

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
КАЗАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра биоэкологии

Гайнуллина Алсу Рамилевна

**БИОИДИКАЦИЯ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ АТМОСФЕРЫ
АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ ПО ФИЗИОЛОГИЧЕСКИМ
ПОКАЗАТЕЛЯМ ОДУВАНЧИКА ЛЕКАРСТВЕННОГО (*Taraxacum
officinale* Wigg.) ДВУХ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ФОРМ (*Taraxacum
officinale* f. *Dahlstedtii* и *Taraxacum officinale* f. *Pectinatiforme*).**

Выпускная квалификационная работа

Работа завершена

_____ 2014 г.

А.Н. Гайнуллина

Рекомендуется к защите:

Научный руководитель,

доцент, к.б.н.

_____ 2014 г.

В.Н. Воробьев

Допускается к защите:

Заведующий кафедрой,

профессор, д.б.н.

_____ 2014 г.

И.И. Рахимов

Казань – 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
ГЛАВА 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	6
1.1 Систематика	6
1.2 Географическое распространение	6
1.3 Морфологическое описание	7
1.4 Онтогенез одуванчика лекарственного	10
1.5 Способы размножения и распространения одуванчика лекарственного	14
1.6 Хлорофиллы	16
1.7 Условия образования хлорофилла	17
1.8 Влияние основных атмосферных загрязнителей на интенсивность фотосинтеза	20
1.9 Диоксид серы	20
1.10 Оксиды азота	23
1.11 Пыль	23
1.12 Загрязнение городов	24
ГЛАВА. 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	28
2.1 Объект исследования	28
2.2 Методы исследований	29
2.2.1 Сбор растительного сырья и подготовка образцов для анализа	31
2.2.2 Проращивание семян	31
2.3 Учет анатомических структур эпидермиса листа	31

2.4 Расчет выбросов загрязняющих веществ автотранспортом	32
2.5 Методика количественного определения суммы флавоноидов в растительном сырье спектрофотометрическим методом	34
2.6 Выделение хлорофиллов	37
2.7 Определение концентрации хлорофиллов	38
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ	40
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	50

Введение

В последние десятилетия наблюдается интенсивное насыщение атмосферы городов газообразными и пылевидными отходами транспортных средств и промышленных предприятий [Воскресенская, 2004]. Они способствуют нарушению климата в локальных и глобальных масштабах, вызывают ухудшение условий существования человека и других организмов, создавая угрозу здоровью населения [Калверт, 1988]. В связи с этим остро ощущается потребность в научно-обоснованных и рациональных мероприятиях по предотвращению загрязнения атмосферы и сохранению нормальных условий жизни людей и биосферы в целом [Илькун, 1978]. В частности, на сегодняшний день актуальной является разработка методов и критериев, которые могли бы адекватно отражать уровень антропогенных воздействий с учетом комплексного характера загрязнения и диагностировать ранние нарушения в наиболее чувствительных компонентах биотических сообществ [Мелехова, Егорова, 2007].

Надежными индикаторами загрязнения природной среды различными токсическими веществами считаются растения. Это связано с тем, что они не могут уйти от стрессового воздействия, и вынуждены адаптироваться к нему с помощью физиолого-биохимических и анатомо-морфологических перестроек организма. Фиксация и оценка этих изменений дают достоверную картину условий места произрастания растений и отражают состояние городской среды [Пестова, Рязанцева, 2004].

В настоящее время появилось достаточно много работ, в которых одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Wigg.) является объектом биоиндикации загрязненных, в том числе и урбанизированных, территорий [Стволинская, 2000]; [Никольский, 1990]; [Савинов, 1998].

Цель- определить возможность использования растений одуванчика лекарственного в качестве биоиндикатора загрязненности атмосферы урбанизированных территорий.

Задачи:

1. Оценить влияние загрязненности атмосферы на жизнеспособность семян одуванчика двух морфологических форм *Taraxacum officinale*f. *Dahlstedtii*и *Taraxacum officinale*f. *Pectinatiforme*;
2. Провести сравнительный анализ влияния атмосферных загрязнений на анатомическую структуру эпидермиса листа двух морфологических форм *Taraxacum officinale*f. *Dahlstedtii*и *Taraxacum officinale*f. *Pectinatiforme*;
3. Определить изменение общей концентрации хлорофиллов а и b как одного из показателей состояния фотосинтетического аппарата при изменении интенсивности загрязнения окружающей среды;
4. Выяснить характер зависимости содержания флавоноидов от степени загрязнения атмосферы выбросами автотранспорта.

Глава 1 Обзор литературы

Taraxacum officinale общие сведения

1.1 Систематика

Taraxacum officinale S.L. относится к надцарству – Ядерные (*Eucaryota*); царство – растения (*Plantae*); отдел – Цветковые (*Magnoliophyta*); класс – Двудольные (*Magnoliopsida*); порядок – Астровые (*Asterales*); семейство – Сложноцветные (*Asteraceae*); род – Одуванчик (*Taraxacum*); вид – Одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale*); подвид – *Taraxacum officinale subsp. Lindb.*

Ценопопуляции *Taraxacum officinale* S.L. представлены двумя морфологическими формами (*T. off. f. dahlstedtii Lindb. fil.*) и (*T. off. f. pectinatiforme Lindb. fil.*). [Жуйкова, 2009].

1.2 Географическое распространение

У одуванчика лекарственного – евроазиатский тип ареала [Валеева, 1976]. Он произрастает на всей территории Северного полушария до арктических областей: в Гренландии и Исландии, почти по всей Европе, значительной части Азии, исключая Ближний Восток, Индию Гималаи, Китай; а так же в Африке. Занесен в Северную и Южную Америку, Южную Африку. В России распространен повсюду в европейской части и Западной Сибири кроме Арктики; в Восточной Сибири растет в Енисейском, Ангаро – Саянском и Даурском районах, на Дальнем Востоке – в Зее-Буреинском, Уссурийском районах и на Сахалине; в Средней Азии (в основном в оазисах) и Казахстане [Trautvetter, 1877]; [Сорные растения СССР, 1936]; [Topf, 1956]; [Флора СССР, 1964.Т.29]; [Faber, 1958]; [Rothmaler, 1972]. Центр распространения рода – Западные Гималаи, где одуванчики появились во время мелового периода [Richards, 1973].

1.3 Морфологическое описание

Многолетний травянистый стержнекорневой факультативно корнеотпрысковый поликарпик с симподиальной системой побегов. По мнению С. А. Котта [1955], у этого вида происходит сближение стержнекорневого типа с корнеотпрысковым; В. Н. Голубев [1957] относит его в корневищно-стержнеклоневому типу.

Корень стержневой, вертикальный, отвесный, часто разветвленный уже у молодых растений, особенно сильно при механическом повреждении и при генерации, обладает высокой контрактильной способностью [Rimbach, 1926], на верхушке иногда многоглавый, толстый, конический, толщина у однолетнего от 1 до 35 мм, у взрослого растения – от 9.5 до 45 мм, длина в среднем 15-50 см – до 100 см [Kirchner, 1955]. От главного корня могут отходить на определенных типах почв или при повреждении животными главного корня тонкие или толстые боковые корни; они располагаются в ряда по спирали [Kiel, 1940]. Иногда главный корень бывает коротким, а от него отходят сильные боковые корни.

Молодой корень сочный, белый или желтоватый, при старении буреет, а затем покрывается темно-бурой почти черной растрескивающейся коркой. После линьки (опадения «чехла») корень снова становится светлым. При изломе из корня выделяется млечный сок-латекс, содержащийся и в других частях растения. Он образуется в млечной системе корня [Маршавина, 1953].

В основании надземного побега имеется небольшая плагиотропная часть, которая функционирует как корневище [Голубев, 1957]. Она образуется в результате втягивающей деятельности корней из основания надземных побегов и достигает 2-3 см длины [Sears, 1922]. Вертикальное корневище до 10-15 см, образуется при подрезке корней на земле и выносит розетки листьев на поверхность почвы [Котт, 1955].

Так называемая «корневая шейка» одуванчика шерстистая, редко голая, при анатомическом исследовании оказывается стеблем [Gier, Burres, 1942]. Надземный стебель круглый, гладкий, с рубцами от опавших листьев,

короткий (1-2 см длиной), редко на уровне земли. Боковые ветви отходят косо вверх. Моноподиальные побеги трех типов: вегетативные розеточные, полурозеточные генеративные заканчивающиеся цветоносной стрелкой, безрозеточные генеративные лишенные ассимилирующих листьев и состоящие из одной цветоносной стрелки.

Листорасположение спиральное. Цветоносные побеги удлиненные, ортотропные, неветвящиеся, достигают высоту от 5 до 80 см в зависимости от фенологической фазы, погодных и других условий [Grayetal.,1973]; [Kirchner, 1955]; [Ковалевская и др., 1962].

Листья, собранные в розетку, простые, лежащие или приподнимающиеся, или вверх торчащие, 5-30 см длиной (длина листьев в малом цикле побега изменяется по двухвершинной кривой с максимумами на 10 и 17 листьях), 1.5-6 см шириной, струговидно-перисто-рассеченные, перистораздельные или перистолопастные, с более или менее вниз отклоненными линейными или широко – треугольными, часто зубчатыми по краю боковыми долями и более крупной копьевидной конечной долей, реже цельные, по краю выемчато-зубчатые. Верхушка листа тупая или слегка заостренная, основание служенное, переходит в крылатый, длинный, равный по длине пластинки, черешок. Соотношения длины и ширины варьируют, поэтому форма листа может быть от обратнойцевидной до обратноланцетной, окраска от светло – до темно-зеленой. Листья бывают от паутинисто – опушенных с нижней стороны, рассеяннo–волосистых, опушенных уплощенными редкими или густыми волосками и до совершенно голых [Kirchner, 1955]; [Ковалевская, 1962]; [Флора СССР,1964]. Молодые листья всегда имеют волоски [Торф, 1956]. Форма листьев, их изрезанность, размеры изменяются в онтогенезе каждой особи, а также в течение вегетационного сезона и под влиянием экологических условий. Листья без прилистников. Жилкование перистое, главная жилка полуцилиндрическая, полая, сильно выдается с нижней стороны листа, у крупных листьев ширина

ее достигает 0.5 см. Жилки в некоторых случаях розовые, красноватые или коричневые.

Соцветие - одиночная корзинка до 20-30мм, обертка колокольчатая, 10-25мм длиной, сперва опушенная, потом гладкая, зеленая, серо-зеленая или слегка фиолетовая. Корзинка одуванчика представляет собой множество мелких цветков, густо расположенных на широком общем цветоложе. Снаружи своеобразную обертку соцветия формируют два ряда зеленых листьев.

Зеленую чашечку у него заменяет пучок тонких волосков. Венчик является в нижней части сростнолепестным, так как там лепестки срастаются в трубочку, а в верхней - язычковым, потому что образуют вытянутый язычок неправильной формы. Язычок оканчивается пятью хорошо различимыми зубчиками. Тычинки одуванчика лекарственного срастаются и образуют трубочку, в которой находится столбик плодника. Завязь получила название нижней, так как лежит под венчиком.

В корзинке на полум, голум, слегка вогнутом, почти плоском (после цветения слегка выпуклом) цветоложе диаметром 7-15 мм сидят в многочисленных маленьких спирально расположенных углублениях 54-250 цветков размером 0.9-1.5 см. Цветок имеет 2 круга околоцветника. Наружный состоит из длинных (5-6мм) простых шелковистых волосков, венчик сростнолепестный, зигоморфный, язычковый. Все язычковые цветки имеют на вершине 5 зубчиков, окраска желтая, от светло - до темно - золотисто - желтой, чаще ярко - желтая и очень редко красная, с запахом. Крайние цветки крупнее, на нижней стороне язычка обычно с темными полосками, опушены густыми длинными волосками или длинными извитыми и короткими прямыми, или голые. Тычинок 5, прикреплены к трубке венчика, их нити свободные, а пыльники обращены внутрь и образуют путем срастания трубочку. Пыльца оранжевая, нормально развитая или совсем отсутствует, или дегенеративная (может быть даже у одного растения разная). Длина нормального пыльцевого зерна 27.9-37.2, ширина - 18.6 - 34.1. Оно сферическое, бородавчатое, с гребневидными ребрами, несущими

каждое в виде гребня по 6-7 треугольных зубчиков - щетинок с 3 порами по экватору [Андреев, 1925]; [Губин, 1937]; [Аревшатян, 1937]. Завязь нижняя одногнездная с 1 прямостоящей семяпочкой, пестик с 1 желтым столбиком и двулопастным темно-коричневым рыльцем. Лопасты, удлиненные до 1-2 мм длины и 0,6 мм в диаметре. Наружная поверхность рылец покрыта тонкими шипиками. Нектарники овальные, расположены вокруг основания трубки венчик [Gier, Burress, 1942]; [Kirchner, 1955]; [Malecka, 1971].

