энергии: в тропиках и субтропиках. Гораздо меньше влияют на температуру леса умеренных широт и практически никак не влияют леса приполярных широт. Теперь вполне понятно, почему вырубка тропических лесов оказывает решающее влияние на потепление климата.

Глава 3. Методика исследования.

1 этап. Выбор пробных точек для исследований.

Для исследования пылезадерживающих свойств растений было выбрано 3 пробных точки, которые отличаются расположением относительно здания школы и автомобильной нагрузкой:

1. Улица Мира
2. Вход в школу
3. Аллея парка

Изучение транспирации проводилось у деревьев, растущих в парке.

2 этап. Сбор материала и исследование пылеулавливающих и транспирационных свойств листьев тополя чёрного и липы мелколистной.

Изучение транспирации у тополя черного и липы мелколистной:

\* в каждой пробной точке собирали по 4 листа из верхней, внутренней и наружной части кроны тополя чёрного и липы мелколистной. Помещали в пронумерованные конверты;

\*концы черешков собранных листьев опускали в расплавленный парафин;

\* с помощью палетки вычисляли площадь каждого листа. Площадь листа находится по формуле: а/в=с/s, где а-вес квадрата, в-вес бумажного контура листа, с-площадь квадрата (10см2 ), s-площадь листа;

\* для определения интенсивности транспирации использовали метод взвешивания (по Л.А. Иванову). Каждый из собранных листьев взвешивался трижды: сразу после сбора, через 1 час и через 2 часа.

\* используя чашку Петри, наполненную водой, и электронные весы, определяли количество свободно испарившейся воды через 1час и 2 часа.

Изучение пылезадерживающей способности растений:

\* количество пыли, осевшей на листе, определялось путём взвешивания чистого ватного диска и диска после протирания листа с двух сторон.

\* Все исследования имели 3-х кратную повторность [3,24].

3 этап. Обработка полученных данных.

\*Полученные данные заносились в таблицы, на основании которых строились диаграммы (таблицы см. в приложении).

\*Вычисляли среднюю величину транспирации и количество поглощенной пыли листьями тополя чёрного и липы мелколистной в граммах (г.) и процентах (%) для каждой из проб.

\*Среднюю интенсивность транспирации (I) вычисляли по формуле, предложенной Л.А.Ивановым: Iср.= а-в/t\*s

где а – средний контрольный вес листа; в – средний вес листа через час ; s –средняя площадь листа; t – время эксперимента (1 час).

\*величину относительной транспирации определили по формуле:

Iотн.= Iср.: Icв., где Icр. – средняя интенсивность транспирации, Iсв. – интенсивность транспирации с открытой поверхности воды.[9]

Глава 4. Результаты исследования.

Эксперимент 1. Определение интенсивности испарения листьями липы мелколистной из разных частей кроны.

Определялась интенсивность испарения воды листьями из наружной, внутренней и верхней частей кроны. Черешок каждого из собранных листьев обрабатывался расплавленным парафином, лист взвешивался. Следующие взвешивания производились через 1 и 2 часа. В это же время вычислялась площадь листа с использованием палетки площадью 100кв.см. Данные заносились в таблицу. По разнице веса листа и веса через 1 и 2 часа определялось количество испарившейся воды в граммах и процентах от первоначального веса. Опыт повторялся трижды.

Диаграмма 1

Средняя испаряющая способность листьев липы мелколистной (%)

Вывод: в ходе эксперимента выяснено, что листья липы из разных частей кроны и через два часа продолжают испарять воду. Больше всего испарение происходит листьями верхней части кроны, меньше всего –листьями внутренней части кроны. Объяснить это можно разными условиями среды: во внутреннюю часть кроны солнечных лучей проникает меньше, там больше тени и создается щадящий микроклимат. Верхние листья получают света больше, следовательно, сильнее нагреваются.

Эксперимент 2. Определение средней интенсивности испарения листьями тополя черного.

Исследование проводилось при таких же условиях, как у липы.

