

# ЭКОЛОГИЯ

## О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ И ПОЧВЕННОЙ МИКОБИОТЫ В РАЙОНЕ АЭРОВЫБРОСОВ ИРКУТСКОГО АЛЮМИНИЕВОГО ЗАВОДА (ОАО «ИРКАЗ-РУСАЛ»)

О.А. Берсенева, В.П. Саловарова

Биолого-почвенный факультет ИГУ  
ул. Сухэ-Батора, 5, Иркутск, Россия, 664003

Изучено состояние почв и почвенной микобиоты в районе аэровыбросов Иркутского алюминиевого завода.

**Ключевые слова:** почвы, почвенная микобиота, Иркутский алюминиевый завод.

Многие районы Прибайкалья отличает значительный уровень загрязнения атмосферными промышленными выбросами. Согласно «Национальному плану действия по охране окружающей среды РФ на 1999—2001 гг.», разработанному Госкомэкологии, г. Шелехов вошел в список городов с наибольшим уровнем загрязнения воздуха в России [2. С. 8—13].

Так, на долю Иркутского алюминиевого завода (ОАО «ИрКАЗ-РУСАЛ») приходится 76,5% от суммарных выбросов в атмосферу всех загрязняющих веществ г. Шелехова. В составе этих выбросов имеются высокотоксичные компоненты — бензапирен, твердые фториды, фтористый водород, специфические смолистые вещества, оксиды кремния, тяжелые металлы и др. [3. С. 60—69]. Эти производственные отходы приводят к различным нарушениям функционирования почв вблизи источников загрязнения, изменению компонентов почвенной среды, в том числе и почвенных микроорганизмов.

**Целью** проводимых исследований являлось определение состояния почв и почвенной микобиоты, находящихся в зонах воздействия и влияния предприятия.

**Материалы и методика исследований.** Объектом исследования были серые лесные почвы, образцы которых отбирали с опытных площадок, расположенных вдоль градиента аэровыбросов ОАО «ИрКАЗ-РУСАЛ», с учетом господствующей розы ветров. Образцы отбирались на расстоянии 0,5 и 25 км от «ИрКАЗ-

РУСАЛ» из верхнего горизонта ( $A_1$ ) с глубины 5—7 см в 10-кратной повторности. Участок, находящийся на расстоянии 25 км, служил контролем, так как был расположен вне зоны загрязнения. Морфологическое описание разрезов проводили по стандартной схеме описания почв [6], отбор образцов для изучения физико-химических и химических свойств почв проводился в соответствии с методическими рекомендациями [7]. При лабораторных исследованиях использованы следующие методические приемы: изучение гранулометрического состава по средней пробе в стоячей воде методом пипетки по Качинскому, определение суммы обменных оснований по Каппену—Гильковицу, определение подвижных форм фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО по ГОСТ 26205-84, определение общего органического углерода (гумуса) по методу Тюрина. Валовое содержание тяжелых металлов определяли в Центре агрохимической службы «ЦАС Иркутский» на атомно-абсорбционном спектрофотометре Perkin-Elmer. Кислотность определяли методом водной и солевой вытяжки.

Выделение микромицетов из почв осуществляли методом посева почвенной суспензии на селективные среды:

— сусло-агар — среду, включающую неохмеленное пивное сусло — 150 г, агар-агар — 15 г, дист.  $H_2O$  — 1000 мл;

— Чапека — среду, состоящую из агара Чапека — 3 г, целлюлозы — 1 г, глюкозы — 1 г, водопроводной воды — 1000 мл;

— Гетчинсона среду следующего состава:  $KH_2PO_4$  — 1 г;  $CaCl_2$  — 0,1 г;  $MgSO_4$  — 0,3 г;  $NaCl$  — 0,1 г;  $FeSO_4$  — 0,01 г;  $NaNO_3$  — 2,5 г; целлюлоза — 1 г; дист.  $H_2O$  — 1000 мл для целлюлозоразрушающих микромицетов.

Видовое разнообразие микромицетов определяли, используя принятые в микологии определители.

**Результаты и их обсуждение.** Известно, что на состав почвенных микроорганизмов существенное влияние оказывает тип почвы, ее химический состав и физические свойства [5]. С целью определения влияния техногенного загрязнения почв от Иркутского алюминиевого завода нами были отобраны и проанализированы почвенные образцы из разрезов, заложенных на различном удалении от источника выбросов с учетом господствующей розы ветров. Опытной почвой служил участок, находящийся в 0,5 км от «ИрКАЗ-РУСАЛ» (эпицентр загрязнения). Контролем служила почва в 25 км от предприятия (станция Большой луг), поскольку находилась вне зоны загрязнения [2. С. 8—13].