Плод – семянка веретеновидной формы, немного сплюснутая, слегка скрюченная, с короткой, вдруг притупленной верхушкой и тонким носиком, который в 2-3 раза длиннее самой семянки. Длина семянки 3.7-4.3 мм, ширина – 0.9-1.1 мм, толщина – 0.5-0.7 мм. Ширина основания семянки 0.4. Отношение ширины к длине 0.23. Цвет оливково – бурый, светло – бурый или буроватый, поверхность с 12-15 ребрами, шипики на них длиной 0.05-0.25 мм, шириной 0.02 мм. Пирамидка 0.4- 1.0 мм длиной и 0.2-0.3 мм шириной, оливково – бурая. Носик длиной 7-15 мм, отношение длины носика к длине семянки 2.8:3.5. Летучка (хохолок) белая из простых волосков 6-8 мм. Вес 1000 семян от 0.2 до 1.17 г. Среднее число семян в 1 кг – 1400000 [Королева, 1940]; [Котт, 1969]; [Kirchner, 1955]. Семянки имеют развитый многослойный околоплодник, который неплотно прилегает к семенной кожуре, состоящей из нескольких рядов сдавленных клеток.

Число хромосом $2n = 8, 16, 18, 19-29, 24-28, 30, 32-34, 36-40, 44, 48, 50, 52, 68, 76$ [Hofsten, 1954]; [Gill, 1971]. Морфологически отличаются растения не только разных хромосомных типов, но и внутри одного типа.

1.4 Онтогенез одуванчика лекарственного

Семена одуванчика не имеют периода покоя и могут прорасти сразу после осыпания (всхожесть 72-100%), поэтому, как правило, в почве не накапливаются [Зеленчук, 1968]. При хранении способность к прорастанию сначала постепенно, а потом быстро снижается, особенно резко через 1.5 года хранения [Hofsten, 1954]; [Зеленчук, 1968]. По данным Д.П. Проценко

[1947] за три года хранения всхожесть семян уменьшилась на 88%. На способность к сохранению всхожести влияют способы хранения. При температуре ниже 0° жизнеспособность семян сохраняется в течение 12 лет, при 5° и повышенной влажности, а так же при комнатной температуре и ограниченной влажности сохранность плохая [Faber, 1958]. В почве семена сохраняли жизнеспособность от 20 месяцев до 50 лет [Потульницкий, 1952]; [Котт, 1955]; [Hofsten, 1954].

Семянки одуванчика прорастают как с поверхности почвы, так и с небольшой глубины; максимальное прорастание с 1.5 см при 80% влажности почвы, с 3 см при 60% и с 2.5 см при 40%, с 3 см при 20% влажности. Успешное прорастание прекращается на глубине 4 см [Проценко, 1947], однако даже на глубине 30 см семянки начинают прорастать, но всходы не могут пробиться через такой слой почвы [Hofsten, 1954]. Максимальное прорастание наблюдается при температуре 20°C и при 60-100% влажности, при 40% происходит резкое снижение, при 30-20% влажности из семян одуванчика проросло только 0-18% [Проценко, 1947]; [Hofsten, 1954]. Сильное освещение ингибирует прорастание. Недозрелые семена имеют 20-20%-ную всхожесть [Корсмо, 1933]; [Котт, 1969]. В корзинке, срезанной при наступлении цветения, все зародыши отмерли, в полном цветении – 4 % проросло.

Первые проростки при проращивании семян появляются на 3-4-й день, с 5-го по 9-й прорастает большинство, затем количество проросших семян резко убывает до 40-го дня, когда прорастают последние [Kirchner, 1955]. При посеве на Ленинских горах в Москве всходы появились на 7-129-й день [Маршавина, 1953]. В посевах ячменя, пшеницы, многолетних травах семена одуванчика прорастали в разные сроки, прорастание затянулось на 1.5 месяца. Подрост, появившийся осенью, хорошо сохраняется до зимы и зимует [Зеленчук, 1956]. От летней засухи всходы в массе гибнут [Kirchner, 1955].

При прорастании первым показывается корешок, потом через 1-2 дня – семядоли. Иногда наоборот, корешок появляется через 1-2 дня после семядолей. Иногда в семянках бывают 3 семядоли или плоды имеют 2 эмбриона. Скорость развития проростков зависит от условий местообитания и от генетической неоднородности. Опыты Д.П. Проценко [1947] показывают, что оптимальный рост корней и листьев у проростков происходит при 20°C и 60% влажности. Запаса питательных веществ в семени хватает на 25 дней.

Стебель проростка состоит из укороченной части с хорошо развитой сердцевинной и подсемядольного колена (гипокотилия), в котором сердцевина занимает незначительное место. Гипокотиль растет и развивается одновременно с активным формированием семядолей, с отмиранием семядолей прекращается дальнейший рост его в длину. Семядоли округло – эллиптические, 5-6 мм длиной, 4.5 мм шириной, на черешке в 4-5 мм. Первый лист обратнойцевидно-продолговатый (0.3-0.7 см длиной, 0.3-0.5 см шириной), на верхушке закруглен, к основанию постепенно сужен в довольно длинный черешок (0.4см). Край листа с 1-2 слабовыраженными зубцами и одной выемкой между ними («ювенильный» лист). У второго и третьего листьев, которые могут разворачиваться у пророста до засыхания семядолей, эти зубцы более выражены и листья несколько крупнее.

Таким образом, проросток одуванчика лекарственного на лугах имеет две семядоли, 1-3 маленьких обратнойцевидных или ромбических листа с закругленной верхушкой и суженным в черешок основанием и 1-2 зубцами по краям листа (или край цельный). В посевах до засыхания семядолей образуется еще 1-2 листа. Корень тонкий, меньше 1 мм в диаметре, длиной 2-3 см, у некоторых особей появляются боковые корни.

У ювенильных растений семядоли отмирают, в розетке 2-3 листа ювенильного типа и 1-3 листа переходных к взрослым.

У имматурных растений одуванчика в посевах сохраняются 1-2 ювенильных листа, на лугах они не сохраняются. Листья в розетке (4-5) по

форме напоминают взрослые обратноланцетные или продолговатые. Верхушка листьев слегка заостренная. Изрезанность от 1/5 до 1/3 ширины полуластинки. Корень упругий.

Взрослые вергинильные растения одуванчика – с 4-5 обратноланцетными или продолговатыми листьями, со слегка заостренной или острой верхушкой. Край листа может быть изрезан на 1/3 ширины полуластинки и даже больше. Корень молодой, светлый, упругий.

Смертность особей вергинильного периода, начиная с ювенильных растений, колеблется на лугах в разные годы от 15 до 48% с мая по август и от 9 до 30% с августа по май следующего года. В посевах с июля до начала сентября погибло 28% особей вергинильного периода, с сентября по июль следующего года – 0%.

В посевах готовность к цветению наступает или в конце лета или осенью года посева, или у большинства весной следующего года, или на 3-4-й год [Королева, 1940]; [Kirchner, 1955]. Задержка в цветении наблюдается в густых культурах [Сукачев, 1941]. На незадерненных и слабозадерненных нарушенных местах на лугах одуванчик зацветает на 2-4 год жизни [Работнов, 1956]. На задерненных лугах – на 3-4-й год и позже. В густых травостоях одуванчик только вегетирует [Серебрякова, 1953].

В генеративном периоде выделяется три этапа: молодого генеративного растения, средневозрастного и старого. У молодого генеративного растения нет остатков отмерших генеративных побегов. Изрезанность листьев 1/3-1/2 ширины полуластинки. Генеративных побегов – один, развивается из верхушечной почки (или два при наличии двух розеток). Корень еще светлый (если цветет в 1-й год жизни), упругий. Средневозрастные растения отличаются наличием следов отмерших генеративных побегов, мощностью, сильной рассеченностью листовой пластинки. Корень твердый, светлый или покрыт темной слущивающейся после цветения коркой, под которой вновь образуется светлая. На разломе корня темных отмерших частей мало.

В этом возрастном состоянии одуванчик находится от 1 до 2 и более и часто отмирает. Гибель вызывается тем, что в этом состоянии образуется много генеративных побегов, после цветения корень сильно расщепляется и часто распадается. В этом случае образуются ослабленные особи, которые быстро погибают. У старых генеративных особей уменьшается мощность, изрезанность листа уменьшается до $1/3$ ширины полупластинки (как у молодых генеративных растений, от которых отличается наличием следов от отмерших генеративных побегов и мягким корнем, у которого на разломе видно много темных отмерших тканей).

В субсенильном возрастном состоянии растения не цветут. У них корень расчленен на продольные части, мягкий, при разломе видно много темных участков. Изрезанность листьев всего $1/3-1/5$ ширины полупластинки.

Последний этап жизни растения – сенильное возрастное состояние, в котором растение представлено одной розеткой листьев, с 2-4 листьями, формой и размерами напоминающими листья ювенильных и имматурных растений. Отличается от молодых растений мягким гнилым корнем [Ермакова, 1984].

Весь жизненный цикл растение проходит на лугах за 10-20 и более лет. Растение поликарпичное.

1.5 Способы размножения и распространения одуванчика лекарственного

Одуванчик лекарственный – факультативный апомиктический вид. У большинства растений наблюдается автономный нередуцированный партеногенез [Поддубная – Арнольди, Дианова, 1937]; [Аревшатын, 1937]; [Gill, 1971; и др]. Зародыш развивается из неоплодотворенного нередуцированного диплоидного яйца, типичное пыльцевое зерно также диплоидно. Пыльца частично или полностью нежизнеспособная или отсутствует [Аревшатын, 1937]. Однако у одуванчика сохранились

атавистические приспособления к половому процессу: цветки, собранные в яркое пахнущее соцветие, пестики с рыльцами, образование пыльцы. Цветы посещаются насекомыми, но к моменту распускания цветка в нем уже имеется крупный многоклеточный зародыш [Поддубная – Арнольди, Дианова, 1937]; [Цингер и др., 1956].

На факультативный характер апомиктичности указывает факт нахождения в районе Вены многочисленной популяции *Taraxacum officinale* размножающийся половым путем [Петровская-Баранова, Цингер, 1965]. В Нижней Австрии встречаются смешанные популяции, в которых среди апомиктов есть половые полиплоидные особи [Furnkranz, 1966].

Гибриды с *T. palustris* (Lyons) SymousSl. и с *T. laevigatum* (Willd) Dc. Sl. обнаружены в Австрии [Furnkranz, 1966], с *T. Koksaghus*[Malescka, 197] и с микровидами группы *T. Vulgaria*Dt. – в Дании [Richards, 1970]. Число соцветий, образующихся на одном растении одуванчика, колеблется в зависимости от возраста растения, возрастного состояния и условий жизни от 1 до 105, число семян в каждом – от 54 до 250, одно растение образует от 150 до 7 тыс. семян, на 1 м² попадает от 195 до 2433 штук, на 1 га – 170-459 млн. [Корсмо, 1933]; [Работнов, 1956]; [Котт, 1969; и др].

Одуванчик – анемофор. При благоприятных условиях семянки относятся на 250-500 м, при неблагоприятных (сильный дождь, уборка урожая, прикосновения) они падают на землю в радиусе 40 м [Kirchner, 1955]. Дальность полета семянки зависит от их веса, высоты цветоноса и силы ветра. Дальность полета наиболее легких в 3 раза больше, чем наиболее тяжелых. Незначительное количество семянки аккумулируются вокруг материнских растений на расстоянии 2-3 м. Чем дальше от материнского растения опадают плоды, тем среди них больше пустых. Ветер и вода помогают им перемещаться по земле. Они задерживаются в трещинах, впадинах, вблизи препятствий в виде взрослых растений одуванчика, других видов, канав, деревьев и т.п. Отсюда наблюдаемая в природе пятнистость распределения одуванчика.

Семенное размножение у одуванчика – основной способ самоподдержания популяции в условиях лугов. Специализированных органов вегетативного размножения у него нет, но корень обладает высокой способностью к регенерации, образует розетки из почек, возникших на перерезанном главном корне, и отрастает от корневых черенков длиной не менее 6-10 мм и диаметром 1.25 мм или длиной 4 мм и диаметром 2 мм. На морфологически дистальном конце отрезка образуются корни, на другом – розетка листьев. Это связано с тем, что в дистальном конце имеется больше ауксина [Warmke, 1950]. Изредка розетки образуются на обоих концах (при малом содержании ауксина). При продольном разрезе они распределяются равномерно по всему разрезу, По данным Котта(1955) количество отмерших черенков при закладке в почву уменьшается с весны до осени, а их укорененность улучшается. У черенков с корневой шейкой розетка на поверхности почвы сформировалась на 13-20-й день, а без нее на 26-36-й. Новые особи цветут на следующий год после подрезки. Высота и количество цветоносов уменьшается при более поздних посадках. Размножение отрезками корней происходит на полях, огородах, реже на лугах при повреждении корней животными.

