

## ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ПОЧВ ПОЙМЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ РЕКИ ЕЛАНЬ В ПРЕДЕЛАХ ЮЖНОГО БИТЮГО-ХОПЕРСКОГО ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО РАЙОНА ЛЕСОСТЕПНОЙ ПРОВИНЦИИ ОКСКО-ДОНСКОЙ РАВНИНЫ

доктор биологических наук, профессор **Т.А. Девятова**

доктор биологических наук, профессор **Л.А. Яблонских**

кандидат биологических наук **А.В. Белик**

кандидат сельскохозяйственных наук **И.В. Румянцева**

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», г. Воронеж, Российская Федерация

В настоящее время повышенной актуальностью характеризуются исследования эколого-геохимического состояния почвенного покрова в условиях интенсивной техногенной нагрузки. На территории Южного Битюго-Хоперского эколого-географического района располагается медно-никелевое месторождение, которое оказывает существенное влияние на ряд геохимических показателей компонентов окружающей среды. Пойменные ландшафты с аллювиальными почвами занимают значительные площади в пределах этого района. Они отличаются способностью к интенсивной аккумуляции макро- и микроэлементов, в том числе тяжелых металлов. Под воздействием паводковых и грунтовых вод в профиле пойменных почв происходит их неравномерное перераспределение и локальное накопление. Для изучения фонового эколого-геохимического состояния аллювиальных почв использовались стандартные методы исследований в сочетании с ландшафтно-геохимическим подходом. На основе разносторонних исследований определена специфика ландшафтной структуры пойменного типа местности долины р. Елань территории Южного Битюго-Хоперского эколого-географического района лесостепной провинции Окско-Донской равнины. Показано доминирование супераквальных фаций в различных частях поймы р. Елань, сформировавшихся на аллювиальных почвах под луговой растительностью с различным уровнем залегания грунтовых вод. Охарактеризованы физико-химические, химические и биологические свойства аллювиальных почв. Установлен диапазон колебаний валовых форм тяжелых металлов (ТМ) в почвах пойменного типа местности. Определен наиболее чувствительный почвенный фермент к неблагоприятному экологическому состоянию аллювиальных почв. Предложено использовать в качестве индикатора эколого-геохимического состояния для пойменных почв инвертазную активность. Полученные результаты планируется использовать при разработке Программы экологического мониторинга состояния почвенного покрова ландшафтов в Новохоперском районе Воронежской области.

**Ключевые слова:** пойменный ландшафт, супераквальные фации, аллювиальные почвы, свойства, ферментативная активность, тяжелые металлы.

## ENVIRONMENTAL AND GEOCHEMICAL CONDITION OF ALLUVIAL SOILS OF THE ELAN RIVER LANDSCAPES WITHIN THE SOUTH BITYUG-KHOPERSKY ENVIRONMENTAL AND GEOGRAPHIC AREA OF THE WOOD-STEPPE PROVINCE OF OKA-AND-DON PLAIN

DSc (Biology), Professor **T.A. Devyatova**

DSc (Biology), Professor **L.A. Yablonskikh**

PhD (Biology) **A.V. Belik**

PhD (Agriculture) **I.V. Rumyantseva**

FSBEI HE Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation

### Abstract

At present, studies of the ecological and geochemical state of the soil cover under the conditions of intense industrial pressure are characterized by increased relevance. There is a copper-nickel deposit on the territory of the

South Bitug-Khopersky ecological-geographical region. It has a significant impact on a number of geochemical indicators of environmental components. Floodplain landscapes with alluvial soils occupy large areas within this area. They are distinguished by the ability for intensive accumulation of macro- and microelements, including heavy metals. Uneven redistribution and local accumulation occur in the profile of floodplain soils under the influence of flood and groundwater. Standard research methods (in conjunction with the landscape-geochemical approach) were used to study the background ecological and geochemical state of alluvial soils. The specificity of floodplain type landscape structure in the terrain of the Elan River (the territory of South Bitug-Khopersky ecological-geographical region of the forest-steppe province of the Oka-and-Don Plain) has been determined. The dominance of supra-aquatic elements in various parts of the floodplain of the Elan River is shown. The elements are formed on alluvial soils under meadow vegetation with different levels of groundwater. Physical and chemical, chemical, and biological properties of alluvial soils have been characterized. The range of oscillations of the total forms of heavy metals (HM) in the soils of the floodplain type is established. The most sensitive soil biological catalyst (in the frames of unfavorable ecological condition of alluvial soils) has been determined. Invertase activity is proposed to be used as an indicator of ecological and geochemical state for floodplain soils. The obtained results are planned to be used in the development of the Program for the Environmental Monitoring of the Soil Cover of Landscapes in the Novokhopersky District of the Voronezh Region.

