



АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ПОЧВЫ ГОРОДОВ ИРКУТСКА И АНГАРСКА

¹Д.Н. Лопатина

¹Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск

Проведено морфологическое полевое описание почвенных профилей территории Иркутской области. Взяты образцы почв, почвообразующих пород, а также растительности для дальнейшего проведения физико-химических анализов с целью определения свойств почв на исследуемых территориях. Проведена пробоподготовка почв, сделан анализ фитотоксичности почв. Выполнена обработка полученных данных, в результате которой выявлен процент всхожести семян редьки в верхних горизонтах почв ключевых участков городов Иркутска и Ангарска, измерена длина отростков и длина корней в почвах исследуемых образцов, рассчитан индекс токсичности почвы.

Ключевые слова: городские почвы, урбанозем, фитотоксичность почв, Иркутск, Ангарск, Прибайкалье

Статья поступила в редакцию 02.07.2024, доработана 31.07.2024, принята к публикации 10.09.2024

Anthropogenic Impact on Soils of Cities Irkutsk, Angarsk

¹D.N. Lopatina

¹Institute of Geography named after V.B. Sochava, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 664033 Irkutsk, Russia

The morphological field description of soil profiles of the territory of Irkutsk region was carried out. Samples of soils, soil-forming rocks and vegetation were taken for further physical and chemical analyses to determine soil properties in the studied areas. Sample preparation of soils was carried out, phytotoxicity of soils was analyzed. Processing of the obtained data was carried out, as a result of which the percentage of germination of radish seeds in the upper horizons of soils of the key areas of Irkutsk and Angarsk cities was revealed, the length of shoots and the length of roots in the soils of the studied samples were measured, the index of soil toxicity was calculated.

Keywords: urban soils, urban soil, phytotoxicity of soils, Irkutsk, Angarsk, Baikal region

Received 02.07.2024, revised 31.07.2024, accepted for publication 10.09.2024

DOI: 10.18412/1816-0395-2024-11-60-65

В современных условиях увеличивается антропогенное воздействие на окружающую среду, в особенности в городах, изучение загрязнения компонентов городской среды, в частности почв, приобретает особую актуальность.

Цель данной работы — изучение свойств типов городских почв гг. Иркутска и Ангарска.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Проведены полевые исследования почв гг. Ангарска и Иркутска, сделаны описания почвенных профилей.

2. Отобраны образцы почв, пород и растительности для дальнейшего анализа в лабораторных условиях.

3. По общепринятым методикам произведена пробоподготовка образцов и выполнен анализ на токсичность почв.

