

**ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ДЕРНОВО-СИЛЬНОПОДЗОЛИСТОЙ  
ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЫ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ****Фатыхов И.Ш., Бусоргина Н.А., Борисов Б.Б., Исламова Ч.М.**

**Реферат.** Масс-спектральным методом с индуктивно связанной плазмой (MS) и атомно-эмиссионным методом с индуктивно-связанной плазмой (AES) в АСИЦ ВНИИМС имени Н.М. Федоровского определено 53 химических элементов и 8 оксидов в дерново-сильнопodzолистой легкосуглинистой почве. Почвенные образцы были взяты из горизонтов  $A_1$  (залежь) и  $A_n$  (пашня) при длительном сельскохозяйственном использовании в СХПК им. Мичурина Вавожского района Удмуртской Республики. Относительно горизонта  $A_1$  (залежь), в пахотном слое отмечено более высокое содержание цинка, кадмия и свинца – элементов 1 класса токсичности, меди – элемента 2 класса токсичности, бария, стронция и вольфрама – элементов 3 класса токсичности. В соответствии с требованиями гигиенического норматива ГН 2.1.7.2041-06 только содержание мышьяка превысило ПДК. Среди оксидов в пахотном слое  $A_n$  отмечено повышенное содержание оксидов магния и железа, по сравнению с их концентрацией в горизонте  $A_1$  (залежь). В ходе проведенного исследования установлено, что изучаемая дерново-сильнопodzолистая легкосуглинистая почва при длительном сельскохозяйственном использовании характеризуется увеличением содержания в пахотном слое цинка на 16,8, свинца – на 0,4, кадмия – на 0,11 мкг/г, бария – на 33,1, стронция на 3,1 и вольфрама – на 0,11 мкг/г относительно их концентрации в горизонте  $A_1$  (залежь). По содержанию в пахотном слое тяжелых металлов дерново-сильнопodzолистую легкосуглинистую почву СХПК им. Мичурина Вавожского района Удмуртской Республики можно классифицировать как почву с низким уровнем загрязнения. По суммарному показателю загрязнения почва соответствует категории допустимого уровня загрязнения.

**Ключевые слова:** дерново-сильнопodzолистая легкосуглинистая почва, пахотный слой, горизонт  $A_1$ , химический состав.

**Введение.** Состояние земель сельскохозяйственного назначения в условиях возвращающей антропогенной нагрузки на педосферу, особенно по содержанию тяжелых металлов, заслуживает особого внимания.

При проведении наблюдений за уровнем загрязнения почв тяжелыми металлами, фтором, нефтью и нефтепродуктами, сульфатами, нитратами, бенз(а)пиреном в 2006–2015 гг. Росгидрометом было установлено, что основным источником загрязнения пахотных почв тяжелыми металлами до (50%) являются фосфорные удобрения. [1]. Так, по данным J. Саго [2], в простом суперфосфате содержатся: кадмий (50-170 мг/кг), хром (66-243 мг/кг), кобальт (до 90 мг/кг), медь (4-79 мг/кг), свинец (7-92 мг/кг), никель (7-32 мг/кг), ванадий (70-180 мг/кг) и цинк (50-1430 мг/кг). Повышенный уровень свинца в почве может снизить её продуктивность, а очень низкая концентрация может ингибировать некоторые жизненно важные процессы, такие как фотосинтез, митоз и водопоглощение [3].

Поглощение тяжелых металлов растениями и последующее накопление в пищевой цепи представляет собой потенциальную угрозу для здоровья животных и человека. Поглощение и накопление тяжелых металлов в тканях растений зависит от многих факторов: от вида растений, температуры, влажности, органического вещества, рН, питательных веществ и т. д. [4].

