данный сайт не был локализован в составе функционального домена фермента *DSP1*, что свидетельствует о сохранении активности аллофермента *DSP1* 132Т. Анализ продуктов трансляции гена *DSP1*, содержащих замену G180Т, показал, что гаплотип, содержащий аллельный вариант 180Т, характеризуется укороченной первичной последовательностью полипептида, что связано с формированием стоп-кодона UGA в молекуле мРНК. В то же время, данная миссенс-мутация не приводила к потере ферментативной активности алломорфа *DSP1* 180Т, поскольку она также не была локализована в функциональном домене фермента, а располагалась в концевом регионе полипептида.

Заключение. Анализ генов дуба черешчатого, ассоциированных с устойчивостью к засухе, позволил выделить восемь полиморфных сайтов, пять из которых относились к гену *DSP1*, два – к *ST-GR*, один – к *TCP9*. Оценка полиморфизма показала, что у различных фенологических форм выявленные аллельные варианты имеют сходную частоту встречаемости и только трансверсии A132Т и G180Т по *DSP1* имеют четко выраженную дифференциацию в пределах исследованных групп деревьев.

Литература

1. Каган Д.И. Популяционно-генетическая структура дуба черешчатого в лесосеменных плантациях и насаждениях Белорусского Полесья: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.03.01 / Д.И. Каган; Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель, 2012. – 24 с.
2. Ковалевич О.А. Геногеография дуба черешчатого на территории Беларуси по данным анализа хлоропластной ДНК: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.03.01 / О.А. Ковалевич; Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель, 2013. – 24 с.
3. Molecular Research on Stress Responses in *Quercus* spp.: From Classical Biochemistry to Systems Biology through Omics Analysis / M. Escandón et al. // Forests. – 2021. – Vol. 12, no. 3: 364. – Mode of access: <https://doi.org/10.3390/f12030364>. – Date of access: 08.10.2024.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ГОРОДОВ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

А.М. Кошельков¹, Л.П. Майорова², Е.А. Архипов³

¹Хабаровский Федеральный исследовательский центр, Институт горного дела
Дальневосточного отделения РАН, г. Хабаровск, Российская Федерация,
ecolog.dv@mail.ru

²Тихоокеанский государственный университет, г. Хабаровск,
Российская Федерация, *000318@pnu.edu.ru*

³Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта, г. Калининград,
Российская Федерация, *egor.arhipov2000@gmail.com*

Наметившееся за последнее время внешнеэкономическое ориентирование на Восток способствует не только развитию транзитных узлов в Дальневосточных регионах страны, но и увеличению антропогенной нагрузки на этих территориях. Помимо традиционных выходов в азиатско-тихоокеанский регион (АТР) через порты Приморья формируются транзитные коридоры углеводородного сырья через пункты перевалки в городах и посёлках Амурской области и Хабаровского края. Крупнейшими промышленными центрами на пути этих направлений являются Благовещенск, Хабаровск и Комсомольск-на-Амуре. Для таких городов (с численностью населения более 200 тыс. чел.), как правило, характерны высокие уровни загрязнения почв. Однако, значительное влияние на экологическое состояние городов Приамурья оказывает группа природных факторов, в том числе условия рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере, определяющие аэрогенный привнос их на поверхность почв. В связи с чем численность

населения, интенсивность застройки, промышленная освоенность и масштабы техногенной нагрузки территорий не всегда являются определяющими степень загрязнения территорий. Поэтому **целью** настоящего исследования являлось сравнение уровней загрязнения почв в городах и населённых пунктах дальневосточного региона с учётом техногенных и природных факторов.

Материал и методы. Объектами исследования были выбраны почвы (грунты) больших городов и транспортных узлов Хабаровского края и Амурской области. Учитывая преимущественную аккумуляцию загрязняющих веществ в приповерхностном слое, отбор проб почв осуществлялся с глубины 0–20 см согласно требованиям ГОСТ 17.4.4.02-2017 и СП 502.1325800.2021 (методом «конверта» и точечные пробы). Количество станций опробования, объединённых из точек отбора по заданным участкам, составило: г. Хабаровск – 76, г. Благовещенск – 18, г. Комсомольск-на Амуре – 26, г. Свободный – 10, Ванинский-Советскогаванский промышленно-транспортный узел – 17. Лабораторные исследования почвенных проб проводились в аккредитованных испытательных центрах ФГБУ ГСАС «Костромская» и ФГБУ ЦАС «Хабаровский». В пробах определялись рН, валовое содержание тяжелых металлов разных классов опасности Cd, Cu, As, Ni, Hg, Pb, Zn, содержание бенз(а)пирена и нефтепродуктов. Рассчитывались суммарный показатель химического загрязнения почв (Zc), комплексные индексы.

