

Дубровина О.А., Зубкова Т.В.

Анализ содержания тяжелых металлов в однолетней хвое ели колючей (*Picea pungens*) и туи западной (*Thuja occidentalis*), произрастающих в разных функциональных зонах г. Ельца

.....
**Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»**
=====

УДК 630*161.32:630*17:582.475

Анализ содержания тяжелых металлов в однолетней хвое ели колючей (*Picea pungens*) и туи западной (*Thuja occidentalis*), произрастающих в разных функциональных зонах г.Ельца

Зубкова Т.В., Дубровина О.А.

Елецкий государственный университет имени И. А. Бунина

Аннотация

*В результате проведенных исследований выявлено, что среди изучаемых видов представителей хвойных древесных растений (*Picea pungens*, *Thuja occidentalis*), используемых для озеленения города Ельца, наиболее выраженной способностью к аккумуляции тяжелых металлов обладает туя западная. Дана оценка суммарного накопления изучаемых элементов в однолетней хвое ели колючей (*Picea pungens*) и туи западной (*Thuja occidentalis*)*

Ключевые слова: *ЕЛЬ КОЛЮЧАЯ, ТУЯ ЗАПАДНАЯ, ХВОЯ, МЕДЬ, ЦИНК, СВИНЕЦ, КАДМИЙ*

В последние годы для озеленения городских территорий стали использовать древесные насаждения из семейства хвойных. Предпочтение отдается наиболее декоративным видам – ели колючей (*Picea pungens* E.) и туи западной (*Thuja occidentalis*). Эти породы, помимо высокой круглогодичной декоративности, обладают фитонцидными и средостабилизирующими свойствами, не притязательны к почвам, устойчивы к погодным изменениям. Растения на территории города встречаются как в ландшафтных композициях при озеленении улиц, парков и скверов, так и в посадках частных жилых секторов.

Наиболее опасным фактором, способным вызывать негативные процессы в росте, развитии и синтезе биологических веществ в растении, являются тяжелые металлы

Дубровина О.А., Зубкова Т.В.

Анализ содержания тяжелых металлов в однолетней хвое ели колючей (*Picea pungens*) и туи западной (*Thuja occidentalis*), произрастающих в разных функциональных зонах г. Ельца

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
=====

первого класса опасности цинк, свинец, кадмий и элемент второго класса опасности -медь [3,4,6]. Активными накопителями тяжёлых металлов (ТМ) являются фотосинтезирующие органы растений [4,6]. Соответственно индикацию состояния растительных объектов экосистемы при отсутствии внешних признаков угнетения можно проводить по содержанию тяжелых металлов в ассимиляционных органах [5].

Поэтому изучение влияния городской среды на накопление ТМ однолетней хвоей, степени ее толерантности и адаптивности к условиям агрессивной среды на примере искусственных популяций ели колючей (*Picea pungens*) и туи западной (*Thuja occidentalis*) произрастающих в г. Ельце стало **целью работы**.

Район, объект и методы исследования

Изучение эколого-биологических особенностей ели колючей и туи западной проводились в пределах административно-территориальных границ г.Ельца Липецкой области. Город Елец расположен в лесостепной Черноземной зоне Европейской Среднерусской возвышенности. Его географические координаты: 52° 37' северной широты и 38°29' восточной долготы. Он занимает территорию в 65,1 км². По состоянию на 01.01.2018 суммарный выброс загрязняющих веществ в г. Ельце составил свыше 3000 тонн/год [2]

Наблюдения за особями ели колючей (*Picea pungens* Engelm.) и туи западной проведены в г. Елец в 2019 году. Отбор образцов осуществлялся в следующих точках: площадь Героев, Городской парк, Красная площадь, площадь Ленина, площадь Победы, аллея УК 12 ЕГУ им. И.А.Бунина (выбрана в качестве зоны условного контроля).

Для химического анализа отбирали хвою 1-го, года жизни, с 5 растений на каждой пробной площади на высоте 1-1,5 м от поверхности земли, с 20 по 22 число каждого месяца.

Растительные образцы отбирались одновременно на всех пробных площадках в сухую погоду. Растения с разных участков соответствовали одной фазе. В лабораторных условиях проводилась первичная обработка растительных образцов и их подготовка к элементному анализу. Для этого растительный материал доводился до воздушно-сухого состояния. После чего средние образцы измельчались, просеивались, и

Дубровина О.А., Зубкова Т.В.