И. Ш. Фатыхов [5] и Н. А. Бусоргина с соавторами [6, 7] установили, что в пахотном слое дерново-среднеpodzолистой среднесуглинистой почвы при длительном применении минеральных удобрений возросло содержание

тяжелых металлов, но их концентрация, за исключением мышьяка, не превысила уровень ПДК [8]. В пахотном слое почвы возросло содержание ванадия на 8,5, хрома – на 17,0, кобальта – на 5,4, никеля – на 10,2, меди – на 7,0, цинка – на 27,8, мышьяка – на 1,27 мкг/г. Содержание мышьяка 4,67 мкг/г в варианте с длительным применением удобрений превышало требования гигиенического норматива ГН 2.1.7.2041-06 [8].

Цель исследований – определить химический состав горизонтов  $A_1$  (залежь) и  $A_n$  (пашня) дерново-сильнопodzолистой легкосуглинистой почвы при длительном сельскохозяйственном использовании в СХПК им. Мичурина Вавожского района Удмуртской Республики.

Задачи исследований:

1. Изучить химический состав дерново-сильнопodzолистой легкосуглинистой суглинистой почвы горизонтов  $A_1$  (залежь) и  $A_n$  (пашня) при длительном сельскохозяйственном использовании.

2. Выявить различия по химическому составу горизонтов  $A_1$  и  $A_n$  дерново-сильнопodzолистой легкосуглинистой почвы.

3. В соответствии с классом токсичности химических элементов установить соответствие их содержания в горизонте  $A_n$  (пашня) гигиеническим (экологическим) нормативам.

**Условия, материалы и методы исследования.** Объект исследований – горизонты  $A_1$  (залежь) и  $A_n$  (пашня) дерново-сильнопodzолистой легкосуглинистой почвы в СХПК им. Мичурина Вавожского района Удмуртской Республики.

Химический состав по 53 элементам и 8 оксидам был определен в горизонтах А<sub>1</sub> (залежь) и А<sub>п</sub> (пашня). Почвенные образцы отбирались в соответствии с существующими методическими рекомендациями [9]. Агрохимическая характеристика пахотного слоя почвы: гумус – 4,6%, рН<sub>KCl</sub> – 5,7; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 250; K<sub>2</sub>O – 170 мг/кг почвы [10].

Содержание химических элементов в почвенных образцах определено в аналитическом сертификационном испытательном центре (АСИЦ) Всероссийского научно-

исследовательского института минерального сырья имени Н.М. Федоровского (ВИМС) масс-спектральным методом с индуктивно-связанной плазмой (MS) и атомно-эмиссионным методом с индуктивно-связанной плазмой (AES).

**Анализ и обсуждение результатов исследования.** Химический состав дерново-сильнопodzольной легкосуглинистой почвы горизонтов А<sub>1</sub> и А<sub>п</sub> по 53 химическим элементам представлен в табл. 1.

По результатам исследований установлено,

Таблица 1 – Содержание химических элементов в горизонтах А<sub>1</sub> и А<sub>п</sub> дерново-сильнопodzольной легкосуглинистой почвы, мкг/г

