

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра физиологии растений и микроорганизмов

ИСТОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИХ И ПОЧВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

по материалам научной конференции,
посвященной 100-летию кафедры физиологии растений и микроорганизмов
Пермского государственного национального исследовательского университета

г. Пермь, 18–19 октября 2017 года



Пермь 2017

УДК 581.1 + 579 + 631.4
ББК 28.57 + 28.4 + 40.3
И90

История и методология физиолого-биохимических и почвенных исследований:
И90 сб. науч. тр. по материалам науч. конф., посвящ. 100-летию кафедры физиологии растений и микроорганизмов Перм. гос. нац. исслед. ун-та / Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2017. – 190 с.

ISBN 978-5-7944-2974-9

В сборнике статей приведены результаты физиологических, микробиологических и почвенных исследований, представлены сведения по истории развития биологических наук.

Предназначено для специалистов в области физиологии и биохимии растений, микробиологии, почвоведения, сельского хозяйства и охраны окружающей среды.

УДК 581.1 + 579 + 631.4
ББК 28.57 + 28.4 + 40.3

Печатается по решению оргкомитета конференции

*Редакционная
коллегия:*

Артамонова В. С.	д. б. н., ведущий сотрудник Института почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск
Боме Н. А.	д. с.-х. н., заведующая кафедрой ботаники, биотехнологии и ландшафтной архитектуры Тюменского государственного университета, Тюмень
Еремченко О. З.	д. б. н., заведующая кафедрой физиологии растений и микроорганизмов ПГНИУ, Пермь
Куюкина М. С.	д. б. н., профессор кафедры микробиологии и иммунологии ПГНИУ, Пермь
Ившина И. Б.	академик РАН, заведующая лабораторией Института экологии и генетики микроорганизмов УрО РАН, профессор ПГНИУ, Пермь
Октябрьский О. Н.	д. б. н., заведующий лабораторией физиологии и генетики микроорганизмов ИЭиГМ, Пермь
Смирнова Г. В.	д. б. н., ведущий научный сотрудник ИЭиГМ, Пермь

Научное издание

Издается в авторской редакции

Компьютерная верстка: *Л. С. Нечаева, Ю. О. Ярушина*

Макет обложки: *И. Е. Шестаков*

Использована работа художника Бориса Сатюкова из серии «100 лет Пермскому университету»

Подписано в печать 13.10.2017. Формат 60×84/16

Усл. печ. л. 22,09. Тираж 50 экз. Заказ _____

Издательский центр ПГНИУ. 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15
Типография ПГНИУ. 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15

ISBN 978-5-7944-2974-9

© ПГНИУ, 2017

Содержание

ИСТОРИЯ, МЕТОДОЛОГИЯ И СОВРЕМЕННЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ ФИЗИОЛОГИИ И БИОХИМИИ РАСТЕНИЙ	7
Белкина Р. И., Моисеева К. В., Поляков М. В. Особенности фотосинтетической деятельности яровой пшеницы	7
Буренина А. А., Воронова А. О., Астафурова Т. П. Морфофизиологические эффекты при воздействии наночастиц платины на проростки пшеницы	9
Гарипова С. Р., Маркова О. В., Иванчина Н. В., Гарифуллина Д. В., Анисимова Л. Г., Ласточкина О. В., Пусенкова Л. И., Кулабухова Д. Ю., Кенджиева А. А., Хайруллин Р. М. Влияние ассоциаций и штаммов эндофитных бактерий на рост различных видов растений	12
Доманская О. В., Боме Н. А., Колоколова Н. Н., Франк Я. В. Влияние бактеризации семян озимой пшеницы на урожайность	16
Кайгородов Р. В., Попова Е. И. Эколого-биохимические факторы состава и свойств продуктов пчеловодства на примере меда и прополиса	19
Коробова А. В., Харрасова Р. И., Ибрагимов Б. Р., Ахиярова Г. Р., Зайнутдинова Э. М., Фархутдинов Р. Г., Кудоярова Г. Р. Гормональная регуляция роста корней при неравномерном распределении макроэлементов	23
Кусакина М. Г., Суворов В. И. Интенсивность накопления ионов хлора, пролина и фосфорных соединений у некоторых лекарственных растений (по итогам исследований в Троицком лесостепном заказнике)	26
Фадеева Е. Ф. Аллелопатические взаимодействия культурных и сорных растений в агрофитоценозах Зауралья	30
Фасылова Д. Д., Боме Н. А., Земцова Е. С. Изучение микрофлоры семян яровой мягкой пшеницы (<i>Triticum aestivum</i> L.) из агроэкологических зон юга Тюменской области	34
Филатова Л. А. Участие фитогормонов и других регуляторов роста в процессах адаптации растений к условиям засоления	37
Цивилева О. М., Юрасов Н. Ю., Учаева И. М., Спицын М. А. Применение методологии хромато-масс-спектрометрического исследования низкомолекулярных метаболитов гриба шиитакэ при твердофазном культивировании в присутствии акридона	40
Четина О. А., Акбулякова Г. М. Изменение содержания пролина и фенольных соединений у овса посевного в условиях засоления и щелочности субстрата	43
Чудинова Л. А., Чернышева Ю. Д. Динамика содержания растворимых сахаров в проростках овса в условиях раздельного и комбинированного действия повышенной температуры и ацетата кадмия	48