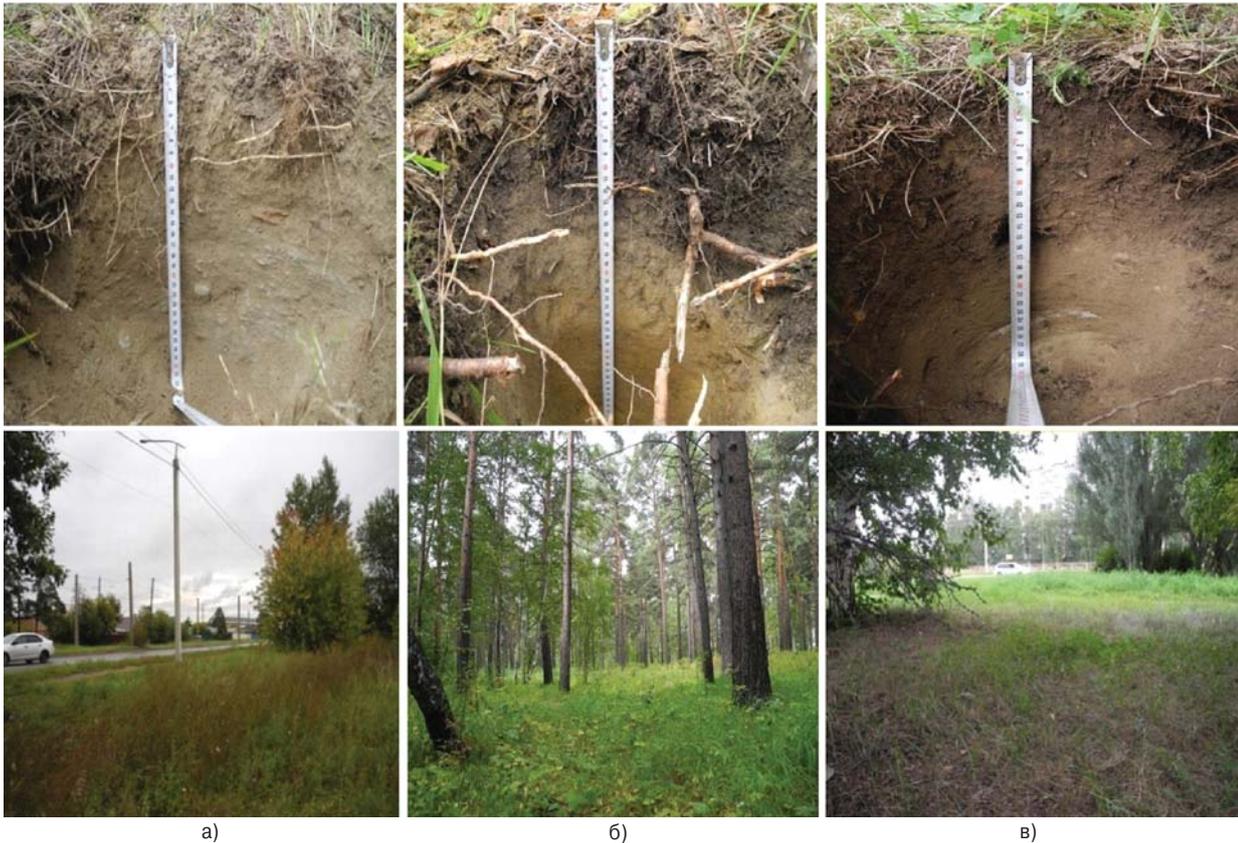
4. Проведена диагностика почв территории исследования, проанализированы некоторые свойства почв изучаемых территорий, определен процент всхожести семян, длина отростков и корней, посчитан индекс токсичности почвы.

Старинный сибирский город — г. Иркутск — в настоя-

щее время является крупным промышленным, торговым и культурно-образовательным центром Иркутской области.

Город нефтехимической промышленности — г. Ангарск — находится в междуречье Ангары и Китоя на плоской равнине. Возникновение и интенсивное строительство города связано с появлением Ангарского нефтехимического комбината.

Значительная часть г. Иркутска находится в пределах высокой поймы р. Ангары и террас Иркуты, Ушаковки, Каи, Топки и др. на аллювиальных отложениях совместно



Почвенные профили ключевых участков г. Ангарска:

а – урбо-абразем аккумулятивно-карбонатный (площадка 1А); б – дерново-подзолистая типичная почва (площадка 4А); в – темногумусовая типичная почва (площадка 6А)

Soil profiles of the key sites in Angarsk:

a – urbo-abrazem, accumulative-carbonate (site 1A); b – sod-podzolic typical soil (site 4A); c – dark humus typical soil (site 6A)

со склоновыми образованиями. Для склонов речных долин города Иркутска характерна пологость. На нижнекембрийских отложениях ангарской свиты (доломиты, карбонатные и кремнистые брекчии) встречаются нижнеюрские аргиллиты, песчаники. Далее залегают различные четвертичные отложения: аллювиальные, делювиальные, пролювиальные, элювиальные и другие). Современные породы представлены аллювиальными отложениями в поймах, делювиальными на склонах, пролювиальными в понижениях и конусах выноса, элювиальными — на водоразделах. В надпойменных террасах можно встретить лессовидные отложения.

