

УДК 631.433.3

Е.В.КАСЬЯНОВА, М.В.МАЩЕНКО

О НЕКОТОРЫХ АСПЕКТАХ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ г.МОГИЛЁВА (почвенно-экологический мониторинг)

Урбанизированные образования и в том числе города находятся в весьма сложных отношениях с биосферой. С одной стороны, в городах живут люди, животные, птицы, насекомые, существует автотрофная растительность. Все это связано между собой, следовательно, город можно считать экосистемой. С другой стороны, формирование и функционирование городской экосистемы невозможно без влияния человека.

Таким образом, можно сказать, что город, прежде всего, сложная система, характеризующаяся многообразными внутренними и внешними связями естественного, технического и социального происхождения.

Как сложную систему, город можно представить в виде динамического сочетания двух субсистем – природной и антропогенной, которые в свою очередь подразделяются на ряд взаимодействующих подсистем (3). Взаимное влияние природной и антропогенной систем весьма велико, однако главное их различие заключается в том, что природная субсистема способна к саморегуляции и не нуждается в активном действии на нее антропогенной субсистемы, а антропогенная система, напротив, всецело зависит от природной. При этом человек как элемент природной субсистемы и одновременно социальное существо не просто влияет на антропогенную субсистему – он ее создает. Тем самым он оказывает существенное влияние и на природную субсистему, нередко лишая или ограничивая ее способность к саморегуляции.

Следовательно, в развитии городской геосистемы сочетаются как природные, так и социально-экономические законы.

Абиотический компонент городской территории, как и всякой другой экосистемы, включает в себя климат, рельеф, почву и воду. Доминирующая доля биологической компоненты приходится на антропогенный фактор и, прежде всего, загрязнение промышленными выбросами и автотранспортом.

Климат

Климат города Могилева определяют как умеренно континентальный (5), находящийся в довольно широкой переходной зоне между морским и континентальными типами климата. Чередование воздушных масс различного происхождения создает характерный для г. Могилева (особенно для холодного полугодия) неустойчивый тип погоды.

Могилев находится в зоне достаточного увлажнения. За год выпадает около 644 мм осадков, 68% которых приходится на теплое время года (апрель-октябрь). Обильные ливневые осадки обычно связаны с выходом циклонов с юга и юго-запада и сопровождаются летом грозами, зимой – метелями. Снежный покров появляется в первой декаде ноября, но, как правило, не бывает устойчивым. Устойчивый снежный покров в среднем устанавливается в начале декабря, а разрушается в конце марта.

Общая циркуляция атмосферы обуславливает преобладание в Могилеве ветров западных и юго-западных направлений. Средняя годовая скорость ветра 3,6 м/с. Сильные ветры (15 м/с и более) наблюдаются сравнительно редко и чаще всего в холодное время года.

Большой город с многочисленными промышленными предприятиями, скоплением жилых и общественных зданий, каменным и асфальтовым

покрытием улиц и площадей, парками и садами, транспортными средствами формирует свой местный микроклимат, который подчас значительно отличается от климата окрестностей и близлежащих малых городов.

Функционирование городской территории оказывает большое влияние, прежде всего, на состояние нижних слоев атмосферы. В результате антропогенных нагрузок (выбросов промышленных предприятий и автотранспорта) в атмосфере увеличивается задымленность и запыленность воздуха. Как следствие такого воздействия над городской территорией увеличивается количество туманных дней, уменьшается прозрачность атмосферы и интенсивность ультрафиолетовой радиации. Это влечет за собой изменение радиационного и теплового балансов. На тепловой баланс также оказывают влияние выбросы тепла и повышение концентрации CO_2 в результате производственной и социальной деятельности.