**Keywords:** floodplain landscape, supra-aquatic elements, alluvial soils, properties, catalyst activity, heavy metals.

В ряду ландшафтов Среднерусского Черноземья особое место занимают поймы, которые среди структурных частей зрелых речных долин (русло, пойма, надпойменные террасы, коренной склон) являются самыми молодыми и самыми уязвимыми участками суши, где в современный период происходят сложные процессы становления и развития многих компонентов ландшафта, в том числе почв и почвенного покрова. Они отличаются большой динамичностью протекающих здесь естественных и антропогенных процессов, сложной биоценотической структурой и благоприятными условиями для интенсивного развития фито-, зоо- и микробиоценозов и по запасам биомассы превосходят черноземные степи [9].

Особенностью почв пойменных ландшафтов является зависимость их эколого-геохимического состояния от часто меняющихся экологических условий, связанных с рельефом, гидрологическим режимом, динамикой отложения аллювиальных наносов, изменчивым характером увлажнения и состава растительности, а также уровнем антропогенной нагрузки на водоразделах. Они характеризуются высокой биогенной и гидрогенной аккумуляцией макро- и микроэлементов, которые накапливаются в многочисленных бессточных понижениях центральной части поймы; выносятся грунтовыми и паводковыми водами за пределы почвенного профиля; неравномерно

распределяются в почвенных горизонтах, имея тенденцию к локальному накоплению в том или ином генетическом горизонте. Все это обуславливает необходимость проведения детальных исследований по выявлению уровня их содержания в аллювиальных почвах [10].

**Целью** исследований была разносторонняя характеристика свойств аллювиальных почв и количественная оценка их фонового эколого-геохимического состояния.

**Методологической основой** послужил ландшафтно-геохимический подход к определению региональных нормирующих концентраций тяжелых металлов в почвах пойменного ландшафта, позволяющий обнаружить слабоконтрастное загрязнение уже на ранней стадии его формирования, сравнить контролируемые элементы с нормированными характеристиками, оценить динамику их концентраций в различных условиях прирусловой, центральной и притеррасной частей поймы.

**Объектами исследований** послужили аллювиальные почвы пойменных ландшафтов долины р. Елань, расположенной в пределах Южного Битюго-Хоперского эколого-географического района лесостепной провинции Окско-Донской равнины.

Отбор образцов почв осуществлялся с глубины 0-20 см в соответствии с требованиями действующих стандартов.

Лабораторно-аналитические исследования свойств почв выполнены с использованием общепринятых методов [1].

Для оценки эколого-геохимического состояния почв было определено валовое содержание основных ТМ, а также их подвижные формы. К приоритетным экотоксикантам, оказывающим сильное токсичное действие на живые организмы, отнесены свинец, кадмий и медь [2, 11, 12]. Анализировались смешанные образцы, отобранные в соответствии с методическими указаниями по определению ТМ в почвах сельскохозяйственных угодий.

Достоверность результатов обеспечена применением современных методов математической статистики [3]. Графики выполнены с помощью программы Statistica 6.0.

### Результаты и их обсуждение

Южный Битюго-Хоперский район занимает южную часть Окско-Донской равнины. Его площадь 10 171 км<sup>2</sup>. В ландшафтной структуре района на пойменный тип местности приходится 14,8 % от общей его площади, или 1503 км<sup>2</sup> [8]. Одной из многочисленных рек, дренирующих указанный эколого-географический район, является река Елань. Ее долина хорошо разработана, представлена всеми характерными для такого типа ландшафтов морфологическими структурными комплексами. Среди них значительную территорию занимает группа пойменных ландшафтных комплексов.

