

# АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ ЗАПАДНОГО БЕРЕГА ШЕРШНЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

*В.С. Зыбалов, Т.Г. Крупнова*

Представлены результаты исследования плодородия и степени антропогенной загрязненности залежных земель западного берега Шершневого водохранилища. Исследованные почвы характеризуются низкими показателями плодородия и повышенной кислотностью. Содержание тяжелых металлов в некоторых пробах превышает предельно допустимые значения.

*Ключевые слова:* почвы, земли сельскохозяйственного назначения, химический состав, тяжелые металлы.

## **Введение**

Значительная часть почв Челябинской области находится в той или иной степени деградирования [1]. Наблюдается процесс стихийной трансформации земель сельскохозяйственного назначения. За последние пятнадцать лет заброшено в области около 500 тыс. га пашни, при этом часть земель выведена из севооборота обосновано – это низкопродуктивные земли (высокощелебнистые, солонцовые комплексы и т.д.), другая же часть высокопродуктивных полей заброшена по организационным причинам. Такие залежные земли продолжают относиться к категории земель сельскохозяйственного назначения и согласно законодательству Российской Федерации должны сохранять свое целевое назначение (Федеральный закон от 24 июля 2002 года № 101-ФЗ «Об обороте земель сельскохозяйственного назначения»).

Однако исследования [2] показывают, что залежные земли, хорошо- и высококультурные почвы сохраняют и увеличивают потенциальное плодородие лишь в условиях начинающегося подкисления за счет увеличения подвижной части гумуса. Это служит причиной получения хороших и стабильных урожаев сельскохозяйственных культур при распахке залежей с нейтральной или слабокислой реакцией почвенного раствора. Однако при дальнейшем подкислении почв, в том числе за счет антропогенного влияния, происходит снижение урожайности. Поэтому почвы, которые ушли в залежь с кислой реакцией среды, а также старые залежные участки с мелколесьем из березы не имеет смысла вовлекать в севооборот, так как они требуют значительных затрат на известкование и уничтожение древесной растительности.

В данной работе изучен химический состав залежных земель западного берега Шершневого водохранилища. Земли были выведены из севооборота около 20 лет назад по организационным причинам, поскольку прилегают к природоохранной зоне водохранилища, являющегося источником водоснабжения города Челябинска. В настоящее время весьма актуально использование данного участка, прилегающего к черте города, в рекреационных целях, однако, это невозможно пока осуществить, так как земли сохраняют статус земель сельскохозяйственного назначения. Отметим, что Земельный Кодекс РФ, и Федеральный закон РФ от 21.12.2004 г. № 172-ФЗ «О переводе земель или земельных участков из одной категории в другую» позволяют перевод земель сельскохозяйственного назначения в земли рекреационного назначения. Представленные исследования были проведены с целью изучения плодородия и степени антропогенной загрязненности почв для выработки рекомендаций о наиболее целесообразном их использовании.

## **Характеристика объекта исследования**

Земельный участок площадью 70,1159 га, кадастровый номер 74:19:12. 02.002:006. Исследуемый участок расположен на территории Сосновского района Челябинской области 810 м северо-восточнее пос. Западный, а в юго-западном направлении прилегает к черте города Челябинска и к Шершневскому водохранилищу, от которого его отделяет стометровая защитная зона с

посадками лиственных пород деревьев в 12 рядов. Рельеф сравнительно ровный с небольшим (не более 1–1,5) уклоном в юго-западном направлении. Категория земель – «Земли сельскохозяйственного назначения». Участок относится к залежным землям (залежь – пашня, оставленная без обработки на несколько лет, заросшая естественной растительностью), выведен из сельскохозяйственного оборота 20 лет назад.

Растительный покров неоднороден. Имеются древесно-кустарниковая поросль (береза) и различные травянистые растения. Травянистая растительность представлена в основном злаково-бобовыми видами, из злаковых преобладают: овсяница луговая, кострец безостый; из бобовых – клевер розовый. Наиболее часто встречаются другие виды, представленные тысячелистником, бедренец-комнеломкой, земляникой, а также сорными многолетними корнеотпрысковыми растениями: молочаем лозным, вьюнком полевым, осотом розовым.