Диаграмма 2

Средняя испаряющая способность листьев тополя черного (%)

Вывод: как видно на диаграмме 2 закономерности испарения листьями тополя мало отличаются от липы. Больше всего воды испаряют листья верхней части кроны, меньше всего – листья наружной части. В целом листья тополя испаряют воды меньше, чем листья липы. Разница может быть связана не только с разной испаряющей способностью деревьев, но и с неодинаковой площадью листьев.

Диаграмма 3

Средняя испаряющая способность нижних листьев липы и тополя (%)

Диаграмма 4

Средняя испаряющая способность внутренних листьев липы и тополя (%)

Диаграмма 5

Средняя испаряющая способность верхних листьев липы и тополя (%)

Вывод: проанализировав диаграммы 3-5, можно сравнить испаряющую способность листьев липы и тополя, взятых из разных частей крон. Обращает на себя внимание тот факт, что четкой закономерности в количестве испаряемой воды отметить нельзя: нижние листья липы испаряют воды больше, чем листья тополя; средние – через 1 час больше у липы, через 2 часа – у тополя; верхние – через 1 час превосходство тополя, через 2 часа – липы. Следовательно, сделать вывод о том, у какого растения лучше выражена испаряющая способность листьев по средней испаряющей способности листьев затруднительно.

Эксперимент 3. Определение средней интенсивности транспирации.

Диаграмма 6.

Средняя интенсивность транспирации листьев липы и тополя (г/час с см2)

Более точным показателем транспирационной способности растения является средняя интенсивность транспирации, которая измеряется количеством воды, испарившейся за 1 час с единицы площади (1 см2 ).

Способ вычисления интенсивности транспирации описан в главе 3 «Методика исследования».

Данные диаграммы 6 «Средняя интенсивность транспирации» наглядно убеждают нас, что с 1 см2 листа испаряется больше воды листьями тополя черного.

Изменение средней интенсивности транспирации у листьев из разных частей кроны у липы и тополя имеет одинаковую закономерность: возрастание от нижних к верхним листьям.

Эксперимент 4.Определение относительной интенсивности транспирации

Относительная интенсивность транспирации – это отношение интенсивности транспирации к интенсивности испарения с открытой водной поверхности. Она показывает, как идет отдача воды листьями по сравнению со свободной водной поверхностью.

Таблица 1

Средняя интенсивность испарения с открытой водной поверхности

(г/час с см2)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| m0 (г) | 1ч(г) | 2ч(г) | 1ч (%) | 2ч (%) | S пов. (см2) | Интенсивность испарения |
|
| 171,9 | 171,3 | 170,8 | 0,4 | 0,3 | 170,9 | 0.0035 |
|

Диаграмма 7

Относительная транспирация листьев липы и тополя (г/час с см2)

Данные, полученные в ходе расчетов и отраженные на диаграмме, показывают, что с поверхности листьев липы и тополя воды испаряется меньше, чем с открытой водной поверхности. Это еще раз доказывает, что транспирация – это не физический, а физиологический процесс.

Но фактически испарение с поверхности растений может быть не меньше, а иногда и больше, так как общая поверхность листьев с определенной площади (например,1га) может быть в 5-6 раз больше площади поверхности почвы.

Если сравнить относительную интенсивность транспирации двух видов деревьев, то явно больше воды испаряет тополь черный. Диаграмма еще раз показывает отмеченную закономерность: увеличение относительной транспирации от нижних листьев к верхним.

Подводя промежуточные итоги, можно сказать, что более выраженными транспирационными свойствами обладает тополь черный.

Эксперимент 5. Определение пылезадерживаюших свойств листьев липы и тополя.

Диаграмма 8

Средние пылезадерживающие свойства липы мелколистной (г/см2)

Вывод. На каждой из трех опорных точек листья (по 4 листа) собирались с одного дерева на высоте 1,2 – 1,5 м. Количество задержанной листом пыли определялось путем взвешивания чистого ватного диска и после тщательного протирания листа. Разница в весе показывает пылезащитные свойства растения. В каждой точке опыт повторялся трижды.