ИСТОРИЯ, МЕТОДОЛОГИЯ И СОВРЕМЕННЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ МИКРОБИОЛОГИИ	52
Александрова Г. А., Баландина С. Ю., Семериков В. В., Чарушина И. П. Распространенность микомицетов в больничной среде стационаров и методы их ликвидации	52
Ананьина Л. Н., Шестакова Е. А. Влияние условий культивирования на биосинтез эктоина штаммом <i>Halomonas</i> sp. SMB31	56
Безматерных К. В., Смирнова Г. В., Октябрьский О. Н. Влияние биологически активных соединений на индукцию стрессовых регулонов и толерантность к антибиотикам у бактерий <i>Escherichia coli</i>	58
Глебов Г. Г., Куюкина М. С., Ившина И. Б. Воздействие наночастиц металлов на поверхностные свойства родококков	62
Головина Е. Э., Куюкина М. С., Ившина И. Б. Влияние наночастиц никеля на биодеградацию нефтяных углеводородов иммобилизованными родококками в колоночном биореакторе	65
Инчагова К. С. Усиление кворум-ингибирующей активности антибиотиков	68
Кандаурова Ю. М., Ястребова О. В., Плотникова Е. Г. Новый галотолерантный штамм-деструктор фталатов <i>Halomonas</i> sp. PG1	71
Карпунина Т. И., Годовалов А. П. Экологический подход к оценке состояния вагинального биотопа субфертильных женщин	74
Козлов А. В. Динамическое состояние кислотности и ферментативной активности системы «порода-культура» при минерализации диатомита, цеолита и бентонитовой глины фосфатредуцирующими бактериями	78
Королев К. П., Боме Н. А., Колоколова Н. Н. Оценка микрофлоры семян у коллекционных образцов <i>Linum usitatissimum</i> L. различного эколого- географического происхождения	81
Крылова И. О., Баландина С. Ю. Биоразнообразие условно-патогенных бактерий вольеров собак служебных пород	84
Куликова Н. А. Исследование индукции промоторов окислительного стресса бактерий <i>soxs</i> и <i>katg</i> при взаимодействии с β -лактамами антибиотиками	87
Литасова А. С., Панова М. А., Гоголевская Е. В., Максимов А. Ю. ПЦР-анализ ихтиопатогенной микрофлоры	90
Максимов А. Ю., Позюмко Э. Н., Павлова Ю. А., Катаев В. Н. Метагеномный анализ микрофлоры карстовых озер Кишертского карстового района	93
Позюмко Э. Н., Халитова А. Э., Владимирова Е. В., Ремезовская Н. Б., Максимов А. Ю. Биотрансформация фталевых эфиров и ароматических азотсодержащих соединений почвенными актинобактериями	95