Подстилающая поверхность также оказывает большое влияние на все составляющие радиационного и теплового баланса. Характер подстилающей поверхности является одним из основных климатоформирующих факторов. В черте города Могилева подстилающая поверхность претерпела значительные изменения: была сведена естественная лесная растительность, созданы водохранилища. Поверхность дорог покрыта асфальтом и бетоном. Городские постройки меняют характер отражения солнечной радиации. Поверхность стен зданий, тротуаров и мостовых имеет очень низкое альбедо (коэффициент отражения) и излучает большое количество тепловой энергии. Кроме того, часть радиации, приходящей к стенам зданий, после отражения от них не возвращается в атмосферу, а попадает на землю или соседние здания, из-за чего увеличивается доля поглощенной радиации. Поэтому альбедо городской застройки меньше, чем среднее альбедо поверхностей зданий и земли между ними, и в бесснежный период составляет примерно 15-17%. Чем ниже альбедо, тем больше тепла излучает данная поверхность при условии, что она непрозрачна. Таким образом, изменение характера подстилающей поверхности урбанизированной территории оказывает существенное влияние на радиационный баланс.

Оценка климатических характеристик города Могилева проводилась путем сравнения данных метеостанции Могилев с фоновыми значениями, полученными методом интерполяции (5). Во все сезоны средняя температура в городе оказалась выше фоновой, в среднем за год на 0,6-0,8°C. Максимальные температурные различия наблюдаются ночью, когда нагретые за день здания и асфальт отдают тепло, а потеря тепла лучеиспусканием уменьшена из-за повышенной загрязненности воздуха.

Территория города представляет собой «шероховатую поверхность», поэтому, как правило, скорость ветра внутри городской застройки меньше, чем на метеостанции. Однако в отдельных случаях на возвышенных участках территории города может наблюдаться увеличение скорости ветра по сравнению с пригородом. Застройка заметно изменяет и направление ветра. От скорости и направления ветра существенно зависит степень загрязнения приземного слоя воздуха промышленными выбросами.

Рельеф

Город Могилев расположен на Могилевской возвышенной равнине Оршано-Могилевского плато. В центральной части городская территория расчленена глубокой долиной реки Днепр, к востоку и западу от которой тянутся долины днепровских притоков. Поверхность равнины понижается к югу. Имеется лишь два длинных склона, идущих в окрестностях Могилева с запада и востока в сторону реки Днепр. Они крутые, их высота падает от 200-180 до 145-140 м над уровнем моря через своеобразные высотные ступени.

Естественный рельеф городского ландшафта представляет собой слабоволнистую, возвышенную равнину, расчлененную оврагами и долинами

(густота овражного расчленения 0,3-0,5 км/км², глубина расчленения рельефа 10-15 м, абсолютная высота 180-200 м). Из современных экзогенных морфогенетических процессов развиты: линейная и площадная эрозия, суффозия, карст, заиление речных долин. В процессе градостроительства природный рельеф города претерпел значительные изменения, происходит его выравнивание вследствие засыпания оврагов в процессе строительства.

Почвы

Естественными зональными почвами города являются дерново-подзолистые почвы разной степени оподзоленности и гидроморфности. Почвообразующими породами территории города Могилева являются водно-ледниковые супеси, подстилаемые моренными суглинками (38%), песками (38%) и супесями (15%) с глубины около 1 м, а также лесовидные суглинки. Расчлененный рельеф обуславливает в городе высокую комплексность естественного покрова почв. Процессы, происходящие в почвах городских территорий, существенно отличаются от природных. Однако они имеют большое значение в формировании общих условий городской жизни, которые в конечном итоге отражаются на здоровье городского жителя.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА ГОРОДА МОГИЛЕВА

Город Могилев является индустриальным центром Республики Беларусь. В городе действуют крупнейшие промышленные предприятия, производящие химические волокна текстильного и технического назначения, пассажирские лифты, колесные тягачи, самоходные скреперы и многое другое. Основные промышленные предприятия расположены в южной, восточной и юго-западной частях города.

Южный район представлен гигантом химической промышленности МПО «Химволокно», ТЭЦ-2, химкомбинатом «Заря». Этот район имеет санитарно-защитную зону (около 2,5 км от жилых построек), земли которой используются как пахотные и сенокосные угодья, через каждые 500 м располагаются лесополосы. Следовательно, его влияние непосредственно на жизнь людей не вызывает опасения.

Восточный район представлен группой машиностроительных предприятий – завод «Электродвигатель», лифтостроительный, а также металлургический завод и комбинат шелковых тканей.