Данные диаграммы 8 свидетельствуют о том, что меньше всего пыли накапливается на листьях рядом с входом в школу. Эти растения несколько удалены от проезжей части дороги. Листья липы в точке 1 (ул.Мира) накопили самое большое количество пыли, так как дерево находится рядом с проезжей частью улицы.

Эксперимент 6. Определение пылезадерживающих свойств листьев тополя черного.

Диаграмма 9

Средние пылезадерживающие свойства тополя черного (г/см2)

Вывод. В данном случае мы видим, что больше всего пыли скопилось на листьях деревьев в парке, хотя автомобильная нагрузка здесь небольшая, но деревья растут на открытом пространстве.

Если сравнить данные о пылезадерживающих свойствах липы и тополя, то чуть сильнее они выражены у липы. Вероятно, это объясняется структурой кожицы листа липы: она не гладкая, а достаточно шероховатая.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключении необходимо отметить, что вопрос оптимизации окружающей среды сейчас крайне актуален. С этой целью как основной фактор используют растения. Растения, использующиеся для озеленения должны быстро расти, жить долго, эстетически выглядеть, быть устойчивыми к болезням и загрязнениям, корневая система не должна взламывать уличное покрытие. Общеизвестна роль зеленых насаждений в регуляции температуры воздуха, летом в насаждениях температура воздуха ниже на 4-5º С. Растения способны увеличить влажность воздуха, в парках влажность на 2-8% выше, чем на открытых площадях.

Таблица 2 Группы древесных растений по интенсивности транспирации (по И.Д.Иванову) [10]

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| сильнотранспирирующие | среднетранспирирующие | слаботранспирирующие |
| Береза повислая  Осина  Ясень обыкновенный  Липа мелколистная  Тополь  Акация желтая | Дуб черешчатый  Бук лесной  Клен остролистный  Клен американский  Рябина обыкновенная | Сосна обыкновенная  Лиственница сибирская  Ель обыкновенная  Пихта сибирская |

Житель большого города ежедневно вдыхает около 500 млрд. пылевых частиц. Велика роль растений и в очищении городского воздуха от различных загрязнений. Один гектар деревьев хвойных пород задерживает в год до 40т пыли, а лиственных – около 100т!

Проведенное исследование позволило нам сделать следующие выводы:

1.Листья, расположенные в верхней части кроны, в среднем испаряют воды больше, чем в других частях кроны, как у липы, так и у тополя. Это объясняется количеством света и более высокой температурой воздуха на высоте около 2-х метров.

2.Средняя интенсивность транспирации (г/см2) выше у тополя в любой части кроны. Этот показатель более точно характеризует транспирацио- нные свойства дерева.

3.Относительная транспирация тополя также выше, чем относительная транспирация листьями липы. Относительная транспирация этих видов деревьев меньше свободной транспирации с поверхности воды. Это доказывает, что транспирация сложный физиологический процесс.

4.Пылезадерживающие свойства выражены сильнее у липы. Во время проведения исследования листья липы были достаточно крупными и имели хорошо выраженную шероховатую поверхность. Листья тополя хорошо улавливают пыль только в начале вегетации, пока они достаточно клейкие.

5.По итогам исследования можно сделать вывод, что оставшиеся в парке тополя и липы хорошо справляются с экологическими функциями. Их можно и нужно использовать для озеленения улиц.

6.Высказанное нами предположение о различной интенсивности транспирации и способности к задержанию пыли липой и тополем было доказано результатами исследования.

В перспективе было бы интересно изучить транспирацию и пылезадерживающие свойства у вновь посаженных деревьев парка: катальпы, клена остролистного и др.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1.Веретенников, А.В. Физиология растений с основами биохимии: учебное пособие для студентов лесотехнических вузов.-Воронеж: изд-во ВГУ,1987.

2.Жумадилова, А.Ж. Пылеудерживающая способность древесных и

кустарниковых растений.- Новости Казахстана / Казахский национальный аграрный университет, №2,2014.