В гг. Иркутске и Ангарске встречаются техногенные отложения — свалки, отсыпки, шлаки, бессистемно накапливающиеся культурные слои [1].

Климат гг. Иркутска и Ангарска резко континентальный,

суточные и годовые колебания температур воздуха значительные. В городских условиях юга Восточной Сибири важнейшей метеорологической характеристикой является ветер, так как он влияет на нижние слои атмосферы — их застой или перемешивание и т.д., а сплошная застройка городов увеличивает неровность поверхности, что, в свою очередь, уменьшает скорости ветра в приземном слое атмосферы в городах. Микроклимат гг. Иркутска и Ангарска связан со строением долин рек и переносом воздушных масс. Зимы характеризуются умеренными, иногда сильными, морозами, лето — в основном жаркое, зимой и весной дуют ветры [1].

Зеленые насаждения гг. Иркутска и Ангарска [1]: парки, сады, скверы, бульвары, насаждения в жилых микрорайонах и кварталах, при учебных и школьных заведениях, при клубах, дворцах культуры, на

участках промышленных предприятий, учреждений здравоохранения, а также насаждения на улицах, в санитарно-защитных зонах, на кладбищах, кроме того питомники и цветочные хозяйства.

Почва становится токсичной, когда в ней накапливаются тяжелые металлы, токсичные вещества. Известно, что почвы Иркутской области загрязнены тяжелыми металлами [4], а значит могут обладать токсическими свойствами. Это проявляется в подавлении развития растений и микроорганизмов. Выявлено, что в таких почвах содержится также большое число токсичных микроорганизмов различных систематических групп.

Когда уровень загрязнения почв повышен, видовая структура растений становится проще, потому что уменьшается количество редких видов, но на таких территориях могут формироваться новые виды,

Таблица 1. Почвенные профили площадок в г. Иркутске
Table 1. Soil profiles of the sites in Irkutsk

№ образца	Местоположение	Растительность	Порода	Тип почвы	Ствол	Отдел	Морфологическое описание почв
1	Берег реки Иркут, 300 м до Иркутского моста	Разнотравье, местами сорная	Аллювий	Урбо-аллювиальная гумусовая типичная	Синлитогенные	Аллювиальные почвы	0–11 см - АУ – серая, сухая, пыльная, супесь, слабоуплотненная, не вскипает; от 11 см – С – слоистая, серо-коричневая, включения камней по профилю, уплотненная, не вскипает
2	Берег реки Ушаковка, 10 м до впадения в Ангару	Луговая с остепненными участками	Аллювий	Урбо-аллювиальная темногумусовая	Синлитогенные	Аллювиальные почвы	0–8 см - АУ - не вскипает; 8–22 см - АУ – темный, сухой, рыхлый, слабое вскипание; от 22 см – Сса – темно-коричневый, уплотненный, сильное вскипание
3	Берег реки, Жилкино	Кустарники, разнотравье	Аллювий	Аллювиальная гумусовая	Синлитогенные	Аллювиальные почвы	0–12 см – АУ – коричневый, рыхлый, включения камней, не вскипает; от 12 см – С – светло-коричневый, уплотненный, каменистый, не вскипает
4	Рабочий поселок Маркова, 10 м до реки, недалеко автомобильная дорога	Луговое разнотравье, местами остепненная	Аллювий	Аллювиальная гумусовая	Синлитогенные	Аллювиальные почвы	0–10 см – АУ – рыхлый, серый, супесь, не вскипает; 10–0 см – АУС – уплотненный, коричневый, слоистый, не вскипает; от 30 см – С – плотный, светло-коричневый, слоистый, не вскипает
5	Новоленинские болота, 300 м до автомобильной дороги	Влаголюбивая, осока, разнотравье	Глинистые отложения	Торфяно-глеоземы типичные	Постлитогенные	Глеевые почвы	0–36 см - Т – слой торфа; от 36 см - G – сизо-серый, мокрый, сочится влага, не вскипает
6	Озера по пути в Новолено, овраг, 20 м до автомобильной дороги	Влаголюбивая, разнотравье	Аллювий	Аллювиальная гумусовая типичная	Синлитогенные	Аллювиальные почвы	0–12 см – АУ – коричневый, рыхлый, супесь, не вскипает; от 12 см – С – светло-коричневый, уплотненный, влажный, супесь, не вскипает, включения камней по профилю
7	Под Кайской горой, дачное садоводство, 100 м до берега р. Иркут	Остепненный луг	Карбонатная супесь	Темногумусовая типичная	Постлитогенного почвообразования	Органоаккумулятивные почвы	0–5 см – АУ – темный, рыхлый, супесь, не вскипает; 5–18 см – АУСа – темный, слабоуплотненный, супесь, слабое вскипание; от 18 см – Сса – коричневый, уплотненный, супесь, вскипает