Анализ содержания тяжелых металлов в однолетней хвое ели колючей (*Picea pungens*) и туи западной (*Thuja occidentalis*), произрастающих в разных функциональных зонах г. Ельца

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
 =====

проводилась минерализация растительных проб методом сухого озоления (по ГОСТ 26657-85) в муфельной печи марки Пм-8.

Подвижные формы ТМ (Cu,Pb,Zn,Cd) экстрагировали с помощью кислоты (1М HNO₃). Определение ТМ в хвое проводилось методом атомно-абсорбционной спектроскопии на спектрофотометре «Спектр-5» в пламени «пропан -воздух» в научно-исследовательской лаборатории агропромышленного института ЕГУ им. Бунина (г. Елец). Повторность опыта трехкратная [7].

Для исследований было взято шесть площадок:

1. Пробная площадь №1 (площадь Героев)- в центре города Ельца испытывает на себе влияние непосредственной близости дороги с интенсивным автомобильным движением.

2. Пробная площадь №2 (Городской парк)- расположена в центре города.

3. Пробная площадь №3 (Красная площадь) - расположена в центре города. Интенсивность движения средняя в одном направлении.

4. Пробная площадь №4 (площадь Ленина) – расположена в центре города, испытывает на себе влияние непосредственной близости дороги с интенсивным автомобильным движением.

5. Пробная площадь №5 (площадь Победы) - расположена в районе с очень интенсивным автомобильным движением.

6. Пробная площадь №6 (аллея УК 12 ЕГУ им. Бунина) - не высокая интенсивность движения транспорта на расстоянии 100м выбрана в качестве зоны условного контроля (ЗУК)).

Результаты исследования

Чтобы сравнить уровень накопления ТМ в хвое в качестве эталона выбран норматив ПДК для плодоовощной продукции.

Содержание меди (Cu)

В результате проведенных исследований выявлено, что накопление меди в хвое ели колючей (*Picea pungens E.*) во всех условиях произрастания в среднем за вегетацию не превышает нормы и не достигает токсичных концентраций. Но следует заметить, что к

Дубровина О.А., Зубкова Т.В.

Анализ содержания тяжелых металлов в однолетней хвое ели колючей (*Picea pungens*) и туи западной (*Thuja occidentalis*), произрастающих в разных функциональных зонах г. Ельца

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

к концу августа на большей части исследуемых территорий накопление элемента находится в значениях близким к ПДК, а на двух участках есть и превышение нормы. Превышение выявлено в варианте №3 (Красная площадь) - на 0,1 мг/кг и в варианте №5 (площадь Победы) - на 0,1 мг/кг. Накопление меди в хвое ели голубой в пределах ее биологических особенностей выявлено на участке №6 (УК 12 ЕГУ им.Булнина).

В хвое туи западной (*Thuja occidentalis*) отмечена та же тенденция накопления металла к концу вегетационного периода. При ПДК 5,0 мг/кг сухой массы на территории участка №5 превышение допустимых концентраций в хвое было обнаружено уже в июле, которое составило 6,444 мг/кг, а к концу августа это значение возросло до 6,582 мг/кг. Не менее сложная ситуация отмечена и на участке №4 (площадь Ленина), там концентрация элемента к концу вегетационного периода составила 6,613 мг/кг, что выше ПДК в 0,2 раза. На участке №3 (Красная площадь в тот же период содержание меди в хвое туи тоже было выше допустимых значений и составило 5,881 мг/кг сухой массы. На участке относительного контроля в варианте №6 (УК 12 ЕГУ им.Булнина) уровень меди также повышался, но в среднем за вегетационный период оставался в пределах биологических особенностей растения (рис. 1).

