**ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ПОЧВ Г. ГОМЕЛЯ МЕТОДОМ БИОИНДИКАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КРЕСС-САЛАТА**

**Левинцов Т.М.**

(Научный руководитель Ковзик Н.А., ст. преподаватель кафедры экологии)

Интенсивный процесс урбанизации обусловил ряд экологических проблем, связанный с резким ухудшением качества городской среды. В настоящее время оценка загрязнения среды производится с помощью различных химических анализов. Однако из-за огромного количества загрязняющих веществ и их источников, а также высокой стоимости данных химических анализов, тяжело организовать с их помощью эффективный мониторинг.

Очень важной частью мониторинга загрязнения городской среды является биомониторинг – система наблюдений, оценки и прогноза различных изменений в природе, вызванных антропогенными факторами окружающей среды. Главной задачей биомониторинга является наблюдение за уровнем загрязнения биоты с целью разработки систем оповещения и прогнозирования.

В связи с увеличением урбанизированных территорий, представляющих собой искусственные экосистемы, исследование растительного покрова крупного промышленного центра на примере г. Гомеля является очень значимым.

В Гомеле функционирует ряд промышленных предприятий. В промышленном отношении наиболее развит *Советский район.* Здесь располагаются 37 крупных промышленных предприятия, 58 строительных организаций, 13 транспортных и 12 предприятий энергетики, 5 – нефтяной и газовой промышленности, 10 организаций перерабатывающей промышленности и сельского хозяйства.

Крупнейшие промышленные предприятия района: ОАО «Гомельский химический завод», ОАО «Милкавита», ОАО «Гомельский литейный завод «Центролит», ОАО «Гомельский вагоностроительный завод», ОАО «Гомельский радиозавод», ОАО «Сейсмотехника», СП ОАО «Гомельский электротехнический завод», ОАО «Гомельский мотороремонтный завод» и др.

Промышленность *Центрального района* сосредоточена в 24 промышленных предприятиях, преимущественно станкостроения, приборостроения, автотранспорта, легкой и пищевой промышленности. Крупнейшими из них являются: СП ОАО «Спартак», ОАО «8 Марта», ОАО «СтанкоГомель», ОАО «Коминтерн», ОАО «Труд», РУП «Гомельская фабрика художественных изделий «Любна», ОАО «Гомельхлебопродукт», ОАО «Гомельхлебпром», ОАО «Гомельский завод измерительных приборов», РПУП «Гомельоблгаз», ОАО «Гомельоблреклама», ОДО «Вимала», СООО «Ингман мороженое».

*Железнодорожный район* является мощным промышленным узлом. Промышленную деятельность осуществляют 34 крупных предприятия. Отраслевая структура промышленности представлена машиностроительным комплексом, производством строительных материалов, полиграфической, химической, пищевой промышленностью и приборостроением.

Более половины объема района и четверть объема города обеспечивает ОАО «Гомсельмаш» – крупнейший производитель сложной сельскохозяйственной техники в странах СНГ. Значительное влияние на формирование показателей экономики города и области оказывают ОАО «Гомелькабель», «Гомельстройматериалы», «Гомельстекло», «Гомельский завод станочных узлов», производство которых сертифицировано на соответствие системам стандартов менеджмента качества, оснащено новейшим оборудованием.

В настоящее время основными промышленными предприятиями *Новобелицкого района* являются ОАО «Гомельский мясокомбинат», ОАО «Гомельский жировой комбинат», РУП «Гомельский ликероводочный завод», ОАО «Гомельобои», ОАО «Гомельдрев», РАУП Гомельское ПО «Кристалл», «Фанеро-спичечная фабрика», ОАО «Новобелицкий комбинат хлебопродуктов», ПО «Стройматериалы».

Предприятия городя являются источниками ряда вредных веществ, представляющих опасность для компонентов окружающей среды, при этом весьма существенным источником загрязнения является транспорт.

В данных условиях формируется специфический почвенный покров, особенностями которого являются:

– формирование почв на насыпных, намывных, перемешанных грунтах и культурном слое;

– наличие включений строительного и бытового мусора в верхних горизонтах;

– изменение кислотно-щелочного баланса с тенденцией к подщелачиванию;

– высокая загрязненность тяжелыми металлами, нефтепродуктами, компонентами выбросов промышленных предприятий;

– изменение физико-механических свойств почв (пониженная влагоемкость, повышенная плотность, каменистость и т.д.);

– рост профиля за счет интенсивного напыления.

