

**I. Skrynetska, A. Nadgórska-Socha, R. Ciepał,
M. Kandziora-Ciupa**

University of Silesia in Katowice, Poland

Силезский университет в Катовицах, Польша

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ *PLANTAGO MAJOR* И

***PLANTAGO LANCEOLATA* В**

БИОИНДИКАЦИОННЫХ ИСЛЕДОВАНИЯХ

КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА

**ОСНОВЕ ПОКАЗАТЕЛЯ АРТИ (AIR POLLUTION
TOLERANCE INDEX)**

Целью исследований было определение состояния окружающей среды г.Сосновец (Польша, Силезское воеводство) при помощи показателя АРТИ (Air Pollution Tolerance Index). При определении показателя АРТИ анализировалось содержание хлорофилла, аскорбиновой кислоты, содержание воды в листьях, рН листьев. На основании полученного придела показателя в границах 4,6 – 8,96 следует отнести выбранные растения к группе чувствительных, что дает основание считать использование выбранных растений целесообразным в качестве биоиндикаторов загрязнения окружающей среды.

Проведение эффективных природоохранных мероприятий невозможно без предварительной оценки актуального состояния окружающей среды. Одной из составляющей такой оценки является биологический мониторинг, заключающийся в наблюдении, оценке текущего состояния и происходящих изменений в экосистемах как в целом, так и в определенных элементах флоры и фауны. Биологический мониторинг также используется для определения других параметров окружающей среды, например, степени загрязнения атмосферного воздуха.

В настоящее время благодаря обработке множества методов исследования, биологический мониторинг может быть

применен для любых участков, в том числе и для постиндустриальных территорий. Для исследований был выбран город Сосновец – один из крупнейших промышленных центров Польши до реструктуризации горнодобывающей отрасли. Активная антропогенная деятельность в городе началась в XIX веке с открытием месторождений полезных ископаемых, в частности каменного угля, песка, огнеупорной глины [4]. Стремительное развитие экономики, особенно угольной промышленности и металлургии, способствовало значительным изменениям качества окружающей среды.

Растительный покров играет важную роль в мониторинге, так как в ходе эволюции растения усовершенствовали различные механизмы адаптации к существующим элементам и соединениям, находящимся в окружающей среде в концентрациях превышающих норму или же, наоборот, в концентрациях недостаточных для обеспечения нормального жизненного цикла. Именно с учетом вышеизложенного фактора при мониторинге выбор растительного материала согласно с его границами толерантности является определяющим фактором для получения корректных данных.

Подорожник большой (*Plantago major*) и подорожник ланцетолистный (*Plantago lanceolata*) являются широко распространенными на территории не только Польши, но и других стран с умеренным климатом, что дает право использовать данные растения для мониторинга [2]. Так же одним из наиболее важных достоинств выбранных растений является легкость их идентификации в полевых условиях.

Главными показателями, служащими для определения степени загрязнения воздуха могут быть pH листьев, содержание воды в листьях (показатель RWC – Relativ Water Content), содержание аскорбиновой кислоты и общего хлорофилла. Все эти показатели служат для определения индекса толерантности растений к загрязнению атмосферного воздуха (АРТИ) [3].

Расчет данного показателя производится по формуле 1 [1]:

$$\text{АРТИ} = \frac{A+(T+P)+R}{10}, \quad \% \quad (1)$$

где: А – содержание аскорбиновой кислоты в листьях (mg g^{-1} сухой массы);

Т – содержание абсолютного хлорофилла в листьях (mg g^{-1} сухой массы);

Р – рН экстракта листьев;

R – показатель, характеризующий содержание воды в листьях RWC – Relativ Water Content, вычисляемый по формуле 2:

$$\text{RWC} = (\text{FW}-\text{DW}/\text{TW}-\text{DW})\times 100; \% \quad (2)$$

где: FW- свежая масса, г;

DW – сухая масса, г;

TW – насыщенная водой масса, г.

Для определения RWC необходимо иметь только весы, конверты, лейки и лабораторные сушилки. Исследуемый материал для начала необходимо взвесить для определения так называемой свежей массы; затем увлажненные дистиллированной водой листья помещают на 24 часа в эксикатор. По достижению предельного насыщения биомассы проводится взвешивания для определения массы листьев, насыщенных водой. Определение сухой массы состоит в том, что исследуемый материал помещается на 24 часа в сушилку при температуре $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ и затем производится взвешивание.

Содержание хлорофилла и аскорбиновой кислоты определялось по методологии Aery [1].