### Экспериментальная часть

Изучение химического состава почв проводилось в 2011–2013 гг. Были заложены пять стационарных реперных участков для отбора проб почвы, в том числе один в природоохранной зоне Шершневого водохранилища (участок № 5). Были отобраны образцы для агрохимического анализа с глубины горизонтов 0–10 и 10–20 см, сделан почвенный разрез и отобраны 34 почвенных пробы. Вес отобранных образцов составлял 0,5 кг.

Отбор проб и подготовка их к анализам производились по стандартной методике согласно ГОСТ 17.4.4.02–84 «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа».

Определяли рН водной вытяжки по ГОСТ 26423–85 «Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки» с использованием Ионмера «И–130».

Определение подвижного фосфора ( $P_2O_5$ ) и калия ( $K_2O$ ) производили по ГОСТ 26204–91 «Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Чирикова в модификации ЦИНАО».

Кальций в водной вытяжке почв определяли атомно-адсорбционным методом согласно ГОСТ 26487–85 «Определение обменного кальция и обменного (подвижного) магния методами ЦИНАО». Измерения производили с использованием атомно-абсорбционного спектрофотометра «Квант–2АТ».

Органическое вещество почвы (гумус) определяли по методу Тюрина в модификации ЦИНАО Тюрина согласно ГОСТ 26213–91 «Почвы. Методы определения органического вещества». Определение мышьяка производили фотометрическим методом согласно [3]. Для спектрофотометрического анализа использовали фотометр фотоэлектрический «КФК–3–01».

Содержание свинца, кадмия и хрома в почвах определяли по стандартным методикам [4]. Измерения производили с использованием атомно-абсорбционного спектрофотометра «Квант–2АТ».

Математическая обработка данных проводилась стандартными методами вариационной статистики.

### Результаты и их обсуждение

Исследуемые почвы относятся к чернозему выщелоченному. Гранулометрический состав почв среднесуглинистый. Структура почвы зернистая и мелкокомковая.

В связи с плотным растительным покровом, низким расчлененным рельефом, соблюдением нормативной стометровой защитной зоны по отношению к Шершневскому водохранилищу эрозийные процессы слабо выражены или практически отсутствуют.

Гумусовый горизонт (А и АВ) находится интервале от  $37 \pm 5$  см (см. рисунок). Содержание гумуса по данным на 2011 год невысокое: в горизонте 0–10 см – от 5,0...5,5 %, в горизонте 10–20 см – 4,8...4,9 %.

В 2013 году было проведено определение агрофизических свойств почвы: структуры и плотности сложения. Установлено, что для всего земельного участка характерна зернистая и мелкокомковая структура: на реперных участках № 3, № 4 фракция с размером 0,25...10 мм при сухом просеивании почв составила  $74 \pm 1$  %, на участках № 1 и № 2 – 64 и 68 % соответственно.

## Краткие сообщения

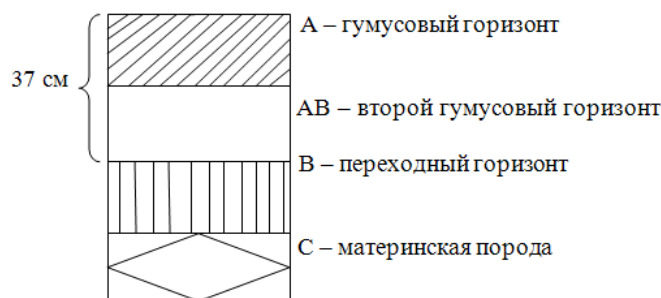


Диаграмма почвенного разреза

Результаты исследований химического состава почвы с различных реперных участков и горизонтов, проведенные в 2012 году, представлены в табл. 1, 2.

Таблица 1

Результаты исследований состава почвы (2012 г.)

Наименование показателя, ед. измерения	Участок №1, 0–10 см/ 10–20 см	Участок № 2, 0–10 см/ 10–20 см	Участок № 3, 0–10 см/ 10–20 см	Участок № 4, 0–10 см/ 10–20 см	Участок № 5, 0–10 см/ 10–20 см
рН	5,2±0,1/ 5,2±0,1	5,4±0,1/ 5,6±0,1	5,3±0,1/ 5,4±0,1	5,4±0,1/ 5,3±0,1	5,7±0,1/ 5,8±0,1
Массовая доля подвижного фосфора, мг/100 г	1,0±0,1/ 1,0±0,1	1,0±0,1/ 1,0±0,1	1,2±0,1/ 1,0±0,1	1,1±0,1/ 1,0±0,1	1,0±0,1/ 1,0±0,1
Массовая доля обменного калия, мг/100 г	14,3±1,5/ 7,7±1,2	5,3±0,8/ 5,0±0,8	8,4±1,3/ 6,7±1,0	18,7±1,9/ 9,9±1,5	11,3±1,2/ 5,6±0,9
Содержание кальция, ммоль/100 г	19,2±1,5/ 20,0±1,5	18,1±1,4/ 18,2±1,4	19,7±1,5/ 20,1±1,6	19,3±1,5/ 19,8±1,5	20,0±1,5/ 21,4±1,6

Таблица 2

Результаты исследований содержания тяжелых металлов и мышьяка (2012 г.)