3.Юртаева, Н.М. Малый практикум по физиологии растений: учебное пособие для вузов/Н.М.Юртаева; Нижегородский архитектурностроит.ун-т – Н.Новгород: НИГАСУ, 2015.-112стр

4.<https://bstudy.net/788832/tehnika/pylezaderzhivayuschaya_sposobnost_rastitelnosti>

5.<http://landscape.totalarch.com/planting_pollution_atmosphere>

6.<https://infopedia.su/22x82e8.html>

7.<https://studopedia.net/2_46484_vliyanie-vneshnih-usloviy-na-protsess-transpiratsii.html>

8.<https://studfile.net/preview/7405178/page:29/>

9.https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=870481

10.[ozlib.com›1046689/biologiya/transpiratsiya](https://ozlib.com/1046689/biologiya/transpiratsiya)

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Транспирация листьев липы (нижних) | | | | | | | | | |
|
| Объект | № листа | Масса листьев г, | | | Потеря воды г, | | Потеря воды % | | S листа |
| М0 | 1ч | 2ч | 1ч | 2ч | 1ч | 2ч |
| проба 1 | | | | | | | | | |
| Листья липы (нижн.) | 1 | 0,4 | 0,4 | 0,35 | - | 0,05 | 0 | 12,5 | 47,7 |
| 2 | 0,35 | 0,35 | 0,3 | - | 0,05 | 0 | 14,3 | 31,1 |
| 3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | - | - | 0 | 0 | 29 |
| 4 | 0,5 | 0,5 | 0,45 | - | 0,05 | 0 | 10 | 33 |
| проба 2 | | | | | | | | | |
| Листья липы (нижн.) | 1 | 0,9 | 0,85 | 0,85 | 0,05 | - | 5,6 | 0 | 83,3 |
| 2 | 0,65 | 0,6 | 0,6 | 0,05 | - | 7,7 | 0 | 50 |
| 3 | 0,6 | 0,55 | 0,55 | 0,05 | - | 8,4 | 0 | 40 |
| 4 | 0,65 | 0,6 | 0,6 | 0,05 | - | 7,7 | 0 | 55 |
| проба 3 | | | | | | | | | |
| Листья липы (нижн.) | 1 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | - | - | 0 | 0 | 30 |
| 2 | 0,75 | 0,75 | 0,7 | - | 0,05 | 0 | 6,7 | 58,3 |
| 3 | 0,6 | 0,55 | 0,55 | 0,05 | - | 8,4 | 0 | 38,3 |
| 4 | 0,6 | 0,6 | 0,55 | - | 0,05 | 0 | 8,4 | 38,3 |
| среднее значение | | | | | | | | | |
| Листья липы (нижн.) |  | 0,57 | 0,55 | 0,53 | 0,02 | 0,022 | 3,15 | 5,3 | 43,7 |
|

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Транспирация листьев липы (внутренних) | | | | | | | | | |
|
| Объект | № листа | Масса листьев г, | | | Потеря воды г, | | Потеря воды % | | S листа |
| М0 | 1ч | 2ч | 1ч | 2ч | 1ч | 2ч |
| проба 1 | | | | | | | | | |
| Листья липы (внутр.) | 1 | 0,25 | 0,25 | 0,2 | - | 0,05 | 0 | 20 | 29 |
| 2 | 0,35 | 0,35 | 0,35 | - | - | 0 | 0 | 33,3 |
| 3 | 0,5 | 0,45 | 0,45 | 0,05 | - | 10 | 0 | 39 |
| 4 | 0,35 | 0,3 | 0,3 | 0,05 | - | 14,3 | 0 | 33,3 |
| проба 2 | | | | | | | | | |
| Листья липы (внутр.) | 1 | 0,65 | 0,65 | 0,6 | - | 0,05 | 0 | 7,7 | 55 |
| 2 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | - | - | 0 | 0 | 33,3 |
| 3 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | - | - | 0 | 0 | 45 |
| 4 | 0,55 | 0,55 | 0,5 | - | 0,05 | 0 | 10 | 45 |
| проба 3 | | | | | | | | | |
| Листья липы (внутр.) | 1 | 0,65 | 0,65 | 0,6 | - | 0,05 | 0 | 7,7 | 55 |
| 2 | 0,35 | 0,3 | 0,3 | 0,05 | - | 14,3 | 0 | 33,3 |
| 3 | 0,65 | 0,6 | 0,6 | 0,05 | - | 7,7 | 0 | 58,3 |
| 4 | 0,65 | 0,65 | 0,6 | - | 0,05 | 0 | 7,7 | 58,3 |
| среднее значение | | | | | | | | | |
| Листья липы (внутр.) |  | 0,47 | 0,47 | 0,44 | 0,017 | 0,02 | 3,8 | 4,4 | 43,1 |
|

