

## **ПРИМЕНЕНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ СОРБЕНТОВ ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ ПОЧВ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ**

### **Применение минеральных сорбентов при загрязнении почв тяжелыми металлами**

**О. А. Кизилов**, аспирант кафедры агрохимии, земледелия и агроэкологии,

**Ю. Л. Байкин**, канд. с.-х. наук, доц., заведующий кафедрой,

**П. Ю. Овчинников**, студент,  
Уральский государственный аграрный университет  
(Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42)

*Рецензент:* В. А. Рассыпнов, д-р биол. наук, проф.

#### **Аннотация**

Одной из современных экологических проблем является техногенное загрязнение почв, которое в настоящее время представляет серьезную опасность для природных и антропогенных экосистем. В статье освещается проблема восстановления плодородия почв, загрязненных соединениями тяжелыми металлами, в результате антропогенной деятельности в промышленных регионах.

Одним из путей рекультивации почв, загрязненных тяжелыми металлами (ТМ), является внесение в них природных и искусственных сорбентов, обеспечивающих сорбцию наиболее токсичных подвижных форм ТМ и, тем самым, существенно уменьшающих их поступление в растения. Исследования по изучению минеральных сорбентов - диатомита и белого шлама (БШ - оборотный продукт глиноземного производства) на почвах, загрязненных ТМ, показали разную их эффективность. Внесение сорбентов в загрязненную тяжелыми металлами почву оказывает положительное влияние на продуктивность зеленой массы пшеницы, но не устраняет в полной мере отрицательное их влияние. Белый шлам оказывал более заметное положительное действие, чем диатомит. Под влиянием загрязнения и сорбентов изменяются агрохимические показатели почвы. Сорбенты не оказывали закономерного влияния на коэффициент подвижности ТМ. Несколько снижается подвижность меди при внесении БШ. Сорбенты снижают уровень загрязненности растений ТМ, но содержание кадмия остается выше нормативной.

**Ключевые слова:** загрязнение почв, тяжелые металлы, сорбенты, фитотоксичность, диатомит, белый шлам, гигиенические нормативы

#### **Summary**

One of today's environmental problems is industrial pollution of soils, which currently poses a serious threat to natural and man-made ecosystems. The article highlights the problems of restoring fertility of soils contaminated with heavy metals as a result of human activities in the industrial regions.

One way of soil remediation for soils that have been contaminated with heavy metals (HM) is an amendment of natural and synthetic sorbents, which absorb the most toxic and mobile forms of HM, thus significantly reducing their delivery to plants. The study of mineral sorbents - diatomite and white sludge (WS - working product of alumina production) in soil contaminated HM showed different levels of effectiveness. Adding sorbents in contaminated soil have a positive effect on the productivity of green mass of wheat, but does not eliminate fully the negative impact of HM. White slurry have a greater positive effect than the diatomaceous earth. Agrochemical properties of soil get modified under the influence of pollution and sorbents. The sorbents did not influence the HM mobility coefficient. The mobility of copper is somewhat reduced after WS is introduced. Sorbents reduce the level of plants pollution by HM, but cadmium content remains above the regulatory norms.

**Keywords:** soil pollution, heavy metals, sorbents, phytotoxicity, diatomaceous earth, white sludge, hygienic standards

Уральский регион, являясь крупнейшим промышленным центром Российской Федерации, имеет свои экологические проблемы. Одной из них является техногенное загрязнение почв тяжелыми металлами, которая в настоящее время представляет серьезную опасность для природных и антропогенных экосистем.

Тяжелые металлы (ТМ) являются одними из достаточно распространенных загрязнителей объектов окружающей среды. Тяжелые металлы, распространяемые с промышленными выбросами воздушным путем, рассеиваются на большое расстояние вокруг предприятий металлургической промышленности, тепловых станций, сжигающих уголь, и других предприятий, оседают на ближайших сельскохозяйственных угодьях.

Мониторинг почвенного покрова сельскохозяйственных земель Свердловской области показывает, что на некоторых территориях прилегающих к крупным промышленным предприятиям, концентрации отдельных токсичных тяжелых металлов превышают установленные санитарно-гигиенические нормативы [7,13,16]. Наибольшее количество случаев превышения предельно допустимых концентраций (ПДК) отмечено у таких элементов, как: свинец, мышьяк, кадмий, медь. Почти все эти элементы относятся к веществам 1-го класса опасности, кроме меди, имеющей 2-й класс опасности.