Полевыми исследованиями установлено, что пойменный тип местности распространен попеременно на левобережье и правобережье долины р. Елань. Его максимальная высота над урезом воды в реке не превышает 1-3 метра, а ширина 2,5-3,5 км. На поверхности поймы сложена мощным слоем аллювия – преимущественно тяжелосуглинистого и глинистого гранулометрического состава. Она делится на два уровня. Прирусловая пойма почти не поднимается над урезом воды в реке и плавно переходит в центральную пойму, ее высота 1,0-1,5 м (первый уровень). Это заболоченная территория, изрезанная руслом реки и озерами-старицами. На некоторых ее участках распространено сплошное осоковое

болото. Второй уровень выше первого на 1,5 м, примыкает к подошве террасы. На этом возвышенном участке поймы заброшенные пахотные угодья перемежаются с луговыми массивами. Наряду с луговыми встречаются небольшие фрагменты болотных и лесных урочищ. Урочищами-доминантами здесь являются сырые бекманиевые луга на аллювиальных луговых почвах, мокрые крупноосоковые луга – на аллювиальных лугово-болотных иловато-глеевых почвах. На фоне лугов распространены небольшие массивы рогозовых болот, зарастающих озер-стариц и черноольшаников. Среди луговых массивов значительна доля пойменных фаций на аллювиальных луговых солонцевато-засоленных тяжелосуглинистых и глинистых почвах, сформировавшихся под влиянием хлоридно-сульфатно-натриево-кальциевых грунтовых вод со средней минерализацией от 2 до 5 г/л. В растительном покрове этих фаций доминирует бодяк съедобный (*Cirsium esculentum*), тонконог луговой (*Koeleria pratensis*), типчак (*Festuca valesiaca*), мятлик узколистый (*Poa angustifolia*), пырей ползучий (*Elytrigia repens*), люцерна желтая (*Medicago falcata*), лядвенец рогатый (*Lotus corniculatus*) и др. Пониженные лугово-болотные пойменные фации сформировались северо-западнее с. Еланка. Их высота над межнным урезом воды в реке не превышает 1 м. Распространены манниковые, бекманиевые, осоковые ассоциации на заболоченных аллювиальных суглинистых почвах.

В целом в ландшафтной структуре пойменного типа местности долины реки Елань доминируют супераквальные фации центральной части поймы на собственно аллювиальных луговых насыщенных суглинистых и глинистых почвах различной степени гидроморфизма. На их долю приходится 65-75 % площади исследуемого ландшафта [9]. Меньшую площадь занимают супераквальные фации прирусловой части поймы на аллювиальных дерновых слоистых почвах легкого гранулометрического состава.

Результаты исследований физико-химических и химических свойств аллювиальных почв пойменных фаций поверхностного слоя (0-20 см) представлены в табл. 1.

Гумусовые горизонты изученных почв характеризуются близкой к нейтральной и нейтральной реакцией почвенного раствора. Гидролитическая кислотность изменяется от 0,8 до 3,8 ммоль(экв)/100 г почвы. Сумма обменных оснований колеблется от 8,2 до 39,7 (экв)/100 г почвы. Показатель степени насыщенности основаниями изменяется в пределах 71-97 %. Большинство почв пойменных фаций, за исключением аллювиальных дерновых слоистых, относится к среднегумусным видам и содержит 6,3-8,5 % гумуса. Содержание щелочногидролизуемого азота, обменного калия и подвижных соединений

фосфора наименьшее в аллювиальных дерновых слоистых почвах и достигает максимума в аллювиальных лугово-болотных почвах.

Биологические свойства изученных почв отражены в табл. 2.

Усредненные показатели ферментативной активности аллювиальных почв пойменных фаций соответственно равны: фосфатаза – 3,26 мг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> на 10 г почвы; инвертаза – 15,81 мг глюкозы на 1 г почвы за 24 часа; каталаза – 0,60 мл 0,1 н KMnO<sub>4</sub> на 1 г почвы за 20 мин; уреазы – 1,07 мг NH<sub>3</sub> на 1 г почвы за 24 часа.