Таблица 3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Транспирация листьев липы (верхних) | | | | | | | | | |
|
| Объект | № листа | Масса листьев г | | | Потеря воды г | | Потеря воды % | | S листа |
| М0 | 1ч | 2ч | 1ч | 2ч | 1ч | 2ч |
| проба 1 | | | | | | | | | |
| Листья липы (верх.) | 1 | 0,6 | 0,6 | 0,55 | - | 0,05 | 0 | 8,3 | 38,3 |
| 2 | 0,5 | 0,45 | 0,45 | 0,05 | - | 10 | 0 | 25 |
| 3 | 0,35 | 0,35 | 0,3 | - | 0,05 | 0 | 14,3 | 16,7 |
| 4 | 0,35 | 0,35 | 0,35 | - | - | 0 | 0 | 16,7 |
| проба 2 | | | | | | | | | |
| Листья липы (верх.) | 1 | 0,4 | 0,4 | 0,35 | - | 0,05 | 0 | 12,5 | 21,7 |
| 2 | 0,45 | 0,4 | 0,4 | 0,05 | - | 11,2 | 0 | 25 |
| 3 | 0,35 | 0,35 | 0,35 | - | - | 0 | 0 | 16,7 |
| 4 | 0,2 | 0,2 | 0,15 | - | 0,05 | 0 | 25 | 8,3 |
| проба 3 | | | | | | | | | |
| Листья липы (верх.) | 1 | 0,7 | 0,7 | 0,65 | - | 0,05 | 0 | 7,2 | 50 |
| 2 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | - | - | 0 | 0 | 38,3 |
| 3 | 0,5 | 0,45 | 0,45 | 0,05 | - | 10 | 0 | 28,3 |
| 4 | 0,5 | 0,5 | 0,45 | - | 0,05 | 0 | 10 | 28,3 |
| среднее значение | | | | | | | | | |
| Листья липы (верх.) |  | 0,46 | 0,45 | 0,41 | 0,0125 | 0,025 | 2,6 | 6,45 | 26,1 |
|

Таблица 4

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Транспирация листьев тополя (нижних) | | | | | | | | | |
|
| Объект | № листа | Масса листьев г, | | | Потеря воды г, | | Потеря воды % | | S листа |
| М0 | 1ч | 2ч | 1ч | 2ч | 1ч | 2ч |
| проба 1 | | | | | | | | | |
| Листья тополя (нижн.) | 1 | 0,9 | 0,9 | 0,85 | - | 0,05 | 0 | 5,6 | 41,7 |
| 2 | 1,55 | 1,5 | 1,4 | 0,05 | 0,1 | 3,3 | 6,7 | 50 |
| 3 | 1,3 | 1,3 | 1,25 | - | 0,05 | 0 | 4 | 45 |
| 4 | 0,75 | 0,75 | 0,73 | - | 0,02 | 0 | 2,7 | 28,3 |
| проба 2 | | | | | | | | | |
| Листья тополя (нижн.) | 1 | 0,7 | 0,7 | 0,65 | - | 0,05 | 0 | 7,2 | 28,3 |
| 2 | 0,75 | 0,7 | 0,7 | 0,05 | - | 6,7 | 0 | 28,3 |
| 3 | 0,95 | 0,9 | 0,85 | 0,05 | 0,05 | 5,3 | 5,6 | 33,3 |
| 4 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | - | - | 0 | 0 | 33,3 |
| проба 3 | | | | | | | | | |
| Листья тополя (нижн.) | 1 | 0,6 | 0,55 | 0,55 | 0,05 | - | 0 | 0 | 20 |
| 2 | 0,7 | 0,7 | 0,65 | - | 0,05 | 0 | 7,2 | 25 |
| 3 | 0,6 | 0,55 | 0,55 | 0,05 | - | 8,4 | 0 | 20 |
| 4 | 0,75 | 0,75 | 0,7 | - | 0,05 | 0 | 6,7 | 28,3 |
| среднее значение | | | | | | | | | |
| Листья тополя |  | 0,86 | 0,84 | 0,81 | 0,02 | 0,035 | 2 | 3,8 | 31,8 |