В юго-западной части города расположены завод искусственного волокна, кожевенный, регенераторный и ремонтный заводы, ЖБИ. Необходимо отметить, что многие предприятия данного района достаточно старой постройки и располагаются они непосредственно в жилом районе.

Кроме вышеуказанных предприятий следует отметить завод «Строммашина», расположенный в центре города, и комбинат строительных материалов, находящийся в северной части.

Таким образом, предприятия южного промышленного района, несмотря на наибольшую токсичность выбросов, благодаря наличию санитарно-защитной зоны оказывают наименьшее влияние на здоровье жителей города Могилева.

Основной вклад в загрязнение города вносит автомобильный транспорт. Анализ выхлопных газов двигателей внутреннего сгорания показал, что в них содержится более 200 различных веществ, большинство из которых токсично. Количество выбросов зависит от конструкции двигателя, от его технического состояния, условий режима работы двигателя. Особенно резко увеличивается концентрация вредных веществ в выхлопах автомобилей при работе на холостом ходу.

Городские почвы

Городские территории мало исследовались почвоведомы. Их усилия главным образом были сосредоточены на изучении естественных и сельско-

хозяйственных почв. Между тем почвы, функционирующие в окружающей среде городских участков, отличаясь чрезвычайной гетерогенностью и гетерохронностью сложения и свойств, являются важным фактором экологического состояния городов и влияют на их санитарное состояние (7).

Городские почвы не всегда подходят под классическое определение как природного естественноисторического тела, тем не менее, они являются биокостной многофазной системой, состоящей из твердой, жидкой и газовой фаз с непрерывным участием живой компоненты и выполняют определенные экологические функции. Почвы в городе образуются под воздействием тех же факторов почвообразования, что и зональные, при доминирующем антропогенном факторе. Для городских почв применимы методы исследования и законы почвоведения (8). Почвы или почвоподобные тела, формирующиеся в урбоземных системах, аналогично природным почвам выполняют роль базисной составляющей: в них замыкаются биохимические круговороты веществ, происходит биохимическое преобразование культурного насыпного слоя, трансформация поверхностных вод в грунтовые, они являются питательным субстратом для растений.

Таким образом, городские почвы представляют собой сформированные под влиянием урбанизации специфические природно-антропогенные образования. Для городов характерны как естественные дерново-подзолистые почвы разной степени нарушенности, так и искусственно созданные почвы, называемые (6) урбаноземами, имеющие созданный человеком поверхностный слой часто более 50 см мощности, полученный перемешиванием, погребением или загрязнением естественной почвы непочвенными материалами.

Особенностью городских почв является участие строительно-бытовых материалов в формировании почвенного профиля и, как следствие, его гетерогенность. Скелетный материал представлен большим количеством строительного и бытового мусора в сочетании с промышленными отходами, торфокомпостной смесью. В почвенном профиле сочетаются различные по окраске и мощности слои искусственного происхождения.

Для городских почв независимо от характера материнской и подстилающих пород выявлено изменение физических свойств: уплотнение и увеличение объемной массы, изменение структуры почвенных горизонтов в сторону слоеватости и формирования крупнопластинчатых отдельностей, увеличения содержания тонкодисперсных фракций и более равномерное размещение их по почвенному профилю. Скелетный материал почв города заметно отличается от скелета типичных почв: в нем много строительного мусора, содержащего нехарактерные для зоны ингредиенты растительных и иных органических остатков (6).

Изменение химических свойств городских почв обусловлено поступлением и поглощением загрязняющих веществ. Как следствие, происходит изменение кислотно-щелочного баланса, уменьшение емкости поглощения, уменьшение содержания гумуса.

Вместе с трансформацией дерново-подзолистых почв в условиях техногенеза происходит изменение плодородия почв города. Вследствие изменения pH в щелочную сторону подвижные соединения Al, Fe, Mn переходят в усвояемую форму, содержание двухвалентного железа увеличивается в 1, 2-1, 4 раза, фосфора в подвижной форме – в 1, 5-3 раза, усиливается мобилизация фосфатов, увеличивается общая концентрация подвижных соединений азота, ощутимо больше нитратов. (6)