которые имеют высокую стойкость к фитотоксичности почв.

Материалы и методы исследования

Диагностика почв проведена при помощи "Классификации и диагностики почв России" [3, 6], а также с использованием других литературных источников [8].

В ходе полевых исследований были изучены городские почвы на территории гг. Иркутска и Ангарска, проведены морфологические описания почвенных профилей (рис. 1, табл. 1, 2), выполнена систематика почв ключевых участков. Почвы городов отличаются разнообразием: от торфяно-глеевых (Новоленинские болота в г. Иркутске) до темногумусовых типичных (двор жилого дома в г. Ангарске).

Стоит отметить, что даже в городских условиях часто сохраняются островки естественных ландшафтов с естественными типами почв: это почвы парков, рощ, болот и других участков, где отмечено минимальное антропогенное воздействие, несмотря на общую высокую степень загрязненности городской среды.

Ниже приведены описания почвенных профилей ключевых участков (см. рисунок, табл. 1, 2) здесь представлены:

1 — типичная городская почва, которую по современной классификации почв на сайте "Классификация почв России" можно назвать урбоабразём аккумулятивно-карбонатный. Это почва с отсутствующим гумусовым горизонтом, вместо которого находится насыпь антропогенного пес-

ка, а внизу профиля — карбонатная порода;

2 — естественная дерново-подзолистая типичная почва в Парке Строителей, здесь полностью сохранены естественные генетические горизонты почвы;

3 — естественная темногумусовая почва во дворе жилого дома в г. Ангарске, на карбонатной породе и под остепненной растительностью.

Описание почвенных профилей некоторых ключевых участков

Проведен анализ фитотоксичности почв, согласно ГОСТ Р ИСО 22030-2009 [5]. Тестируемыми растениями при выполнении лабораторного опыта были выбраны семена редьки масличной, поскольку редька — культура, которая чувствительна к усло-

Таблица 2. Почвенные профили площадок в г. Ангарске
Table 2. Soil profiles of the sites in Angarsk