Таблица 5

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Транспирация листьев тополя (внутренних) | | | | | | | | | |
|
| Объект | № листа | Масса листьев г, | | | Потеря воды г, | | Потеря воды % | | S листа |
| М0 | 1ч | 2ч | 1ч | 2ч | 1ч | 2ч |
| проба 1 | | | | | | | | | |
| Листья тополя (внутр.) | 1 | 1,1 | 1,05 | 1 | 0,05 | 0,05 | 4,6 | 4,8 | 41,7 |
| 2 | 0,8 | 0,75 | 0,75 | 0,05 | - | 6,3 | 0 | 33,3 |
| 3 | 1 | 0,95 | 0,9 | 0,05 | 0,05 | 5 | 5,3 | 41,7 |
| 4 | 0,95 | 0,95 | 0,9 | - | 0,05 | 0 | 5,3 | 38,3 |
| проба 2 | | | | | | | | | |
| Листья тополя (внутр.) | 1 | 0,65 | 0,65 | 0,6 | - | 0,05 | 0 | 7,7 | 25 |
| 2 | 0,5 | 0,45 | 0,4 | 0,05 | 0,05 | 10 | 12 | 16,7 |
| 3 | 0,7 | 0,7 | 0,65 | - | 0,05 | 0 | 7,2 | 28,3 |
| 4 | 0,55 | 0,5 | 0,45 | 0,05 | 0,05 | 10 | 10 | 16,7 |
| проба 3 | | | | | | | | | |
| Листья тополя (внутр.) | 1 | 0,7 | 0,7 | 0,65 | - | 0,05 | 0 | 7,2 | 25 |
| 2 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | - | - | 0 | 0 | 16,7 |
| 3 | 0,7 | 0,7 | 0,65 | - | 0,05 | 0 | 3 | 25 |
| 4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | - | - | 0 | 0 | 11,7 |
| среднее значение | | | | | | | | | |
| Листья тополя |  | 0,72 | 0,7 | 0,65 | 0,02 | 0,038 | 3 | 5 | 26,7 |