1.6 ХЛОРОФИЛЛЫ

Важнейшую роль в процессе фотосинтеза играют зеленые пигменты— хлорофиллы. Французские ученые П.Ж. Пелетье и Ж. Кавенту(1818) выделили из листьев зеленое вещество и назвали его хлорофиллом (от греч. «хлорос» — зеленый и «филлон» — лист). В настоящее время известно около десяти хлорофиллов. Они отличаются по химическому строению, окраске, распространению среди живых организмов. У всех высших растений содержатся хлорофиллы *a* и *b*. Хлорофилл *c* обнаружен в диатомовых водорослях, хлорофилл *d*— в красных водорослях. Кроме того, известны четыре бактериохлорофилла (*a, b, c, d*), содержащиеся в клетках фотосинтезирующих бактерий. В клетках зеленых бактерий имеются

бактериохлорофиллы *a* и *b*, в клетках пурпурных бактерий — бактериохлорофиллы *a* и *b*. Основными пигментами, без которых фотосинтез не идет, являются хлорофилл *a* для зеленых растений и бактериохлорофиллы для бактерий.

Впервые точное представление о пигментах зеленого листа высших растений было получено благодаря работам крупнейшего русского ботаника М.С. Цвета (1872–1919). Он разработал новый хроматографический метод разделения веществ и выделил пигменты листа в чистом виде. Хроматографический метод разделения веществ основан на их различной способности к адсорбции. Метод этот получил широкое применение. М.С. Цвет пропускал вытяжку из листа через стеклянную трубку, заполненную порошком - мелом или сахарозой (хроматографическую колонку). Отдельные компоненты смеси пигментов различались по степени адсорбируемости и передвигались с разной скоростью, в результате чего они концентрировались в разных зонах колонки. Разделяя колонку на отдельные части (зоны) и используя соответствующую систему растворителей, можно было выделить каждый пигмент. Оказалось, что листья высших растений содержат хлорофилл *a* и хлорофилл *b*, а также каротиноиды (каротин, ксантофилл и др). Хлорофиллы, так же как и каротиноиды, нерастворимы в воде, но хорошо растворимы в органических растворителях. Хлорофиллы *a* и *b* различаются по цвету: хлорофилл *a* имеет сине-зеленый оттенок, а хлорофилл *b* - желто-зеленый. Содержание хлорофилла *a* в листе примерно в три раза больше по сравнению с хлорофиллом *b*.

1.7 Условия образования хлорофилла

Исследования влияния света на накопление хлорофилла в этиолированных проростках позволили установить, что первым в процессе зеленения появляется хлорофилл *a*. Спектрографический анализ показывает, что процесс образования хлорофилла идет очень быстро. Так, уже через 1 мин после начала освещения выделенный из этиолированных проростков пигмент имеет спектр поглощения, совпадающий со спектром поглощения

хлорофилла а. По мнению А.А. Шлыка, хлорофилл образуется из хлорофилла а.

При исследовании влияния качества света на образование хлорофилла в большинстве случаев проявилась положительная роль красного света. Большое значение имеет интенсивность освещения. Существование нижнего предела освещенности для образования хлорофилла было показано в опытах В.Н. Любименко для проростков ячменя и овса. Оказалось, что освещение электрической лампой мощностью 10 Вт на расстоянии 400 см было пределом, ниже которого образование хлорофилла прекращалось. Существует и верхний предел освещенности, выше которого образование хлорофилла тормозится.

Проростки, выросшие в отсутствие света, называют этиолированными. Проростки характеризуются измененной формой (вытянутые стебли, неразвившиеся листья) и слабой желтой окраской (хлорофилла в них нет). Как было сказано выше, образование хлорофилла на заключительных этапах требует света.

Еще со времен Ю. Сакса (1864) известно, что в некоторых случаях хлорофилл образуется и в отсутствие света. Способность образовывать хлорофилл в темноте характерна для организмов, стоящих на нижней ступени эволюционного процесса. Так, при благоприятных условиях питания некоторые бактерии могут синтезировать в темноте бактериохлорофилл. Цианобактерии при достаточном снабжении органическим веществом растут и образуют пигменты в темноте. Способность к образованию хлорофилла в темноте обнаружена и у таких высокоорганизованных водорослей, как харовые. Лиственные и печеночные мхи сохраняют способность образовывать хлорофилл в темноте. Почти у всех видов хвойных при прорастании семян в темноте семядоли зеленеют. Более развита эта способность у теневыносливых пород хвойных деревьев. По мере роста проростков в темноте образовавшийся хлорофилл разрушается, и на 35—40-й день проростки в отсутствие света погибают. Интересно заметить, что

проростки хвойных, выращенные из изолированных зародышей в темноте, хлорофилла не образуют. Однако достаточно присутствия небольшого кусочка нераздробленного эндосперма, чтобы проростки начинали зеленеть. Зеленение происходит даже в том случае, если зародыш соприкасается с эндоспермом другого вида хвойных деревьев. При этом наблюдается прямая корреляция между величиной окислительно-восстановительного потенциала эндосперма и способностью проростков зеленеть в темноте.

Можно сделать заключение, что в эволюционном плане хлорофилл первоначально образовался как побочный продукт темнового обмена. Однако в дальнейшем на свету растения, обладающие хлорофиллом, получили большее преимущество благодаря возможности использовать энергию солнечного света, и эта особенность была закреплена естественным отбором.

Образование хлорофилла зависит от температуры. Оптимальная температура для накопления хлорофилла 26—30°C. От температуры зависит лишь образование предшественников хлорофилла (темновая фаза). При наличии уже образовавшихся предшественников хлорофилла процесс зеленения (световая фаза) идет с одинаковой скоростью независимо от температуры.

На скорость образования хлорофилла оказывает влияние содержание воды. Сильное обезвоживание проростков приводит к полному прекращению образования хлорофилла. Особенно чувствительно к обезвоживанию образование протохлорофиллида.

Исследование процесса накопления хлорофилла у растений в течение вегетационного периода показало, что максимальное содержание хлорофилла приурочено к началу цветения. Есть даже мнение, что повышение образования хлорофилла может быть использовано как индикатор, указывающий на готовность растений к цветению. Синтез хлорофилла зависит от деятельности корневой системы. Так, при прививках содержание хлорофилла в листьях привоя зависит от свойств корневой системы подвоя. Возможно, что влияние корневой системы связано с тем, что там образуются

гормоны (цитокинины). У двудомных растений большим содержанием хлорофилла характеризуются листья женских особей.

1.8 Влияние основных атмосферных загрязнителей на интенсивность фотосинтеза

Велико влияние на снижение интенсивности фотосинтеза атмосферных загрязнителей. Особенностью загрязняющих атмосферу веществ является оказываемый ими синергетический эффект, то есть действие какого-либо вещества усиливается в присутствии другого загрязняющего агента (системный эффект).

Атмосферные загрязнители по происхождению могут быть первичными – отходы предприятий, топок, двигателей и вторичными – образующимися в свободной атмосфере в результате химических, фотохимических, физико-химических реакций между загрязняющими веществами и компонентами атмосферы [Тищенко, 1993]. Промышленные предприятия выбрасывают в атмосферу вещества, отличающиеся сложным химическим составом и степенью угнетающего действия на организмы. В их состав входят остаточные продукты горения органических веществ, термического и химического состава перерабатываемых материалов, механического дробления [Трахтенберг, 1994]. В составе атмосферных загрязнителей преобладают газы. Среди них наиболее вредными являются окись углерода, окислы серы и азота, углеводороды, различные смолистые вещества [Хван, 2003].

1.9 Диоксид серы

Среди серосодержащих техногенных эмиссий наиболее токсична двуокись серы. Установлено, что SO_2 является сильнодействующим ассимиляционным ядом [Сергейчик, 1984]. В тоже время SO_2 является местным ядом, убивающим только те участки мезофилла листа, в которые он

проник, не затрагивая, существенно, жизнедеятельность соседних участков мезофилла.

Сернистый ангидрид в воздухе постепенно окисляется до серного и растворяется в воде, образуя мельчайшие капельки серной кислоты, повреждающей листья [Романова, 2005].

Токсичность сернистого газа значительно увеличивается в присутствии других загрязнителей - окислов азота и озона.

Различают 2 группы повреждений, связанных с действием SO_2 :

1. видимые, выражающиеся в деформации, пятнистости и некрозах ассимиляционных органов;
2. скрытые, проявляющиеся в снижении продуктивности за счет ингибирования фотосинтеза, изменении метаболизма, увеличении восприимчивости к болезням и вредителям, ускорении старения растений.

Сернистый ангидрид и другие кислые газы, проникая внутрь листа, нарушают процесс фотосинтеза, связывая, в частности, каталитически активное железо. Процессы окисления протекают с участием свободных радикалов, образованных из двуокиси серы в результате химических реакций. Они окисляют ненасыщенные жирные кислоты мембран, тем самым, изменяя их проницаемость, что в дальнейшем отрицательно влияет на процессы дыхания, фотосинтеза.

Фотосинтетический аппарат клетки проявляет высокую чувствительность к SO_2 , которая может нарушать световую и темновую стадии фотосинтеза, воздействуя на состояние хлорофилла, активность ферментов, электротранспортную цепь или ламеллярную структуру гран. SO_2 уменьшает скорость выделения кислорода, но не влияет на скорость поглощения кислорода в процессе дыхания.

Аккумуляция в тканях избыточного количества серы приводит к нарушению работы регуляторных механизмов и патологическим явлениям, вследствие чего наблюдается депрессия роста клеток, тканей и органов,

нарушаются синтетические и обменные процессы. Причиной этому является подавление синтеза АТФ и изменение активности ферментных систем [Илькун, 1978].

В условиях выключенного фотосинтеза, но продолжающегося поступления солнечной энергии хлорофилл начинает, как флуоресцирующее вещество, проявлять фотодинамическое действие, которое сводится к фотоокислениям. Фотоокислению подвергаются разнообразные вещества – белки, фосфатиды, аминокислоты и др. Поэтому под влиянием сернистого ангидрида происходит их разрушение, ведущее к отмиранию клеток и сопровождаемое снижением окисляемости клеточного содержимого. С повышением интенсивности освещения токсичность сернистого ангидрида возрастает, и наоборот [Кулагин, 1974].

Сульфиты, обладающие слабокислотными свойствами, дезактивируют некоторые ферменты, блокируя активные центры, препятствуя протеканию основной химической реакции; это явление известно как конкурентное ингибирование. Диоксид серы является конкурентным ингибитором дифосфаткарбоксилазы, препятствующим фиксации CO_2 в процессе фотосинтеза. Обладая свойствами свободных радикалов, SO_2 нарушает протонный градиент, с которым связано образование АТФ.

Загрязнение воздуха SO_2 также нарушает углеводный обмен. При скрытых и начальных повреждениях листьев уменьшается содержание дисахаров, но значительно увеличивается содержание крахмала. Более сильные повреждения – ослабляют гидролиз и синтез крахмала с одновременным уменьшением содержания моно- и дисахаров. В этом случае помимо изменения скорости взаимопревращения углеводов также происходит подавление фотосинтетической деятельности листьев [Илькун, 1978].

1.10 Оксиды азота

Среди них наиболее распространенными загрязнителями воздуха являются оксид азота NO(II) и диоксид азота NO₂ (IV).

Оксид азота NO – бесцветный тяжелый газ, кислородом воздуха окисляется до диоксида азота.

Диоксид азота (NO₂) - газ коричнево-бурого цвета (плотностью 1.49 кг/м³), который, реагируя с влагой воздуха, превращается в азотную и азотистую кислоты.

Диоксид азота в пять раз токсичнее оксида азота. В атмосфере оксид и диоксид азота находятся в динамическом равновесии, превращаясь друг в друга в результате фотохимических реакций. Их соотношение в воздухе зависит от интенсивности солнечного излучения, концентрации окислителей и других факторов [Косулина, 1993].

Действие газообразных NO и NO₂ в концентрациях, не приводящих к появлению видимых повреждений, вызывает понижение интенсивности фотосинтеза. Ингибирование фотосинтеза под действием NO_x может быть вызвано конкуренцией за НАДФН, происходящих в хлоропластах процессов восстановления нитрита и ассимиляцией CO₂. Закисление, вызванное NO₂ влияет на транспорт электронов и фотофосфорилирование. Под действием NO₂ происходит разбухание мембран хлоропластов [Трахтенберг, 1994].

1.11 Пыль

Пыль, представляет собой взвешенные в воздухе или осевшие на поверхности тех или иных объектов твердые частицы наземного (в том числе промышленного), вулканического, органического или космического происхождения. Наибольшей фитотоксичностью обладают пылевые выбросы алюминиевых заводов, электростанций, металлургических предприятий, асбестовых, цементных заводов, предприятий бытовой химии и ряда других [Хвастунов, 1999].

Химическое действие пыли обусловлено фитотоксичностью составляющих ее частиц и их растворимостью в воде, гидратированной из воздуха или транспирационной, присутствующей на поверхности листа [Хван, 2003]. Проникая через устьица или кутикулярные покровы во внутренние ткани листа, растворы солей, обычно в виде ионов, вызывают разнообразные структурные повреждения тканей и зеленых пигментов.

Кроме того, пыль может оказывать физическое воздействие на процесс фотосинтеза. В результате запыления листья суммарно поглощают больше лучистой энергии, что приводит к повышению температуры запыленных листьев. Повышение температуры запыленных листьев в сочетании с водным дефицитом является причиной подавления фотосинтетической активности и других физиологических функций растений [Хвастунов, 1999].

1.12 Загрязнение городов.