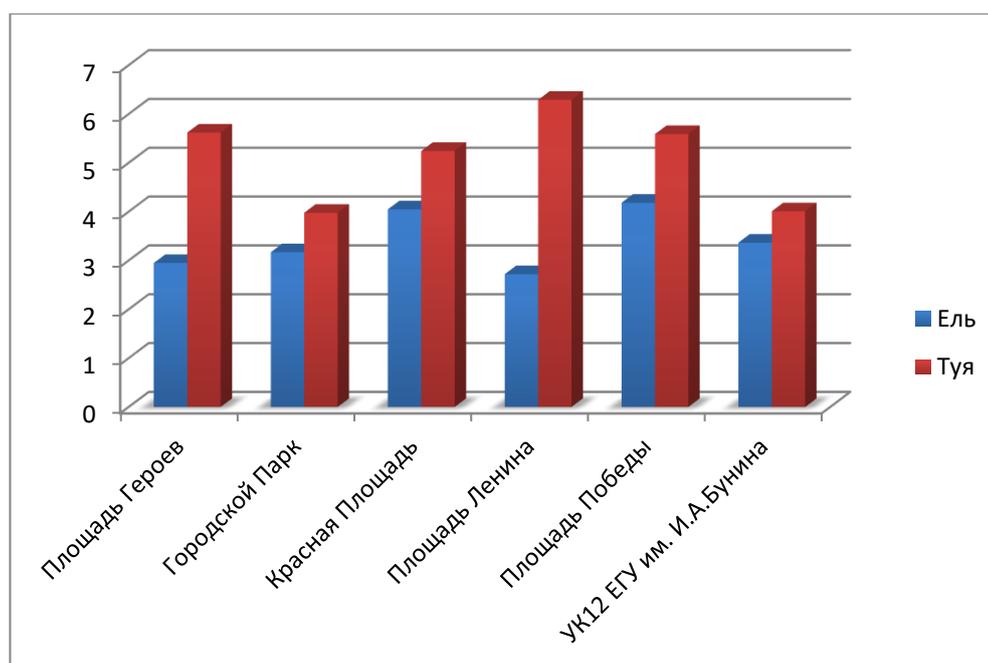


Рис 1. Содержание меди в хвое ели голубой и туи западной, в среднем за вегетационный период

Дубровина О.А., Зубкова Т.В.

Анализ содержания тяжелых металлов в однолетней хвое ели колючей (*Picea pungens*) и туи западной (*Thuja occidentalis*), произрастающих в разных функциональных зонах г. Ельца

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
=====

Содержание цинка (Zn)

По результатам проведенного сравнения ПДК с полученными результатами было выявлено, что почти на всех участках, с которых были взяты образцы для анализа, норма содержания цинка в хвое в среднем за вегетацию была превышена. Превышение составило: площадь Героев – 0,6мг/кг, Городской парк -1,3мг/кг, Красная площадь – 0,8 мг/кг, площадь Ленина – 0,6 мг /кг, площадь Победы- 1,8 мг/кг, на участке УК 12 ЕГУ им. И.А.Бунина превышения не выявлено.

Высокая концентрация цинка в хвое ели колючей (*Picea pungens E.*) отмечена на уровне ПДК уже в мае, т.е. с самого начального периода роста хвои. Самыми критичными в этом отношении участками были вариант №5 площадь Победы содержанием цинка 10,036 мг /кг сухой массы, вариант №3 Красная площадь - 9,419 мг/кг и вариант №2 Городской парк -9,012мг/кг. На участке относительного контроля УК12 ЕГУ им. И.А. Бунина на этот период содержание цинка составило 1,754мг/кг.

Накопление цинка увеличивалось ежемесячно. К концу августа на участке № 5 содержание цинка в хвое повысилось до 11,835 мг/кг, что в 1,6 раз выше ПДК. Резкое увеличение металла, до 10,609 мг/кг, обнаружено к концу вегетации на исследуемом участке №4 площадь Ленина. Свыше 1,3 раз по отношению к ПДК обнаружено цинка в вариантах №1, №2, №3.

В хвое туи западной (*Thuja occidentalis*) концентрация цинка увеличивалась прямо пропорционально техногенной нагрузке изучаемых территорий. Как и в случае, свыше описанным исследованием ели голубой, отмечены те же критические варианты по накоплению цинка. В среднем на конец вегетационного периода было повторно установлено превышение нормы цинка в хвое туи западной на выбранных участках города. Превышение составило: площадь Героев- 1,2мг/кг, Городской парк-1,8мг/кг, Красная площадь-1,1мг/кг, площадь Ленина- 0,7мг/кг, площадь Победы -2,3мг/кг, на участке ЕГУ им. И.А.Бунина превышения не выявлено.

Графическое представление цинка в среднем за вегетацию, показывает высокую цинковую нагрузку на растения ели колючей (*Picea pungens*) и туи западной (*Thuja occidentalis*), произрастающих в центральной части города, по отношению к контролю.

Дубровина О.А., Зубкова Т.В.