Таблица 6

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Транспирация листьев тополя (верхние) | | | | | | | | | |
|
| Объект | № листа | Масса листьев г, | | | Потеря воды г, | | Потеря воды % | | S листа |
| М0 | 1ч | 2ч | 1ч | 2ч | 1ч | 2ч |
| проба 1 | | | | | | | | | |
| Листья тополя (верх.) | 1 | 1,35 | 1,3 | 1,25 | 0,05 | 0,05 | 3,8 | 3,9 | 41,7 |
| 2 | 1,1 | 1,05 | 1 | 0,05 | 0,05 | 4,6 | 4,8 | 41,7 |
| 3 | 0,9 | 0,85 | 0,8 | 0,05 | 0,05 | 5,6 | 5,9 | 33,3 |
| 4 | 0,9 | 0,9 | 0,85 | - | 0,05 | 0 | 5,6 | 33,3 |
| проба 2 | | | | | | | | | |
| Листья тополя (верх.) | 1 | 0,6 | 0,55 | 0,5 | 0,05 | 0,05 | 8,4 | 10 | 20 |
| 2 | 0,7 | 0,7 | 0,65 | - | 0,05 | 0 | 7,2 | 25 |
| 3 | 0,9 | 0,85 | 0,75 | 0,05 | 0,1 | 5,6 | 12 | 28,3 |
| 4 | 0,8 | 0,75 | 0,75 | 0,05 | - | 6,3 | 0 | 25 |
| проба 3 | | | | | | | | | |
| Листья тополя (верх.) | 1 | 0,65 | 0,65 | 0,6 | 0,05 | 0,05 | 0 | 7,7 | 25 |
| 2 | 0,75 | 0,7 | 0,7 | - | - | 6,7 | 0 | 28,3 |
| 3 | 0,75 | 0,7 | 0,7 | - | - | 6,7 | 0 | 28,3 |
| 4 | 0,75 | 0,7 | 0,65 | 0,05 | 0,05 | 6,7 | 7,2 | 28,3 |
| среднее значение | | | | | | | | | |
| Листья тополя |  | 0,84 | 0,8 | 0,76 | 0,038 | 0,037 | 4,5 | 5,3 | 30 |

Таблица 7

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Пылезадерживающая способность листьев липы | | | | | | |
|
| Объект | № листа | Масса диска | Масса диска + пыль | S листа | Пылезадерж, листа | Ср, пылезадерж, листа |
|
| проба 1 | | | | | | |
| Листья липы у входа в школу | 1 | 0,48 | 0,5 | 28,3 | 0,0007 | 0,00065 |
| 2 | 0,48 | 0,5 | 28,3 | 0,0007 |
| 3 | 0,48 | 0,5 | 33,3 | 0,0006 |
| 4 | 0,48 | 0,5 | 33,3 | 0,0006 |
| проба 2 | | | | | | |
| Листья липы в парке | 1 | 0,5 | 0,55 | 58,5 | 0,00085 | 0,00092 |
| 2 | 0,5 | 0,55 | 50 | 0,001 |
| 3 | 0,5 | 0,55 | 58,5 | 0,00085 |
| 4 | 0,5 | 0,55 | 41,7 | 0,001 |
| проба 3 | | | | | | |
| Листья липы на Мира | 1 | 0,45 | 0,5 | 16,7 | 0,003 | 0,0018 |
| 2 | 0,45 | 0,5 | 41,7 | 0,001 |
| 3 | 0,45 | 0,5 | 33,3 | 0,0015 |
| 4 | 0,45 | 0,5 | 28,3 | 0,0018 |

Таблица 8

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Пылезадерживающая способность листьев тополя | | | | | | |
|
| Объект | № листа | Масса диска | Масса диска + пыль | S листа | Пылезадерж, листа | Ср, пылезадерж, листа |
|
| проба 1 | | | | | | |
| Листья тополя на Мира | 1 | 0,53 | 0,55 | 45 | 0,0004 | 0,0004 |
| 2 | 0,53 | 0,55 | 58,3 | 0,0003 |
| 3 | 0,53 | 0,55 | 50 | 0,0004 |
| 4 | 0,53 | 0,55 | 38,3 | 0,0005 |
| проба 2 | | | | | | |
| Листья тополя у входа в школу | 1 | 0,55 | 0,57 | 38,3 | 0,0005 | 0,0005 |
| 2 | 0,55 | 0,57 | 45 | 0,0004 |
| 3 | 0,55 | 0,57 | 33,3 | 0,0006 |
| 4 | 0,55 | 0,57 | 41,7 | 0,0005 |
| проба 3 | | | | | | |
| Листья тополя в парке | 1 | 0,47 | 0,5 | 58,3 | 0,0005 | 0,0009 |
| 2 | 0,47 | 0,5 | 33,3 | 0,0009 |
| 3 | 0,47 | 0,5 | 25 | 0,0012 |
| 4 | 0,47 | 0,5 | 28,3 | 0,001 |