Результаты и их обсуждение. Сводные данные представлены в таблице. Анализ таблицы показывает существенное загрязнение промышленных центров Хабаровского края в сравнении с городами Амурской области. При этом Ванино-Совгаванский производственно-территориальный комплекс с численностью населения менее 50 тыс. чел. по долям почвенных проб с уровнями «опасного» загрязнения тяжёлыми металлами и «чрезвычайно опасного» загрязнения бенз(а)пиреном превосходит эти показатели в таких индустриально развитых городах как Хабаровск и Комсомольск-на-Амуре. Имеющий схожую с ним численность населения город Свободный отличается среди сравниваемых городов наиболее благоприятной экологической обстановкой.

Таблица – Сравнительная характеристика загрязнения почв городов Хабаровского края и Амурской области

Показатель экологической оценки почв	Уровень загрязнения	города и территории Хабаровского края и Амурской области с высокой степенью антропогенной нагрузки, численность населения				
		город Хабаровск, 615,6 тыс. чел. [1, 2]	город Благовещенск, 239,9 тыс. чел. [3]	город Комсомольск-на-Амуре, 235,5 тыс. чел. [3.4]	город Свободный, 48,8 тыс. чел. [5]	Ванинский-Советскогаванский промышленно-транспортный узел, 49,2 тыс. чел. (город бСоветская Гавань, посёлки Токи, Ванино, Октябрьский) [6]
Уровень рН _{сол.}	Интервал (ед. рН)	3,1–7,9	6,1–7,3	3,8–7,5	3,1–7,3	3,3–6,4

Доля проб почвы по уровням загрязнения нефтепродуктами по Пиковскому Ю.И., %	Фоновый (до 100 мг/кг)	48,75	55,6	62,8	90	71,4
	Повышенный фоновый (от 100 до 500 мг/кг)	33,75	44,4	25,5	10	25,7
	Умеренный (от 500 до 1000 мг/кг)	8,75	–	2,1	–	–
	Умеренно-опасный уровень (от 1000 до 2000 мг/кг)	5	–	6,4	–	2,9
	Сильный (от 2000 до 5000 мг/кг)	1,25	–	2,1	–	–
	Опасный (более 5000 мг/кг)	1,25	–	1,1	–	–
Доля проб почвы по уровням загрязнения бенз(а)пирена, %	Допустимый (<2ПДК)	79	94,5	57,1	100	67,7
	Опасный (2–5 ПДК)	11,8	–	14,3	–	19,4
	Чрезвычайно-опасный (>5ПДК)	9,2	5,5	28,6	–	12,9
Доля проб почвы по уровням суммарного показателя загрязнения (Zc), %	Допустимый (<16)	98,7	77,8	528,6	80	51,4
	Умеренно опасный (16–32)	1,3	16,7	28,6	20	40
	Опасный (32–128)	–	5,5	28,6	–	8,6
	Чрезвычайно опасный (более 128)	–	–	14,2	–	–
Доля проб почвы по уровням показателя Nemerow Pollution Index (NPI)	Чистая	–	89,0	57,1	90	35
	Пограничный уровень	5,3	5,5	–	10	–
	Слабый	36,8	5,5	28,6	–	47
	Средний	30,3	–	–	–	12
	Сильный	27,6	–	14,3	–	6
Доля проб почвы по уровням показателя Pollution Load Index (PLI)	Отсутствие деградации	67,1	100,0	85,7	100	100
	Наличие деградации	32,9	–	14,3	–	–
Доля проб почвы по уровням показателя Potential Ecological Risk (PERI)	Низкий	79,0	100,0	85,7	100	82
	Средний	18,4	–	14,3	–	12
	Высокий	1,3	–	–	–	1,3
	Очень высокий	1,3	–	–	–	1,3