За последние годы проблема сбора и утилизации отслуживших автомобилей и изношенных компонентов становится все более актуальной для многих регионов России. По данным ГИБДД в 2008 г. парк легковых автомобилей в России превысил 30 млн. единиц, в том числе иномарок - 11.2 млн. единиц, и продолжает динамично расти. Больше всего автомобилей зарегистрировано в Москве - 3.5 млн, или 333 автомобиля на тысячу жителей. Отслужившие автомобили, кузова, изношенные и поврежденные автомобильные компоненты бросаются во дворах домов, в пустынных местах, на неорганизованных свалках, загрязняя городские территории и природные ландшафты. При выполнении работ, связанных с ремонтом, техобслуживанием, мойкой автомобилей происходит накопление изношенных деталей: шин, аккумуляторных батарей, стекла, металлических и полимерных изделий, отработанного масла и других эксплуатационных жидкостей. Эти детали и материалы обычно просто вывозятся на свалки, хотя такие отходы содержат большое количество вредных веществ,

загрязняют почву и оказывают негативное воздействие на окружающую среду. Основными причинами такого положения являются следующие:

- отсутствие у автовладельцев заинтересованности сдавать отслужившие автомобили и изношенные автомобильные компоненты на утилизацию;
- отсутствие документального подтверждения утилизации (сертификата об утилизации) для снятия автомобиля с учета;
- отсутствие у промышленных предприятий заинтересованности собирать и перерабатывать отслужившие автомобили, кузова и автомобильные компоненты;
- отсутствие в России и субъектах Федерации нормативно–правовой базы, стимулирующей и организующей работу системы по сбору и переработке отслуживших автомобилей и автомобильных компонентов (система авторециклинга);
- отсутствие инфраструктуры авторециклинга.

Поэтому, к сожалению, приходится констатировать: на настоящий момент отслуживших автомобилей в России никто не ждет, их утилизация происходит стихийно, никакой государственной системы авторециклинга в стране нет. В отдельных регионах, например Москве и Санкт-Петербурге, были предприняты определенные акции и мероприятия, но проблема не была решена. По оценке ФГУП НАМИ в 2007 г. в РФ из 650 тыс. официально выведенных из эксплуатации автомобилей на утилизацию попало всего около 17%. [Вершковс соавт., 1999].

Воздействия, оказываемые на окружающую среду автомобилями, вышедшими из эксплуатации и не утилизированными, очень разнообразны и разнородны по своей природе. Составляющие автомобиль материалы загрязняют атмосферный воздух, почву и воду. Это, в свою очередь,

приводит к токсическому воздействию на человека и экосистемы, изменению климата, эвтрофикации (загрязнению водоёмов водорослями), неприятному запаху и т.д.

С другой стороны, автомобиль, вышедший из эксплуатации, а также отходы от автотранспортного комплекса являются источником вторичных ресурсов. Неиспользование этих материалов ведет к истощению абиотических ресурсов (руды, нефти, природного газа, других полезных ископаемых), истощению биотических ресурсов (ресурсов растительного и животного происхождения - дерево, бумага, картон, натуральная кожа), истощению почвы, а также к выводу почвы из сельскохозяйственного обращения из-за организации свалок.

Во ФГУП «НАМИ» проведена оценка воздействия основных токсичных и загрязняющих веществ, входящих в состав среднестатистического автомобиля, на здоровье человека и окружающую среду при их выбросе в атмосферный воздух, воду и почву.

Для оценки воздействия на окружающую среду экологически опасных факторов от вышедших из эксплуатации автотранспортных средств необходимо оценить состав среднестатистического легкового автомобиля по видам использованных в нём материалов, а также состав не перерабатываемого остатка, который может образовываться при неполной переработки вышедшего из эксплуатации автомобиля. [Звонов с соавт., 2001]

После осуществления всех процессов до стадии вторичной переработки материалов (плавки в электропечах, переработки пластмасс, резины и т.д.)

некоторое количество материалов превращается в так называемый не перерабатываемый остаток (НПО), т.е. неразделимую смесь самых различных материалов. НПО может содержать пластики, полимеры, стекло, набивку, виниловое покрытие, дерево, ковровое покрытие, ткани и т.д. вместе с грязью и металлическими частицами. Его можно захоранивать или

частично сжигать - с выработкой энергии или без нее. Даже при использовании самых современных технологий переработки и разделения материалов доля НПО может составлять 20 - 25% от общей массы автомобиля, и на ее снижение направлены значительные усилия как переработчиков, так и автомобильных компаний. [StaudingerJ.,2001]

Глава 2 Материалы и методы исследований

2.1 Объект исследований

Одуванчик лекарственный *Taraxacumofficinale*Wigg. s.l. – семейство AsteraceaeDumort. (CompositaeGiseke), род *Taraxacumofficinale*Wigg. Одуванчик – многолетний травянистый стержнекорневой факультативно корнеотпрысковый поликарпик с симподиальной системой вегетативных побегов [Ермакова, 1990]. Повсеместная встречаемость, высокая семенная продуктивность, длительная продолжительность жизни обуславливают возможность использования данного вида для изучения экотоксических эффектов на популяционном уровне [Жуйкова, 1999]. В пределах вида различают большое количество апомиктических разновидностей – микровидов, биотипов меньшего размера, имеющих морфологические отличия, утративших способность к перекрестному опылению и существующих в одних биотопах. В практической систематике с определенной долей условности такие группы приравниваются к «нормальным» амфимиктическим видам. Жизненная форма, структура однолетних и многолетних органов у всех микровидов комплекса *Taraxacumofficinale*Wigg. s.l. одинакова. Биотипы различаются формой и степенью рассеченности листовой пластинки, долей и их зубцов. Нами определены две морфологические формы: одуванчик Дальштедта (*T. off. f. dahlstedtii*Lindb. fil.) (рисунок 1) и одуванчик гребенчатовидный (*T. off. f. pectinatiforme*Lindb. fil.) (рисунок 2), которые хорошо различимы на генеративной стадии онтогенеза.



Рисунок 1 - *Taraxacum officinale* f. *dahlstedtii* Lindb. fil.



Рисунок 2 - *Taraxacum officinale* f. *pectinatifforme* Lindb. fil.

2.2 Методы исследований

Для исследований использовали растения молодого генеративного (q_1) онтогенетического состояния, которые отбирали с пробных площадок размером 10×40 м, поделенных на три участка. Ценопопуляция № 1 рассматривалась в качестве условно-контрольной: она расположена на опушке смешанного леса, находящегося в 40 км от города (Зеленодольский район, с. Большие Ключи). Ценопопуляции № 2 и № 3 - газоны, расположенные вблизи регулируемых перекрестков на ул. Татарстан и ул. Горьковское шоссе соответственно.

Таблица 1 - Удельные значения выбросов автомобилей в зоне регулируемого перекрестка (в г/мин., среднее \pm SD, n=4)

Вещество	Популяция			
	ул. Татарстан №2		ул. Горьковское шоссе №3	
	2013г.	2012г.	2013г.	2012г.
CO	2137 \pm 378	6248. \pm 93	4740 \pm 793	16120 \pm 192
NO _x (в расчете на NO ₂)	77.6 \pm 13.3	203 \pm 5.2	120.3 \pm 16.7	399 \pm 2.9
CH	198.4 \pm 33.8	542 \pm 9.2	405.4 \pm 71.7	1353 \pm 18.2
SO ₂	13.2 \pm 2.1	32 \pm 0.74	20.4 \pm 3	68 \pm 0.49
Формальдегид	1.9 \pm 0.3	4.8 \pm 0.13	5.3 \pm 0.9	8.8 \pm 0.08
Свинец	2.2 \pm 0.4	6.8 \pm 0.09	2.7 \pm 0.4	18.36 \pm 0.22
Бенз(а)пирен	0.002 \pm 2.7	0.004 \pm 8E-5	0.003 \pm 5	0.0105 \pm 1E-4

Расчет выбросов автотранспорта в районе регулируемого перекрестка проводился согласно «методике определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов» (утверждена приказом Госкомэкологии России № 66 от 16 февраля 1999 год.

Таблица 2 – Календарные колебания удельных значений выбросов автомобилей в зоне регулируемого перекрестка(в г/мин., среднее \pm SD, n=4)

Вещество	Май		Июль		сентябрь	
	Ул. Татарстан	Ул. Горьковское шоссе	Ул. Татарстан	Ул. Горьковское шоссе	Ул. Татарстан	Ул. Горьковское шоссе
CO	1537.67	4870.5	2033.02	6024.76	2526.95	4607.3
NOX	54.725	120.825	78.1	148.3	84.275	117.05
CH	145.41	408.8	189.41	524.93	232.75	390.55
SO2	8.63	20.58	12.09	25.45	13.45	19.83
Формальдегид	1.3385	2.6621	1.9346	3.2766	2.0291	2.602
Свинец	1.5849	5.5469	2.0886	6.7514	2.6651	5.2128
Бенз(а)пирен	0.0011344	0.003188	0.0015364	0.0039532	0.00182	0.003038

Согласно этим расчетам в 2012 году исследуемые ценопопуляции можно отнести: № 2 - к загрязненной, а № 3 - к сильно загрязненной (таблица1). В 2013 году, после перераспределения транспортных потоков в г.

Казань проведенные исследования показали снижение загрязненности исследуемых ценопопуляций (таблица 1). Так загрязненность популяции №2 можно отнести к слабозагрязненной, а №3 к загрязненной.

2.2.1 Сбор растительного сырья и подготовка образцов для анализа

Сбор цветов одуванчика лекарственного осуществляли в конце мая 2013 года, а сбор семян в начале июня. Цветы и плоды собирали в сухую погоду, хранили в бумажных пакетах при комнатной температуре в сухом месте.

Сушка растительного сырья проводится сразу после сбора, так как в нем содержится большое количество влаги. Для сушки растительное сырье рассыпают тонким слоем так, чтобы оно сохло быстрее и не согревалось, его чаще переворачивают. Рассыпать растения необходимо на какой-нибудь чистой подстилке. Лучше всего лекарственное сырье сушить в хорошо проветриваемых помещениях (URL:<http://ru.wikipedia.org/wiki>)

Сырье измельчают в фарфоровой ступке или на электрической кофемолке до размера частиц, проходящих сквозь сито с отверстиями диаметром 1 мм.

2.2.2 Проращивание семян

В лабораторных условиях семена после предварительной обработки (просушивание и обработка от мусора) и прохождения латентного периода проращивали в чашках Петри на фильтровальной бумаге, смоченной водопроводной водой при комнатной температуре. Для характеристики одной популяции проращивали не менее 50 семян в чашке [Раменский Л.Г., М., 1956.] Оценивали энергию прорастания на 7-е сутки.

2.3 Учет анатомических структур эпидермиса листа

Учет анатомических структур эпидермы производился с помощью метода реплик и клеокаст. Реплики брали с абаксиальной стороны между средней жилкой и краем листовой пластинки на равном расстоянии от базальной и

апикальной части листа средневозрастного растения. На каждом листе снимали по 6 реплик эпидермиса (три с правой стороны и три с левой). В качестве состояния эпидермального комплекса выбраны количественные характеристики: общее количество устьиц в поле зрения микроскопа и их длина. Подсчет структурных единиц производился на площади равной 8038мкм^2 .

Объем выборки составил 42 растений, всего проанализировано 126 полей зрения. Данные обработаны с помощью двухфакторного дисперсионного анализа.

2.4 Расчет выбросов загрязняющих веществ автотранспортом

Выброс i - го вредного вещества автотранспортным потоком (M_{Li}) определяется для конкретной автомагистрали, на всей протяженности которой, структура и интенсивность автотранспортных потоков изменяется не более, чем на 20 - 25 %. При изменении автотранспортных характеристик на большую величину, автомагистраль разбивается на участки, которые в дальнейшем рассматриваются как отдельные источники.

Такая магистраль (или ее участок) может иметь несколько нерегулируемых перекрестков или (и) регулируемых при интенсивности движения менее 400 - 500 а / час.

Для автомагистрали (или ее участка) с повышенной интенсивностью движения (т. е. более 500 а / час) целесообразно дополнительно учитывать выброс автотранспорта ($M_{п}$) в районе перекрестка.

В районе перекрестка выбрасывается наибольшее количество вредных веществ автомобилем за счет торможения и остановки автомобиля перед запрещающим сигналом светофора и последующим его движением в режиме «разгона» по разрешающему сигналу светофора.

Это обуславливает необходимость выделить на выбранной автомагистрали участки перед светофором, на которых образуется очередь

автомобилей, работающих на холостом ходу в течение времени действия запрещающего сигнала светофора.

Таким образом, для автомагистрали (или ее участка) при наличии регулируемого перекрестка суммарный выброс M будет равен :

$$M = \sum_1^n (M_{\Pi_1} + M_{\Pi_2}) + M_{L_1} + M_{L_2} + \sum_1^m (M_{\Pi_3} + M_{\Pi_4}) + M_{L_3} + M_{L_4} \quad (\text{II}.1)$$

где:

$M_{\Pi_1}, M_{\Pi_2}, M_{\Pi_3}, M_{\Pi_4}$, - выброс в атмосферу автомобилями, находящимися в зоне перекрестка при запрещающем сигнале светофора;

$M_{L_1}, M_{L_2}, M_{L_3}, M_{L_4}$, - выброс в атмосферу автомобилями, движущимися по данной автомагистрали в рассматриваемый период времени;

n и m - число остановок автотранспортного потока перед перекрестком соответственно на одной и другой улицах его образующих за 20- минутный период времени;

индексы 1 и 2 соответствуют каждому из 2- х направлений движения на автомагистрали с большей интенсивностью движения, а 3 и 4 - соответственно для автомагистрали с меньшей интенсивностью движения.