Секацкая П. А., Ахова А. В., Шумков М. С., Ткаченко А. Г. Экспрессия генов синтеза кадаверина в условиях окислительного стресса	99
Ушаков В. Ю., Смирнова Г. В., Октябрьский О. Н. Динамика уровня сульфит иона (S_0^{2-}) и сероводорода (H_2S) в аэробно растущих культурах <i>Escherichia coli</i> при стрессах	101
Хакимова Л. Р., Лавина А. М., Вершинина З. Р., Баймиев А. Х. Создание улучшенных штаммов ризобактерий	104
Халитова А. Э., Павлова Ю. А., Шилова А. В., Максимов А. Ю. Почвенные бактерии, утилизирующие техногенные азотсодержащие соединения	106
Хаова Е. А., Кашеварова Н. М., Ткаченко А. Г. Использование искусственных генетических конструкций в изучении персистенции <i>Escherichia coli</i>	108
Цыганов И. В., Нестерова Л. Ю., Ткаченко А. Г. Участие полиаминов в регуляции «поведенческих» реакций микроорганизмов	111
ИСТОРИЯ, МЕТОДОЛОГИЯ И СОВРЕМЕННЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ ПОЧВОВЕДЕНИЯ	113
Артамонова В. С. Из истории развития микробиологии почв в Сибири	113
Баландина А. В., Кузнецов Д. Б., Хизматулин Д. Р. Особенности рекультивации нефтешламowych амбаров	117
Бельшева Н. Е., Еремченко О. З. Оценка устойчивости почв ООПТ «Черняевский лес» к загрязнению тяжелыми металлами методом фитотестирования	121
Борисов А. В., Чернышева Е. В. Следы древнего микробиологического загрязнения в современных почвах	124
Дущанова К. С., Удальцов С. Н., Хомутова Т. Э. Микробная трансформация органических субстратов в серой лесной почве (модельный эксперимент)	128
Зинчук С. В. Химические и микробиологические свойства почв древних загонов для скота в субальпийской зоне (Северный Кавказ)	130
Зыкина Н. Г. Особенности урбаноземов г. Ижевск	133
Кайгородов Р. В., Горлова А. Д., Попова Е. И. Агрохимические свойства кородревесных отходов и их влияние на ростовые процессы сельскохозяйственных растений	136
Козлов А. В. Содержание подвижных соединений железа, марганца и алюминия в дерново-подзолистой почве в условиях применения высоких доз высококремнистых пород	138
Кулижский С. П., Герасько Л. И. История изучения почвенного покрова Томского Приобья (от Смирнова И.И. до наших дней)	142
Масленникова И. Л., Кузнецова М. В., Лаптева А. К., Шерстобитова Н. П., Шишкин М. А. Эколого-химическое обследование почвенного покрова жилой зоны г. Перми	145

Митракова Н. В., Еремченко О. З. Свойства техногенных солончаков в таежно-лесной зоне Пермского края	149
Рзаева В. В. Влияние способа основной обработки на биологическую активность почвы при возделывании яровой пшеницы в северной лесостепи Тюменской области . .	153
Романычева А. А., Верховцева Н. В. Исследование монокультуры кукурузы в длительных полевых опытах	155
Самофалова И. А. История изучения гумусного состояния почв в Предуралье	157
Семендяева Н. В. История изучения и современные достижения в освоении солонцов юга Западной Сибири	159
Шестаков И. Е. Основные направления почвенных исследований кафедры физиологии растений и микроорганизмов ПГНИУ в XXI веке	162
НАУЧНЫЕ ИТОГИ 100-ЛЕТНЕГО ПУТИ. Библиографический список трудов преподавателей кафедры физиологии растений и микроорганизмов ПГНИУ	166

ОСОБЕННОСТИ УРБАНОЗЕМОВ г. ИЖЕВСКА

Исследование урбаноземов г. Ижевска выявило высокую вариабельность их характеристик, что связано с естественной гетерогенностью исходного почвенного покрова, особенностями подстилающих пород и антропогенным влиянием. Как поверхностные горизонты, так и более глубокие слои исследованных почв в целом имеют высокие агрохимические показатели. При этом для верхних горизонтов урбаноземов г. Ижевска выявлены значения, препятствующие нормальному росту и развитию растений.

Ключевые слова: урбаноземы, городские почвы, агрохимические показатели, загрязнение почв, экологическое состояние.

