

Нашими ожидаемыми результатами для горчицы и клещевины являются значительное накопление свинца и цинка в корнях и перенос их в стебель и листья, что позволяет достичь желаемой цели – очистить почву от тяжелых металлов.

Библиографический список

1. Особенности закладки вегетационных опытов [Электронный ресурс] //URL: http://www.kgau.ru/distance/agro_02/belousov_oni-110201/01_05.html (Дата обращения: 02.06.2022 г.) .

2. Петров Н.Ю. Фиторемедиация техногенно загрязнённых тяжёлыми металлами светло-каштановых почв южной пригородной агропромзоны г. Волгограда с помощью горчицы сарептской / Н.Ю. Петров, Т.А. Трофимова // Аграрный вестник Урала. – 2009. – № 9 (63) . – С. 64–65.

3. Ashraf, S. Phytoremediation: Environmentally sustainable way for reclamation of heavy metal polluted soils / S. Ashraf, Q. Ali, Z. Ahmad Zahir, S. Ashraf, H. Naeem Asghar // Ecotoxicology and Environmental Safety. – 2019 . – Vol. 174 . – С. 714-727 .

4. Bursztyn Fuentes .A. L. Phytoextraction of heavy metals from a multiply contaminated dredged sediment by chicory (*Cichorium intybus* L.) and castor bean (*Ricinus communis* L.) enhanced with EDTA, NTA, and citric acid application / A. L. Bursztyn Fuentes, C. José, A. de los Ríos, L. I. do Carmo, A. F. de Iorio & A. E. Rendina // International Journal of Phytoremediation . – 2018. – VOL. 20 . – С. 1354–1361 .

5. Farid, M. Citric acid assisted phytoextraction of chromium by sunflower; morpho-physiological and biochemical alterations in plants / M. Farid, S. Ali, M. Rizwan, Q. Ali, F. Abbas, S. A. H. Bukhari, R. Saeed, L. Wu // Ecotoxicology and Environmental Safety. – 2017 . – Vol. 145. – С. 90-102 .

6. Vamerali, T. Field crops for phytoremediation of metal-contaminated land . A review / T. Vamerali, M. Bandiera, G. Mosca // Environmental Chemistry Letters . – 2010. – Vol. 8. – С. 1–17.

УДК:502

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПОРТАТИВНЫХ СПЕКТРОМЕТРОВ С ТЕХНОЛОГИЕЙ ЮТ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ПОРОД ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

Потапова Владислава Андреевна, магистрант 1 курса Института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, potapova@tim-stud.ru

Морев Дмитрий Владимирович, к.б.н., доцент кафедры экологии Института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, dmorev@rgau-msha.ru

Ярославцев Алексей Михайлович, к.б.н., доцент кафедры экологии Института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н.

Аннотация: изучена возможность применения портативных спектрометров для определения концентрации пигментов в листьях древесных растений через их спектральные характеристики поглощения от естественного и искусственного источников освещения, и как следствие диагностика состояния древесных растений.

Ключевые слова: интернет вещей, спектрометрия, пигменты растений, мониторинг древесных растений.

Введение. Зеленые насаждения выполняют ряд важных функций в поддержании устойчивости городских экосистем: газообмен, терморегуляция, топоческие функции, рекреационные и т.д. [1,2,4]. Для их постоянного и эффективного мониторинга требуются технологии способные быстро и относительно точно собирать информацию о состоянии различных древесных пород по всему городу. Содержание пигментов в листьях служит важнейшим индикатором состояния растений, так как оно чувствительно к изменениям окружающей среды [2,3,5]. Болезни растений, дефицит элементов питания, изменения фенологических фаз и другие факторы вызывают изменения в составе и соотношении пигментов, в частности хлорофилла а и в, а также каротиноидов.