Элемент (символ)	Горизонт А <sub>1</sub> (залежь)	Горизонт А <sub>п</sub> (пашня)	Разница
1	2	3	4
Элементы 1 класса токсичности			
Цинк (Zn)	39,8	56,6	+16,80
Мышьяк (As)	4,36	3,80	-0,56
Селен (Se)	<0,5	<0,5	
Кадмий (Cd)	0,12	0,23	+0,11
Свинец (Pb)	11,3	11,7	+0,40
Элементы 2 класса токсичности			
Хром (Cr)	49,1	46,0	-3,10
Кобальт (Co)	10,6	9,82	-0,78
Никель (Ni)	34,5	30,0	-4,50
Медь (Cu)	19,4	19,8	+0,40
Молибден (Mo)	0,33	0,41	-
Сурьма (Sb)	0,61	0,60	-0,01
Элементы 3 класса токсичности			
Скандий (Sc)	6,70	5,29	-1,41
Ванадий (V)	61,9	56,5	-5,40
Стронций (Sr)	167,0	170,1	+3,10
Барий (Ba)	367,6	400,7	+33,10
Вольфрам (W)	0,76	0,87	+0,11
Щелочные металлы			
Литий (Li)	14,3	13,0	-1,30
Рубидий (Rb)	40,4	41,7	+1,30
Цезий (Cs)	1,50	1,38	-0,12
Щелочноземельные металлы			
Бериллий (Be)	0,82	0,66	-0,16
Переходные металлы			
Иттрий (Y)	10,3	9,38	-0,92
Цирконий (Zr)	96,3	102,9	+6,6
Родий (Rh)	<0,01	<0,01	
Ниобий (Nb)	8,60	9,93	+1,33
Палладий (Pd)	<0,1	<0,1	
Серебро (Ag)	<0,2	<0,2	
Графний (Hf)	2,82	2,88	+0,06
Тантал (Ta)	0,66	0,93	+0,27
Рений (Re)	<0,009	<0,009	
Иридий (Ir)	<0,01	<0,01	
Платина (Pt)	<0,1	<0,1	
Золото (Au)	<0,2	0,84	+0,64
Постпереходные металлы			
Галлий (Ga)	9,07	7,70	-1,37
Олово (Sn)	1,08	1,34	+0,26
Таллий (Tl)	0,23	0,21	-0,02
Висмут (Bi)	0,083	0,094	+0,011
Металлоиды			
Теллур (Te)	<0,04	<0,04	
Редкоземельные элементы			
Лантан (La)	15,0	14,1	-0,90
Церий (Ce)	34,5	31,6	-2,90
Празеодим (Pr)	3,62	3,30	-0,32
Неодим (Nd)	13,3	12,2	-0,10
Самарий (Sm)	2,74	2,25	-0,49
Европий (Eu)	0,69	0,61	-0,08

1	2	3	4
Гадолиний (Gd)	2,18	2,00	-0,18
Тербий (Tb)	0,34	0,32	-0,02
Диспрозий (Dy)	1,97	1,91	-0,06
Гольмий (Ho)	0,40	0,33	-0,07
Эрбий (Er)	1,30	1,04	-0,26
Тулий (Tm)	0,17	0,15	-0,02
Иттербий (Yb)	1,24	1,20	-0,04
Лютеций (Lu)	0,19	0,18	-0,01
Торий (Th)	4,89	4,11	-0,78
Уран (U)	0,95	0,88	-0,07

Таблица 2 – Содержание оксидов горизонтах А<sub>1</sub> и А<sub>п</sub> дерново-сильнопodzolistой легкосуглинистой почвы, % масс

Элемент (символ)	Горизонт А <sub>1</sub> (залежь)	Горизонт А <sub>п</sub> (пашня)	Разница
Оксид натрия (Na <sub>2</sub> O)	1,55	1,63	+0,08
Оксид магния (MgO)	0,69	0,66	-0,03
Оксид алюминия (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	7,93	7,94	+0,01
Оксид калия (K <sub>2</sub> O)	1,81	1,95	+0,14
Оксид кальция (CaO)	0,99	1,33	+0,34
Оксид титана (TiO <sub>2</sub> )	0,51	0,54	+0,03
Оксид марганца (MnO)	0,090	0,11	+0,02
Оксид железа (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	2,79	2,75	-0,04

что химический состав горизонтов А<sub>1</sub> и А<sub>п</sub> имеет различия. В пахотном слое из элементов 1 класса токсичности увеличилась концентрация цинка на 16,8, свинца – на 0,4, кадмия – на 0,11 мкг/г, уменьшилось содержание мышьяка на 0,56 мкг/г. Однако содержание мышьяка в горизонтах А<sub>1</sub> – 4,36 мкг/г и А<sub>п</sub> – 3,80 мкг/г превышало на 2,36 и 1,80 мкг/г соответственно требования гигиенического норматива ГН 2.1.7.2041-06.

Концентрация элементов 2 класса токсичности снизилась, за исключением меди. Из элементов 3 класса токсичности произошло повышение содержания, бария – на 33,1, стронция – на 3,1 и вольфрама – на 0,11 мкг/г.