Таблица 1

Физико-химические и химические показатели аллювиальных почв долины р. Елань  
(пределы колебаний в гумусовом горизонте)

рН водн.	Нг	Ca <sup>2+</sup> +Mg <sup>2+</sup>	V, %	Гумус, %	Нщ.	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
	ммоль(экв)/100 г почвы				мг/100г почвы		
Аллювиальные дерновые слоистые супесчаные почвы							
5,6-5,8	3,4-3,8	8,2-11,5	71-75	1,8-2,4	4,4-6,0	4,2-6,2	3,2-4,4
Аллювиальные луговые насыщенные глееватые тяжелосуглинистые почвы							
7,2-7,4	0,8-1,5	29,9-33,5	96-97	6,3-7,0	13,1-17,4	6,6-12,4	4,7-8,8
Аллювиальные лугово- болотные перегнойно-глеевые тяжелосуглинистые почвы							
6,1-7,0	2,0-3,1	35,0-39,7	93-95	7,0-7,9	11,0-15,9	14,2-16,6	6,9-12,2
Аллювиальные болотные иловато-глеевые глинистые почвы							
5,8- 6,0	3,1- 3,5	21,3-40,4	87-92	7,5-8,5	17,3-23,5	11,8-20,2	6,7-9,6

Таблица 2

Биологические свойства гумусовых горизонтов аллювиальных почв

Фосфатаза (мг P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> на 10 г почвы)	Инвертаза (мг глюкозы на 1 г почвы за 24 часа)	Каталаза (мл 0,1 н KMnO <sub>4</sub> на 1 г почвы за 20 мин)	Уреазы (мг NH <sub>3</sub> на 1 г почвы за 24 часа)
Аллювиальные дерновые слоистые супесчаные почвы			
2,81	11,5	0,25	0,33
Аллювиальные луговые насыщенные глееватые тяжелосуглинистые почвы			
2,98	17,3	0,72	1,22
Аллювиальные лугово- болотные перегнойно-глеевые тяжелосуглинистые почвы			
4,11	18,22	0,74	1,39
Аллювиальные болотные иловато-глеевые глинистые почвы			
3,15	16,2	0,67	1,34

По усредненным показателям биогенности изученные почвы можно разместить в ряд по степени убывания активности почвенных ферментов: аллювиальные лугово-болотные перегнойно-глеевые тяжелосуглинистые > аллювиальные болотные иловато-глеевые глинистые ≥ аллювиальные луговые насыщенные глееватые тяжелосуглинистые > аллювиальные дерновые слоистые супесчаные (рис. 1).

По материалам полевых и экспериментальных исследований осуществлен анализ эколого-геохимического состояния аллювиальных почв пойменного ландшафта. На фоне общих особенностей пространственного варьирования валового

содержания тяжелых металлов (ТМ) в почвах различных ландшафтных фаций, были выявлены их индивидуальные особенности. Среди сформировавшихся сочетаний природных и природно-антропогенных территориальных комплексов в большей степени ТМ аккумулируются в почвах супераквальных пойменных фаций центральной части поймы р. Елань, а также в почвах бессточных понижений. Варьирование средних показателей содержания валовых форм ТМ (мг/кг) соответственно равно: As и Hg <0,1; Pb 5,7 – 8,7; Cd 0,23 – 0,28; Cu 12,1 – 16,8; Zn 39,1 – 61,1; Ni 16,2 – 20,2; Cr 9,5 – 20,2; Co 6,7 – 9,7; Mn 167 – 382 (табл. 3).

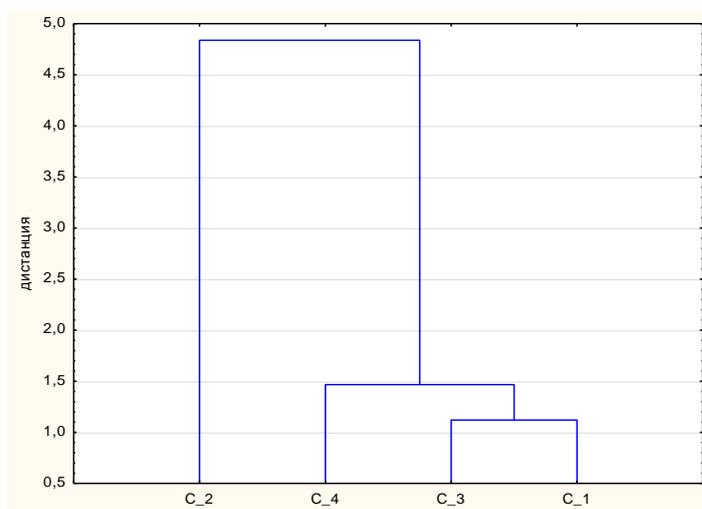


Рис. 1. Кластерный анализ, отражающий формирование групп исследуемых почв по близости биологической активности:

C\_1 – аллювиальные болотные иловато-глеевые глинистые; C\_2 – аллювиальные дерновые слоистые супесчаные; C\_3 – аллювиальные луговые насыщенные глееватые тяжелосуглинистые; C\_4 – аллювиальные луговые болотные перегнойно-глеевые тяжелосуглинистые почвы

Таблица 3

Валовое содержание ТМ в гумусовых горизонтах аллювиальных почв

Почвы	Валовое содержание металлов, мг/кг									
	As	Hg	Pb	Cd	Cu	Zn	Ni	Cr	Co	Mn
Аллювиальные дерновые слоистые супесчаные	<0,1	<0,1	5,7	0,23	12,1	39,1	16,2	14,7	6,7	167
Аллювиальные луговые насыщенные глееватые тяжелосуглинистые	<0,1	<0,1	8,7	0,28	16,8	61,1	23,2	20,2	9,7	382
Аллювиальные лугово-болотные перегнойно-глеевые тяжелосуглинистые	<0,1	<0,1	8,5	0,26	15,3	57,6	20,8	18,2	9,1	222
Аллювиальные болотные иловато-глеевые глинистые	<0,1	<0,1	7,5	0,27	13,9	43	19,5	9,5	8,3	367

Валовое содержание изученных тяжелых металлов ниже их кларка для почв по А.П. Виноградову [4]. Помимо валового содержания ТМ, в этих пробах и ландшафтах была определена подвижная форма металлов. Из литературных источников известно, что в незагрязненных ландшафтах доля подвижных форм тяжелых металлов от их валового содержания в почвах не превышает 2-5 % [5].

В почвах супераквальных пойменных фаций доля извлеченных подвижных форм тяжелых металлов колеблется:

Pb = 7,8 %; Cd < 3,6; Zn = 1,5; Cu = 3,6; Co = 8,2; Mn = 6,8; Ni = 4,1; Cr < 0,5.

Из полученных данных следует, что в аллювиальных почвах пойменных фаций подвижные формы отдельных элементов, таких как Co, Pb и Mn, превышают 5 % барьер.

Несмотря на то что почвы пойменных фаций отличаются своими повышенными показателями содержания ТМ по сравнению с почвами водораздельных пространств, категория их загрязнения допустимая. Суммарный показатель загрязнения почв – Zc < 1.

В целом диапазон колебаний валовых содержаний многих элементов не превышает показатель ПДК (ОДК) по большинству отобранных проб и подтверждает благоприятную

экологическую ситуацию на исследуемой территории.

По количественным показателям содержания ТМ выявлен наиболее типичный ряд по степени их убывания:

Mn>Zn>Cr>Ni>Cu>Pb>Co>As>Hg>Cd.

Многолетними исследованиями показана значительная эффективность диагностики экологического состояния почвенного покрова биохимическими методами; доказана ведущая роль показателей ферментативной активности почв при оценке их экологического состояния [6,7 и др.]

По степени чувствительности к концентрации ТМ почвенные ферменты можно расположить в следующий ряд: инвертаза > каталаза > уреазы > фосфатаза (рис. 2).

Данные корреляционного анализа показали высокие положительные коэффициенты корреляции между валовым содержанием ТМ и биологической активностью исследованных почв. Усредненный коэффициент корреляции валового содержания ТМ и инвертазной активности – 0,83; каталазной активности – 0,82; уреазной активности – 0,72; активности фосфатазы – 0,43. На уровень ферментативной активности наибольшее влияние оказывает свинец ( $r_{cp.} = 0,84$ ), наименьшее – хром ( $r_{cp.} = 0,23$ ) (табл. 4).

