

УДК 502/504:631.46

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЧВ ВЕРХНЕГО ПРИАНГАРЬЯ
В СИСТЕМЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ****Напрасникова Е.В., Лопатина Д.Н.***Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, e-mail: napev@irigs.irk.ru*

Проведено комплексное изучение характерных особенностей почв Верхнего Приангарья в условиях Восточной Сибири. В настоящее время основные массивы этих почв находятся под пашнями и пастбищами. На исследуемой территории выделено 3 ствола, 9 отделов, 27 типов и 46 подтипов почв. Показатели щелочно-кислотных условий варьируют от нейтральных до сильнощелочных, независимо от сельскохозяйственного использования. Определение биологической активности почв позволило отнести их к среднеактивным и высокоактивным. Оценка уровня фитотоксичности методом биотестирования выявила, что под растительностью почвы не проявляют ингибирующие свойства. Для исследуемой территории установлено содержание тяжелых металлов (Pb, Cr, Ni, Co, Mn, Cu, S, V, Ba), которое показало в основном допустимое и реже близкое к первому уровню загрязнения почв. Полученные результаты по содержанию химических элементов сопоставимы со значениями щелочно-кислотных условий почв.

Ключевые слова: Верхнее Приангарье, почвы, биологическая активность, тяжелые металлы, фитотоксичность**ECOLOGICAL FEATURES OF SOILS IN THE UPPER ANGARA REGION
IN THE NATURE MANAGEMENT SYSTEM****Naprasnikova E.V., Lopatina D.N.***V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, e-mail: napev@irigs.irk.ru*

A comprehensive study into the characteristic features of the soils of the Upper Angara region in conditions of Eastern Siberia has been carried out. At present the main massifs of these soils are occupied by arable lands and pastures. On the study territory e identified three trunks, nine orders, 27 types, and 46 subtypes of soils. The indicators of acid-alkaline conditions vary from neutral to strongly alkaline, irrespective of agricultural use. According to the biological activity of soils as determined in this study, we assigned them to moderately active and highly active soils. An assessment of the level of phytotoxicity by the biotesting method revealed that the soils under vegetation do not show any inhibiting properties. For the study territory we determined the content levels of heavy metals (Pb, Cr, Ni, Co, Mn, Cu, S, V, and Ba), showing mainly an allowable pollution level of soils and, more rarely, pollution approaching the first level. Results the contents of chemical elements have been correlated with the values of acid-alkaline conditions of soils.

Keywords: Upper Angara region, soils, biological activity, heavy metals, phytotoxicity

Известно, что почв, не измененных человеком, на земном шаре осталось не более 5%. Трансформация их свойств, независимо от характера использования, неизбежна. Отсюда понятно, что комплексное изучение экологических характеристик почв в системе природопользования является актуальной задачей современности.

В этой связи проведена работа, целью которой явилось комплексное изучение экологического состояния почв в условиях Восточной Сибири на примере Осинского района Верхнего Приангарья.

Материалы и методы исследования

Исследуемая территория располагается в пределах Сибирской платформы на Лено-Ангарском плато. Характерной особенностью рельефа является ступенчатость. Ступени четко выражены от долины реки Ангары на северо-восток, к верховьям рек Обусы, Кахи, Куды. Климат района является резко континентальным с холодной продолжительной зимой, относительно теплым и влажным летом. Большая расчлененность Лено-Ангарского плато способствует развитию температурных инверсий. Возвышенные участки оказываются теплее понижений. На повыше-

ниях рельефа и в долинах крупных рек безморозный период значительно продолжительнее. Такие места могут быть благоприятны по тепловым условиям для выращивания более теплолюбивых культур. Распределение осадков по времени и по территории неравномерно вследствие различий в синоптических условиях, высоте местности, расчлененности рельефа и экспозиции склонов. Наименьшее количество осадков получает лесостепная часть Приангарья (320–400 мм в год). С высотой местности и в залесенном обрамлении островных лесостепей количество осадков увеличивается (400–450 мм в год).