Почвы в городе существуют под воздействием тех же факторов почвообразования, что и природные ненарушенные почвы, но в городах антропогенные факторы почвообразования преобладают над естественными факторами.

Главные источники загрязнения почвы следующие:

– жилые дома и бытовые предприятия; в числе загрязняющих веществ преобладают бытовой мусор, пищевые отходы, фекалии, строительный мусор, отходы отопительных систем, пришедшие в негодность предметы домашнего обихода; мусор общественных учреждений – больниц, столовых, гостиниц, магазинов и др.;

– промышленные предприятия; в твердых и жидких промышленных отходах постоянно присутствуют те или иные вещества, способные оказывать токсическое воздействие на живые организмы и их сообщества;

– теплоэнергетика; помимо образования массы шлаков при сжигании каменного угля, с теплоэнергетикой связано выделение в атмосферу сажи, несгоревших частиц, оксидов серы, которые в результате оказывающихся в почве;

– транспорт; при работе двигателей внутреннего сгорания интенсивно выделяются оксиды азота, свинец, углеводороды и другие вещества, оседающие на поверхность почвы или поглощаемые растениями.

В почвах накапливаются соединения металлов, например, железа, ртути, свинца, меди и др.

Значительный вред городским биогеоценозам наносит вывоз и сжигание листвы, в результате чего нарушается биогеохимический цикл питательных элементов почвы; почвы постоянно беднеют, состояние произрастающей на них растительности ухудшается.

Для городских территорий применяются следующие методы оценки качества почв:

1) методика ПДК (предельно допустимая концентрация химических веществ); это метод, позволяющий выявить опасность загрязнения почвы. Уровень химических веществ не должен превышать экспериментально подобранных нормативов, тем самым он не будет представлять какой-либо угрозы для человеческого организма – как прямого, так и косвенного. Благодаря способности к самоочищению почва имеет возможность обезвреживать некоторое количество вредных элементов, и метод ПДК позволяет выявить, находится ли концентрация этих веществ в допустимых пределах, или же превышает их. Метод ПДК является основным показателем при санитарно-гигиенической оценке загрязненности почвы вредными веществами.

2) методика ОДК (ориентировочно допустимая концентрация химического вещества); с помощью этого расчетного метода выявляется уровень загрязненности почвы. В основе методики исследования заложены нормативы, рассчитанные для оценки безопасности продуктов питания.

Такой подход обусловлен тем, что вредоносные вещества из почвы имеют тенденцию переходить в растения, которые в дальнейшем могут попадать в организм человека.

3) методика биотестирования; особенностью метода является то, что для выявления уровня токсичности почвенной пробы используются живые организмы. Это могут быть животные, микроорганизмы или растения.

Для растений используется следующая оценка:

­ уровень всхожести семян;

­ длина зародышевых корешков;

­ измерение длины побегов.

Полученные показатели сравниваются с нормой, и на основе полученных сравнительных данных определяется степень загрязненности почвы. Этот тест показывает фитотоксические характеристики почвы.

4) методика биодиагностики;биологическая активность почвы находится на определенном уровне, зафиксированном многочисленными исследованиями. Основные показатели загрязнения при исследовании:

­ тяжелые металлы;

­ нефтепродукты;

­ радиоактивные элементы.

В основе метода лежит исследование почвенных ферментов, содержащихся в гумусе. Их химическая активность значительно меняется под воздействием загрязняющих факторов. Другой фактор – влияние на почвенные микроорганизмы. Комплексная оценка степени загрязненности почвы методом биодиагностики базируется на интегральном показателе биологического состояния (ИПБС).

Степень загрязнения почв на территории Гомеля изучается с помощью пунктов наблюдения сети мониторинга за почвами населенных пунктов. На территории Гомельской области таких пунктов насчитывается 20, а в самом городе – лишь 1.

Почвы Гомеля, загрязнение которых в целом оценивалось по комплексному показателю Zc (суммарному показателю загрязнения почв), характеризуются значительной неоднородностью концентраций загрязнителей.