Анализ содержания тяжелых металлов в однолетней хвое ели колючей (*Picea pungens*) и туи западной (*Thuja occidentalis*), произрастающих в разных функциональных зонах г. Ельца

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

Концентрация цинка на участке относительного контроля в растениях изучаемых видов более чем в 4 раза ниже, чем на участках подверженных техногенной нагрузке (рис. 2).

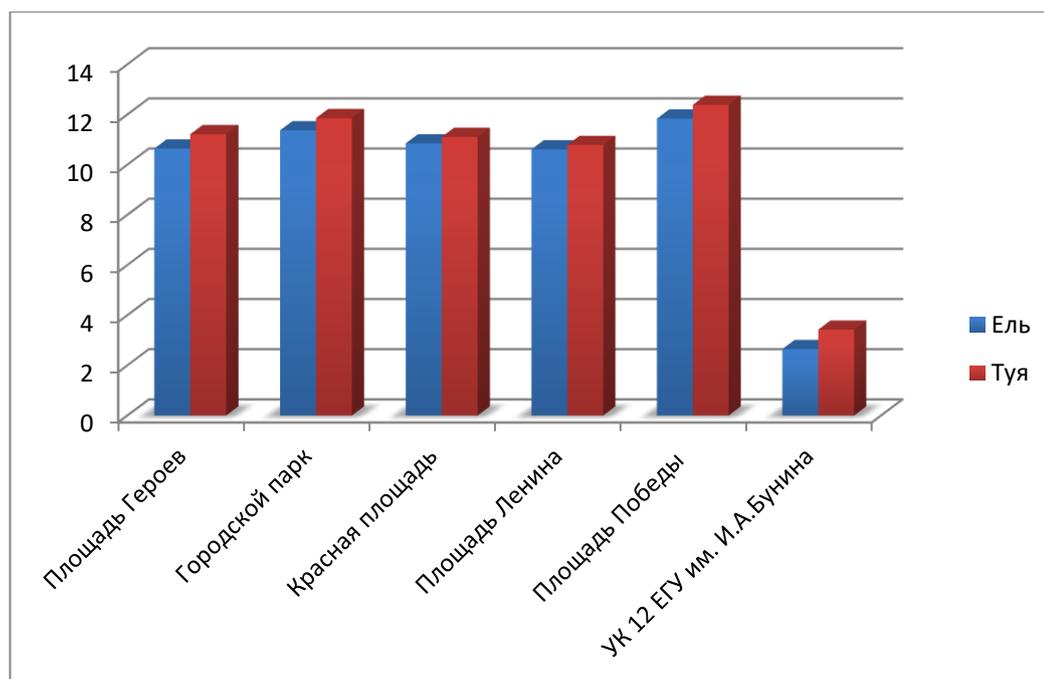


Рис.2 Содержание цинка в хвое ели колючей (*Picea pungens* E.) и туи западной, в среднем за вегетационный период

Содержание свинца (Pb)

Результаты, полученные в лабораторных условиях в растительных образцах ели колючей (*Picea pungens* E.) свидетельствуют о значительном накоплении свинца у растений, произрастающих в центре города Ельца. Так, концентрация свинца в хвое ели колючей (*Picea pungens* E.) в среднем за вегетацию превышает контрольные показатели на площади Героев (вариант №1) – в 1,9 раз, Городском парке - в 2,7 раз, на Красной площади - 2,8 раза, площади Ленина - 1,4 раза, площади Победы - 2 раза.

Металл активно начинает накапливаться в хвое с начала ее роста и последовательно увеличивается в течение всей вегетации.

Похожая картина просматривается и при накоплении свинца в хвое туи западной (*Thuja occidentalis*). Наибольшее содержание токсичного элемента в хвое оказалось в варианте №1, расположенном на площади Героев. Максимальное значение в этом

Дубровина О.А., Зубкова Т.В.

Анализ содержания тяжелых металлов в однолетней хвое ели колючей (*Picea pungens*) и туи западной (*Thuja occidentalis*), произрастающих в разных функциональных зонах г. Ельца

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

варианте было достигнуто к августу, которое составило 2,881 мг/кг сухой массы. В целом на этот период превышение ПДК было отмечено на всех изучаемых площадях.