Объектом детального исследования служил почвенный покров территории, который сравнительно разнообразен, что обусловлено особенностями геологического строения, рельефа, климата, растительности и антропогенного воздействия.

Совокупность факторов почвообразования создает предпосылки для формирования особых типов почв, не вписывающихся в традиционные представления зональных типов таежно-лесной зоны – черноземов, темногумусовых и других под степной растительностью. В табл. 1 представлена характеристика исследуемых почв и тип их использования.

Растительный покров исследуемой территории представлен сочетанием леса, зарослей кустарника, степи, луга, болота. По геоботаническому районированию территорию относят к Ольхонско-Приан-

гарскому сосново-лесостепному геоботаническому округу [2, 5].

Валовое содержание макро- и микроэлементов в почвах установлено количественным спектральным методом на спектрографе ДФС-8 и атомно-эмиссионным методом на приборе Optima 2000 DV (фирмы Perkin Elmer) в сертифицированном химико-аналитическом центре Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН. Показатели pH почв определены потенциометрическим методом. Для определения биологической активности почв был использован экспресс-метод Т.В. Аристовской, М.В. Чугуновой [1], который является доступным и весьма информативным. Сущность метода состоит в определении скорости (в часах) изменения pH от выделяемого аммиака при разложении карбамида, как суммарный результат биохимической деятельности почвенной микрофлоры и отчасти растительности (чем меньше количество часов, регистрирующих скорость реакции, тем выше биологическая активность почв). Фитотоксичность почв определена биодиагностическим методом по ингибированию прорастания семян высших расте-

ний. В качестве тест-объекта служили семена редьки согласно ГОСТ-2009 [4].

Результаты исследования и их обсуждение

В результате исследований выявлено, что на значительной части (более 40%) освоенной территории размещаются бывшие агрогенные аналоги темногумусовых, черноземов и серых почв на суглинистых отложениях пологих склонов с бугристо-западинным микрорельефом. В настоящее время основные массивы этих почв находятся под пашнями. Проградированные почвы, по сравнению с серыми лесными, имеют более мощный гумусовый горизонт. На исследуемой территории в соответствии с классификацией и диагностикой почв России выделено 3 ствола, 9 отделов, 27 типов и 46 подтипов почв [6].

Таблица 1

Характеристика объектов исследования Верхнего Приангарья

№ п/п	№ ключевой площадки	Горизонт	Тип почвы	Использование
1	61	PBca	Агрообразем типичный	Залежь 1 год
2	82	PBca		Залежь 1 год
3	71	Pca	Агрозем темный	Залежь 1–2 года
4	76	Pca		Залежь 1 год
5	78	P		Залежь, 1 год
6	72	W	Агросерая типичная	Зарастающая лесом залежь, 15–20 лет
7	74	Pca		Пашня
8	53	Wca	Агросерогумусовая типичная	Залежь 15–20 лет, пастбище
9	69	Wca		Залежь 15–20 лет
10	52	P	Агротемногумусовая типичная	Пашня
11	68	P		Залежь 1 год
12	54	Pca	Агрочернозем гидрометаморфизованный	Пашня
13	63	Wca		Залежь 5–10 лет
14	67	Pca		Пашня
15	73	W		Залежь 20 лет, пастбище
16	79	Wca		Залежь 10–15 лет
17	57	Pca	Агрочернозем типичный	Пашня
18	58	Pca		Пашня
19	62	Pca		Пашня
20	80	P		Пашня
21	59	P		Пашня
22	70	Pca		Пашня
23	64	AУca	Серая типичная	Пастбище
24	65	AУ		Фон
25	55	AУ	Чернозем гидрометаморфизованный	Пастбище
26	66	AУca		Пастбище
27	77	AУ		Пастбище
28	81	AУ		Пастбище
29	60	AУ	Чернозем маломощный	Пастбище