II.1. Расчет выбросов движущегося автотранспорта.

Выброс i - того загрязняющего вещества (г/с) движущимся автотранспортным потоком на автомагистрали (или ее участке) с фиксированной протяженностью L (км) определяется по формуле :

$$M_{L_i} = \frac{L}{3600} \sum_1^k M_{k,i}^{\Pi} \cdot G_k \cdot k_{V_i} \quad (\text{II}.2)$$

$M_{k,i}^{\Pi}$ (г / км) - пробеговый выброс i -г о вредного вещества автомобилями k - й группы для городских условий эксплуатации, определяемый по таблица II1;
 k - количество групп автомобилей;

G_k (1/ час) - фактическая наибольшая интенсивность движения, т. е. количество автомобилей каждой из K групп, проходящих через фиксированное сечение выбранного участка автомагистрали в единицу времени в обоих направлениях по всем полосам движения;

$K_{k,i}$ - поправочный коэффициент, учитывающий среднюю скорость движения транспортного потока ((км / час) на выбранной автомагистрали (или ее участке), определяемый по таблица II .2);

$\frac{1}{3600}$ - коэффициент пересчета «час» в «секунду»;

L (км) - протяженность автомагистрали (или ее участка) из которого исключена протяженность очереди автомобилей перед запрещающим сигналом светофора и длина соответствующей зоны перекрестка (для перекрестков, на которых проводились дополнительные обследования).

2.5 Методика количественного определения суммы флавоноидов в растительном сырье спектрофотометрическим методом

При оценке качества растительного сырья и фитопрепаратов, содержащих флавоноиды, наибольшее распространение получил спектрофотометрический метод анализа, основанный на использовании реакции комплексообразования флавоноидов с алюминия хлоридом. Количественное определение флавоноидов проводили по методике, основанной на методе В.В. Беликова (6). Фотометрический метод определения без предварительного разделения компонентов основан на аддитивности значений оптической плотности всех компонентов смеси при одной длине волны. Метод достаточно прост в исполнении, является высокочувствительным и относительно недорогим, что делает его предпочтительным для использования в контрольно-аналитических лабораториях. Использование такого метода позволяет определить сумму

флавоноидов в присутствии других полифенольных соединений, не образующих комплекса с алюминием хлорида в среде 30-96% спирта.

В качестве стандарта используется тот флавоноид (рутин, кверцетин, гесперетин и т.д.), максимум поглощения комплекса которого наиболее соответствует максимуму поглощения комплекса с хлоридом алюминия исследуемого образца. В нашей работе в качестве стандарта использовался ГСО рутин, так как при измерении оптической плотности в интервале 408–616 нм максимум поглощения был зафиксирован в области 408–420 нм (32).

Измерение оптической плотности проводили на спектрофотометре ПЭ – 5300 ВИ в кюветах с толщиной слоя 10 мм.

Подготовка к анализу включает приготовление 5%-го раствора алюминия хлорида: 5 г алюминия хлорида х.ч. или ч.д.а. (ГОСТ 3759-75) растворяют в 50 мл 95% спирта в мерной колбе на 100 мл, доводят объём раствора этим же спиртом до метки и перемешивают. Срок годности раствора 3 месяца.

Устойчивое окрашивание спиртового раствора густого экстракта с хлоридом алюминия наступает через 30 мин и сохраняется в течение 1,5 ч, что достаточно для проведения анализа.

Приготовление 70%-го этилового спирта: для приготовления 1 л 70% этилового спирта смешивают 675 г этилового спирта 95% и 325 г воды. В объемных единицах: 95% этилового спирта – 855 см³, воды – 325 см³. После приготовления раствора проверяют его плотность или объемную долю спирта ареометром (ГОСТ 3639-79) (18).

Приготовление раствора рутина: ГСО рутин массой 0,05 г перенесли в мерную колбу объемом 50 мл, прилили 40 мл 70%-ного спирта, нагрели на водяной бане до растворения рутина. Остудили до комнатной температуры и довели до метки 70% спиртом.

Для построения калибровочного графика зависимости оптической плотности от количества рутина в растворе было приготовлено две серии растворов – опытные и растворы сравнения. Для этого в мерную колбу 25 мл

переносили по 0.2; 0.4; 0.6; 0.8; 1.0; 1.2 мл раствора рутина. При этом количество рутина в 25 см³ спектрофотометрируемого раствора равно соответственно: 200, 400, 600, 800, 1000, 1200 мкг/25см³. Для калибровочной кривой пересчитывали содержание в мкг/1см³: 8.0; 16.0; 24.0; 32.0; 40.0; 48.0.

Приливали в каждую пробу по 4 мл раствора хлорида алюминия, взбалтывали, доводили до метки 70% спиртом, получая растворы с комплексным соединением со П₁ по П₆.

Приготовление раствора сравнения. Для этого в мерную колбу 25 мл последовательно переносили по 0.2; 0.4; 0.6; 0.8; 1.0; 1.2 мл раствора рутина, доводили до метки 70% спиртом, получая растворы сравнения с I₁ по I₆.

На спектрофотометре ПЭ - 5300ВИ при длине волны 415 нм получили следующие результаты:

Концентрация раствора рутина, мкг/см ³	8.0	16.0	24.0	32.0	40.0	48.0
Оптическая плотность	0	0	0.113	0.192	0.295	0.373

Построили калибровочный график (рисунок 3)

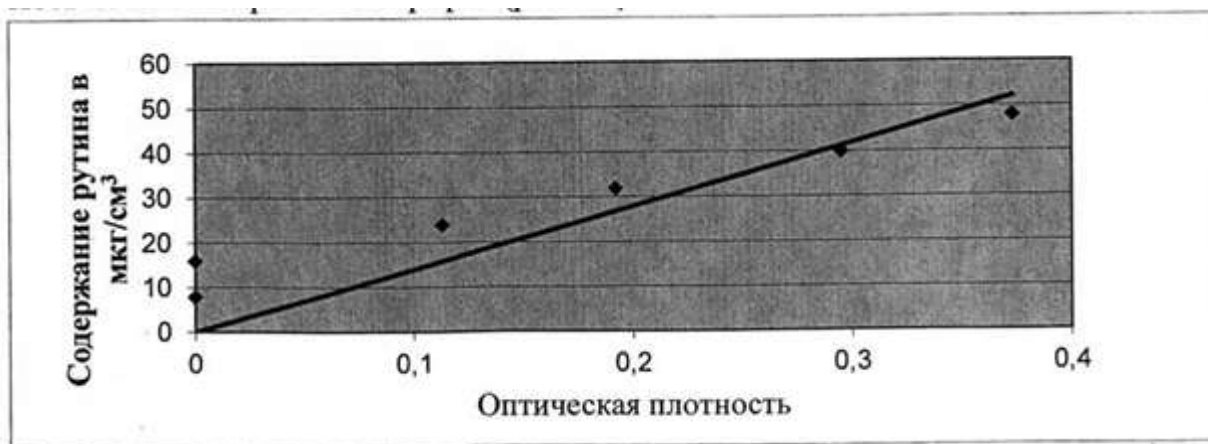


Рисунок – 3 Зависимость оптической плотности от количества рутина в растворе.

Получено уравнение $Y(\text{мкг/мл})=139,82 \cdot X$, где Y – содержание рутина, 139.82 - коэффициент, полученный из уравнения линейной зависимости, X –

оптическая плотность. Данное уравнение использовали в дальнейшем для расчета содержания рутина в наших образцах.

Для определения содержания флавоноидов в опытных образцах готовили две серии образцов (с хлоридом алюминия и без него (растворы сравнения), т.е. применяли дифференциальный вариант спектрофотометрии, который позволяет исключить влияние на результаты анализа сопутствующих веществ (31). Расчет содержания рутина (мкг/см³) проводили с помощью коэффициента пересчета.

Расчет содержания флавоноидов в растительном сырье проводили по формуле:

$$X (\% \text{ от воздушно-сухой массы}) = \frac{Y \times V_1 \times V_2 \times 100}{M \times V_3 \times 10^6};$$

где: Y- содержание рутина в мкг/1 см³;

V₁- общий объем экстракта, мл;

V₂- объем разведения (в нашем случае 25 мл);

V₃ – объем экстракта, взятый для анализа, мл;

M – масса воздушно-сухого сырья, г;

10⁶ – пересчет мкг в г;

100 – пересчет в %.

Ошибка определения составляет 0,4 % (12).

2.6 Выделение хлорофиллов

Свежие листья одуванчика высушили и измельчили. 0.5 г полученного материала поместили в темную посуду и залили 15 мл 70%-ного этилового спирта. После отстаивания раствор слили в воронку со стеклянным фильтром и отсасывали насосом. Перед перенесением вытяжки воронку вставили при помощи каучуковой пробки в колбу Бунзена, соединённую с насосом. Экстракцию небольшими порциями растворителя проводили до тех пор, пока пигменты не были извлечены полностью. Затем фильтрат перелили в мерную колбу на 25 мл. Колбу Бунзена дважды ополаскивали небольшой порцией этилового спирта, каждый раз сливая жидкость в мерную колбу. Затем

содержимое колбы довели растворителем до метки, закрыли каучуковой пробкой, тщательно взболтали и использовали для определения концентрации пигментов. Вытяжку хранили в тёмном холодном месте.

2.7 Определение концентрации хлорофиллов

Суммарное содержание хлорофиллов ($a+b$) определяли на двухлучевом спектрофотометре Lambda 25 (PerkinElmerMSA, США) в расчете на массу сухих листьев. Спектрофотометрический анализ – наиболее точный количественный метод определения содержания пигментов листа, позволяющий установить содержание хлорофиллов без предварительного разделения. Оптическую плотность экстракта измеряли при длинах волн, соответствующих максимумам поглощения хлорофиллов a и b в красной области спектра. Концентрацию пигментов рассчитывали по уравнениям:

$$C_{хл.а} = 13.70D_{665} - 5.76D_{649};$$

$$C_{хл.б} = 25.80D_{649} - 7.60D_{665};$$

$$C_{хл.а+хл.б} = 6.10D_{665} + 20.04D_{649} = 25.1D_{654};$$

где:

$C_{хл.а}$, $C_{хл.б}$, $C_{хл.а+хл.б}$ – соответственно концентрации хлорофиллов a , b и их суммы, мг/л;

D – экспериментально полученные величины оптической плотности при соответствующих длинах волн.

Определив концентрацию пигментов (мг/л), рассчитали содержание пигментов (мг/г сухого веса):

$$F = \frac{C * V}{1000 * P},$$

где:

C – концентрация пигментов (мг/л);

V – объем полученной вытяжки, (мл);

P – масса навески, (г);

F – содержание пигментов, (мг/г).

Все измерения проведены в трех биологических повторностях.

Глава 3 Результаты и обсуждение

В структуре популяции одуванчика лекарственного выделяют две морфологические формы (*T. off. f. dahlstedtii* Lindb. fil. и *T. off. f. pectinatiforme* Lindb. fil), которые в генеративной форме четко различаются морфологически по рассеченности листовой пластинки. У *T. off. f. dahlstedtii* боковые доли листа дельтовидные, а у *T. off. f. pectinatiforme* сильно рассечены. Одуванчик растет небольшими куртинами или в виде отдельных экземпляров. Общее покрытие, вблизи активного транспортного потока не более 35%, из них, в городских ценопопуляциях, доля дальшtedти составляла 80-90%. Данные морфологические формы на популяционном уровне проявляют различия в устойчивости к химическому загрязнению среды [Жуйкова, 2009].

На рисунке 4 приведена диаграмма зависимости суммарной концентрации хлорофиллов от степени загрязненности ценопопуляций в 2012 году.

В 2012 году повышенное содержание в атмосфере кислотообразующих оксидов азота и серы (таблица 1) предполагает снижение концентрации хлорофиллов с ростом загрязнения в растениях одуванчика ценопопуляций №2 и №3. При относительно несильном уровне загрязнения атмосферы (ул. Татарстан) наблюдалось увеличение суммарной концентрации хлорофиллов у *T. off. f. Pectinatiforme*, тогда как видимых изменений в концентрации хлорофиллов по сравнению с условным контролем (Б. Ключи) обнаружено не было. При сильном загрязнении (ценопопуляция №3) концентрация хлорофиллов снижается (рисунок 4).

В 2013 году нами сделана попытка оценить взаимосвязь между содержанием хлорофиллов и загрязненностью атмосферы в целом за период вегетации (рисунок 5).