Совокупное влияние перечисленных признаков урбанизации оказывает заметное воздействие на биологические свойства почв города, в частности, на почвенные микробные сообщества, в силу чего в урбаноземах формируется несвойственное типу бактериальное сообщество спорных бактерий. Микробное сообщество под влиянием урбанизации и загрязнения токсическими веществами

изменяет видовой состав и структуру сообщества (9). Авторами показано, что ряд урбаногенных свойств почв г. Москвы (высокое значение рН, повышенное содержание органического вещества, Р, К, Са, тяжелых металлов) способствуют сохранению популяций азотобактера. Факторы, положительно влияющие на азотобактер, более значимы для этой бактерии, чем ингибирующее влияние отрицательно действующих факторов, то есть адаптационный потенциал этого организма способен противостоять угнетающему действию урбаногенных условий.

Объекты и методы исследования

Для проведения исследований выбран участок, расположенный вдоль наиболее загруженной автомагистрали города – проспекта Мира. Естественный рельеф городского ландшафта исследуемой территории представляет собой слабоволнистую, возвышенную равнину, расчлененную оврагами и долиной реки Дубровка. В процессе градостроительства природный рельеф претерпел значительные изменения - произошло выравнивание вследствие засыпания оврагов.

Отбор образцов производился вдоль проспекта Мира на разной удаленности от автомагистрали с учетом особенностей рельефа из гумусо-аккумулятивных горизонтов почв (рис.1). Отобранные образцы освобождали от корней и грубых включений, просеивали через сито с диаметром ячеек 1-3 мм. После отбора образцы хранили в полиэтиленовых пакетах при температуре +10°C (температура почвы). Определение микробиологических параметров проводили спустя 2-4 дня после отбора почвы.

Аналитические методы

Для определения скорости выделения CO_2 из небогатой почвы (V_{basal}) навеску образца массой 2г помещали в стеклянный флакон объемом 15л, закрывали и инкубировали 4-5 часов, затем флаконы проветривали, закрывали и оставляли на ночь при 25°C в термостате (1). На следующий день с использованием газового хроматографа Chrom-5 с катарометром в качестве детектора определяли концентрацию CO_2 во флаконе и рассчитывали скорость выделения CO_2 из небогатой почвы (V_{basal}).

Субстрат- индуцированное дыхание определялось в тех же флаконах после получасового проветривания, добавления глюкозы и инкубации 4 часа на том же хроматографе (2) (см. на стр. 111).

Результаты и обсуждения

V_{basal}

Дыхание почв является информативным и часто используемым показателем биологической активности почв. Интенсивность дыхания почвы зависит от растительности и особенностей микробного комплекса почвы. Дыхание микроорганизмов в небогатой доступным субстратом почве (базальное дыхание, V_{basal}) – это индикатор микрофлоры, активной в данный момент (15).