Валовой состав минеральной части почвы принято выражать в виде процентного содержания оксидов (табл. 2). В исследуемой почве в горизонтах А<sub>1</sub> и А<sub>п</sub> преобладают оксиды алюминия (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) и железа (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). В целом, по содержанию оксидов горизонты А<sub>1</sub> и А<sub>п</sub>

имеют различия, но относительно небольшие. Можно отметить, что произошло только увеличение содержания оксидов калия на 0,14 и кальция на 0,34 % масс.

Для оценки уровня загрязнения пахотного слоя исследуемой почвы при длительном сельскохозяйственном использовании рассчитали суммарный показатель загрязнения Z<sub>c</sub> (суммарный показатель Саета). Z<sub>c</sub> представляет собой сумму коэффициентов концентрации (K<sub>c</sub>) токсикантов (загрязнителей) по отношению к фоновым значениям и рассчитывается по формуле:

$$Z_c = (\sum K_c) - (n - 1),$$

где K<sub>c</sub> – коэффициент концентрации i-го химического элемента,

n – число, учитываемых элементов [11].

Коэффициент концентрации показывает интенсивность накопления элемента в почве по отношению к природному фону.

Таблица 3 – Суммарное загрязнение пахотного слоя дерново-сильнопodzolistой легкосуглинистой почвы

Химический элемент	Фоновое содержание (залежь–гор. А <sub>1</sub> )	Пахотный слой (пашня)	
		Коэффициент концентрации химического элемента (K <sub>c</sub> )	Суммарный показатель загрязнения (Z <sub>c</sub> )
Цинк (Zn)	39,8	1,42	2,18
Мышьяк (As)	4,36	0,87	
Селен (Se)	<0,5	1,00	
Кадмий (Cd)	0,12	1,92	
Свинец (Pb)	11,3	1,04	
Хром (Cr)	49,1	0,94	
Кобальт (Co)	10,6	0,93	
Никель (Ni)	34,5	0,87	
Медь (Cu)	19,4	1,02	
Молибден (Mo)	0,33	1,24	
Сурьма (Sb)	0,61	0,98	
Скандий (Sc)	6,70	0,79	
Ванадий (V)	61,9	0,91	
Стронций (Sr)	167,0	1,02	
Барий (Ba)	367,6	1,09	
Вольфрам (W)	0,76	1,14	

Таблица 4 – Рекомендации по использованию почв в зависимости от степени их загрязнения

Категория загрязнения почв	Величина СПЗ	Рекомендации по использованию
Допустимая	Менее 16	Использование без ограничений, исключая объекты повышенного риска
Умеренно опасная	16 – 32	Использование в ходе строительных работ под отсыпки котлованов и выемок, на участках озеленения с подсыпкой слоя чистого грунта не менее 0,2 м
Опасная	32– 128	Ограниченное использование под отсыпки выемок и котлованов с перекрытием слоем чистого грунта не менее 0,5 м. При наличии эпидемиологической опасности – использование после проведения дезинфекции
Чрезвычайно опасная	Более 128	Вывоз и утилизация на специальных полигонах. При наличии эпидемиологической опасности – использование после проведения дезинфекции

Проведенный расчет суммарного показателя загрязнения (табл. 3) по содержанию химических элементов 1, 2 и 3 класса токсичности в пахотном слое дерново-сильнопodzолистой легкосуглинистой почвы соответствует допустимой категории загрязнения, так как величина  $Z_c$  не превышает 16 (табл. 4).

Проведенные нами исследования не выявили превышения установленных нормативов по содержанию тяжелых металлов в горизонтах  $A_1$  и  $A_n$  дерново-сильнопodzолистой легкосуглинистой почвы. Поэтому при выращивании сельскохозяйственной продукции на данной почве не требуется выполнение определенных технологических регламентов (табл. 4).

**Заключение.** В ходе проведенного исследова-

ния установлено, что изучаемая дерново-сильнопodzолистая легкосуглинистая почва при длительном сельскохозяйственном использовании характеризуется увеличением содержания в пахотном слое цинка на 16,8, свинца – на 0,4, кадмия – на 0,11 мкг/г, бария – на 33,1, стронция на 3,1 и вольфрама – на 0,11 мкг/г относительно их концентрации в горизонте  $A_1$  (залежь).