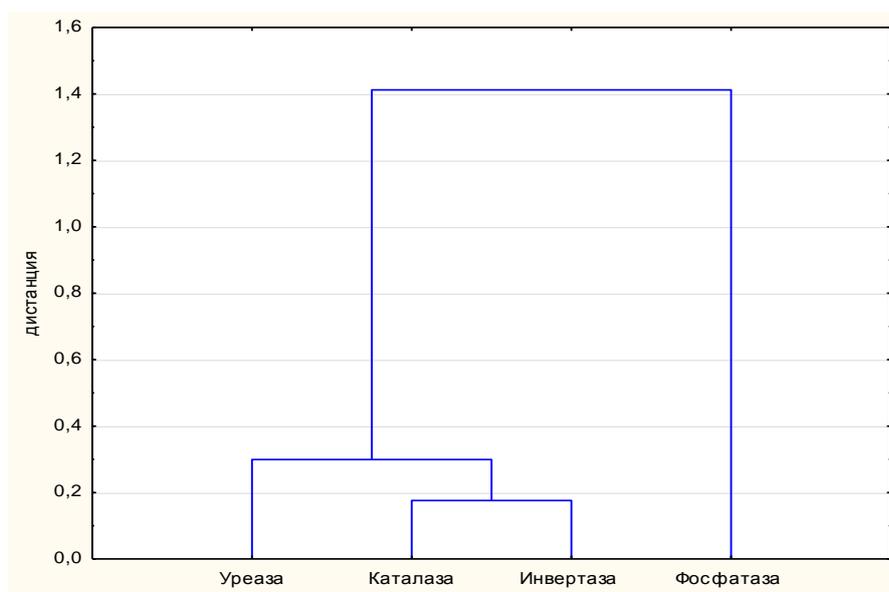


Рис. 2 Кластерный анализ, отражающий формирование групп по степени чувствительности почвенных ферментов к валовому содержанию ТМ

Коэффициенты корреляции, отражающие взаимосвязь между валовым содержанием ТМ и биологической активностью исследованных почв

	Фосфатаза	Инвертаза	Каталаза	Уреаза
Мышьяк	---	---	---	---
Ртуть	---	---	---	---
Свинец	0,55	0,97	0,96	0,89
Кадмий	0,18	0,84	0,91	0,86
Медь	0,34	0,86	0,85	0,74
Цинк	0,48	0,82	0,76	0,64
Никель	0,30	0,88	0,88	0,78
Хром	0,24	0,35	0,25	0,08
Кобальт	0,44	0,94	0,93	0,85
Марганец	-0,20	0,56	0,67	0,65

**Выводы:**

1. Определена специфика ландшафтной структуры пойменного типа местности долины р. Елань, приуроченной к территории Южного Битюго-Хоперского эколого-географического района лесостепной провинции Окско-Донской равнины. Она представлена супераквальными фациями приустьевой, центральной и притеррасной частей поймы р. Елань, сформировавшимися на аллювиальных почвах разной степени гидроморфизма под луговыми биоценозами на аллювиальных отложениях различного гранулометрического состава при близком залегании к поверхности поймы уровня грунтовых вод.

2. Выявлены параметры физико-химических, химических и биологических показателей свойств основных типов аллювиальных почв, обусловленные особенностями ландшафтной принадлежности. Наиболее благоприятными свойствами обладают аллювиальные луговые насыщенные тяжелосуглинистые почвы супераквальных фаций центральной части поймы, которые содержат 6,3-7,0 % гумуса, характеризуются нейтральной

реакцией почвенного раствора, степенью насыщенности основаниями, равной 96-97 %, высокой и средней обеспеченностью подвижными элементами питания, высокими показателями ферментативной активности.

3. Установлен диапазон колебаний валовых содержаний большинства изученных тяжелых металлов в почвах пойменного типа местности, который ниже их кларка для почв по А.П. Виноградову. Категория загрязнения почв ТМ находится на допустимом уровне. Суммарный показатель загрязнения почв –  $Z_c < 1$ .

4. Инвертазная активность показала себя как наиболее чувствительный фермент неблагоприятного экологического состояния аллювиальных почв большинства пойменных фаций.

5. Полученные результаты послужат основанием для разработки Программы экологического мониторинга состояния почвенного покрова ландшафтов на этапах геологоразведочных и проектных работ на участке медно-никелевого месторождения в Новохоперском районе Воронежской области.