№ образца	Местоположение	Растительность	Порода	Тип почвы	Ствол	Отдел	Морфологическое описание почв
1А	Въезд в город Ангарск, 10 м до автомобильной трассы	Преобладает сорная, встречается разнотравье	Карбонатная супесь	Урбо-абразем аккумулятивно-карбонатный	Постлитогенного почвообразования	Абразёмы	0–2 см – АУ – дернина, не вскипает от 10 % HCl; 2–12 см – ВСА – светло-коричневый, рыхлый, не вскипает от 10 % HCl, песок; 12–16 см – ВССА – светло-коричневый, слабоуплотненный, не вскипает, песок; с 16 см – ССА – серо-бежевый, уплотненный, вскипает, супесь
2А	Двор административного здания, сосновый лесок	Сосновый лесок, разнотравье	Супесь	Урбо-серая типичная	Постлитогенного почвообразования	Текстурно-дифференцированные	0–9 см – АУ – рыхлый, темный, не вскипает; 9–18 см – В – светло-коричневый, слабоуплотненный, не вскипает; от 18 см – С – светло-палевый, плотный, не вскипает
3А	Пригорок на ул. Карла Маркса, 5 м до автомобильной дороги	Разреженная, участками сорная	Супесь	Урбо-серогумусовая с погребенным гумусовым горизонтом	Постлитогенного почвообразования	Органо-аккумулятивные	0–6 см – АУ – коричневый, рыхлый, не вскипает; 6–8 см – светло-коричневый, слабоуплотненный; 8–13 см – светло-коричневый, плотный; 13–16 см – погребенный гумусовый горизонт, темный, не вскипает; от 16 см – светло-коричневый, плотный, супесь, не вскипает
4А	Парк Строителей, сосновый лес	Сосновый лес, лесное разнотравье	Супесь	Дерново-подзолистая типичная	Постлитогенного почвообразования	Текстурно-дифференцированные почвы	0–3 см – АУ – дерновый горизонт, не вскипает от 10 % HCl; 3–11 см – АУ – темный, рыхлый, структура мелкозернистая, не вскипает от 10 % HCl, супесь, переход постепенный; 11–14 см – АЕЛ – коричневый, слабоуплотненный, не вскипает, супесь, структура мелкозернистая, переход постепенный; 15–25 см – ВЕЛ – светло-коричневый, уплотненный, не вскипает, супесь; с 25 см – светло-рыжий, плотный, супесь, не вскипает
5А	Улица Чайковского, сосновый парк	Сосны, лесное разнотравье	Супесь	Дерново-подзолистая типичная	Постлитогенного почвообразования	Текстурно-дифференцированные почвы	0–10 см – АУ – рыхлый, темный, не вскипает; 10–19 см АЕЛ – серый, уплотненный; от 19 см – ВЕЛС – рыжий, плотный, не вскипает
6А	Двор жилого дома на другой стороне дороги от Сквера семьи	Насаждения. 1 ряд – лиственницы, 2 ряд – березы. Клевер, разнотравье. Трава разреженная, сухая, похожая на остепненную	Карбонатная супесь	Темногумусовая типичная	Постлитогенного почвообразования	Органо-аккумулятивные почвы	0–3 см – АУ – дерновый горизонт, сухой, пыльный, слабое кипение от 10 % HCl; 3–8 см – АУ – темный, рыхлый, сухой, пыльный, структура мелкозернистая, умеренное вскипание от 10 % HCl, супесь, включения камней; 8–11 см – АУВ – коричневый, сухой, пыльный, слабоуплотненный, вскипает, супесь, включения камней; 11–18 см – В – коричневый, сухой, пыльный, уплотненный, сильное вскипание, супесь, включения камней; с 18 см – С – светло-рыжий, сухой, пыльный, очень плотный, супесь, бурное вскипание; с 24 по 25 см – полоска извести, включения камней

виям произрастания и к воздействию тяжелых металлов. Взятые навески почвы массой 40 г помещены в стеклянные чашки Петри. Почва увлажнена дистиллированной водой и смешана до однородной массы. Предварительно увлажненные семена редьки уложены пинцетом на поверхность каждого образца и слегка вдавлены в почву. В каждую чашку, согласно методике, помещено 10 семян, в том числе в контрольную чашку (холостой опыт, без почвы). Работа проводилась в двух по-

вторностях. Результаты представлены в виде средних значений двух повторностей. Выполнен подсчет процента взошедших семян, а также измерены длины отростков и корней растений. Индекс токсичности подсчитан по формуле [2]:

$$I = [(Lk - Lo)/Lk]100 \%,$$

где I – токсичность; Lk – средняя длина проростков в контроле, мм; Lo – средняя длина проростков в опыте, мм.

Диапазон значений индекса токсичности, %: до 20 – допустимая степень токсичности; от

20 до 50 – проба токсична; от 50 – проба остро токсична [2].