По содержанию в пахотном слое тяжелых металлов дерново-сильнопodzолистую легкосуглинистую почву СХПК им. Мичурина Вавожского района Удмуртской Республики можно классифицировать как почву с низким уровнем загрязнения. По суммарному показателю загрязнения почва соответствует категории допустимого уровня загрязнения.

#### Литература

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2015 году». – М.: Минприроды России; НИА-Природа. – 2016. – 639 с.
2. Caro J.H. Characterization of Superphosphat: its History Chemistry and Manufacture // U.S. Dept. Agr. And TVA. – Washington, D. S., 1964.
3. Dixit R., Malaviya D., Pandiyan K., Singh U. B., Sahu A., Shukla R., Singh B. P., Rai J. P., Sharma P. K., Lade H. Bioremediation of heavy metals from soil and aquatic environment: An overview of principles and criteria of fundamental processes. Sustainability. 2015;7:2189–2212. doi: 10.3390/su7022189.
4. Gaur N., Flora G., Yadav M., Tiwari A. A review with recent advancements on bioremediation-based abolition of heavy metals. Environ. Sci. Process. Impacts. 2014;16:180–193. doi: 10.1039/C3EM00491K.
5. Фатыхов И.Ш. Элементный состав пахотного слоя дерново-среднеpodzолистой среднесуглинистой почвы / И.Ш. Фатыхов, Е.В. Корепанова, В.Н. Гореева, М.П. Маслова // Эволюция и деградация почвенного покрова: Сборник научных статей по материалам IV Международной конференции // Ставрополь, – Изд. «АГРУС», – 2015. – С. 124-128.
6. Бусоргина Н.А. Химический состав пахотного слоя дерново-среднеpodzолистой среднесуглинистой почвы при длительном применении удобрений / Н.А. Бусоргина, Г.П. Дзюин, Г.П. Дзюин, И.Ш. Фатыхов // Вестник Казанского ГАУ. – 2014. – №4(34). – С. 107-110.
7. Бусоргина Н.А. Влияние длительного применения минеральных удобрений на химический состав пахотного слоя дерново-среднеpodzолистой среднесуглинистой почвы / Н.А. Бусоргина, И.Ш. Фатыхов, О.А. Страдина, Г.П. Дзюин, Г.П. Дзюин // Почва – национальное богатство. Пути повышения ее плодородия и улучшения экологического состояния. Материалы Всерос. научн.-практ. конф. – Ижевск, Изд. «Союз оригинал», – 2015. – С. 49-53.
8. Предельно допустимые концентрации (ПДК) веществ в почве. Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2041-06: [утверждены Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 19 января 2006 г.] [Электронный ресурс]: Электрон. дан. – М.: Консультант Плюс, 2008.
9. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. – М.: ЦИНАО, 1992. – 61 с.
10. Фатыхов, И. Ш. Реакция ячменя Раушан на абиотические условия химическим составом зерна / И. Ш. Фатыхов, Б.Б. Борисов, Е. В. Корепанова, Т.Н. Рябова // Вестник Казанского государственного университета. – 2012. – Т. 7. – № 3 (25). – С. 147-150.
11. Толкач Г. В., Позняк С. С. Содержание химических элементов в почвах на территории фермерских (крестьянских) хозяйств Брестского района. – Экологический вестник, 2015. – № 3 (33). – С. 79-88.
12. СанПиН 2.1.7.1287-03. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы (ред. от 25.04.2007) [Электронный ресурс]: Электрон. дан. – М.: Консультант Плюс, 2018.

#### Сведения об авторах:

Фатыхов Ильдус Шамилевич – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства, e-mail: nir210@mail.ru

Бусоргина Нина Александровна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесоустройства и экологии

Борисов Борис Борисович – аспирант кафедры растениеводства

Исламова Чулпан Марсовна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры растениеводства, e-mail: Chulpanislamova\_85@mail.ru  
ФГБОУ ВО «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия», г. Ижевск, Россия.