**Библиографический список**

1. Воробьева, Л.А. Химический анализ почв / Л. А. Воробьева. – М., 1998. – 272 с.
2. Алексеев, Ю. В. Тяжелые металлы в агроландшафте / Ю. В. Алексеев. – СПб. : Изд-во ПИЯФ РАН, 2008. – 216 с.
3. Дмитриев, Е. А. Математическая статистика в почвоведении / Е. А. Дмитриев. – М., 1995. – 320 с.
4. Виноградов, А. П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах / А. П. Виноградов. – М. : Изд-во АН СССР, 1957. – 238 с.
5. Обухов, А. И. Тяжелые металлы в почвах и растениях Москвы / А. И. Обухов // Экологические исследования в Московской области. – М., 1990. – С. 148-161.

6. Девятова, Т. А. Антропогенная динамика и биодиагностика экологического состояния черноземов ЦЧР : дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.27, 03.00.16 / Т. А. Девятова. – Воронеж, 2006. – 352 с.
7. Звягинцев, Д. Г. Биология почв / Д. Г. Звягинцев, И. П. Бабьева, Г. М. Зенова. – М., 2005. – 445 с.
8. Эколого-географические районы Воронежской области / под ред. Ф. Н. Милькова. – Воронеж, 1996. – 216 с.
9. Яблонских, Л. А. Аллювиальные почвы речных долин Среднерусского Черноземья : дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.27 / Л. А. Яблонских. – Воронеж, 2002. – 526 с.
10. Jablonskikh, L. A. Content and vertical distribution of heavy metals and radionuclides in hydromorphic Soils of the Forest Steppe // *Eurasian Soil science*. – 1999. – Vol. 32. – No. 4. – P. 394-403.
11. Protasova, N. A. Microelemental composition of zonal soils in the Central Chernozemic region / N. A. Protasova, A. P. Scherbakov // *Eurasian Soil science*. – 2004. Vol. 37. – No. 1. – P. 40-48.
12. Protasova, N. A. Macro- and microelements in soils of Central Chernozemic Area and its soils-geochemical zoning / N. A. Protasova, A. B. Belyaev // *Eurasian Soil science*. 2000. – Vol. 33. – No. 2. – P. 177-183.

### References

1. Vorobyova L. A. *Khimicheskiy analys pochv* [Chemical analysis of soils]. Moscow, 1998, 272 p. (in Russian).
2. Alekseev Yu. V. *Tyazhelye metally v agrolandshafte* [Heavy metals in agrolandscape]. Sanct-Peterburg, 2008, 216 p. (in Russian).
3. Dmitriev E. A. *Matematicheskaya statistika v pochvovedenii* [Mathematical statistics in soil science]. Moscow, 1995, 320 p. (in Russian).
4. Vinogradov A. P. *Geokhimiya redkikh y rasseyannykh khimicheskikh elementov v pochvakh* [Geochemistry of rare and dispersed chemical elements in soils]. Moscow, 1957, 238 p. (in Russian).
5. Obukhov A. I. *Tyazhelye metally v pochvakh y rasteniyakh Moskvy* [Heavy metals in soils and plants of Moscow]. *Ekologicheskiye issledovaniya v Moscovskoy oblasti* [Environmental studies in the Moscow region]. Moscow, 1990, pp. 148-161 (in Russian).
6. Devyatova T. A. *Antrpogennaya dinamika y biodiagnostika ekologicheskogo sostoyaniya chernozemov* [Anthropogenic dynamics and bio-diagnostics of the ecological state of chernozems of the Central Black Earth Region]. Voronezh, 2006, 352 p (in Russian).
7. Zvyagintsev D. G, Babieva I. P, Zenova G. M. *Biologiya pochv* [Soil Biology]. Moscow, 2005, 445 p. (in Russian).
8. Milkov F. N. (ed.) *Ecologo-geograficheckiy rayony Voronezhskoy oblasti* [Ecological and geographical areas of the Voronezh region]. Voronezh, 1996, 216 p. (in Russian).
9. Yablonskikh L. A. *Alluvialnye pochvy rechnykh dolin Srednerusskogo Chernozemya* [Alluvial soils of river valleys of the Middle-Russian Chernozem region]. Voronezh, 2002, 526 p. (in Russian).
10. Jablonskikh L. A. Content and vertical distribution of heavy metals and radionuclides in hydromorphic Soils of the Forest Steppe. *Eurasian Soil science*. 1999, vol. 32, no 4, pp. 394-403.
11. Protasova N. A., Scherbakov A. P. Microelemental composition of zonal soils in the Central Chernozemic region. *Eurasian Soil science*. 2004, vol. 37, no 1, pp. 40-48.
12. Protasova N. A., Belyaev A. B. Macro- and microelements in soils of Central Chernozemic Area and its soils-geochemical zoning. *Eurasian Soil science*. 2000, vol. 33, no 2, pp. 177-183.