TreeTalker (ТТ) – устройство для мониторинга древесных насаждений, обладающее набором датчиков, который включает в себя спектрометр, способный измерять излучение в 12ти длинах волн (450-860 нм) [5]. В данном исследовании мы изучали возможность его применения для определения содержания пигментов в листьях на примере 5 пород древесных растений в двух вариантах освещения – естественного и искусственного.

Объекты и методы исследования. Замеры поглощения света листом проводили в 12ти длинах волн диапазона 450-860нм с помощью устройства ТТ. Область замеров спектрометра ограничивали с помощью непрозрачного цилиндра. Лист плотно прижимали к цилиндру и измеряли поглощение излучения прошедшего сквозь листовую пластину. Были получены данные по поглощению следующими породами древесных растений: Липа сердцевидная (*Tilia cordata* Mill.), Клен остролистный (*Acer platanoides* L.), Каштан Конский желтый (*Aesculus flava*), Тополь черный (*Populus nigra* Ait.), Береза повислая (*Betula pendula* Roth.), произрастающих на урбанизированной территории кампуса РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, в двух вариантах освещения. Так как показания прибора в условиях естественного освещения оказались нестабильны по интенсивности, для отладки работы устройства было решено использовать стабильный искусственный источник освещения (фитолампа).

Для определения содержания хлорофилла в отобранных листьях использовали экстракцию пигментов в 80%-ом растворе ацетона. Концентрация

пигментов рассчитывалась посредством данных спектрофотометрии экстрагированных растворов пигментов в длинах волн: 470 нм, 646,8 нм и 663,2 нм.

Последующая статистическая обработка данных включала в себя дисперсионный анализ, метод главных компонент и регрессионный анализ.

Результаты исследования

В результате проведенных исследований методом главных компонент было установлено, что данные по поглощению группируются по породам деревьев лучше при искусственном освещении, чем при естественном. На рис. 1 можно видеть, что справа данные выделены отдельно в группы по видам, что соответствует показаниям при искусственном освещении.

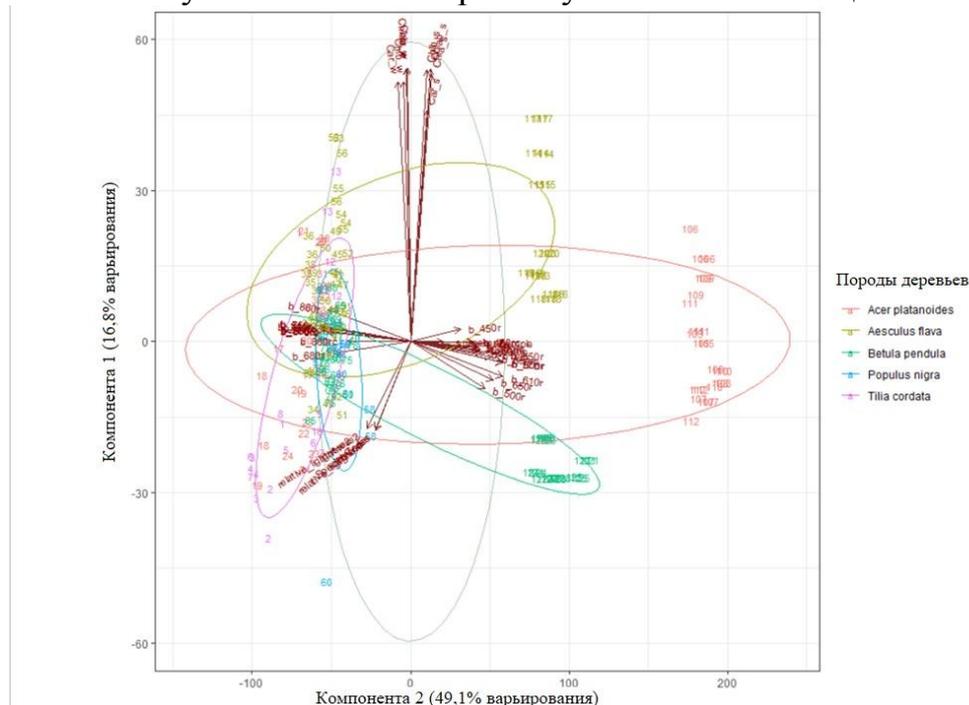


Рис. 1 – Анализ результатов замеров поглощения и экстракции пигментов методом главных компонент для разных источников освещения и разных пород