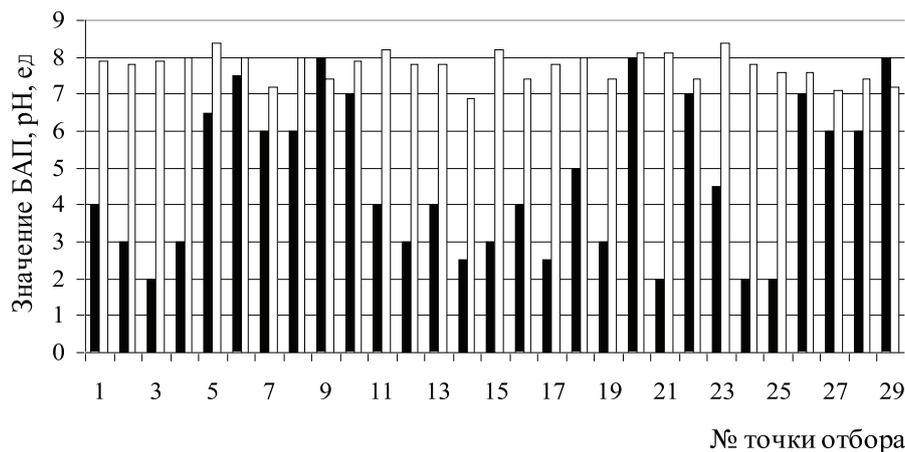


Рис. 1. Биологическая активность почв Осинского района и их рН.
Примечание: ■ – значения БАП; □ – значения рН

Почвенно-биологические процессы представляют собой полифункциональную характеристику и подвержены влиянию многих экологических факторов. Однако в числе приоритетных выделяются влажность почв, температура и щелочно-кислотные условия.

Исследованные почвы характеризуются нейтральной и щелочной реакцией среды, что в значительной степени отличает их от аналогичных почв Европейской части, которые имеют слабокислую и кислую реакцию. Показатели рН изучаемых почв варьируют от нейтральных (6,9) до сильнощелочных (8,4 ед.) независимо от типа и их сельскохозяйственного использования. На этом фоне протекают все процессы трансформации органических соединений.

Известно, что биологическая активность почв является информативным показателем её функциональных возможностей на текущий момент времени и контролируется экологическими факторами. Такой биоиндикационный подход широко апробирован нами на различных естественных и антропогенных почвах Сибири [7, 8].

Результаты определения биологической активности почв (БАП) и рН в разных местоположениях приведены на рис. 1.

Значения БАП колеблются от 2 до 8 часов (далее единицы), на основании чего их можно отнести к высокоактивным и частично к среднеактивным. Анализ данных показывает, что максимальная активность почв чаще проявляется на пашнях и пастбищах (2–3 ед.). На залежных участках наблюдается относительно меньший уровень БАП, который колеблется от 3 до 8 единиц.

Отметим, что значение активности естественной серой бескарбонатной почвы (фоновой), которая может служить условным контролем, достигает 4-х единиц. Эта цифра, в общей совокупности полученных данных, очень близка к статистически среднему значению БАП ($4,7 \pm 0,6$).

Определение зависимости биологической активности естественных и агрогенно-преобразованных почв Осинского района от показателей рН выявило статистически не существенное значение ($r < 0,3$ по шкале Чеддока). Полученные результаты имеют сходство с нашими данными на других территориях, где земли находятся под сельскохозяйственным использованием.

Известно, что наряду с природными токсическими продуктами в окружающую среду промышленных районов поступают разные по составу и свойствам техногенные загрязнители. Трудности диагностики не позволяют четко дифференцировать эти вещества и определять степень их влияния на среду. В связи с проблемами их прямого определения в познании активаторно-ингибиторной функции почвы полезно использовать косвенные методы. Речь идет об оценке уровня фитотоксичности почв методом биотестирования.