Результаты и обсуждение

Ниже представлены результаты анализа на фитотоксичность почвы (процент проросших семян редьки в почвах гг. Иркутска и Ангарска) (табл. 3).

Из данных табл. 3 следует, что для некоторых образцов г. Иркутска характерна наибольшая всхожесть семян редьки (100 %) – это площадки на берегах Иркутска и Ушаковки (образцы 1, 2), наименьшая – для берега озера вблизи Ново-

Таблица 3. Процент проросших семян редьки в почвах гг. Иркутска и Ангарска

№ образца	Местоположение	Процент проросших семян
г. Иркутск		
1	Берег реки Иркут, 300 м до Иркутского моста	100
2	Берег реки Ушаковка, 10 м до впадения в Ангару	100
3	Берег реки, Жилкино	80
4	Рабочий поселок Маркова, 10 м до реки, недалеко автомобильная дорога	70
5	Новоленинские болота, 300 м до автомобильной дороги	80
6	Озера по пути в Новоленино, овраг, 20 м до автомобильной дороги	40
7	Под Кайской горой, дачное садоводство, 100 м до берега р. Иркут	77
г. Ангарск		
1А	Въезд в город Ангарск, 10 м до автомобильной трассы	55
2А	Двор административного здания, сосновый лесок	60
3А	Пригорок на ул. Карла Маркса, 5 м до автомобильной дороги	22
4А	Пригорок на ул. Карла Маркса, 5 м до автомобильной дороги (погребенный гумусовый горизонт)	65
5А	Парк Строителей, сосновый лес	80
6А	Улица Чайковского, сосновый парк	85
7А	Двор жилого дома на другой стороне дороги от Сквера семьи	55

лено (образец 6). Почвы других ключевых площадок характеризуются хорошей всхожестью семян (более 60 %).

Для образцов почв парков и лесопосадок г. Ангарска характерен высокий процент пророста семян редьки. Наименьший процент всхожести семян — в образцах почв улиц и жилых дворов (образцы 1А, 3А, 7А). В почве с погребенным гумусовым горизонтом

на пригорке на улице Карла Маркса в г. Ангарске наблюдается крайне низкий процент проросших семян в верхнем гумусовом горизонте (образец 3А), а в погребенном горизонте, наоборот, наблюдается вполне удовлетворительный (65 %) процент проросших семян (образец 4А).

Также одним из основных показателей при анализе всхожести семян в городских поч-

вах является длина проростков и длина корней.

Определено, что средние значения длин проростков и корней редьки в пробах почв г. Иркутска и его пригородных территорий оказались, в целом, немного выше в сравнении со средними значениями длин отростков и корней редьки в образцах почв по г. Ангарску.

Средняя длина проростков по г. Иркутску составляет 5,3 с доверительным интервалом 0,87. По г. Ангарску средняя длина проростков — 3,6 с доверительным интервалом 0,60. Средняя длина корней по г. Иркутску — 3,5 с доверительным интервалом 0,7, а по г. Ангарску средняя длина корней — 2,7 с доверительным интервалом 0,79.

Средняя сумма длин проростков и корней по г. Иркутску составляет 8,8 с доверительным интервалом 1,0, а по г. Ангарску — 6,3 с доверительным интервалом 0,95.

Согласно полученным средним значениям длин проростков и корней редьки в пробах, почвы г. Иркутска и его пригородных территорий, в целом, несколько менее фитотоксичны по сравнению с почвами г. Ангарска [7].

Однако процент всхожести семян не всегда может быть показательным, поскольку даже если семена проросли, дальнейший рост корней и всходов в токсичной почве может подавляться, поэтому необходимо учитывать длины отростков и корней всходов. Определен индекс токсичности почвы (табл. 4) с учетом длин надземной и подземной части растений.