Помимо природных факторов это может быть обусловлено как малой численностью населения, так и экологичностью транспортируемого через транзитный узел сырья (газ). Почвы городов Амурской области, расположенных на песчанистых и песчанисто-суглинистых террасах реки Зея, отличаются хорошими фильтрационными показателями, что способствует самоочищению почв. Природным материалом почвообразования в Хабаровском крае преимущественно являются суглинки, свойства которых

способствуют аккумуляции загрязняющих веществ в почвах. Молодой город Комсомольск-на-Амуре за относительно небольшой период своего развития по темпам, масштабам антропогенной нагрузки и уровням загрязнения превзошёл показатели Хабаровска и Благовещенска. У Хабаровска с максимальной численностью населения и выбросами загрязняющих веществ, отмечаются достаточно высокие доли почвенных проб с уровнями «допустимого» содержания нефтепродуктов, бенз(а)пирена, тяжёлых металлов и мышьяка. Климатический потенциал рассеивания города Хабаровска формирует благоприятные возможности для самоочищения окружающей среды.

Заключение. Таким образом, на складывающуюся экологическую обстановку рассматриваемых территорий влияют не только масштабы и продолжительность техногенной нагрузки, но и природные особенности местности, в том числе условия рассеивания и гранулометрический состав почвообразующих пород.

Литература

1. Кошельков А.М., Майорова Л.П. Оценка загрязнения нефтепродуктами почв города Хабаровска // Экология и промышленность России. – 2021. – Т. 25. – № 12. – С. 65–71.
2. Кошельков А.М., Майорова Л.П. Оценка загрязнения почв города Хабаровска бенз(а)пиреном // Экология человека. – 2023. – Т. 30. – № 3. – С. 181–198.
3. Архипов Е.А. Сравнительный анализ загрязнения почв тяжёлыми металлами, бенз(а)пиреном и нефтепродуктами в г. Комсомольск-на-Амуре и г. Благовещенск // VIII Дружининские чтения – Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2023. – С. 254–257.
4. Архипов Е.А., Кошельков А.М., Гладун И.В. Оценка загрязнения тяжёлыми металлами и мышьяком почв города Комсомольск-на-Амуре. Экология и промышленность России. – 2024. – № 28(6). – С. 42–49.
5. Цуканова С.А., Кошельков А.М., Майорова Л. П. Оценка экологического состояния почв в г. Свободный // Философия современного природопользования в бассейне реки Амур: материалы XIII науч.-практ. конф. – Хабаровск: Издательство ТОГУ, 2024. – Вып. 13. – С. 133–138.
6. Кошельков А.М., Майорова Л.П., Кузнецова А.А. Оценка уровня загрязнения тяжёлыми металлами почв Ванино-Токинской агломерации // Философия современного природопользования в бассейне реки Амур: материалы XI материалы XIII науч.-практ. конф, с международным участием – Хабаровск: Издательство ТОГУ, 2022. – Вып. 11. – С. 64–69.

ЛЕСНЫЕ ДОРОГИ С ПРОТИВОПОЖАРНЫМ РАЗРЫВОМ В СОСНОВЫХ ЛЕСАХ КАК МЕСТООБИТАНИЯ ЖУЖЕЛИЦ (COLEOPTERA, SARABIDAE) В БЕЛОРУССКОМ ПООЗЕРЬЕ

А.А. Лакотко

ВГУ имени П.М. Машерова, г. Витебск, Республика Беларусь,

anatoly.lakotko@yandex.by

Усугубляющаяся фрагментация лесов является важной для изучения на современном этапе проблемой, на которую влияет множество факторов, среди которых прокладка автомобильных дорог, просеки, вырубки. Этот процесс уже был широко обсуждаем [1]. Экологические последствия автомобильных дорог в последнее время широко документировано [2]. Лесные дороги более узкие и грунтовые, но как известно, влияют на эрозию почвы и осадконакопление, водные экосистемы, растительность и позвоночные [3]. Однако последствия влияния лесных дорог на беспозвоночных до сих пор относительно слабо изучены.

В климатических условиях северной Беларуси на границе между евразийской зоной хвойных и европейской зоной широколиственных лесов преобладают бореальные