Введение

Формирование урбаноземосистем сопровождается значительными перестройками существующих ландшафтов. Изменяются экологические условия и живые компоненты экосистем. Следствием антропогенного влияния на почвы в городе является разрушение естественного почвенного профиля, изменение количества элементов питания, накопление абиогенных веществ и изменение биологической активности [1, 2, 10, 14, 15].

Исследование характеристик почвенного покрова в условиях г. Ижевска выявило значительное смещение показателей даже естественных почв, сохранившихся в городе. Трансформированные в ходе деятельности человека почвы претерпели еще большие изменения химических показателей [10, 15]. Выявление смещения их характеристик и проблемы функционирования данных почв в урбаноземосистеме требуют контроля. Для нормального развития растительного покрова на измененных человеком почвах можно изменить ряд характеристик и создать более благоприятные для растений условия. В данной статье нами будут рассмотрены особенности собственно урбаноземов, которые изменены в результате механической трансформации исходного профиля [13]. Запечатанные (экраноземы) и агрогенные почвы анализироваться не будут. При рассмотрении профиля нами выделялись преобразованные человеком горизонты с соответствующей нумерацией в зависимости от расположения выделяемых слоев ($U_{1, 2 \dots n}$). При сохранении в профиле естественных горизонтов, сохранялось типичное для них обозначение.

Материалы и методы исследований

Для выявления морфологических особенностей урбаноземов нами было исследовано 26 почвенных профилей. Для химического анализа было отобрано 117 проб из поверхностного горизонта и 40 проб по профилю. В образцах определены основные агрохимические показатели по соответствующим методикам [4-9].

Результаты и обсуждение

Дифференциация профиля урбаноземов по морфологическим характеристикам обусловлена антропогенным вмешательством. Однако большое значение имеют естественные особенности почвенного покрова города. Гетерогенность почвообразующих пород и разнообразие почв на территории г. Ижевска обуславливают разнообразие морфологических особенностей формирующихся урбаноземов. Коренные породы на исследуемой территории представлены уржумскими отложениями средней перми, которые могут быть перекрыты песчаными покровами плейстоцена, через г. Ижевск пролегает граница этого песчаного массива [3]. Поэтому почвообразующими породами в пределах города являются как легкие по гранулометрическому составу бескарбонатные породы, так и карбонатные породы разного гранулометрического состава.

Преобладающими почвами г. Ижевска являются дерново-сильнопodzольные в большинстве легкого гранулометрического состава, распространены и менее оподзоленные виды почв. Выявлены серые лесные и дерново-карбонатные почвы в большинстве тяжелого гранулометрического состава. Из-за сильной расчлененности рельефа, значительного количества рек и родников, в городе распространены пойменные и болотные почвы. Все эти особенности определяют разнообразие формируемых в г. Ижевске урбаноземов.

Ввиду большего распространения в городе дерново-подзолистых почв, именно они чаще всего являются основой для формирования урбаноземов. При разрушении естественного профиля гранулометрический состав поверхностных горизонтов значительно изменяется. Естественная дифференциация профиля утрачивается и в большинстве случаев на поверхности оказываются более тяжелые по гранулометрическому составу отложения, вплоть до выхода на поверхность пермских карбонатных глин. Нарушенный профиль, рассматриваемый нами до глубины 1,5 м, мог включать до 6 разных слоев, в целом они относятся к уплотненным и могут быть значительно захлаплены строительным мусором.

Наряду с почвами, не сохранившими остатки естественных горизонтов, в пределах города выявлены урбаноземы сформированные на естественном профиле, однако это довольно редкий вариант.

Исследование агрохимических показателей урбаноземов г. Ижевска выявило значительное сме-

щение их характеристик относительно фоновых почв. Если для территории республики типичны кислые и бедные элементами питания почвы, то в поверхностных слоях урбаноземов г. Ижевска показатели значительно отличаются (табл. 1).