Слабо загрязненные почвы (Zc от 1 до 5) составляют 52,7 % территории города, к данной группе относятся практически все левобережье Сожа (Новобелицкий район), парковые и лугово-парковые ландшафты на правом берегу Сожа (парк культуры и отдыха им. А. В. Луначарского, урочище Пролетарский луг и др.), а также застраиваемые территории.

Почвы со средним уровнем загрязнения (Zc от 5 до 10) составляют 45,1 % территории города. Ареал довольно обширный, по площади приурочен к правобережью Сожа и включает в себя территории с малоэтажной застройкой усадебного типа, многоэтажной типично городской застройкой, а также фрагменты промышленной зоны.

Почвенный покров с допустимым уровнем загрязнения (Zc от 10 до 16) составляет 1,6 % и в основном приурочен к санитарно-защитным зонам промышленных предприятий. Так, на северо-востоке города это ОАО «Коралл», РУП «Гомелькабель», РНПУП «Ратон»; в центре – РУП «Станкостроительный завод им. С. М. Кирова», вагоноремонтный завод, ОАО «Мебельная фабрика «Прогресс»: на ул. Барыкина – предприятия строительного комплекса.

Почвы с умеренно опасным загрязнением (Zc от 16 до 32), составляющие 0,6 %, в основном сконцентрированы в центральной части города и расположены в пределах промышленных и селитебных ландшафтов вблизи локомотивного депо и дистанции гражданских сооружений.

Химический состав растений, получающих элементы минерального питания из почвенных растворов, является важным показателем процессов, происходящих в экосистеме, определяется в первую очередь содержанием химических элементов в окружающей среде, степенью их доступности для растений, а также избирательностью их поглощения в зависимости от систематической принадлежности видов. Геохимическая оценка состояния окружающей среды составляет неотъемлемую часть экологических исследований, па базе которой осуществляется верификация реакций биоты на стрессовые воздействия и строится система методов биоиндикации.

В силу необходимости поддержания экологического равновесия в окружающей человека среде, происходящие в городах процессы требуют анализа и контроля, важным направлением из которых являются почвенно-экологические исследования. Их цель – выявить многообразие, направленность и характер антропогенно обусловленных процессов в почвах урбаноэкосистем и оценить их экологического состояния. Среди доступных способов установления экологического состояния почв выделяются различные методы биотестирования, достаточно доступные и в рамках домашних экологических исследований.

Городские почвы являются активно накапливающей средой практически для всех загрязнителей и при геохимическом изучении загрязнения городских ландшафтов являются высоко информативными.

При биотестировании фитотоксических свойств почвы используют семена различных культурных растений. Фитотоксичность почвы – это свойство почвы подавлять рост и развитие высших растений.

Актуальность данной темы заключается в необходимости нахождения наиболее рационального способа мониторинга загрязнения воздуха и почв в городах. Метод биоиндикации является одним из самых бюджетных и простых, что связано с высокой чувствительностью различных видов растений на большинство антропогенных загрязнителей. Необходимость в мониторинге очевидна: помимо ухудшения качества воздуха, которым мы дышим, происходит разрушение озонового слоя, наблюдается парниковый эффект, который имеет пагубное влияние на окружающую среду.

Одним из наиболее распространенных тест-объектов является тест с использованием кресс-салата (*Lepidium sativum*). Кресс-салат – однолетнее овощное растение, обладающее повышенной чувствительностью к загрязнениям почвы тяжелыми металлами, а также к загрязнению воздуха газообразными выбросами автотранспорта и промышленных предприятий города. Этот биоиндикатор отличается от других тем, что семена быстро прорастают, имеют почти стопроцентную всхожесть, которая заметно уменьшается в присутствии загрязнителей в почве.

Кроме того, побеги и корни этого растения под действием поллютантов подвергаются заметным изменениям – задержка роста и искривление побегов, уменьшение длины и массы корней, а также количества и массы семян.

Кресс-салат как биоиндикатор удобен еще и тем, что действие загрязнителей можно изучать одновременно на большом числе растений при небольшой площади рабочего места. Очень удобными являются также и весьма короткие сроки эксперимента. Семена кресс-салата прорастают уже на 3–4 день, вырастая полностью в течение 10–15 суток.