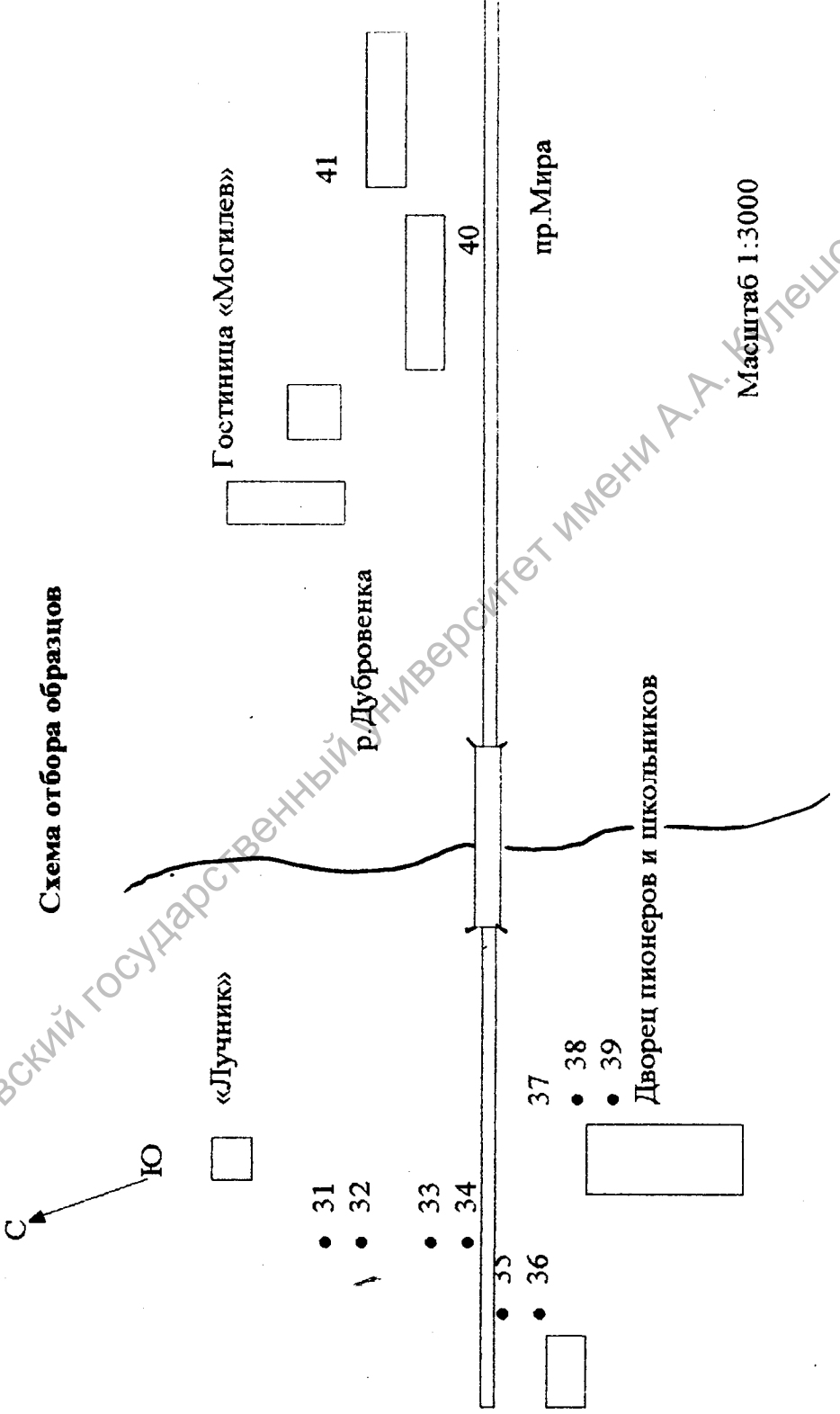
Полученные экспериментальные данные показывают, что скорость выделения CO_2 из нативной почвы, или базальное дыхание в исследуемых городских почвах варьирует в пределах 0,9-2,4 мкг С/г/час (табл. 1). Предыдущие наши исследования (4) скорости базального дыхания почв агроценозов и лесов показали, что значения V_{basal} в них находятся в пределах 0,8-11,1 мкг С/г/час.

Таким образом, можно заметить значительное уменьшение верхней границы варьирования исследуемого параметра в городских почвах. Причиной данного явления, на наш взгляд, является загрязнение почв тяжелыми металлами, входящими в состав газовых выбросов автотранспорта.

Мнение исследователей по влиянию загрязнения тяжелыми металлами на дыхание почвенных микроорганизмов неоднозначно. Nordgren et al (18) показали, что уровень базального дыхания большинства загрязненных тяжелыми металлами образцов почв на 54-77% ниже, чем в контроле. Авторами (18)

Рисунок 1

Схема отбора образцов



Масштаб 1:3000

Могилевский государственный университет имени А.А. Кулешова

обнаружена отрицательная корреляция скорости дыхания с уровнем загрязнения.

На равнинных элементах рельефа наибольшие значения скорости базального дыхания имели удаленные от автотрассы почвы (образцы 38, 39). Наименьшие значения V_{basal} отмечены в образце 40, отобранном на газоне в непосредственной близости (3 м) от проезжей части. Максимальное значение исследуемого параметра отмечено в образце 36, отобранном на возвышении и, как следствие этого, загрязненном выбросами автотранспорта в меньшей степени.