Из данных, представленных в табл. 4, видно, что в г. Иркутске, согласно методике подсчета индекса токсичности, допустимая степень токсичности выявлена в образцах: берег реки Иркут (образец 1); берег реки Ушаковки (образец 2); берег реки (Жилкино) (образец 3); берег озера (Новоленино) (образец 6).

Таблица 4. Индекс токсичности почвы гг. Иркутска и Ангарска

№ образца	Средняя длина отростков, мм	Средняя длина корней, мм	Сумма средних значений длины надземной и подземной части растений, мм	Индекс токсичности, %
г. Иркутск				
1	5,4	4,7	10,1	14,5
2	6,5	4,0	10,6	10,3
3	7,0	3,8	10,8	8,2
4	5,4	3,4	8,9	24,7
5	3,5	1,7	5,3	55,4
6	6,4	4,9	11,2	5,1
7	2,9	2,0	4,9	58,2
г. Ангарск				
1А	2,4	1,9	4,3	57,8
2А	4,7	2,8	7,5	25,9
3А	2,8	0,8	3,6	64,7
4А	3,6	2,8	6,4	36,6
5А	4,7	4,0	8,6	14,9
6А	4,9	4,9	9,8	2,6
7А	1,9	1,6	3,5	65,8

Токсичность почвы выявлена в рабочем поселке Маркова, недалеко от автомобильной дороги (образец 4), а острая токсичность выявлена на территории Новоленинских болот и участке под Кайской горой (образцы 5 и 7).

В г. Ангарске, согласно методике, допустимая степень токсичности выявлена в почвах парка Строителей и парка на улице Чайковского (образцы 5А и 6А). Токсичность определена на площадке во дворе административного здания по улице Карла Маркса (образец 2А) и в погребенном горизонте почвы (образец 4А).

Острая степень токсичности выявлена недалеко от въезда в г. Ангарск, возле автомобильной дороги (образец 1А), в верхнем слое почвы с погребенным гумусовым горизонтом на улице Карла Маркса (образец 3А) и во дворе жилого дома недалеко от дороги напротив сквера Семьи (образец 7А).

Заключение

Согласно полученным результатам, в некоторых образцах г. Иркутска выявлен максимальный процент всхожести семян редьки (100 %) — это берега р. Иркут и Ушаковка (образцы 1 и 2), наименьшая — для берега озера вблизи Новоленино (образец 6). Подсчитанный индекс токсичности с учетом длин всходов и корней растений подтвердил, что образцы 1 и 2 характеризуются допустимой степенью токсичности, а наиболее токсичными оказались Новоленинские болота и участок под Кайской горой (образцы 5 и 7).

Для образцов почв парков и лесопосадок г. Ангарска характерен высокий процент пророста семян редьки (образцы 5А и 6А). Наименьший процент всхожести семян — в образцах почв улиц и жилых дворов. В почве с погребенным гумусовым горизонтом на улице Карла Маркса в г. Ангарске наблюдается крайне низ-

кий процент проросших семян в верхнем гумусовом горизонте, а в погребенном горизонте, наоборот, наблюдается вполне удовлетворительный (65 %) процент проросших семян. Согласно полученному индексу токсичности, в г. Ангарске допустимая степень токсичности также выявлена в почвах парка Строителей, парка на улице Чайковского (образцы 5А и 6А). Токсичными оказались почвы на площадке во дворе административного здания по улице Карла Маркса (образец 2А) и в погребенном горизонте почвы на площадке на улице Карла Маркса (образец 4А). Острая токсичность выявлена недалеко от въезда в г. Ангарск, возле автомобильной дороги (образец 1А), в верхнем слое почвы с погребенным гумусовым горизонтом на улице Карла Маркса (образец 3А) и во дворе жилого дома, который расположен напротив сквера семьи, недалеко от автомобильной дороги (образец 7А).

Исследование выполнено за счет средств государственного задания (№ госрегистрации темы АААА-А21-121012190055-7 (№ FWEM-2021-0002).