### Сведения об авторах

Девятова Татьяна Анатольевна – заведующий кафедрой экологии и земельных ресурсов ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», доктор биологических наук, профессор, г. Воронеж, Российская Федерация; e-mail: devyatova@bio.vsu.ru.

Яблонских Лидия Александровна – профессор кафедры экологии и земельных ресурсов ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», доктор биологических наук, профессор, г. Воронеж, Российская Федерация; e-mail: lidij-jblonskikh@yandex.ru.

*Белик Антон Викторович* – ассистент кафедры экологии и земельных ресурсов ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», кандидат биологических наук, г. Воронеж, Российская Федерация; e-mail: belik@bio.vsu.ru.

*Румянцева Ирина Васильевна* – ассистент кафедры экологии и земельных ресурсов ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», кандидат сельскохозяйственных наук, г. Воронеж, Российская Федерация; e-mail: riw86@rambler.ru.

### Information about authors

*Devyatova Tatyana Anatolyevna* – Head of the Department of Ecology and Land Resources, FSBEI HE «Voronezh State University», DSc in Biology, Professor, Voronezh, Russian Federation; e-mail: devyatova@bio.vsu.ru.

*Yablonskikh Lydia Alexandrovna* - Professor of the Department of Ecology and Land Resources, FSBEI HE «Voronezh State University», DSc in Biology, Professor, Voronezh, Russian Federation; e-mail: lidij-jblonskikh@yandex.ru.

*Belik Anton Viktorovich* – Assistant of the Department of Ecology and Land Resources FSBEI HE «Voronezh State University», PhD in Biology, Voronezh, Russian Federation; e-mail: belik@bio.vsu.ru.

*Rumyantseva Irina Vasilyevna* – Assistant of the Department of Ecology and Land Resources, FSBEI HE «Voronezh State University» PhD in Agriculture, Voronezh, Russian Federation; e-mail: riw86@rambler.ru.

DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2019.2/5

УДК 631.45

### МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ФИТОТОКСИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПОЧВЫ И ПОЧВЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ

доктор биологических наук, профессор **И.Д. Свистова**

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный педагогический университет», г. Воронеж, Российская Федерация

Изучена чувствительность различных методов определения фитотоксической активности почвы и почвенных микромицетов. Метод почвенной вытяжки недостаточно чувствителен, рекомендовано использовать метод почвенных пластинок и метод инициированного микробного сообщества (ИМС). Изучены 18 видов тест-растений, как показатель фитотоксической активности для почвы и почвенных микромицетов предложено определять ингибирование роста корня проростка редиса. Метод ИМС позволяет выявить роль биогенного фактора в развитии почвенного фитотоксикоза. Фитотоксическая активность почвы рекомендована в качестве параметра микробиоиндикации почвы в урбозкосистемах на примере города Воронеж.

**Ключевые слова:** фитотоксическая активность, методы определения, почва, почвенные микромицеты, микробиоиндикация.

### METHODOLOGICAL APPROACHES TO THE DETERMINATION OF PHYTOTOXIC ACTIVITY OF SOIL AND SOIL MICROORGANISMS

DSc (Biology), Professor **I.D. Svistova**

FSBEI HE Voronezh State Pedagogical University, Voronezh, Russia

### Abstract

The sensitivity of various methods for determining the phytotoxic activity of soil and soil micromycetes has been studied. The method of soil extraction is not sensitive enough. It is recommended to use the method of soil plates and the method of initiated microbial community (IMC). 18 species of test plants have been. Root growth inhibition of radish has been proposed to use as an indicator of phytotoxic activity for soil and soil micromycetes. The IMC method