Таблица 1. Результаты исследования агрохимических характеристик поверхностных (U_1) горизонтов урбаноземов г. Ижевска

Показатели	pH_{KCl}	H_2	S	$V, \%$	Подвижный калий	Подвижный фосфор	$C_{орг}, \%$
		ммоль/100 г почвы			мг/кг		
Среднее	7,1	0,8	37,2	97,8	269,4	265,6	5,8
Стандартная ошибка	0,03	0,05	0,46	0,15	6,14	9,31	0,36
Медиана	7,2	0,5	39,9	98,8	260,0	220,5	4,4
Стандартное отклонение	0,6	1,2	9,7	3,2	128,7	195,4	5,2
Минимум	5,4	0,2	9,2	72	45	0	0,1
Максимум	8,3	12	49,8	99,93	940	1300	32,7
Счет	117	117	117	117	117	117	98

В большинстве это щелочные (57%) почвы, где количество протонов в почвенно-поглощающем комплексе значительно снизилось. Смещение pH в щелочную сторону в целом типично для г. Ижевска и фиксируется на всей территории города. Это следствие целого ряда причин: специфики промышленных выбросов, поднятием на поверхность карбонатных пород, значительной захлапленностью профиля урбаноземов строительным мусором. В поверхностных слоях исследуемых почв увеличилось количество катионов, сумма поглощенных оснований возрастает до высоких значений (75% почв). Это также может быть связано с подщелачиванием почв и функционированием щелочного геохимического барьера.

В верхних слоях урбаноземов содержание органических веществ значительно варьирует: для 13% почв отмечено низкое содержание, а для 11% выявлено высокое (более 8%) их количество. Данные особенности связаны с разным временем формирования почв, разной степенью развития на них растительного покрова, а также особенностями загрязнения. В целом содержание органики в поверхностных слоях урбаноземов можно охарактеризовать как повышенное.

Содержание доступных растениям соединений калия в урбаноземах г. Ижевска высокое, низкие показатели выявлены лишь у 3% почв. Количество подвижных соединений фосфора в поверхностных слоях урбаноземов также высоко, низкие показатели (типичные для фоновых почв) отмечены лишь у 9% почв.

Таким образом, исследование агрохимических характеристик поверхностных слоев урбаноземов г. Ижевска показало, что для них типична щелочная

реакция среды, высокое содержание обменных катионов, высокая степень насыщенности основаниями, очень высокое содержание доступных растениям соединений фосфора и калия, повышенное количество органических веществ. В целом агрохимические показатели урбаноземов благоприятны для роста и развития растений, но часть из них не может обеспечить нормальное развитие растений.

Так для 6 % исследованных почв обменная кислотность выше 8 ед. pH, что значительно затрудняет минеральное обеспечение растений и способствует накоплению в почвах элементов в высоких концентрациях. В том числе по этой причине, некоторые почвы содержат излишне высокое количество соединений калия и других катионов, что ведет к повышению осмотического давления почвенного раствора. Это неблагоприятно влияет на рост и развитие растений, так как вынуждает их увеличивать свой осмотический потенциал, что ведет к целому ряду метаболических перестроек. Некоторые виды адаптироваться к таким условиям не могут. Улучшить характеристики урбаноземов можно за счет внесения торфа, что позволит несколько снизить pH, повысит пористость и влагоемкость почв, увеличит возможности образования гумуса.

Характеристики поверхностных слоев во многом определяют условия существования травянистой растительности. Более глубокие почвенные слои тоже могут влиять на рост и развитие растений, в том числе древесных форм. В табл. 2 приведены показатели подповерхностных слоев урбаноземов г. Ижевска (рассмотрены только нарушенные слои, естественные горизонты, погребенные под культурным слоем, здесь не приводятся).

Таблица 2. Результаты исследования агрохимических характеристик подповерхностных (50 – 120 см) слоев урбаноземов г. Ижевска

Показатели	pH_{KCl}	H_{25}	S	$V, \%$	Подвижный калий	Подвижный фосфор	$S_{орг}, \%$
		ммоль/100 г почвы					
Среднее	6,77	0,38	26,41	96,72	135,2	231,9	1,51
Стандартная ошибка	0,07	0,04	2,38	1,05	16,3	23,8	0,31
Медиана	6,80	0,25	27,62	98,70	105,0	172,0	0,93
Стандартное отклонение	0,47	0,25	15,08	6,66	103,6	150,8	1,95
Минимум	5,6	0,23	2,25	59,7	20	69	0,05
Максимум	7,6	1,24	48,77	99,53	390	625	9,01
Счет	40	40	40	40	40	40	40