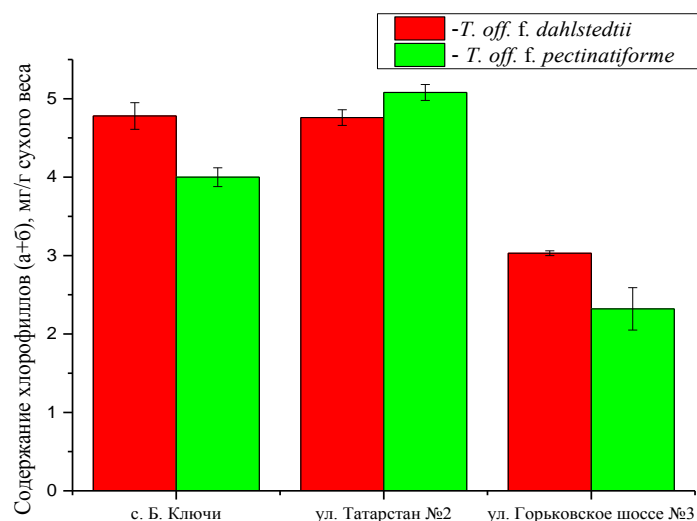


Рисунок 4 - Содержание хлорофиллов (a+b) в растениях одуванчика исследуемых ценопопуляциях в мг/г сухого веса).

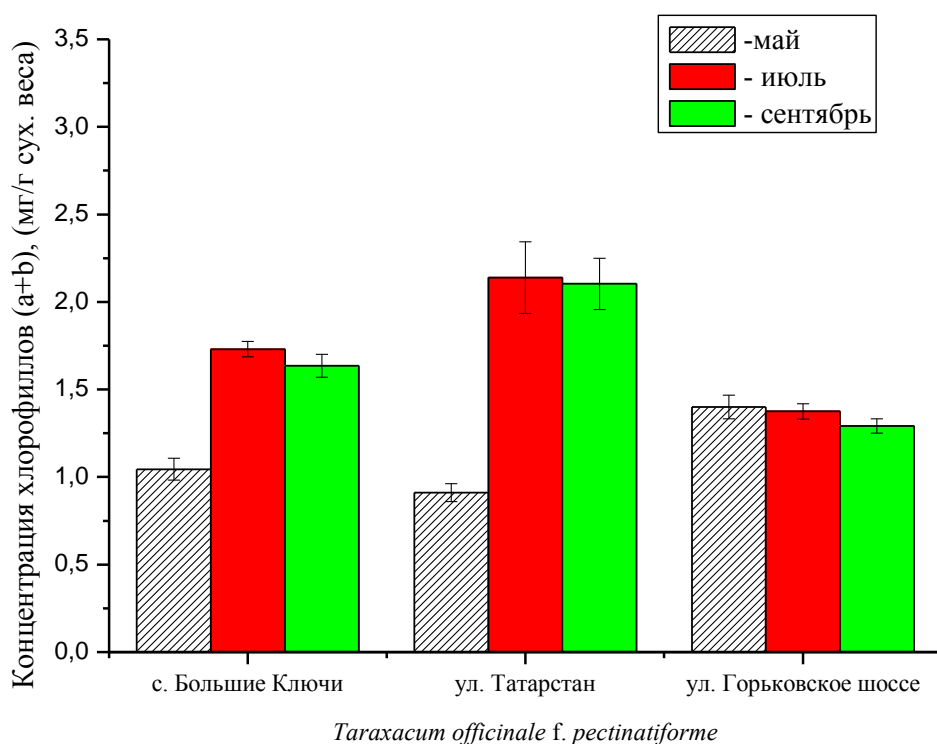


Рисунок 5 - Динамика содержания хлорофиллов (a+b) в листьях *T. off. f. Pectinatiforme*.

В ценопопуляции №2 концентрация хлорофиллов у *T. off. f. Pectinatiforme* изменяется в соответствии с изменением концентрации загрязняющих веществ в атмосфере. Наибольшая корреляция наблюдается по

следующим веществам: формальдегид - $R^2 = 0.978$; NO_x (в расчете на NO_2) – $R^2=0.95$ ($p<0.05$). Для растений *T. off. f. dahlstedtii* зависимость концентрации хлорофиллов от загрязненности не наблюдается как в ценопопуляции №2, так и в ценопопуляции №3. В ценопопуляции №3 (рисунок 6) при увеличении общей загрязненности практически в два раза концентрация хлорофиллов коррелирует с изменениями в концентрации CO – $R^2=0.89$ и CH - $R^2=0.89$ у растений *T. off. f. Pectinatiforme*. (таблица 3)

Таблица 3 - Коэффициент корреляции Пирсона R^2 между календарными колебаниями загрязненности атмосферы и суммарным содержанием хлорофилла

Вещество	Популяция			
	ул. Татарстан №2		ул. Горьковское шоссе №3	
	<i>T. off. f. pectinatiforme</i>	<i>T. off. f. dahlstedtii</i>	<i>T. off. f. pectinatiforme</i>	<i>T. off. f. dahlstedtii</i>
CO	0.73*	0.13	0.89	0.23
NO_x (в расчете на NO_2)	0.95**	0.17	0.62*	0.18
CH	0.73*	0.16	0.89*	0.19
SO_2	0.91*	0.16	0.70	0.19
Формальдегид	0.98***	0.20	0.55	0.16
Бенз(а)пирен	0.81*	0.14	0.82*	0.21

- * - $p \leq 0,05$, ** - $p \leq 0,01$, *** - $p \leq 0,001$

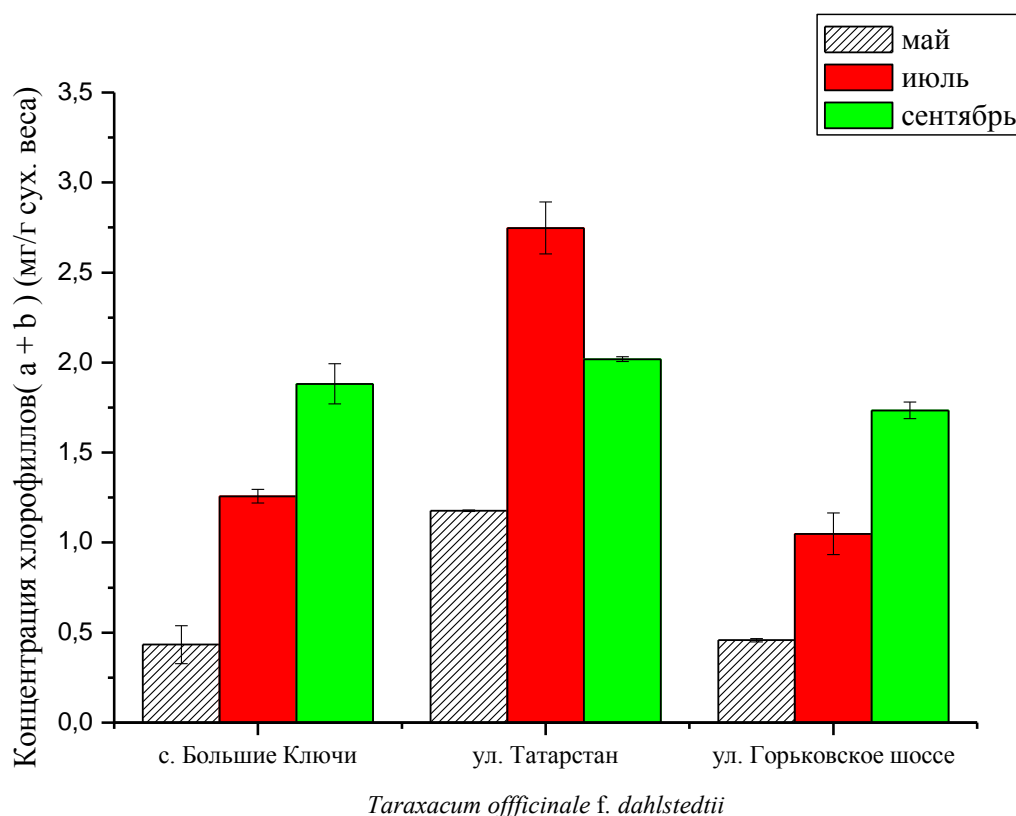
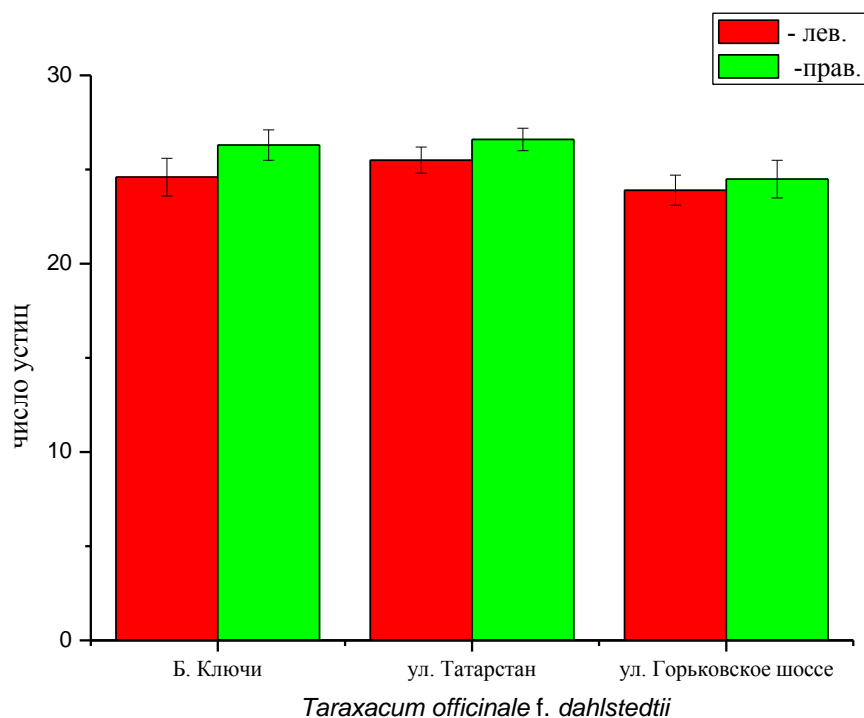


Рисунок 6 - Динамика содержания хлорофиллов (a+b) в листьях *T. off. f. dahlstedtii*.

Одним из показателей негативного влияния загрязненности атмосферы является состояние эпидермы листа. Она имеет своеобразные и характерные черты для каждого вида растения, по которым можно решать многие вопросы систематики, экологии, эволюции, физиологии растений и др. Отмечены противоречивые факты зависимости эпидермального комплекса от действия различных экологических факторов: уменьшение размеров эпидермальных клеток и устьиц под воздействием неблагоприятных факторов [Сурож, 1892], уменьшение количества устьиц на абаксиальной стороне листа в условиях химического загрязнения почв тяжелыми металлами [Жуйкова, 2009] увеличение плотности распределение устьиц, сопровождаемое уменьшением их размера, при одновременном уменьшении клеток эпидермиса в условиях промышленного интерьера [Голубев, 1957], а также отсутствие зависимости структуры эпидермы от распределения растений по высотным поясам [Голубев, 1957]. Учитывая

вышеизложенное были проведены исследования зависимости числа устьиц от степени загрязненности атмосферы. На рисунке 7(a,b) приведены средние значения числа устьиц левой и правой стороны листа у растений 2012 года. Как видно из диаграмм для обеих морфологических групп одуванчика не обнаружено корреляции с загрязненностью. По-видимому, данный признак мало чувствителен к исследуемому воздействию, что отражается в практически одинаковой численности устьиц как в контрольных растениях так и в опытных вариантах.



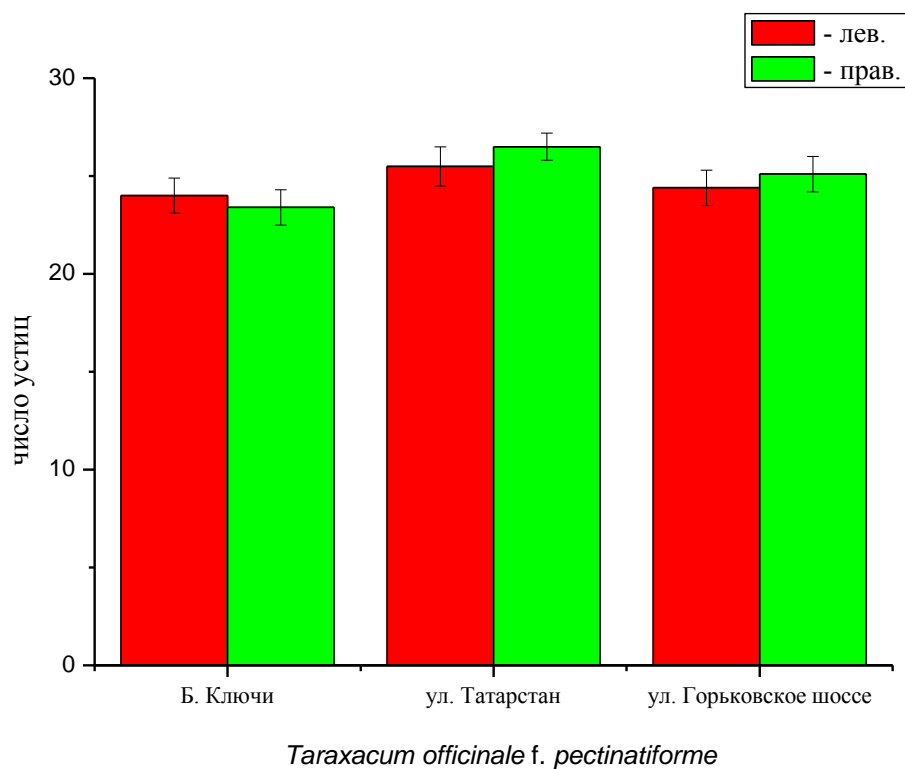


Рисунок 7 - Зависимость изменения числа устьиц от степени загрязненности атмосферы автомобильным транспортом.