**CHEMICAL COMPOSITION OF SOD-STRONGLY-PODZOLIC LIGHT-LOAMY SOIL DURING LONG-TERM AGRICULTURAL USE**

**Fatykhov I.Sh., Busorgina N.A., Borisov B.B., Islamova Ch.M.**

**Abstract.** Mass spectral method with inductively coupled plasma (MS) and atomic emission method with inductively coupled plasma (AES) at ASIC VNIIMS named after N.M. Fedorovskiy 53 chemical elements and 8 oxides in sod-strongly-podzolic light loamy soil were determined. Soil samples were taken from horizons A<sub>1</sub> (deposit) and A<sub>n</sub> (arable land) during long-term agricultural use in SKhPK named after Michurin of Vavozhskiy district of the Udmurt Republic. Relative to horizon A<sub>1</sub> (deposit), in the plow layer there is a higher content of zinc, cadmium and lead - elements of the toxicity class 1, copper - element of the toxicity class 2, barium, strontium and tungsten - elements of the toxicity class 3. In accordance with the requirements of the hygienic standard GN 2.1.7.2041-06, only the arsenic content exceeded maximum permissible concentration. Among the oxides in the arable layer A<sub>n</sub>, an increased content of magnesium and iron oxides was noted, compared with their concentration in the A<sub>1</sub> horizon (deposit). In the course of the study, it was found that the studied sod-strongly podzolic light loamy soil with long-term agricultural use is characterized by an increase in the content of zinc in the arable layer by 16.8, lead by 0.4, cadmium by 0.11 µg/g, barium by 33.1, strontium by 3.1 and tungsten by 0.11 µg/g relative to their concentration in the A<sub>1</sub> horizon (deposit). According to the content in the arable layer of heavy metals sod-strongly podzolic light loamy soil SKhPK named after Michurin of Vavozhskiy district of the Udmurt Republic can be classified as soil with a low level of pollution. According to the total pollution indicator, the soil corresponds to the category of permissible pollution level.