Полученные выводы подтверждаются и дисперсионным анализом: для всех длин волн показания ТТ достоверно различаются на разных источниках освещения ($p < 0,05$) и для разных пород деревьев.

Стоит отметить, что листья березы характеризуются самой низкой концентрацией пигментов (Среднее содержание хл.а+b = 7,071 мг/г), а каштана самой высокой (Среднее содержание хл.а+b = 12,882 мг/г), что согласуется с показаниями ТТ.

В результате регрессионного анализа были составлены модели, описывающие зависимости набора пигментов (хлорофилла а, b и каротиноидов) и поглощения с длинами волн 450 нм, 730 нм и 760 нм.

Для хлорофилла а уравнения регрессии и коэффициенты детерминации будут выглядеть следующим образом:

$$\text{Ch a} = 21,9 - 1,99x_{730} - 17,4x_{450} + 17x_{760} \text{ (мг/г сухой массы)} \quad (1)$$

$$R^2: 0,6405$$

Для хлорофилла b:
$$Ch\ b = 10,2 - 0,524x_{730} - 8,77x_{450} + 7,54x_{760} \text{ (мг/г сухой массы)} \quad (2)$$
$$R^2: 0,6119$$

Для каротиноидов:
$$Car = 4,91 - 3,91x_{450} + 3,01x_{760} \text{ (мг/г сухой массы)} \quad (3)$$
$$R^2: 0,6099$$

Таким образом, приборы серии TreeTalker потенциально позволяют анализировать содержание пигментов в листьях древесных растений, что в значительной степени согласуется с их состоянием.

Библиографический список

1. Бухарина И. Л., Кузьмин П. А., Гибадулина И. Анализ содержания фотосинтетических пигментов в листьях древесных растений в условиях городской среды (на примере г. Набережные Челны) // Вестник удмуртского университета. 2013. (Вып.1). С. 20–25.
2. Кунина А. В., Белоус О. Г. Состояние фотосинтетических пигментов листьев древесных растений в условиях городской среды 2020. С. 9.
3. Яшин Д. А., Зайцев Г. А. Содержание пигментов фотосинтеза в листьях березы повислой в условиях промышленного загрязнения // Известия Уфимского научного центра РАН. 2015. № 1 (№4). С. 193–196.
4. Assessment of the influence of various tree species and their parameters on the behaviour of wind flows in urban environments (on the example of the RUDN University campus, Moscow), Bukin S.S. [и др.]// IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2020, 1(617). P.14
5. IoT monitoring of urban tree ecosystem services: Possibilities and challenges, Matasov, V. [и др.]. // Forests. 2020. 11(7). P.775.

УДК 628.3(47)

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ В БОЛЬШОМ ГОЛОВИНСКОМ ПРУДУ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД

Рамадан Рита, аспирант кафедры экологии ФГБОУ-ВО РГАУ МСХА имени К.А. Тимирязева, ritaramadan1991@gmail.com

Аннотация: Для оценки качества воды в Большом Головинском пруду САО г. Москвы использовались физико-гидрохимические показатели (содержание: Fe^{+2} , Si^{+2} , NO_2^- , NH_4^+ и Cl^-) в летний периоды 2020 г.

Ключевые слова: Водоемы, качества воды, нитриты, Хлорид, Глубина, Загрязнения.

Водоемы играют важную роль для городов: формируют микроклимат территории, поддерживают уровень грунтовых вод, сохраняют флору и фауну. Они имеют комплексное значение и помимо разнообразных хозяйственных