Для исследований было выбрано 10 участков: 5 из которых предварительно классифицировались как «загрязненные» (территория шахт, металлургических комбинатов и автострады) и 5 остальных участков принимались как относительно «чистые» (селитебная зона, территория парка, дачные участки). Сбор и подготовка исследуемого материала для анализа проводилась согласно стандартной методологии.

Результаты исследований представлены на рисунке 1.

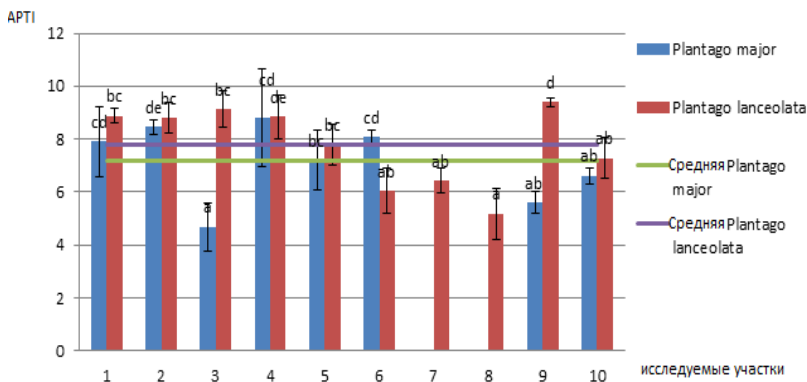


Рисунок 1 – Значения показателя APTI *Plantago major* и *Plantago lanceolata* для г.Сосновец:

- 1 – автострада; 2 – металлургический комбинат Buczek;
- 3 – шахта KWK Sosnowiec; 4 - металлургический комбинат Cedler;
- 5 – угольное предприятие «Juliusz»;
- 6 – ул. Sokolska; 7 – микрорайон Zagórze; 8 – ул. Kukulki ;
- 9 – городской парк им. Jacka Kuronia; 10 – микрорайон Klimontów

Согласно существующей классификации Singh and Rao [3] по показателю APTI растения делятся на 3 группы:

1. APTI < 10 – чувствительные;
2. 10 < APTI < 16 - средней степени чувствительные;
3. APTI > 17 - устойчивые.

Характерной особенностью исследований оказался факт, что предварительно идентифицированные «чистые» участки показали степень загрязнения воздуха практически на том же самом уровне что и «загрязненные». Однако все же наихудший результат состояния атмосферного воздуха показал исследуемый участок № 3 – территория бывшей шахты KWK Sosnowiec, где показатель APTI составил 4,6. Определение RWC в границах 47-91% свидетельствует о устойчивости выбранных растений к водному стрессу. Наиболее низкое содержание каротеноидов было зафиксировано в листьях *Plantago major* на исследуемом участке № 3. На «загрязненных» участках №

1,2,3,4 было отмечено наиболее низкое содержание аскорбиновой кислоты, рН листьев на исследуемых участках находится в пределах 5,2-5,89.

Комплексную оценку вышеперечисленных показателей предоставляет показатель АРТІ. Средние значения на территории города для *Plantago major* составило 7,17, для *Plantago lanceolata* – 7,78. Приближенные средние значения указывают на подобный механизм аккумуляции загрязнений в виду того, что выбранные растения принадлежат к тому же самому семейству, однако *Plantago major* имеет более узкий предел толерантности к загрязнениям в сравнении со вторым исследуемым растением.

Загрязнение воздуха имеет значительное влияние на развитие физиологического состояния растений, на способность фотосинтеза и прирост биомассы. Проведенные исследования на *Plantago major* и *Plantago lanceolata* в г.Сосновец показали достаточно узкие пределы толерантности выбранных растений к загрязнению атмосферного воздуха, что дает возможность определить *Plantago major* и *Plantago lanceolata* как растения чувствительные к загрязнениям и целесообразными биоиндикаторами состояния окружающей среды.

Библиографический список

Aery N.C. Manuals of Environmental Analysis. Taylor and Francis. NewYork, 2010.

1. Liu J., 2008. Variation in air pollution tolerance index of plants near a steel factory: Implications for landscape-plant species selection for industrial areas. WSEAS TRANSACTIONS on ENVIRONMENT and DEVELOPMEN ISSN: 1790-5079, Issue 1, Volume 4, Beijing
2. Rai PK, Panda LLS, 2014. Dust capturing potential and air pollution tolerance index (APTІ) of some road side tree vegetation in Aizawl, Mizoram, India: an Indo-Burma hot spot region. Air Qual Atmos Health, 7: 93–101.
3. Strategia rozwoju miasta Sosnowca do 2020 r.; 2007. Załącznik do Uchwały nr 162/XII/07 Rady Miejskiej w Sosnowcu z dnia 24 maja 2007 roku. Sosnowiec, str. 4-7, 12-22.