

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ УЧАСТКА ЗАПАДНОГО СКОРОСТНОГО ДИАМЕТРА НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВ

Ничипорович А.В.

научн. рук. Кукушкин С.Ю., доцент., кандидат географических наук
Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург
st117730@student.spbu.ru, s.kukushkin@spbu.ru

Ключевые слова: геоэкология, почвы сельскохозяйственных угодий, Западный скоростной диаметр, автомагистраль, тяжелые металлы, дорожные реагенты

METHODOLOGICAL ISSUES OF GEOECOLOGY

Nichyporovich A.V.

scientific director Kukushkin S.Y., prof.
Saint Petersburg State University, Saint Petersburg
st117730@student.spbu.ru, s.kukushkin@spbu.ru

Keywords: geoecology, agricultural soils, Western High-Speed Diameter, highway, heavy metals, de-icing road agents

Загрязнение сельскохозяйственных почв несет непосредственную угрозу продовольственной безопасности и здоровью человека. Одним из значимых источников загрязнения почвенного покрова можно считать автомобильный транспорт и дорожную инфраструктуру (Саэт и др., 1990).

Протяженность дорожной сети растет и является важным фактором развития экономики. В настоящее время Государственной компанией «Российские автомобильные дороги» совместно с Министерством транспорта Российской Федерации разрабатывается долгосрочная стратегия развития сети автомагистралей и скоростных автомобильных дорог в России, в соответствии с которой компания планирует создать опорную сеть автомагистралей и скоростных автомобильных дорог протяженностью 20 000 км (Шведлидзе Д.А., 2018). Западный скоростной диаметр (ЗСД) — первая внутригородская платная магистраль в России, открыта в 2010 году. Непосредственно рядом с некоторыми участками автостреды расположены сельскохозяйственные угодья. Интенсивная эксплуатация ЗСД может приводить к загрязнению почв. Поэтому существует потенциальная опасность поступления поллютантов в производимую на данной территории сельскохозяйственную продукцию. Оценка физико-химических показателей агропочв в районе воздействия автостреды может считаться важной и **актуальной** задачей.

Целью данного исследования является оценка влияния ЗСД на химический состав сельскохозяйственных почв, предмет — химический состав почв.

Методы и объект исследования. В качестве объекта исследования был выбран участок на территории поселка Каменка, который административно относится к территории г. Санкт-Петербург. Однако фактически территория не урбанизирована, местные жители ведут сельское хозяйство. Здесь находится молочнотоварная ферма «Большая Каменка», локальные хозяйства по продаже баранов. Исследуемый участок сельхозугодий используется для ведения личного подсобного хозяйства, выпаса скота и заготовки корма (сена).

Пробные площади выбраны в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-2017 (Общие требования к отбору проб). Учтена роза ветров Санкт-Петербурга: преобладает западный и юго-западный ветер, следовательно, выбран участок к востоку от автомагистрали. Также преимуществом данного участка дороги является изменение направления движения — поворот. Установлено, что коэффициент износа шин в 1,5 раза больше при средней скорости, равной 40 км/ч, характерной во время ускорения, торможения и движения на повороте (Пепина Л.А., Созонтова А. Н., 2017).

Выбор инструментов, отбор проб и транспортировка были проведены в соответствии с ГОСТ 17.4.4.02-2017, применен метод конверта. Для планирования пробных площадок и подготовке к сбору образцов выполнен почвенный разрез. Почва относится к «агрозему альфегумусовому глееватому песчаному на глинах» (классификация почв России 2004). Точечные пробы отобраны послойно с глубины 0-5 см (агротемногумусовый горизонт) и 20 см (альфегумусовый горизонт).

На лабораторном этапе произведена пробоподготовка, определение содержания подвижных форм химических элементов, измерение актуального pH. Общее количество образцов — 40 штук (20 для горизонта А, 20 для горизонта Б). Для извлечения подвижных форм ТМ использовался ацетатно-аммонийный буфер (pH 4,8). Анализ проб выполнен в двукратной повторности с последующим вычислением осредненного значения. Анализ содержания элементов произведен с помощью атомно-спектрального метода (ICP-OES, AAS) в лаборатории ресурсного центра СПбГУ. Для статистического анализа лабораторных результатов использована программа «Statistica».

Результаты лабораторных исследований. Среднее значение показателя pH для горизонта Р составляет 6,8, варьируется от 6,01 до 7,26. Уровень содержания подвижных форм всех элементов в почвах не превышает нормируемых значений ПДК СанПиН 1.2.3685-21 (табл. 1). Для хрома, марганца свинца и цинка также приведены данные геохимического атласа для пахотного горизонта по Северо-Западу РФ (Бахматова К. А., Матинян Н.Н., Рейман К., Русаков А. В., 2007). У ряда элементов отсутствует ПДК СанПиН, поэтому сравнение будет произведено относительно среднего значения по Пушкинскому району (Оленковичене, 2024), которое будет принято за фон.