Уменьшение скорости базального дыхания почвенных микроорганизмов может происходить и вследствие антропогенного преобразования профиля почвы, что влечет за собой деградацию специфических гумусовых веществ на фоне увеличения содержания органического углерода за счет бытовых и коммунальных отходов. По мнению Insam et al. (16), базальное дыхание отражает доступность углерода для поддержания микроорганизмов и является мерой скорости оборачиваемости углерода в почве. При уменьшении количества субстрата V_{basal} должна увеличиваться для поддержания на постоянном уровне популяции микроорганизмов (19).

Обобщая вышеизложенное, можно заключить, что скорость базального дыхания является удовлетворительным показателем загрязнения почв.

V_{SIR}
Субстрат-индуцированное дыхание – это дыхание почвенных микроорганизмов в оптимальных условиях и избытке питательных веществ. В лабораторных условиях после добавления легко доступных органических веществ (например, глюкозы) метаболически активная микрофлора начинает интенсивно выделять CO_2 .

По мнению Bauer et al. (12), Wardle, Parkinson (21) скорость субстрат-индуцированного дыхания идентифицирует метаболически активный компонент микробного сообщества, а при применении селективных ингибиторов позволяет разделить вклад прокариотов и эукариотов в общий дыхательный отклик.

Таблица 1

Показатели дыхания почвенных микроорганизмов
на разной удаленности от автомагистрали*

| № проб | Удаленность, м | V_{basal} | Δ | V_{SIR} | Δ | $q\text{CO}_2$ |
|--------|----------------|--------------------|----------|------------------|----------|----------------|
| 31 | 85 | 1.04 | 0.01 | 9.14 | 0.70 | 0.11 |
| 32 | 75 | 1.39 | 0.95 | 7.50 | 2.72 | 0.19 |
| 33 | 30 | 1.58 | 0.45 | 17.38 | 14.6 | 0.09 |
| 34 | 5 | 1.18 | 0.13 | 8.55 | 1.12 | 0.14 |
| 35 | 4 | 1.57 | 0.61 | 27.71 | 17.4 | 0.06 |
| 36 | 8 | 2.40 | 0.84 | 14.05 | 3.68 | 0.17 |
| 37 | 15 | 1.28 | 0.06 | 21.64 | 10.6 | 0.06 |
| 38 | 30 | 2.10 | 0.70 | 19.25 | 4.6 | 0.11 |
| 39 | 60 | 2.11 | 0.36 | 16.20 | 4.51 | 0.13 |
| 40 | 3 | 0.90 | 0.89 | 7.88 | 4.25 | 0.11 |
| 41 | 45 | 0.99 | 0.16 | 5.52 | 0.63 | 0.18 |

* $P \geq 0,01$

В первые часы разложения глюкозы скорость выделения CO_2 постоянна. Эту величину скорости дыхания Anderson, Domsch (10) использовали в физиологическом методе определения метаболически активной микробной биомассы. На большом количестве исследуемых почв и чистых культур микроорганизмов авторы доказали, что значение субстрат-индуцированного дыхания прямо пропорционально микробной биомассе, и предложили использовать этот параметр для расчета величины микробной биомассы почвы.

Полученные нами экспериментальные данные свидетельствуют, что варьирование значений скорости субстрат-индуцированного дыхания микроорганизмов в исследуемых городских почвах колеблется в пределах 5,5-27,71 мкг С/г/час (табл. 1). Аналогичные исследования природных и пахотных почв показали изменение данного параметра в границах 2,2-19,0 мкг С/г/час. В результате сравнения значений V_{SIR} естественных и городских почв видно, что уровень варьирования данного параметра в городских почвах выше. Причина – загрязнение почв тяжелыми металлами и увеличение в городских почвах поступления антропогенной органики.

Максимальные значения V_{SIR} наблюдаются в почвах, расположенных в непосредственной близости от автотрассы (образцы 35, 37). При удалении от автомагистрали на 30 (образец 38) и 60 м (образец 39) значения V_{SIR} уменьшаются. В почвах положительных (образец 36, газон возле к/т «Октябрь») и отрицательных элементов рельефа (образцы 31-34) значения V_{SIR} также уменьшались.

Из литературы известно, что при загрязнении почв различными поллютантами значения V_{SIR} меняются в зависимости от свойств этих поллютантов. При загрязнении почв тяжелыми металлами скорость субстрат-индуцированного дыхания отрицательно коррелировала с уровнем загрязнения почв (17).