Ряд авторов выдвигает предположение о том, что флавоновые соединения повышают толерантность растений к неблагоприятным условиям среды и что повышение концентрации флавоноидов является следствием ответной реакции растений на наличие фитотоксичных примесей в атмосфере [Георгиевский с соавт., 1989]; [Олешко с соавт., 1997]; [Храмова, 1998]. В связи с этим нами была поставлена задача исследовать взаимосвязь между количественным содержанием флавоноидов в соцветиях двух морфотипов одуванчика лекарственного и степенью загрязнённости атмосферы выбросами автотранспорта.

В ходе исследования в 2013 году было установлено, что соцветия одуванчика лекарственного, собранные в разных условиях загрязнённости среды, отличаются уровнем содержания флавоноидов (рисунок 8).

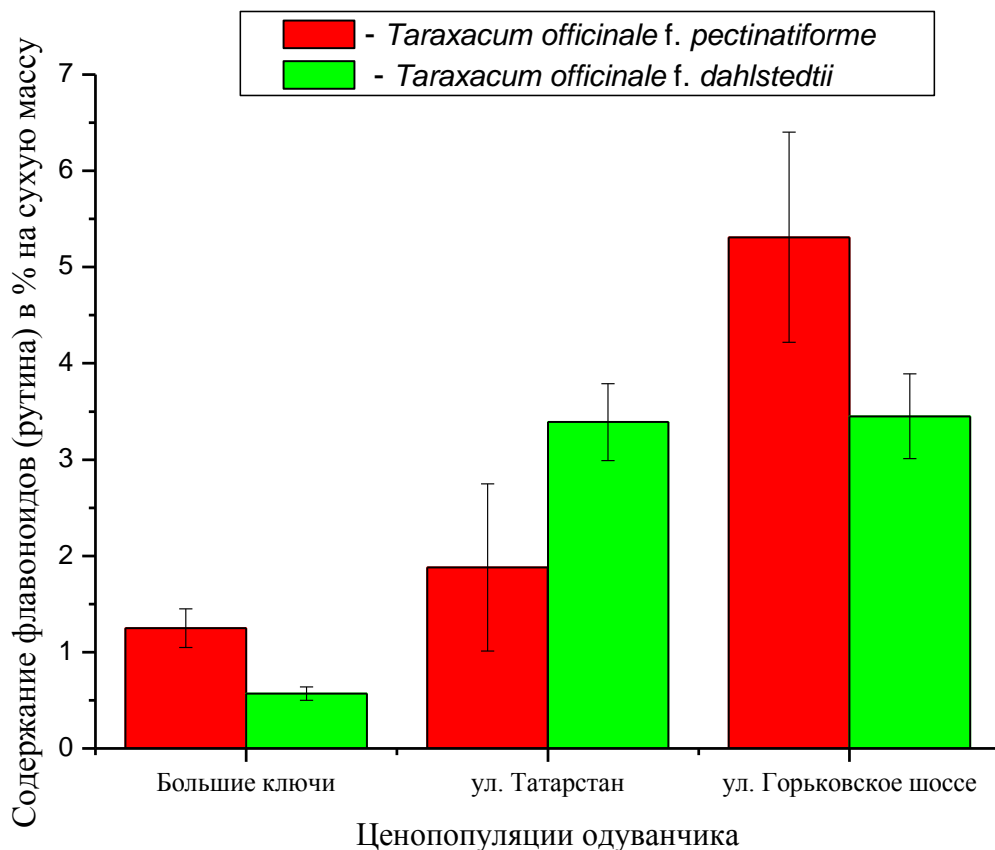


Рисунок 8 - Изменение содержания флавоноидов в соцветиях одуванчика лекарственного.

Следует отметить, что в случае с *T. off. f. pectinatiforme* содержание флавоноидов наглядно увеличивается с увеличением интенсивности загрязнения, в то время как у *T. off.f. dahlstedtii* не наблюдается видимых изменений в содержании флавоноидов при слабом и умеренном загрязнении. Видимо, это обусловлено меньшей подверженностью *T. off.f. dahlstedtii* воздействию фактора загрязнённости окружающей среды.

При этом между степенью загрязнённости среды выбросами автотранспорта и содержанием флавоноидов в соцветиях одуванчика лекарственного для *T. off. f. pectinatiforme* ($R=0.88$) наблюдается высокий коэффициент корреляции, а для *T. off.f. dahlstedtii* средний ($R =0.54$). Данные по *T. off. f. pectinatiforme* сопоставимы с научными данными О. Н. Немерешинной и Н. В. Гусевым (2004), которыми было показано, что содержание суммы флавоноидов в биомассе растений, произрастающих в зоне действия атмосферных выбросов, превышает количество флавоноидов в

биомассе растений контрольных участков. В связи с этим можно предположить, что накопление флавоноидов зависит от фитотоксичных примесей в атмосфере.

Таким образом, уровень содержания флавоноидов в соцветиях растений одуванчика лекарственного может использоваться в качестве признака, свидетельствующего о степени загрязнённости атмосферы выбросами автотранспорта.

Известно, что показатель энергии прорастания семян не всегда коррелирует с загрязненностью среды. В наших исследованиях за 2013 год данный параметр жизнеспособности семян достоверно снижается только в ценопопуляции ул. Горьковское шоссе №3 (рисунок 9). Уровень снижения данного показателя для *T. off. f. pectinatiforme* по сравнению с контролем составил 21%, аналогичный показатель у *T. off.f. dahlstedtii* – 12%.

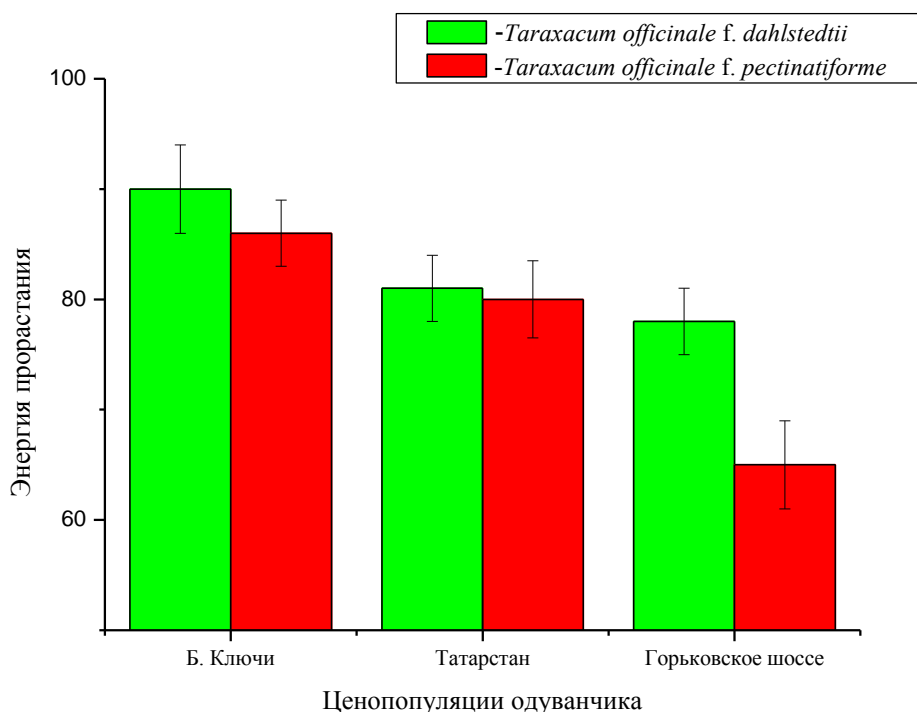


Рисунок 9 - Энергия прорастания семян одуванчика из ценопопуляций с различным уровнем загрязненности.

В итоге, можно констатировать, что *T. off. f. pectinatiforme* проявляет большую чувствительность к загрязнению атмосферы автомобильным транспортом, а суммарное содержание флавоноидом может быть использовано в качестве показателя в биоиндикации загрязненности урбанизированных территорий выбросами автотранспорта.

Выводы

1. Зависимость между энергией прорастания семян *T. off. f. pectinatiforme* и степенью загрязненности атмосферы выражена в большей степени, чем у *T. off.f. dahlstedtii*.
2. Микроскопический анализ эпидермиса листа обоих морфологических групп одуванчика показал отсутствие корреляции с загрязненностью атмосферы автомобильным транспортом.
3. Анализ данных по содержанию хлорофиллов за вегетационный период показал положительную зависимость между ростом концентрации хлорофиллов и ростом загрязнения по формальдегиду - $R^2 = 0.978$; NO_x (в расчете на NO_2) – $R^2=0.95$ ($p<0.05$) для *T. off. f. pectinatiforme* в ценопопуляций №2 и по CO – $R^2=0.89$ и CH - $R^2=0.89$ ($p<0.05$) в ценопопуляций №3. Для *T. off.f. dahlstedtii* такой зависимости обнаружено не было.
4. Было установлено, что соцветия одуванчика лекарственного, собранные в разных условиях загрязнённости среды, отличаются уровнем содержания флавоноидов. У *T. off. f. pectinatiforme* содержание флавоноидов увеличивается с увеличением интенсивности загрязнения, а у *T. off.f. dahlstedtii* не наблюдается видимых изменений в содержании флавоноидов при слабом и умеренном загрязнении.

Список литературы

1. Андреева, Т.Ф. Зависимость активности фотосинтетического аппарата и ростовых процессов от света и концентрации CO_2 при длительном воздействии этих факторов [Текст] / Т.Ф. Андреева // Физиология растений. – 1925. – Т.26, №6. – С. 556-606.
2. Аревшатян, И.Г. *Taraxacum Weber*. Во флоре Армении [Текст] / И. Г. Аревшатян // Биологический журнал Армении. -1937. -Т.24, №3.- С. 56-60.
3. Валеева, З.В. Агрофитоценологическая характеристика посевов ведущих сельскохозяйственных культур Удмуртской АССР [Текст]: автореф. дис. канд. биол. наук / З.В. Валеева; Казан. Гос.ун-т. -Казань, 1976. 50с.
4. Вершков, Л.В. Грошев В.Л. Гаврилов В.В. и др. Временная методика определения предотвращенного экологического ущерба [Текст] / Л.В. Вершков, В. Л. Грошев, В.В. Гаврилов // — М.: Наука, 1999. — 68с.
5. Воскресенская, О.Л. Организм и среда: факториальная экология [Текст] / О.Л. Воскресенская // Экология. – Йошкар-Ола, 2004. – 175с.
6. Ермакова, И.М. Одуванчик лекарственный. Номенклатура и систематическое положение [Текст] / И.М.Ермакова// в кн.: Биологическая флора Московской области; под ред. В.Н. Павлова, Т.М. Работнова. – М.: Наука, 1990. – С. 210-269.
7. Георгиевский, В.П. Рыбаченко А.И. Физико-химические и аналитические характеристики флавоноидных соединений [Текст] / В.П. Георгиевский, А.И. Рыбаченко // Северо-Кавказский научный центр высш. шк. – Ростов-на-Дону.: Издательство Ростовского университета, 1988. – 143 с.
8. ГОСТ 3639-79.18 Правила приемки и методы отбора проб. – Введ. 1981 – 01 – 01. - М.: Изд-во стандартов. – 5 с.