Для нарушенных в ходе хозяйственной деятельности подповерхностных слоев урбаноземов города типична нейтральная реакция среды, и низкое содержание протонов в почвенно-поглощающем комплексе. По сравнению с верхними слоями показатели несколько ниже. Сумма поглощенных оснований средняя, здесь выше доля почв с низким количеством поглощенных катионов, что может быть обусловлено невысоким количеством органических веществ и отсутствием аэрогенного поступления элементов. Поэтому количество подвижных соединений фосфора и калия также ниже, чем в поверхностных слоях. Содержание доступных растениям соединений калия – повышенное, а соединений фосфора – высокое. Количество органических веществ в среднем низкое, однако, в ряде проб, отмечены очень высокие значения. В целом показатели более глубоких слоев урбаноземов благоприятнее для роста растений, чем характеристики поверхностного слоя.

При погребении естественного профиля под антропогенными наслоениями большой мощности (более 50 см), также происходит изменение показателей естественных горизонтов. Так нами выявлено смещение реакции среды гор. A_1 и A_2 в щелочную сторону, и обеднение данных горизонтов подвижными соединениями фосфора и калия.

Библиографический список

1. Александровская Е.И., Александровский А.Л., Бойцов И.А., Кренке Н.А. История трансформации почв Москвы // Антропогенная деградация почвенного покрова и меры ее предупреждения: Тез. докл. Всерос. конф., Москва, 16-18 июня 1998г, т.1. М., 1998. С. 77-78.
2. Баканина Ф.М. Техногенные изменения почвенного покрова городских территорий // Антропогенные изменения и охрана природной среды. Новгород: ЭПШ им. М. Горького, 1990. С. 61-65.
3. География Удмуртии: природные условия и ресурсы: в 2 ч./ Под. ред. И.И. Рысина. Ижевск: Изд. Дом «Удмуртский университет», 2009. Ч. 1. 256 с.
4. ГОСТ 17.4.4.02-84. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. - М.: Стандартинформ, 2008. 8 с.

5. ГОСТ 26213-91. Почвы. Методы определения органического вещества // Определение органического вещества по методу Тюрина в модификации ЦИНАО /сост. Л.М.Державин, С.Г.Самохвалов и др. М.: Издательство стандартов, 1992. 5 с.

6. ГОСТ 26207-91. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО. // сост. Л.М.Державин, С.Г.Самохвалов и др. - М.: Изд-во стандартов, 1992. 6 с.

7. ГОСТ 26483-85. Приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО. //сост. Л.М.Державин, С.Г.Самохвалов и др. М.: Изд-во стандартов, 1985. 4 с.

8. ГОСТ 26212-91. Определение гидролитической кислотности по методу Каппена в модификации ЦИНАО // сост. Л.М.Державин, С.Г.Самохвалов и др. М.: Изд-во стандартов, 1991. 4 с.

9. ГОСТ 27821-88. Определение суммы поглощенных оснований по Каппену-Гильковицу. //сост. Л.М. Державин, С.Г.Самохвалов и др. М.: Изд-во стандартов, 1988. 6 с.

10. Зыкина Н.Г. Особенности дерново-подзолистых почв, сохранившихся в условиях г. Ижевска. //«Биоэкологическое краеведение: мировые, российские и региональные проблемы»: Материалы Всерос. науч.-прак. конф. Самара: ПГСГА, 2013. С. 86-92.

11. Ковриго В.П. Почвы Удмуртской республики / ГСХА. Ижевск, 2004. 490 с.

12. Почва. Город. Экология. / Под общ. ред. Акад. РАН Г.В. Добровольского. М.: Фонд «За экономическую грамотность», 1997. 320 с.

13. Рылова Н.Г., Кузнецов М.Ф. Классификационные и морфологические особенности почв города Ижевска // Вестник Удм. ун-та. 2001. №5. С. 72-80.

14. Строганова М.Н. Городские почвы: генезис, систематика и экологическое значение (на примере г. Москвы) // Дис ... докт. биол. наук. М., 1998. 71 с.

15. Стурман В.И. Бушкова Ю.С. Габдуллин В.М. Тяжелые металлы в поверхностном слое почв г. Ижевска // Вестник Удмуртского университета, 2000. №3 С. 52-61.