Табл. 1. Подвижные формы в почвах (мг/кг)

Хим. элемент	Ср. Знач. По горизонтам А и В	Ср. знач. пахотный горизонт	Геохим. атлас Р горизонт	Фоновое значение
Ba	8,38	8,19		23,92
Ca	1436,83	1795,5		5430,21
Cd	0,03	0,03		
Cr	0,35	0,28	0,1	0,34
Fe	196,5	133,25		178,80
K	162,98	180,8		126,32
Mg	174,23	230,26		
Mn	28,51	34,1	26	44,67
Na	63,3	57,01		61,54
Pb	0,89	0,93	0,5	5,15
V	0,13	0,11		
Zn	3,51	4,42	1,2	4,53

Средние значения концентраций в пахотном горизонте хрома, марганца, свинца и цинка превышают значения подвижной формы по Северо-Западу, приведённые в геохимическом атласе. По сравнению с фоном средняя концентрации Са значительно ниже (1436,83 мг/кг < 5430,21 мг/кг), Fe и К выше (196,5 мг/кг > 178,8 мг/кг; 162,98 мг/кг < 126,32 мг/кг).

Максимальное значение Cd составляет 0,07 мг/кг почвы. Согласно шкале А.И. Обухова, содержание подвижных форм кадмия в пахотных почвах РТ определяется как низкое, т.к. составляет менее 0,1 мг/кг. (Обухов А. И., 1992).

Концентрация подвижной формы V не превышает 0,5 мг/кг. Для оценки можно обратиться к данным нидерландских ученых, которые развивают гибкий подход к нормированию — определение предельно допустимой добавки (ПДД). ПДД подвижной формы ванадия по данным нидерландских экологов составляет 1,1 мг/кг (Водяницкий Ю.Н., 2011).

Концентрация мышьяка ниже порога чувствительности метода определения.

Интегральный индекс загрязнения Zc (Саеt и др., 1990), рассчитанный по 7 элементам, составил 6,7 ед., что соответствует низкому уровню загрязнения. Результаты лабораторных исследований свидетельствуют о том, что сельскохозяйственная продукция, выращенная на данном сельхоз угодии, не несет опасности для человека или домашнего скота в настоящий момент в соответствии с действующим СанПиН.

Статистический анализ. Для анализа общего характера распространения элементов был проведен кластерный и факторный анализ. Выделены следующие кластеры:

1. (Ca, Mg, Mn, K) + (Pb, Zn). Элементы могут поступать в процессе внесения минеральных удобрений. Ca объединен в подкластере с Mg, а Mn с K, что можно соотнести с минеральными удобрениями, представленными на рынке. Например, на маркетплейсах находятся в продаже Хелат Марганца (Mn + K₂O) и Calcium Magnesium Supplement (Ca + Mg). На звено выше по дереву присоединяется свинец и цинк, что может быть связано с его накоплением в органических удобрениях или содержанием в виде примесей. Это подтверждает пространственное распределение свинца и цинка, которое не показывает градиентного повышения при приближении к дороге.

2. (Fe, Cr, Ba) + (V). Железо не находится в одном кластере с марганцем, что может свидетельствовать о присутствии антропогенного фактора. На звено выше по дереву присоединяется V. Источником может выступать автомобильный транспорт и износ его деталей. Элементы входят в состав легированных сталей. Например, феррохром — сплав железа и хрома, который обладает повышенной износостойкостью и приобретает нержавеющие свойства. Барий используют как раскислитель меди и свинца, в качестве присадки к антифрикционным сплавам, черным и цветным металлам (Ахметов Т. Г., 1972). Пространственное распределение подтверждает, что автомобильный транспорт является источником железа, хрома, бария в почве. На карта-схеме пространственного распределения элементов замечено градиентное повышение железа, хрома и бария при движении по профилю к автомагистрали.