**Key words:** sod-strongly podzolic light loamy soil, arable layer, horizon A<sub>1</sub>, chemical composition.

**References**

1. Gosudarstvennyy doklad "O sostoyanii i ob okhrane okruzhayushey sredy Rossiyskoy Federatsii v 2015 godu". (State report "On the State and Environmental Protection of the Russian Federation in 2015"). – M.: Minprirody Rossii; NIA-Priroda. – 2016. – P. 639.
2. Caro J.H. Characterization of Superphosphat: its History Chemistry and Manufacture // U.S. Dept. Agr. And TVA. – Washington, D. S., 1964.
3. Dixit R., Malaviya D., Pandiyan K., Singh U. B., Sahu A., Shukla R., Singh B. P., Rai J. P., Sharma P. K., Lade H. Bioremediation of heavy metals from soil and aquatic environment: An overview of principles and criteria of fundamental processes. Sustainability. 2015;7:2189–2212. doi: 10.3390/su7022189.
4. Gaur N., Flora G., Yadav M., Tiwari A. A review with recent advancements on bioremediation-based abolition of heavy metals. Environ. Sci. Process. Impacts. 2014;16:180–193. doi: 10.1039/C3EM00491K.
5. Fatykhov I.Sh. *Elementnyy sostav pakhotnogo sloya dernovo-srednepodzolistoy srednesuglinistoy pochvy. // Evolyutsiya i degradatsiya pochvennogo pokrova: Sbornik nauchnykh statey po materialam IV Mezhdunarodnoy konferentsii. (The elemental composition of the arable layer of sod-medium podzolic medium loamy soil. / I.Sh. Fatykhov, E.V. Korepanova, V.N. Goreeva, M.P. Maslova // Evolution and degradation of soil cover: Collection of scientific articles based on proceedings of IV International Conference). // Izd. "AGRUS", Stavropol, 2015. – P. 124-128.*
6. Busorgina N.A. The chemical composition of the arable layer of sod-medium podzolic medium loamy soil with prolonged use of fertilizers. [Khimicheskiy sostav pakhotnogo sloya dernovo-srednepodzolistoy srednesuglinistoy pochvy pri dlitelnom primeneniі udobreniy]. / N.A. Busorgina, G.P. Dzyuin, G.P. Dzyuin, I.Sh. Fatykhov // *Vestnik Kazanskogo GAU. – The Herald of Kazan State Agrarian University*, 2014. – №4(34). – P. 107-110.
7. Busorgina N.A. *Vliyanie dlitelnogo primeneniya mineralnykh udobreniy na khimicheskiy sostav pakhotnogo sloya dernovo-srednepodzolistoy srednesuglinistoy pochvy. // V sbornike: Pochva – natsionalnoe bogatstvo. Puti povysheniya ee plodorodiya i uluchsheniya ekologicheskogo sostoyaniya. Materialy Vseros. nauchn.-prakt. konf. (The effect of prolonged use of mineral fertilizers on the chemical composition of the arable layer of sod-medium podzolic medium loamy soil. / N.A. Busorgina, I.Sh. Fatykhov, O.A. Stradina, G.P. Dzyuin, G.P. Dzyuin // In the collection: Soil - national wealth. Ways to increase its fertility and improve the ecological state. Proceedings of All-Russian scientific and practical conference). // Izd. "Soyuz original, Izhevsk, 2015. – P. 49-53.*
8. *Predelno dopustimye kontsentratsii (PDK) veshchestv v pochve. Gigienicheskie normativy GN 2.1.7.2041-06: [utverzhdeny Federalnoy sluzhбой po nadzoru v sfere zaschity prav potrebiteley i blagopoluchiya cheloveka 19 yanvarya 2006 g.] Maximum allowable concentration of substances in the soil. Hygienic standards GN 2.1.7.2041-06: [approved by the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Well-Being January 19, 2006]. – M.: Konsultant Plyus, 2008.*
9. *Metodicheskie ukazaniya po opredeleniyu tyazhelykh metallov v pochvakh selkhozugodiy i produktii rastenievodstva. [Guidelines for the determination of heavy metals in farmland soils and crop products]. – M.: TsINAO, 1992. – P. 61.*
10. Fatykhov I. Sh. The reaction of Raushan barley to abiotic conditions with the chemical composition of the grain. [Reaktsiya yachmenya Raushan na abioticheskie usloviya khimicheskim sostavom zerna]. / I. Sh. Fatykhov, B.B. Borisov, E.V. Korepanova, T.N. Ryabova // *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo universiteta. – The Herald of Kazan State University*. 2012. – Vol. 7. – № 3 (25). – P. 147-150.
11. Tolkach G. V. Content of chemical elements in soils on the territory of peasant farms of Brest region. [Soderzhanie khimicheskikh elementov v pochvakh na territorii fermerskikh (krestyanskikh) khozyaystv Brestskogo rayona]. *Ekologicheskii vestnik. - Ecological Herald*. 2015. – № 3 (33). – P. 79-88.
12. *SanPiN 2.1.7.1287-03. Sanitarno-epidemiologicheskie trebovaniya k kachestvu pochvy (red. ot 25.04.2007). (SanPiN 2.1.7.1287-03. Sanitary and epidemiological requirements for soil quality (as amended on April 25, 2007): Electron. Dan – M.: Konsultant Plyus, 2018.*

**Authors:**

Fatykhov Ildus Shamilevich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of Plant production Department, e-mail: nlr210@mail.ru  
Busorgina Nina Aleksandrovna – Ph.D. of Agricultural Sciences, Associate Professor of Forest Management and Ecology Department  
Borisov Boris Borisovich – post-graduate student of Plant production Department  
Islamova Chulpan Marsovna – Ph.D. of Agricultural Sciences, Associate Professor of Plant production Department, e-mail: Chulpanislamova\_85@mail.ru  
Izhevsk State Agricultural Academy, Izhevsk, Russia