Кроме загрязнения почвы, на кресс-салат оказывает влияние состояние воздушной среды. Газообразные выбросы автомобилей и промышленных предприятий, которые частично оседают и на почве в городах, вызывают морфологические отклонения от нормы у проростков кресс-салата, в частности отчетливо уменьшают их длину.

Для оценки уровня загрязненности почв на территории Гомеля в домашних условиях был выбран именно данный метод фитоиндикации – с помощью кресс-салата.

В связи с этим нами изучалась скорость прорастания семян, особенности роста и развития проростков на почвах, отобранных в различных районах г. Гомеля и отличающихся по уровню загрязнения.

Парковая зона расположена вне зоны действия промышленных объектов и автомагистралей. Улица Барыкина – одна из самых оживленных магистралей города. А третья зона располагалась вблизи отходов фосфогипса (территория Гомельского химического завода).

Проращивание велось на подоконнике при температуре около +15 ˚С в течение 10–15 суток. Нормой считается прорастание 90–95 % семян. Для сравнения в одной из емкостей был взят специальный грунт для выращивания рассады.

Затем в 3 пробах почв по 20 семян в каждой был посажен кресс-салат. Спустя 10 суток было оценено количество проросших семян, внешний вид проростков.

По количеству проросших семян, их виду и длине и судят о степени загрязнённости тех или иных почвенных образцов.

Для оценки уровня фитотоксичности почвы была принята шкала степени прорастания семян салата, предложенная в работе А. И. Федоровой и А.Н. Никольской:

– 100 % – нет токсичности;

– 80–90 % – очень слабая токсичность;

– 60–80 % – слабая,

– 40–60 % – средняя;

– 20–40 % – высокая токсичность;

– 0–20 % – очень высокая токсичность.

Всхожесть семян в районе химического завода составляет приблизительно 50 %, проростки по росту мелкие, неровные, имеются незначительные дефекты, скорость всхода относительно остальных участков самая медленная. Эти данные говорят нам о значительной загрязненности почвы этого района, что может быть обусловлено изменением pH среды почвы, за счет деятельности завода

Всхожесть семян в районе парковой зоны приблизительно равно 70 %, проростки этого участка имеют плотный относительно крепкий стебель, рост средний, видимые дефекты в морфологическом развитии отсутствую. Эта группа растений имела относительно высокую скорость всхода. Этот участок почвы можно считать слабо загрязненным.

На участке у проезжей части по ул. Барыкина всхожесть составила около 35 %, рост проростков мал, стебель у растений прочный, наблюдаются незначительные морфологические дефекты, средняя скорость восхода относительно остальных участков. Согласно данным, участок достаточно сильно загрязнен. При этом следует отметить, что в 2019 г. в этом районе также отмечались минимальные показатели всхожести семян.

Исходя из проделанной работы, можно сделать вывод, что все участки в той или иной степени подвержены загрязнению. Однако наибольшие показатели загрязнения у участка близ проезжей части, что свидетельствует о сильном загрязнении почвы за счет большого выброса выхлопных газов автотранспорта, также можно предположить возможное влияние на почвы песчано-соляных смесей, которыми в зимнее время обрабатываются автомагистрали и придорожные территории. Кроме того, в сравнение с контрольными проростками, они тоньше и меньше, некоторые проростки имеют уродства и искривления. Исходя из этого, можно судить, что в данный период почвы Гомеля загрязнены в большей степени не выбросами промышленных предприятий, а автотранспортом.

Также можно сделать вывод о том, что предприятия, находящиеся в черте города, также наносят заметный вред не только почвенному покрову, но и атмосферному воздуху города. Проростки выглядят нормальными, крепкими, однако их длина меньше в сравнении с контрольными проростками, также процент всхожести заметно ниже, чем в почве для рассады.

Те пробы почв, которые показали наибольшую всхожесть кресс-салата, были взяты в парковой зоне города, что свидетельствует о том, что они прекрасно очищают не только воздух в городе, но и почву, поглощая загрязнители вместе с другими элементами, а затем избавляясь от них при опадении листьев.