Research completed at the expense of state funds (State registration number of the topic АААА-А21-121012190055-7 (№ FWEM-2021-0002).

Литература

1. Атлас Иркутской области. М., Иркутск, Ин-т географии СО РАН. Роскартография, 2004.
2. Бардина Т.В., Бардина В.И. Экологический контроль почвогрунтов карьеров на территории водосбора р. Невы методами фитотестирования. Ученые записки РГГМУ. 2019. № 54. С. 91–99.
3. Воробьева Г.А. Почвы Иркутской области: вопросы классификации, номенклатуры и корреляции. Учеб. пособие. Иркутск, Изд-во Иркутского гос. ун-та, 2009. 149 с.
4. Гребенщикова В.И., Лустенберг Э.Е., Китаев Н.А., Ломоносов И.С. Геохимия окружающей среды Прибайкалья (Байкальский геоэкологический полигон). Новосибирск, Гео, 2008. 234 с.
5. ГОСТ Р ИСО 22030-2009. Качество почвы. Биологические методы. Хроническая фитотоксичность в отношении высших растений. М., Изд-во стандартов, 2009. 20 с.
6. Классификация и диагностика почв России. Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова. Смоленск, Ойкумена, 2004. 342 с.
7. Лопатина Д.Н. Фитотоксичность городских почв Иркутска и Ангарска. Региональные геосистемы. 2024. Т. 48. № 1. С. 106–117. DOI 10.52575/2712-7443-2024-48-1-106-117.
8. Brevik E.C., Miller B.A., Pereira P., Kabala C., Baumgarten A., Jordán A. Soil mapping, classification, and pedologic modeling: History and future directions. Geoderma. 2016. Vol. 264. P. 256–274.

References

1. Atlas Irkutskoi oblasti. M., Irkutsk, In-t geografii SO RAN. Roskartografiya, 2004.
2. Bardina T.V., Bardina V.I. Ekologicheskii kontrol' pochvogrunтов kar'еров na territorii vodosbora r. Nevy metodami fitotestirovaniya. Uchenye zapiski RGGMU. 2019. № 54. S. 91–99.
3. Vorob'eva G.A. Pochvy Irkutskoi oblasti: voprosy klassifikatsii, nomenklatury i korrelyatsii. Ucheb. posobie. Irkutsk, Izd-vo Irkutskogo gos. un-ta, 2009. 149 s.
4. Grebenshchikova V.I., Lustenberg E.E., Kitaev N.A., Lomonosov I.S. Geokhimiya okruzhayushchei sredy Pribaykalya (Baikal'skii geoekologicheskii poligon). Novosibirsk, Geo, 2008. 234 s.
5. GOST RISO 22030-2009. Kachestvo pochvy. Biologicheskie metody. Khronicheskaya fitotoksichnost' v otnoшенii vysshikh rastenii. M., Izd-vo standartov, 2009. 20 s.
6. Klassifikatsiya i diagnostika pochv Rossii. L.L. Shishov, V.D. Tonkonogov, I.I. Lebedeva, M.I. Gerasimova. Smolensk, Oikumena, 2004. 342 s.
7. Lopatina D.N. Fitotoksichnost' gorodskikh pochv Irkutskaya i Angarskaya. Regional'nye geosistemy. 2024. T. 48. № 1. S. 106–117. DOI 10.52575/2712-7443-2024-48-1-106-117.
8. Brevik E.C., Miller B.A., Pereira P., Kabala C., Baumgarten A., Jordán A. Soil mapping, classification, and pedologic modeling: History and future directions. Geoderma. 2016. Vol. 264. P. 256–274.

Д.Н. Лопатина – канд. географ. наук, ст. науч. сотрудник, Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, e-mail: daryaneu@mail.ru

D.N. Lopatina – Cand. Sci. (Geography), Senior Research Fellow, Institute of Geography named after V.B. Sochava, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, e-mail: daryaneu@mail.ru