При загрязнении почв топливным маслом скорость субстрат-индуцированного дыхания загрязненных и незагрязненных почв не всегда различалась (12). Авторы отмечают, что разные почвы по-разному реагируют на добавление глюкозы в процессе определения субстрат-индуцированного дыхания. В некоторых почвах скорость выделения CO_2 увеличивается сразу после внесения, в других – после лаг-периода в несколько часов, в третьих после резкого увеличения V_{SIR} через несколько часов интенсивность выделения CO_2 уменьшается. На наш взгляд, причиной этого явления служит то, что топливное масло является субстратом для микроорганизмов.

Таким образом, настоящие исследования показали, что под действием антропогенных нагрузок скорость субстрат-индуцированного дыхания почвенных микроорганизмов увеличивается.

$q\text{CO}_2$

Экспериментальные значения V_{basal} и V_{SIR} позволили нам рассчитать величину метаболического коэффициента ($q\text{CO}_2$) для исследуемых городских почв. Если базальное дыхание связано с соответствующим количеством биомассы, то метаболический коэффициент показывает продуцирование CO_2 на единицу биомассы во времени (10).

Insam and Domsch (16) предложили использовать $q\text{CO}_2$ как показатель устойчивости или стабильности микробных экосистем. Другие авторы рассматривают $q\text{CO}_2$ как индикатор легкоразлагаемых источников углерода в почве (15).

Значения метаболического коэффициента городских почв варьировали в пределах 0,06-0,19. Низкие значения исследуемого параметра свидетельствуют об уменьшении скорости дыхания почвенных микроорганизмов на единицу их биомассы.

Метаболический коэффициент связан с развитием почвы и уменьшается в

ходе экологической сукцессии (11, 17). В более развитых почвах базальное дыхание на единицу содержания микробной биомассы ниже, чем в молодых почвах. Anderson, Domsch (10) выявили, что при помощи qCO_2 может быть оценено действие стресса на микробные сообщества. Хотя еще не понятно, отражает ли повышение значения qCO_2 увеличение потребности микробного сообщества в энергии или сдвиг в соотношении бактерии:грибы. Показатель qCO_2 может оказаться информативным параметром в исследовании биоэнергетических изменений в развивающихся экосистемах и открывает новые возможности мониторинга в экологии стрессов.

Исследования Flierssbach et al (14) показали, что разница по qCO_2 в почвах с высоким и низким уровнями загрязнения была выше, чем по биомассе и дыханию отдельно. Увеличение qCO_2 , очевидно, отражает стресс в почвенном микробном сообществе (14), так как любое возмущение экосистемы требует энергию роста для поддержания равновесия (19). В лесных почвах с низким pH влияние высоких концентраций металлов было более сильным. Металлы усиливали стресс, который оказывали на микробное сообщество почв низкие значения pH (14).

Установлено (13), что в почвах, загрязненных тяжелыми металлами, скорость образования микробной биомассы из меченных C^{14} соединений более низкая, а уровень qCO_2 более высокий по сравнению с контролем. Снижение уровня общей микробной биомассы загрязненных почв обусловлено уменьшением ее синтеза под действием тяжелых металлов.

Таким образом, применение метаболического коэффициента может быть дополнительным путем количественного учета влияния изменений природных и антропогенных факторов окружающей среды на микробные сообщества почв.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Показатели микробиологической активности, такие как базальное и субстрат-индуцированное дыхание, а также метаболический коэффициент qCO_2 отражают антропогенные влияния и могут служить индикаторами состояния почв при экологическом мониторинге.