Результаты определений в лабораторных условиях позволили выявить преобладающее количество почв, ингибирующих прорастание семян на 10–25%, что не достигает порога токсичности. Лишь в единичных случаях фиксируем угнетение семян на 30–65%. Отмечено, что в почвах, взятых под растительностью, степень угнетения прорастания семян гораздо меньше,

чем без растительности. Дополнительным токсикометрическим показателем явились данные по биомассе и длине проростков испытуемых семян. Биомасса проростков показала значения от 0,8 до 3,6 г (см. рис. 2). Среднее значение при этом равно 2,38 г. Контрольное значение на фоновой почве (рис. 2, т. 24) показало 3,1. Этим показателям значительно уступает только одна почва – чернозем маломощный на пастбище (рис. 2, т. 29).

Показатели средней длины проростков на исследуемых образцах почв уступают контрольным от 3 до 10 раз. Эти результаты не являются критическими, но позволяют считать некоторые исследуемые субстраты близкими к токсичным. Не исключаем влияние засушливого лета, которое могло повлиять на увеличение в почве токсичных компонентов.

Кроме эколого-биохимической характеристики почв выявлен количественный состав химических элементов, которые относятся к тяжелым металлам. В целях более компактного и наглядного представления результатов из общего массива полученных данных приводим табл. 2, где показаны минимальные, максимальные, а также средние значения содержания тяжелых металлов, относящихся к слабо-, умеренно- и сильноопасным загрязнителям. Валовое содержание этих элементов отражает общую загрязненность и потенциальную опасность загрязнения растительности.

Установлено, что содержание свинца во всех исследуемых почвах не превышает значение ПДК. Что касается хрома, незначительное увеличение зарегистрировано в агрочерноземе под пашней и в черноземе

маломощном на пастбище. Относительно никеля, марганца, стронция почвы можно считать чистыми, т.к. превышение ПДК не наблюдается.

Содержание кобальта выше ПДК во всех почвах и достигает 2 и 3,8 ПДК под залежью и пашней соответственно. Содержание меди в редких случаях под залежью превышает ПДК в два раза, что близко ко второму (низкому) уровню загрязнения. Отметим, что содержание ванадия не превышает ПДК, за исключением одного случая (агрозем темный) под залежью. Содержание бария изменяется в узких пределах (см. табл. 2), и его показатели не превышают 400 мг/кг. Для бария ПДК отсутствует. В земной коре его кларк – 390 мг/кг. По данным Ю.Н. Водяницкого [3] в различных почвах планеты содержание бария колеблется в очень широких пределах (от 16 до 2370 мг/кг). Автор также указывает, что сведений о содержании бария и ванадия в почвах России недостаточно.

Содержание тяжелых металлов на исследуемой территории мы рассмотрели в соответствии с щелочно-кислотными условиями. Построением графиков, при допущении, что содержание тяжелых металлов – зависимая переменная от pH среды, мы преследовали одну цель: посмотреть характер их распределения в относительно узком диапазоне щелочно-кислотных условий изучаемых почв. Результаты показали, что свинец больше всего концентрируется в диапазоне – 7,5–8,4 ед. pH. Для кобальта, марганца, меди, стронция, бария характерен более узкий диапазон – 7,5–8,0 ед. Хром, никель, ванадий представляют равномерное распределение в пределах от 7 до 8,4 ед.