Исследуемые почвы по морфологическому описанию представлены серыми и светло-серыми лесными среднесуглинистого гранулометрического состава. Исследуемые почвы значительно отличались по своим физико-химическим свойствам. Согласно проведенным исследованиям (табл. 1) почвы имеют слабощелочную реакцию почвенного раствора (рН водн. для опытной почвы = 7,6; рН водн. для контрольной почвы = 7,4). В то время как для естественных серых лесных почв рН водн. составляет 4,5 [4]. Изменение уровня рН подтверждает данные о степени загрязнения почв фторидами, которые, согласно исследованиям ряда авторов [5], способствуют подщелачиванию почвы.

Таблица 1

## Физико-химические свойства почв

Почва	Гумус, %	С, %	N общ., %	рН		K <sub>2</sub> O P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг		Сумма обменных оснований (S), мг-экв/100 г
				H <sub>2</sub> O	KCl			
Опытная	1,88	>10	0,11	7,6	6,0	22	230	30
Контрольная	3,43	>10	0,14	7,4	5,7	31	435	20

По содержанию гумуса (1,88% опытная почва; 3,43% контрольная почва) и азота (0,11%; 0,14%) исследуемые почвы имеют очень низкий уровень плодородия. Содержание органического вещества в данных почвах достаточно высокое и не выходит из пределов, характерных для естественных серых лесных почв (1—3%) [1. С. 336]. Сумма обменных оснований (Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> и Na<sup>+</sup>) соответствует нормам, характерным для этого типа почв, однако поглощающий комплекс опытной почвы более насыщен основаниями (30 мг/экв на 100г почвы) по сравнению с контрольной почвой. По характеру содержания подвижных форм K<sub>2</sub>O и P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, изучаемые почвы имели значительные отличия. По содержанию подвижного P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> опытная почва является среднеобеспеченной (III класс), обменного K<sub>2</sub>O — низкообеспеченной (II класс). Контрольная почва по содержанию подвижного P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> является среднеобеспеченной (III класс), концентрация же обменного калия находится на уровне повышенной обеспеченности (IV класс).

Важнейший фактор, влияющий на состояние микробных сообществ в почвах, — загрязнение тяжелыми металлами.

Уровень содержания тяжелых металлов варьировал в зависимости от расстояния от «ИрКАЗ-РУСАЛ» и вида экотоксиканта (табл. 2).

Таблица 2

## Валовое содержание тяжелых металлов в опытных и контрольных почвах

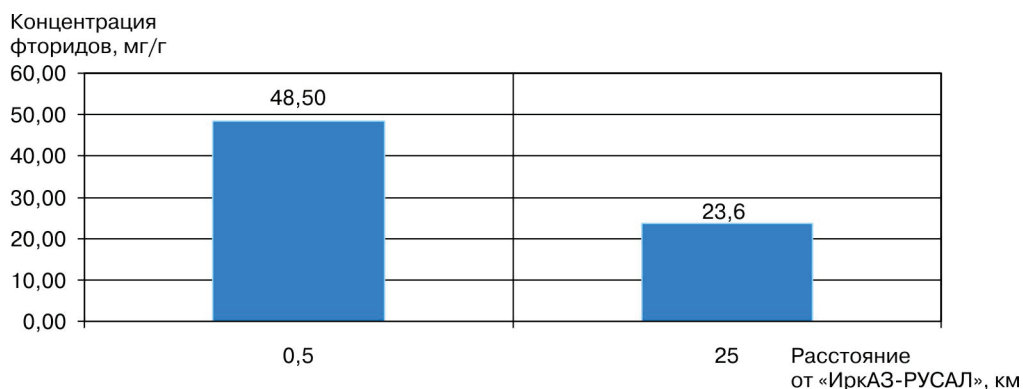
Почва	Тяжелые металлы мг/кг (валовые формы)				
	Zn	Cd	Ni	Pb	Cu
Опытная	33,2	0,34	35,2	11,96	16,62
Контрольная	15,7	0,19	10,3	8,68	12,1

Как видно из табл. 2, содержание Zn в исследуемых почвах находится в пределах его фоновое значения (60 мг/кг) и кларкового значения — 50 мг/кг. Среднее содержание Cd в опытной почве составляет 0,34 мг/кг, а в контрольной почве в 0,19 мг/кг при его фоновом значении для данного типа почв 0,20. При величине ПДК Cd в почвах, равном 3 мг/кг, следует считать, что его содержание в опытной и контрольной почвах находится в безопасных пределах. Среднее содержание Ni в опытной почве составляет 35,2, в контрольной почве — 10,3 при его фоновом значении 35 мг/кг. Содержание Cu в опытной почве составило 16,62 и 12,1 в контрольной почве такая концентрация близка к фону и в контрольной почве более чем в 2 раза ниже Кларка при кларковом значении — 35 мг/кг. Показатели количества Cu, как в опытной почве, так и в контрольной ниже предела ПДК при его значении 43,8 мг/кг. Анализ определения свинца в почвах показал, что его содержание не превышает его Кларк по Виноградову и фоновое значение — 16 мг/кг, и находится в количестве ниже предела ПДК — при ПДК 32 мг/кг.