Наименование показателя, ед. измерения	Участок № 1, 0–10 см/ 10–20 см	Участок № 2, 0–10 см/ 10–20 см	Участок № 3, 0–10 см/ 10–20 см	Участок № 4, 0–10 см/ 10–20 см	Участок № 5, 0–10 см/ 10–20 см	ПДК с учетом фона [4]
Содержание свинца, мг/кг	15,1±0,1/ 16,6±0,2	12,9±0,1/ 10,2±0,1	12,3±0,1/ 13,9±0,1	17,2±0,2/ 15,8±0,2	19,4±0,2/ 11,3±0,2	30,0
Содержание кадмия, мг/кг	0,33±0,01/ 0,31±0,01	0,39±0,01/ 0,36±0,01	0,41±0,01/ 0,46±0,01	0,51±0,01/ 0,53±0,01	0,97±0,01/ 0,66±0,01	0,3
Содержание хрома (подвиж. форма), мг/кг	11,4±0,1/ 12,4±0,1	16,9±0,1/ 17,2±0,1	17,2±0,1/ 11,0±0,1	19,3±0,2/ 15,4±0,1	17,7±0,2/ 17,5±0,1	6,0
Содержание никеля, мг/кг	33,7±0,2/ 34,5±0,2	31,7±0,2/ 30,8±0,2	33,8±0,2/ 31,1±0,2	29,6±0,2/ 30,9±0,2	36,6±0,2/ 33,6±0,2	85,0
Содержание мышьяка, мг/кг	7,0±0,1/ 7,2±0,1	4,9±0,1/ 4,9±0,1	5,0±0,1/ 5,5±0,1	7,1±0,1/ 7,9±0,1	5,6±0,1/ 5,8±0,1	2,0 (5–6)

Почва содержит низкое содержание основных элементов питания: фосфора и калия. Очень низка доля подвижного фосфора. Она колеблется от 1,0 до 1,2 мг/100 г почвы. Среднее содержание обменного калия колеблется в горизонте 0–10 см от 5,3 до 18,7 мг/100 г почвы, а горизонте 10–20 см от 5,0 до 9,9 мг/100 г почвы.

Почва имеет слабокислую реакцию почвенного раствора – от 5,2 до 5,8, что весьма нехарактерно для выщелоченных черноземов. В результате этого даже имеющиеся элементы питания будут усваиваться растениями слабо. На фоне данных показателей рН наблюдается повышение содержания тяжелых металлов и мышьяка, а именно: содержание элементов первой группы опасности – мышьяка и кадмия – несколько выше ПДК (с учетом фоновых концентраций), а содержание хрома, относящегося ко второй группе опасности, превышает ПДК в 2–3 раза (табл. 2).

Согласно [5] среднее содержание мышьяка в почве находится в диапазоне 5–6 мг/кг. Мышьяк и все его соединения токсичны. Агроэкологическая оценка земель на содержание мышьяка должна учитываться при размещении на них сельскохозяйственных культур. Аккумуляция кадмия в почвах также сопровождается повышением его содержания в растениях и продуктах питания. Хотя на первый взгляд содержание мышьяка и кадмия незначительно выше ПДК, следует иметь в виду, что исследованные почвы относятся к малогумусным. Малогумусные почвы неустойчивы против загрязнения; это значит, что они слабо связывают тяжелые металлы, легко отдают их растениям или пропускают их через себя с фильтрующимися водами. На таких почвах возрастает опасность загрязнения растений и подземных вод [5].

Кроме того, устойчивость комплексных соединений металлов с гумусовыми кислотами зависит от рН почвенного раствора. Логарифм константы устойчивости комплекса  $Cd(GK)_2$  повышается на 0,63 единицы на каждую единицу рН [5]. Относительно низкие значения рН почвенного раствора обуславливают переход металлов – кадмия и хрома – в подвижные формы.