Сравнивая количественные показатели химического элемента между елью колючей (*Picea pungens* E.) и туей западной (*Thuja occidentalis*) в графической схеме, можно отметить, что в варианте 1 и 5 наблюдается наибольшее содержание металла. Максимальная нагрузка за вегетационный период приходится на тую западную (*Thuja occidentalis*) (рис.3).

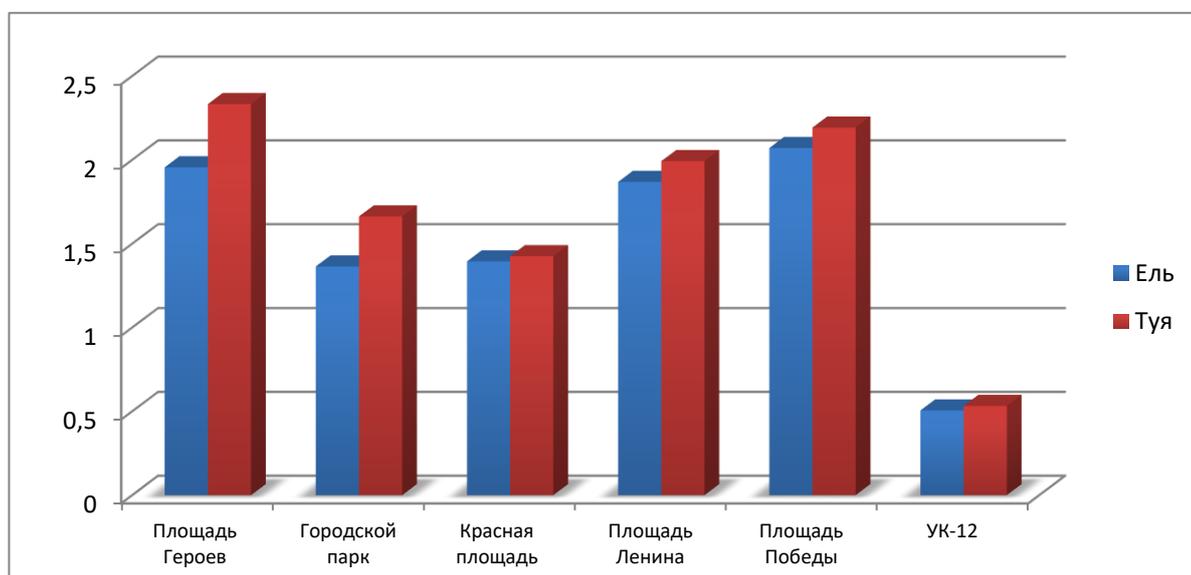


Рис 3. Содержание свинца в хвое ели колючей (*Picea pungens* E.) и туи западной, в среднем за вегетационный период

Содержание кадмия (Cd)

Чрезмерных аккумуляций токсиканта первого класса опасности - кадмия в хвое ели колючей (*Picea pungens* E.) в летние месяцы не выявлено. Однако его присутствие в вегетативных органах обнаружено на всех изучаемых территориях города. Концентрация кадмия зависела от техногенного загрязнения автотранспортом, наивысшее количество которого приходится на площадь Победы. Соответственно содержание металла на данной площади составило 0,083 мг/кг, против 0,019 мг на контрольном участке.

В ходе исследования туи западной (*Thuja occidentalis*) на содержания кадмия в течение вегетационного периода, выявлено, что превышений металла на всех изученных

Дубровина О.А., Зубкова Т.В.

Анализ содержания тяжелых металлов в однолетней хвое ели колючей (*Picea pungens*) и туи западной (*Thuja occidentalis*), произрастающих в разных функциональных зонах г. Ельца

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

площадях не обнаружено и все данные соответствуют нормам. Но, как и в случае с аналитическими данными по ели голубой наибольшее содержание отмечено на площади Победы.

График накопления кадмия в среднем за летние месяцы в хвое изучаемых пород деревьев показывает, что степень его поглощения хвоей приблизительно одинакова. Максимальное накопление кадмия обнаружено в зоне с высокой транспортной нагрузкой, каковыми являются площадь Победы, площадь Ленина и Красная площадь (рис. 4).