Представленные материалы являются фрагментом информации, полученной в рамках научного проекта «Разработка критериев оценки состояния почвенного покрова городских экосистем». Проведенный почвенно-экологический мониторинг свидетельствует о серьезных антропогенных нагрузках на городские биоценозы и требует безотлагательных рекультивационных мероприятий или, по крайней мере, щадящих нагрузок.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Ананьева Н.Д., Благодатская Е.В., Орлинский Д.Б., Мякшина Т.Н.** Методические аспекты определения скорости субстрат-индуцированного дыхания почвенных микроорганизмов. // Почвоведение. – 1993, а. - N 11. – С. 72-77.
2. **Ананьева Н.Д., Благодатская Е.В., Орлинский Д.Б., Мякшина Т.Н.** Оценка самоочищающей способности почв от пестицидов // Почвоведение. – 1993, б. – N 12. – С. 11-15.
3. **Владимиров В.В.** Расселение и экология. -М:Стройиздат. 1996. – 392 с.
4. **Касьянова Е.В., Ананьева Н.Д., Благодатская Е.В., Орлинский Д.Б.** Эколого-микробиологический мониторинг почв агропромышленного комплекса // Почвоведение. – 1995. - № 5. – С. 626-633.
5. **Климат Могилева.** -Л:Гидрометеиздат, 1982. – 150 с.
6. **Рохмистров В.Л., Иванова Т.Г.** Изменение дерново-подзолистых почв в условиях крупного промышленного центра // Почвоведение, 1985. – № 5. – С. 71-76.
7. **Строганова М.Н., Агаркова М.Г.** Городские почвы: опыт изучения и сис-

- тематики (на примере почв юго-западной части г. Москвы) // Почвоведение, 1992, № 7. – С. 16-23.
8. **Строганова М.Н., Мягкова А.Д., Прокофьева Т.В.** Роль почв в городских экосистемах // Почвоведение, 1997, № 1.-С. 96-101.
 9. **Скеорцова И.Н., Строганова М.Н., Николаева Д.А.** Азотобактер в почвах города Москвы // Почвоведение, 1997, № 3. – С. 384-391.
 10. **Anderson T.H., Domsch K.H.** The metabolic quotient for CO₂ (qCO₂) as a specific activity parameter to assess the effects of environmental conditions, such as pH, on the microbial biomass of forest soils // Soil Biol. Biochem., 1993, V.25, N 3, p. 393-395.
 11. **Anderson T.H., Gray T.R.G.** Soil microbial carbon uptake characteristics in relation to management // Microbiology Ecology. – 1990, V.74,p. 11-20.
 12. **Bauer E., Pennerstorfer C., Holubar P., Plas C., Braun R.** Microbial activity in soil - a comparison of methods // J. of Microbial methods.-1991,N 14. – P.109-117.
 13. **Chander K., Brookes P.C.** Microbial biomass dynamics during the decomposition of glucose and maize in metal-contaminated and noncontaminated soils // Soil Biol.Biochem.-1991,c. – V.23,N 10,P. 917-925.
 14. **Fliessbach A., Martens R., Reber H.H.** Soil Microbial Biomass and microbial activity in soils treated with heavy metal contaminated sewage sludge // Soil Biol.Biochem. – 1994. – V.26,N 9, P. 1201-1205.
 15. **Hund K., Schenk B.** The microbial respiration quotient as indicator for bioremediation processes // Chemosphere. – 1994, V.28,N 3,P. 477-490.
 16. **Insam H., Domsch K.H.** Relation between soil organic carbon and microbial biomass on chronosequences of reclamation sites // Microbial ecology, 1988. –V.15, N 2, P. 177-188.
 17. **Insam H., Mitchell C.C., Dormaar J.F.** Relationship of soil microbial biomass and activity with fertilization practice and crop yield of three ultisols // Soil Biol. Bichem., 1991,V.23, N 5, P. 459-464.
 18. **Nordgren A., Baath E., Soderstrom B.** Evaluation of soil respiration characteristics to assess heavy metal effect on soil microorganisms using glutamic acid as a substrate // Soil Biol.Biochem. – 1988. – V.20, N 6.-p. 949-954.
 19. **Odum E.P.** Threshold levels of cadmium for soil respiration and growth of wheat and difficulties with their determination // BioScience. – 1985, V.35. – P. 419-422.
 20. **Smith J.L., Halvorson J.J., Botton H.** Spatial relationship of soil microbial biomass and C and N mineralization in semi-arid shrub-steppe ecosystem // Soil Biol.Biochem. – 1994. – V.26,N 9. – P. 1151-1159.
 21. **Wardle D.A., Parkinson D.** Interactions between climatic variables and the soil microbial biomass. // Biology and Fertility of Soils, 1990, V.9, P. 273-280.