Если обратиться к кластерному анализу горизонта А, то натрий присоединяется ко второму кластеру. Пространственное распределение натрия показывает, что существует градиентное повышение при приближении к дороге в обоих горизонтах. Негативные последствия для растений заключаются в замедлении роста и развития, нарушении водно-солевого баланса и осмотического давления, снижении урожайности сельскохозяйственных культур, в критических случаях наступает гибель. В зависимости от таксономической принадлежности растений губительная концентрация Na варьируется. Достоверное уменьшение урожайности яровой пшеницы и ярового ячменя по литературным источникам в Солигорском горнопромышленном районе отмечено при содержании водорастворимого натрия более 120 мг/кг почвы (Головатый С.Е., Ковалевич З.С., Лукашенко Н.К., Вишняков Р.В., 2008). Максимальная концентрация Na обнаружена в горизонте В и составляет 121,3 мг/кг почвы. Отбор проб произведен в октябре, следовательно, можно ожидать большие концентрации в весеннее время на данном участке. В ряде исследований доказано негативное влияние засоления на микробиоценоз сообществ, где доминирует мятлик луговой (*Poa pratensis* L), который является ценным кормовым растением для пастбищного и сенокосного использования. (Назаров А. В., Корсакова Е. С., Ананьина Л. Н., Плотникова Е. Г., 2017).

В результате факторного анализа были получены два фактора с высоким весом. Первый фактор (33%) относится к практически всем элементам и характеризует состав горных пород. Для второго фактора (32%) выявляется две группы элементов: с высоким положительным коэффициентом — барий, железо и хром (предполагаемый источник — автомагистраль), группа с низкими отрицательными коэффициентами — кальций, магний, цинк (предполагаемый источник — внесение минеральных удобрений).

Выводы. Проведённый анализ показал, что почвы сельскохозяйственных угодий поселка “Каменка”, находящиеся рядом с Западным скоростным диаметром, пригодны к использованию для личного подсобного хозяйства в настоящий момент в соответствии с действующим СанПиН. Резюмируя результаты проведенных исследований, можно предположить, что опасность ухудшения качества почв и загрязнения может существовать в будущем. Автомагистраль является источником металлов, таких как железо, барий, хром, ванадий и др. Также вред несут дорожные реагенты, концентрацию Na в горизонте В уже на данный момент можно назвать повышенной. Северный участок ЗСД, где было проведено исследование, является относительно новым и был введен в эксплуатацию с 2013 года. Поэтому для контроля безопасности сельскохозяйственных почв данной местности необходим мониторинг.

Благодарности. Выражаю **благодарность** Владимиру Николаевичу Григорьяну, Анне Романовне Никулиной, Алексею Сергеевичу Дробязко за оказанную помощь при проведении данного исследования.

Список литературы:

1. Саэт Ю. Е., Ревич Б. А., Янин Е. П. и др. Геохимия окружающей среды. М.: Недра, 1990. 335 с.
2. Швелидзе Д.А. Развитие опорной сети магистралей и скоростных автомобильных дорог как фактор экономического развития России / Вестник ИЭ РАН. – 2018. – №5. – С. 201–210
3. ГОСТ 17.4.3.01-2017 Общие требования к отбору проб. – Взамен ГОСТ 17.4.3.01-83; введ. 2019-01-01.
4. Пепина Л.А., Созонтова А. Н. Загрязнение атмосферного воздуха автомобильно-дорожным комплексом / Alfabuild. – 2017. – №1. – С. 99–110
5. Почва населенных мест и сельскохозяйственных угодий. – СанПиН 1.2.3685-21; введ. 2021-01-28.
6. Бахматова К.А., Матинян Н.Н., Рейман К., Русаков А.В. Фоновое содержание ТМ и мышьяка в пахотных почвах северо-запада России по материалам Международного геохимического атласа. / Вестник Санкт-Петербургского университета. – 2007. – №3. – С. 123–134
7. Оленковичене А.А. Содержание тяжелых металлов в почвах парков Пушкинского района Санкт-Петербурга. Выпускная квалификационная работа бакалавра, Санкт-Петербургский государственный университет, 2024.
8. Обухов А. И. Методические основы разработки ПДК тяжелых металлов и классификация почв по загрязнению / Система методов изучения почвенного покрова, деградированного под влиянием химического загрязнения. М., 1992. С. 13–20.
9. Водяницкий Ю.Н. Концепция гибкого подхода к оценке ОДК тяжелых металлов и металлоидов в почве / Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. – 2011. – №67. – С. 49–66
10. Ахметов Т. Г. Химия и технология соединений бария. – Москва: Химия, 1974. – 150с.
11. Головатый С.Е., Ковалевич З.С., Лукашенко Н.К., Вишняков Р.В. Пространственное распределение химических загрязнителей в почвах территорий, прилегающих к предприятиям ПО “Беларуськалий”. Сообщение 2. Натрий / Почвоведение и агрохимия: науч. журнал. 2008. № 2(41). С. 244–255.
12. Назаров А. В., Корсакова Е. С., Ананьина Л. Н., Плотникова Е. Г. Влияние техногенного засоления почвы на бактериальные сообщества ризосферы растений мятлика лугового (*Poa Pratensis* L.) / Вестник Пермского университета. – 2017. – №4. – С. 436–441