### Выводы

Почвы исследованного земельного участка имеют низкие показатели плодородия. Почвы характеризуются способностью к подкислению в результате антропогенного влияния. Содержание тяжелых металлов и мышьяка в почвах высокое и в ряде проб превышает предельно допустимые показатели. Использование данных почв в сельскохозяйственных целях не имеет смысла, так как сопряжено с длительными процессами рекультивации. Вовлечение их в севооборот не рентабельно, да и не возможно в силу близости к природоохранной зоне водохранилища. Предлагается перевод исследованных земель в категорию рекреационного значения, что позволит с одной стороны использовать данные земли, а с другой не позволит производить на них возведение частных строений, несущих потенциальную угрозу экологическому состоянию Шершневого водохранилища.

### Литература

1. Зыбалов, В.С. Экологически ориентированное управление плодородием почв в Челябинской области / В.С. Зыбалов, В.Ф. Ляшко // Земледелие. – 2010. – № 8. – С. 16–17.
2. Анциферова, О.А. Динамика показателей плодородия на залежных землях Калининградской области // Агрехимический вестник. – 2008. – № 2. – С. 2–3.
3. Методические указания по определению мышьяка в почве фотометрическим методом. – М.: ЦИНАО, 1993. – 13 с.
4. Методические указания по определению содержания тяжелых металлов в почвах сельскохозяйственных угодий и продукции растениеводства. – М.: ЦИНАО, 1992. – 74 с.
5. Орлов, Д.С. Химия почв: учебник / Д.С. Орлов, Л.К. Садовникова, Н.И. Суханова. – М.: Высш. шк., 2005. – 558 с.

**Зыбалов Владимир Степанович** – доктор сельскохозяйственных наук, кафедра почвообрабатывающих, посевных машин и земледелия, Челябинская государственная агроинженерная академия, 454080, г. Челябинск, пр. им. В.И. Ленина, 75. E-mail: zyalov74@mail.ru

**Крупнова Татьяна Георгиевна** – кандидат химических наук, кафедра экологии и природопользования, Южно-Уральский государственный университет. 454080, г. Челябинск, пр. им. В.И. Ленина, 76. E-mail: krupnovatg@mail.ru

*Поступила в редакцию 22 декабря 2013 г.*

## **ANALYSIS OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF FALLOW LANDS OF THE WEST BANK OF THE RESERVOIR SHERSHNEVSKOYE**

V.S. Zybalov, Chelyabinsk State Agroengineering Academy, Chelyabinsk, Russian Federation, zybalov74@mail.ru

T.G. Krupnova, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation, krupnovatg@mail.ru

The article presents the results of the study of fertility and anthropogenic pollution of fallow land of the west bank of the reservoir Shershnevskoye. The studied soils are characterized by low fertility and high acidity. In some samples the concentration of heavy metals exceeds the limit values.

*Keywords: soil, agricultural land, chemical composition, heavy metals.*

### **References**

1. Zybalov V.S., Lyashko V.F. [Ecologically-Oriented Fertility of Soil Management at the Chelyabinsk Region]. *Zemledelie [Land Cultivation]*, 2010, no 8, pp. 16–17. (in Russ.)
2. Antsiferova O.A. [Dynamics of Indicators of Fertility on Fallow Lands at the Kaliningrad Region]. *Agrohimicheskij vestnik [Agrochemical Bulletin]*, 2008, no 2, pp. 2–3. (in Russ.)
3. *Metodicheskie ukazaniya po opredeleniju mysh'jaka v pochve fotometricheskim metodom* [Guidelines for the Determination of Arsenic in Soil by Photometric Method]. Moscow, Central Institute of Agrochemical Service, 1993. 13 p.
4. *Metodicheskie ukazaniya po opredeleniju sodержaniya tjazhelyh metallov v pochvah sel'skohozjajstvennyh ugodij i produkcii rastenievodstva* [Guidelines for the Determination of Content of Heavy Metals in Soils of Agricultural Lands and Plant Production]. Moscow, Central Institute of Agrochemical Service, 1992. 74 p.
5. Orlov D.S., Sadovnikova L.K., Sukhanova N.I. *Himija pochv* [Chemistry of soils]. Moscow, High. Sch. Publ., 2005. 558 p.

*Received 22 December 2013*