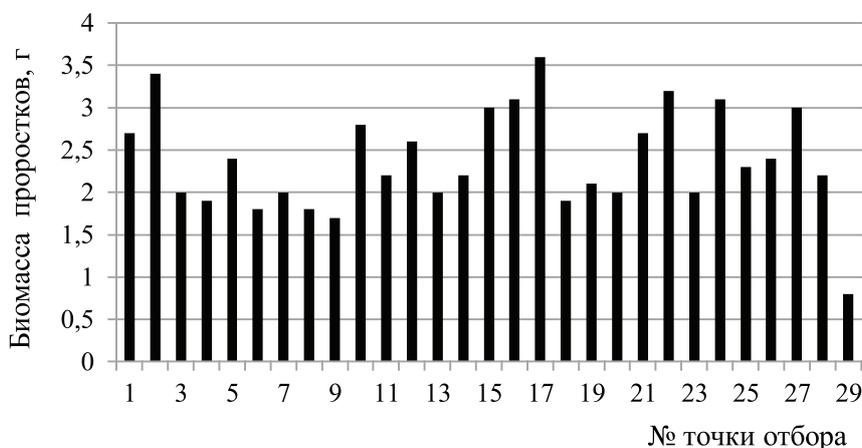


Рис. 2. Биомасса проростков испытуемых семян

Таблица 2

Содержание химических элементов в почвах Осинского района

Pb	Cr	Ni	Co	Mn	Cu	Sr	V	Ba
мг/кг								
3–33 7,8	34–155 98,5	27–72 49,8	9–19 12,8	398–953 584,7	22–118 44,4	77–412 213,0	24–171 76,1	114–354 235,1

Примечание. В числителе минимальные и максимальные, в знаменателе средние значения.

Заключение

Проведенные исследования на территории Верхнего Приангарья позволили охарактеризовать типы почв и их экологические особенности, ранее в этом аспекте не изучавшиеся. Установлено, что в реальном времени основные массивы земель находятся под пашнями и пастбищами.

На исследуемой территории впервые, в соответствии с классификацией и диагностикой почв России, выделено 3 ствола, 9 отделов, 27 типов и 46 подтипов почв.

Экспериментальные исследования показали, что почвы характеризуются нейтральной и щелочной реакцией среды. На этом фоне проявляется высокий потенциал биологической активности почв, как интегральный показатель их свойств, которые изменяются адекватно изменениям экологических условий.

Определение степени фитотоксичности методом биотестирования выявило, что большинство почв не достигают порога токсичности, так как не ингибируют семена высших растений. При этом выявлены некоторые почвы, которые по своим токсикометрическим показателям приближаются к критическим.

Должное внимание в работе было уделено количественному содержанию в почвах тяжелых металлов: высокоопасного (Pb), умеренно опасных (Cr, Ni, Co, Cu) и слабо-

опасных (Mn, Sr, V, Ba). Уровень загрязнения почв в основном первый, т.е. допустимый, реже – второй (низкий). Распределение химических элементов в почвах показало равномерное одних и неравномерное других, относительно диапазона щелочно-кислотных условий.

Таким образом, представленная работа является определенным вкладом в экспериментальную географию и дополняет наши знания о почвах Восточной Сибири в системе природопользования.

Список литературы

1. Аристовская Т.В. Чугунова М.В. Экспресс-метод определения биологической активности почв // Почвоведение. – 1989. – № 11. – С. 142–147.
2. Атлас. Иркутская область: экологические условия развития. – М. – Иркутск, 2004. – С. 76–77.
3. Водяницкий Ю.Н. Нормативы содержания тяжелых металлов и металлоидов в почвах // Почвоведение, 2012. – № 3. – С. 368–375.
4. ГОСТ Р ИСО 22030-2009. Качество почвы. Биологические методы. Хроническая фитотоксичность в отношении высших растений. – М.: Изд-во стандартов, 2009. – 20 с.
5. Грудинин Г.В. География Усть-Ордынского Бурятского автономного округа: учеб. пособие. – Иркутск: Изд-во Иркутского, гос. пед. ун-та, 1997. – 132 с.
6. Классификация и диагностика почв России. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.
7. Напрасникова Е.В. Уреазная активность и pH как показатели экологического состояния почв городов Восточной Сибири // Почвоведение. – 2005. – № 11. – С. 1345–1352.
8. Напрасникова Е.В., Белозерцева И.А. Экологическое состояние почв рекреационной зоны побережья озера Байкал. // Экология родного края: проблемы и пути решения. Мат. Всерос. научн. конф. – Киров, 2015. – С. 281–283.