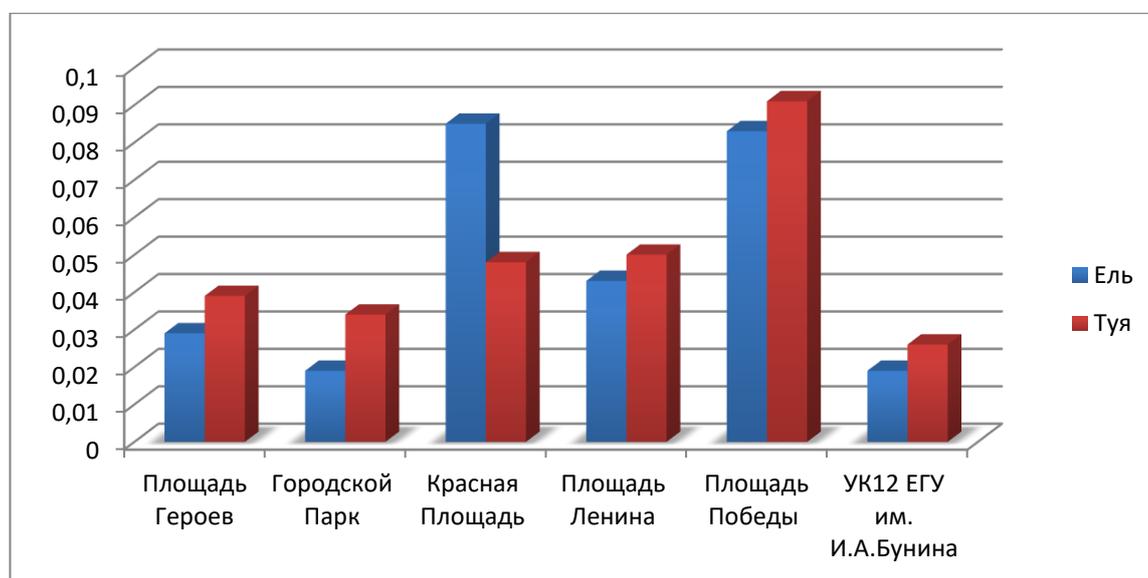


Рис.4 Содержание кадмия в хвое ели голубой и туи западной, в среднем за вегетационный период

Выводы

Среди представителей хвойных древесных растений (*Picea pungens*. и *Thuja occidentalis*) используемых для озеленения города Ельца наиболее выраженной способностью к аккумуляции тяжелых металлов обладает туя западная. Степень накопления тяжелых металлов в хвое изучаемых культур зависит от месторасположения объектов. Максимальное накопление ТМ обнаружено в зоне с высокой транспортной нагрузкой. Эстетическая привлекательность хвойных (ели колючей и туи западной) при изученной концентрации токсичных поллютантов, не теряется.

Дубровина О.А., Зубкова Т.В.

Анализ содержания тяжелых металлов в однолетней хвое ели колючей (*Picea pungens*) и туи западной (*Thuja occidentalis*), произрастающих в разных функциональных зонах г. Ельца

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

=====

Список использованных источников

1. Большова О.Г. Природно-климатические, экономические и экологические особенности малых городов Липецкой области // Природа человека. – Ижевск, 2010. – С. 38-42.
2. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды» Липецкой области 2018год». – Издательство Вера социум, 2019.- 234с.
3. Зокиров Р.С. Неверова О.А. Оценка аккумулирующей способности древесных растений в отношении тяжелых металлов в примагистральных зонах г. Худжанда // Современные проблемы науки и образования, 2012.-С.- 293-293.
4. Копылова Л.В. Накопление тяжелых металлов в древесных растениях урбанизированных территорий Восточного Забайкалья: автореф. ... канд. биол. наук. – Улан-Удэ, 2012.– 21 с.
5. Касимов Н.С. Экогеохимия ландшафтов. М.: ИП Филимонов М.В., 2013.- 208 с.
6. Пашкова А.С. Биоэкологические особенности *Piceaabies* L. и *Picea pungens* Engelm. в условиях городской среды: автореф. дис. ... канд. биол. наук:03.02.01; 03.02.08. Оренбург: Оренбург. гос. пед. ун-т, 2015.- 24 с.
7. Пупышев А.А. Атомно-абсорбционный спектральный анализ. -М.: Техносфера, 2010. – 784 с.

=====

Цитирование:

Зубкова Т.В., Дубровина О.А., Анализ содержания тяжелых металлов в однолетней хвое ели колючей (*Picea pungens*) и туи западной (*Thuja occidentalis*), произрастающих в разных функциональных зонах г. Ельца // АгроЭкоИнфо. – 2020, №3. – http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2020/3/st_316.pdf