Анализ данных показал, что основными элементами — загрязнителями опытных почв, содержание которых превысило ПДК и фоновую концентрацию, были Cd и Ni. Величина накопления наиболее содержащихся в выбросах ОАО «ИрАЗ-РУСАЛ» тяжелых металлов — Zn, Pb и Cu — не превышает ПДК и находится на уровне фона. Повышенное содержание Cd и Ni в опытной почве согласуется со спецификой производства предприятий. В алюминиевом производстве используется технология электролиза глинозема, связанная с выделением в атмосферу ряда тяжелых металлов (Zn, Cd, Ni, Pb, Cu и др.), которые оседают на почвенном покрове и аккумулируются в нем.

В контрольных почвах, отобранных на удалении 25 км от источника загрязнения, количество тяжелых металлов намного ниже фона и ПДК. Это объясняется тем, что основная масса тяжелых металлов не достигает исследуемого участка, что связано с розой ветров.

Токсический эффект выбросов Иркутского алюминиевого завода на почвы в значительной степени связан с содержанием в них фтора и главным образом его подвижных форм. Зависимость концентрации фторидов в почве от расстояния от ИрАЗ-РУСАЛ показана на рисунке. В опытной почве оно составляло 48,50 мг/кг (5 ПДК), а в контрольной 23,6 (2 ПДК).



Примечание. ПДК = 10 мг/кг

**Рис.** Зависимость концентрации фторидов в почве от расстояния от «ИрАЗ-РУСАЛ»

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют, что опытная почва, находящаяся в зоне влияния Иркутского алюминиевого завода, претерпевает определенные изменения, что связано в основном с подщелачиванием, накоплением фторидов и тяжелых металлов Cd и Ni, которые найдены в количестве, превышающим их фоновое значение. На основании полученных данных можно сделать предположение, что вблизи источника выбросов меняются характеристики не только почв, но возможно и различаются характеристики почвенных микросообществ в исследуемых районах.

Сравнение микобиот исследуемых почв показало, что по мере удаления от предприятия наблюдается увеличение видового разнообразия микромицетов. Среди исследуемых почв наибольшее их разнообразие наблюдается в контроль-

ной почве (8 видов, представленных родами *Mucor*, *Chaetomium*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Fusarium*, *Rhizopus*), а самой бедной в микологическом отношении оказалась опытная почва (3 вида из родов *Aspergillus* и *Penicillium*).

Таким образом, проведенные исследования показали, что под действием промышленных выбросов ОАО «ИркАЗ-РУСАЛ» происходит изменение химических свойств почвы, что ведет к изменению ее биологических свойств и является причиной снижения видового состава микромицетов.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Бабьева И.П., Зенова Г.М.* Биология почв. — М.: Изд-во МГУ, 1989.
- [2] *Белозерцева И.А.* Воздействие техногенных выбросов на почвенный покров верхнего Приангарья (на примере зоны влияния Иркутского Аллюминиевого Завода) // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов. — Иркутск, 2002.
- [3] *Белозерцева И.А.* Воздействие техногенных выбросов Иркутского алюминиевого завода на окружающую среду. — Иркутск: Изд-во Института географии СО РАН, 1999.
- [4] *Помазкина Л.В.* Новый интегральный подход к оценке режимов функционирования агроэкосистем и экологическому нормированию антропогенной нагрузки, включая техногенное загрязнение почв // Успехи современной биологии. — 2004. — № 1. — С. 6.
- [5] *Помазкина Л.В., Котова Л.Г., Лубнина Е.В., Зорина С.Ю., Лаврентьева А.С.* Устойчивость экосистем к загрязнению фторидами. — Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2004.
- [6] *Розанов Б.Г.* Морфология почв. — М.: Изд-во МГУ, 1987.
- [7] *Спирина В.З.* Полевая учебная практика по почвоведению. — Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та, 2000.

### ABOUT SOME PECULIARITY OF MODERN CONDITION OF THE SOIL AND SOIL MICROBIOTA IN REGION INFLUENCE OF EMISSIONS OF THE IRKUTSK ALUMINIUM PLANT

**O.A. Berseneva, V.P. Salovarova**

The faculty of biology and soil science  
Irkutsk State University  
*Suhe-Bator str., 5, Irkutsk, Russia, 664003*

The condition of the soil and soil micobiota in region influence of emissions of the Irkutsk aluminium plant is studied.

**Key words:** soil, soil micobiota, Irkutsk aluminium plant.