9. Голубев, В.Н. Материалы к эколого-морфологической и генетической характеристике жизненных форм травянистых растений [Текст] / В.Н.Голубев //Бот.журн. - 1957. - Т.42, №7.- С. 56-58.
- 10.Губин, А.Ф. Кормовая база пчеловодства [Текст]/ А.Ф. Губин//.- М.:Пчеловодство. - 1937. – С. 419 – 423.
- 11.Гусев, Н. Ф. Немерешина О.Н. Влияние техногенного загрязнения на содержание флавоноидов в растениях семейства норичниковых Степного Предуралья[Текст]/ Н. Ф.Гусев,О.Н.Немерешина// Вестник ОГУ. – 2004. - №10. - С.123-126.
- 12.Ермакова, И.М. Динамика ценопопуляций растений на пойменных лугах р. Угры [Текст]/ И.М. Ермакова//Динамика ценопопуляций травянистых растений. Львов. - 1984. – С. 27 – 46.
- 13.Зеленчук, Т.К. Видовой состав и количество жизнеспособных семян в почве и на ее поверхности под луговой растительностью [Текст] / Т.К. Зеленчук// Бот.журн. - 1956. - Т.53, №12. – С. 287.
- 14.Зеленчук, Т.К. Видовой состав и количество жизнеспособных семян в почве и на ее поверхности под луговой растительностью [Текст] / Т.К. Зеленчук // Бот.журн.- 1968. - Т.53, №12. – С.134.
- 15.Звонов, В.А. Козлов А.В.Кутенев В.Ф. Экологическая безопасность автомобиля в полном жизненном цикле [Текст]/ В.А.Звонов, А.В.Козлов,В.Ф. Кутенев // - М.:НАМИ. — 2001. — С. 248.
- 16.Жуйкова, Т.В.Позолотина В.Н. Безель В.С. Разные стратегии адаптации растений к токсическому загрязнению среды тяжелыми металлами (на примере *Taraxacumofficinales.l.*) [Текст] /Т.В. Жуйкова,В. Н. Позолотина, В. С. Безель// Экология. - 1999. - № 3. С. 189–196.
17. Жуйкова, Т.В.Безель В.С. Адаптация растительных систем к химическому стрессу: популяционный аспект

- [Текст]/Т.В.Жуйкова,В.С. Безель// Вестник удмуртского университета.
- 2009. - Вып. 1. - С.31-42.
18. Жуйкова, Т.В. Реакция Ценопопуляций и травянистых сообществ на химическое загрязнение среды [Текст]/ Т.В.Жуйкова// Автореф. дис. канд. биол. наук.– Екатеринбург. – 2009. – С. 69 -70.
- 19.Илькун, Г.М. Загрязнители атмосферы и растения [Текст]/ Г.М.Илькун // – Киев.: Наукова думка. - 1978. – 246 с.
- 20.Калверт, С. Защита атмосферы от промышленных загрязнений [Текст]/ С. Калверт // – М.: Металлургия. - 1988. – 286 с.
- 21.Корсмо, Э. Сорные растения современного земледелия [Текст] /Э. Корсмо// -М.: Л.:Экология - 1933. –24 с.
22. Ковалевская, С.С. Род *Taraxacum* Wigg[Текст]/ С.С. Ковалевская // Флора Узбекистана. - 1962.–С. 256 – 260.
- 23.Котт, С.А. Сорные растения и меры борьбы с ними [Текст]/ С. А. Котт// - 2-издательство. –М.:Издательский центр «Академия». – 1955. – С. 68 – 70.
- 24.Котт, С.А. Сорные растения и борьба с ними [Текст]/ С. А. Котт// - М.:Наука - 1969.– 147 с.
25. Королев, В.А. Биологические особенности кок-сагыза и засоряющих его плантации не каучуконосных одуванчиков[Текст]/ В. А Королев // Вест.соц. растениеводства. – 1940,№2. – С. 367 – 369.
- 26.Косулина, Л.Г. Физиология устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды[Текст] / Л. Г.Косулина // Ростов-на-Дону.:. Изд-во Рост.ун-та. - 1993. –240 с.
- 27.Кулагин, Ю.З. Древесные растения и промышленная среда [Текст]/ Ю. З.Кулагин// М.: Наука. - 1974. – 127 с.
- 28.Маршавина, З.В. Биологические особенности некоторых видов рода одуванчиков [Текст]/ З. В. Маршавина// Автореферат дис. канд. биол. наук. - М.:. - 1953. – С. 77 – 80.

29. Мелехова, О. П. Егорова Е.И. Биологический контроль окружающей среды [Текст]/ О.П. Мелехова, Е. И. Егорова // Экология. – 2007. – С. 362 – 365.
30. Никольский, В.И. Одуванчик *Taraxacum officinale* как возможный объект фенотипического мониторинга природных экосистем [Текст]/ В. И. Никольский // Экология. – 1990. - С. 99-102.
31. Пелетье, П.Ж. Кавенту Холл Д., Рао К. Ж. Фотосинтез: Пер. с англ. - М.: Мир. – 1988. – 254 с.
32. Петровская-Баранова Г.Ш. К вопросу о причинах апомикса (Гистологическое исследование женских генеративных органов апомиктических представителей (*Taraxacum* и *Citrus*))[Текст]/ Г.Ш.Петровская-Баранова, Н. В. Цингер//Тр. МОИП. – 1965. – С 45 – 49.
33. Пестова, Л.В.Рязанцева, О.В.Биоиндикация автотранспортного загрязнения городских территорий [Текст]/ Л. В.Пестова, О. В. Рязанцева // Ползуновский вестник. – 2014. – №4. – С. 99-112.
34. Проценко, Д.П. Особенности прорастания некоторых каучуконосных культур [Текст]/ Д. П. Проценко // Укр. ин-т Социал. земледовства. Киев. Труды. Киев – Харьков. - 1947. - Т.5. – 77 с.
35. Потульницкий, П.М. О происхождении не каучуконосных одуванчиков, засоряющих кок-сагыз [Текст]/ П. М. Потульницкий // Агробиология. -1952. - №2. – С.99 – 101.
36. Поддубная – Арнольди, В.Дианова В. Характер размножения некоторых каучуконосных и не каучуконосных видов рода *Taraxacum* [Текст]/ В.Поддубная – Арнольди, В.Дианова // Бот.журн. - 1937. - Т.22. - №3. – 360 с.
37. Раменский, Л. Г. Цаценкин, И. А. Чижиков, О. Н. Антипин, Н.А. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову [Текст]/ Л. Г. Раменский, И. А. Цаценкин, О. Н.Чижиков, Н. А. Антипов // -М.:Наука. - 1956. – С. 78 – 79.

38. Романова, А.К. Физиолого-биохимические признаки и молекулярные механизмы адаптации растений к повышенной концентрации CO₂ в атмосфере [Текст] / А. К. Романова // Физиология растений. – 2005. – Т. 52, №1. – С. 123-132.
39. Работнов, Т.А. *Taraxacum officinale* Wigg. [Текст] / Т. А. Работнов // Кормовые растения сенокосов и пастбищ СССР. - М.: - 1956. - Т.3. – С. 61 – 63.
40. Савинов, А.Б. Анализ фенотипической изменчивости одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* Wigg.) из биотопов с разными уровнями техногенного загрязнения [Текст] / А. Б. Савинов // Экология. - 1998. - № 5. - С. 362–365.
41. Сергейчик, С.А. Древесные растения и оптимизация промышленной среды [Текст] / С. А. Сергейчик // Минск.: Наука и техника. - 1984. – 168 с.
42. Серебрякова, Т.И. Побегообразование и ритм сезонного развития растений заливных лугов средней Оки [Текст] / Т. И. Серебрякова // Канд. дис. - М.: - 1953. – С. 57 – 59.
43. Сорные растения СССР, Цветковые растения, их химический состав, использование; семейства Magnoliaceae – Limoniaceae [Текст] / Сорные растения СССР // -Л.: Экология. – 1936. –460 с.
44. Стволинская, Н.С. Жизнеспособность *Taraxacum officinale* Wigg. в популяциях города Москвы в связи с автотранспортным загрязнением [Текст] / Н. С. Стволинская // Экология. – 2000. – №2. – С. 147-150.
45. Сукачев, В.Н. Дендрология с основами лесной геоботаники [Текст] / В. Н. Сукачев // -Л.: Экология. - 1934. С. 399 – 402.
46. Сурож, И. И. О влиянии света на строение листьев [Текст] / И. И. Сурож // Растения в техногенной среде. – Минск.: Наука и техника. – 1892. – 208 с.

- 47 Трахтенберг, И.М. Тяжелые металлы во внешней среде: современные гигиенические и токсикологические аспекты [Текст]/ И. М.Трахтенберг//—Минск.: Наука и техника. - 1994. – 286 с.
- 48 Тищенко, Н.Ф. Охрана атмосферного воздуха: справочник: в 2-х ч. Ч. 2. Распределение вредных [Текст]/ Н. Ф. Тищенко // – М.: Химия. - 1993. – 314 с.
- 49 Флора, СССР. -М.; Л., 1964. Т.29.
- 50 Храмова,
Е.П.ВысочинаГ.И.ТарасовО.В.КуценогийК.П.КрыловаЕ.И.ТрубинаЛ.К.Сыева С.Я. Биохимические механизмы адаптации растений в условиях радиационного воздействия [Текст]/ Е. П.Храмова, Г. И. Высочина, О. В. Тарасов, К.П. Куценогий, Е.П. Крылова, Л. К. Трубина, С. Я. Сыева // Химия в интересах устойчивого развития – 2008. - №16. – С. 1-9.
- 51 Хван, Т.А. Промышленная экология [Текст]/ Т. А. Хван// – Ростов-на-Дону.: Феникс. - 2003. – 315 с.
- 52 Хвастунов, А. И. Экологические проблемы малых и средних промышленных городов: оценка антропогенного воздействия [Текст]/ А. И. Хвастунов // – Йошкар-Ола.: МарГТУ. - 1999. – 248 с.
- 53 Цингер, Н.В., Поддубная – Арнольди В.А. Петровская Т.П., Полунина Н.Н. К вопросу о причинах апомикса (Гистологическое исследование женских генеративных органов апомиктических представителей (*Taraxacum u Citrus*) [Текст]/ Н.В.Цингер, В.А. Поддубная – Арнольди, Т. П. Петровская, Н. Н. Полунина // - Тр. МОИП. - 1956. -Т.13. – 467 с.
- 54 Faber, K. Der Lowenzahn – *Taraxacum officinale* Webex // *Arzneipflanz. Umsch.* 1958. Bd.5, №37. – P. 127 -159.
- 55 Furnkranz, J. Pruning algorithms for rule 1996. – P. 487 – 491.
- 56 learning. Machine Learning 27: P. 139-171.
- 57 Gray, E., McGehee E.M., Carlisle D.E. Seasonal variation in flowering of common dandelion // *Weed Sci.* 1973. Vol.21, №3. – P. 307 – 310.

- 58 Gill, L.S. A note on the cytomorphology of *Taraxacum officinale* complex from N.W. Himalayas // Bull. Bot. Survey of India. 1971. Vol.11, № 1-2. – P. 456 – 470.
- 59 Gier, L.J., Burrell R.M. Anatomy of *Taraxacum officinale* Weber // Trans. of the Kansas academy of science, Naus, Kansas, 1942. Vol.6. – P. 156 -200.
- 60 Hofsten, D.G. Studier over slaktet *Taraxacum* Wigg. Med sarstadhanvising till Gruppen *Vulgaris*. Stockholm, 1954. – P. 522 – 576.
- 61 Kirchner, A. Der gemeine Lowenzahn *Taraxacum officinale* Web. Der Versuch in Monographie in Landschaftliche Betrachtung // L. Asker – Pflanzenbau, 1955. Bd.99, 4. - P.456.
- 62 Kiel, G. Das Wurzelwerk von *Taraxacum officinale* Weber. Eine Untersuchung über den Bewurzelung und seine Beeinflussung durch den Boden // Beih. Bot. Centralbl. 1940, V.60, № 12. - P.344 – 350.
- 63 Malecka, J. Cytotaxonomical and embryological investigation on a natural hybrid between *Taraxacum officinale* Rodin and *Taraxacum officinale* Web. And their putative parent species // Acta Biol. Cracoviensis. Ser.bot. 1971. Vol.14, №2. - P. 352 – 360.
- 64 Martinkova Z, Honek A., Lukas J. Variability of *Taraxacum officinale* seed after anthesis // Weed Research. 2011. V. 51. P. 508-515.
- 65 Richards, A. Hybridization in *Taraxacum* // New Phytologist. 1970. Vol. 69, № 4. – P. 576 – 589.
- 66 Rimbach, A. Über Verkürzung von Stengeln (contraction of stem) // Ber. Deut. Bot. Gess. 1926. Vol. 4 (5). – P. 58 – 102.
- 67 Richards, A. The origin of *Taraxacum* agamospecies // Bot. J. Linn. Soc. 1973. Vol. 66, № 3. – P. 334.
- 68 Rothmaler, W. Weitergeführt von H. Meusel und R. Schibert. Excursion. Flora für die Gebiete der DDR und der BRD. Berlin, 1972. – P.254 -279.
- 69 Sears, F. Variation in cytology and drass morphology of *Taraxacum*. I. Senescensrejuvenescence and leaf variation in *Taraxacum* // Bot. Gaz. 1922. Vol.73.

- 70 Staudinger, J., End-of Life Vehicles (ELVs) in the US // Center for Sustainable Systems, 2001. — 67 p. — P. 245.
- 71 Trautvetter, E.R. *Plantassibiria borealis*. 1877. Vol.5. — P. 412 – 465.
- 72 Topf, H. Der Lowenzahn (*Taraxacumofficinale*) Wittenberg // Die neueBrehm – Bucherei. 1956. Vol. 171. P. 123 -156.
- 73 Warmke, H.E., Warmke O.I. The rofe of auxin in the differentiation of root and shoot primordis from root cuttings of *Taraxacum* and *Cichorium* // Amer. J. Bot., 1950. Vol.37, № 4.
- 74 Одуванчик лекарственный // Википедия. 2013.
URL:[http://ru.wikipedia.org/wiki Одуванчик лекарственный](http://ru.wikipedia.org/wiki/Одуванчик_лекарственный).