Одним из путей рекультивации загрязненных ТМ почв, является внесение в них природных и искусственных сорбентов (отдельно или в определенных смесях с другими веществами), обеспечивающих сорбцию наиболее токсичных подвижных форм ТМ и, тем самым, существенно уменьшающих их поступление в растительность [1,2,3,4,5,8,9,11].

Учитывая вышеизложенное целью наших исследований было **изучение влияния минеральных сорбентов на урожайность сельскохозяйственных культур и экологическую безопасность продукции на почве загрязненной комплексом тяжелых металлов.**

#### **Задачи исследований:**

1. Изучить роль сорбентов в снижении фитотоксичности тяжелых металлов
2. Выявить влияние сорбентов на подвижность тяжелых металлов в почве
3. Оценить влияние сорбентов на поступление тяжелых металлов в растения

Исследования проводились на «экологическом полигоне» опытного поля Уральского ГАУ в вегетационно-микророльных опытах.

В опытах было смоделировано полиметаллическое загрязнение, основанное на данных мониторинга почвенного покрова сельхозугодий Свердловской области [7,13].

В качестве сорбентов был использован природный диатомит и БШ («Белый шлам»). Теоретически, диатомит, обладая высокой пористостью, должен сорбирует ионы тяжелых металлов, препятствуя их поступлению в растения.

Преимущества диатомита перед известными аналогами в том, что он, имея в своем составе аморфный кремнезем, является источником дополнительного кремния для растений, а его высокая гигроскопичность позволяет служить грануле удобрения аккумулятором влаги [2].

Белый шлам (БШ) в соответствии с патентом РФ № 2053688 (А23К1/16, опубл. 10.02.96 г., бюл. №4) путем нейтрализации шлама при обескремнивании алюминатных растворов глиноземного производства. БШ (белый шлам нейтрализованный) изготавливают и используют, в основном, в качестве корректирующих добавок для животных и птицы в дозах от 0,2 до 0,4г на один килограмм массы животных [14]. Известен способ выращивания сельскохозяйственных культур на почвах загрязненных ТМ с применением БШ [11]. Одним из условий эффективности действия сорбентов является достижение нейтральной реакции почвенной среды [10,12,17].

Для опытов использовали почву из перегнойного горизонта серой лесной почвы тяжелосуглинистого гранулометрического состава.

По агрохимическим показателям почва близка к свойствам почв СХПК «Первоуральский», в которых отмечается полиметаллическое загрязнение, (табл.1) и характеризуется среднекислой реакцией среды, ненасыщенностью основаниями, повышенным содержанием фосфора и калия, низким содержанием азота.

Таблица 1

**Агрохимическая характеристика серой лесной почвы в опыте (2015г.)**

pH <sub>KCl</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	K <sub>2</sub> O, мг/кг	N, мг/кг	Hг, мг-экв/100г почвы	S, мг-экв/100г почвы	V, %	Гумус, %
4,7	111	102	70	5,85	18,2	75.7	3,62

Для опыта использовали соли ТМ: нитрат кадмия – Cd(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·4H<sub>2</sub>O; ацетат свинца – Pb(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>·3H<sub>2</sub>O; сульфат меди – CuSO<sub>4</sub>·3H<sub>2</sub>O; мышьяковая кислота (H<sub>3</sub>AsO<sub>4</sub>), которая была получена из сульфида мышьяка (аурипигмента) – As<sub>2</sub>S<sub>3</sub>. Минерал был измельчен и обработан концентрированной азотной кислотой при кипячении. (As<sub>2</sub>S<sub>3</sub>+ 28HNO<sub>3(конц.)</sub>→ 2H<sub>3</sub>AsO<sub>4</sub>+ 28NO<sub>2</sub>+ 3H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>+ 8H<sub>2</sub>O).

Схема опыта:

1. Контроль
2. ТМ 1
3. ТМ 1 +БШ 1
4. ТМ 1+ БШ 2
5. ТМ 1 +ДТ 1

6. ТМ 1+ ДТ 2
7. ТМ 2
8. ТМ 2 + БШ 1
9. ТМ 2 + БШ 2
- 10.ТМ 2 + ДТ 1
- 11.ТМ 2 + ДТ 2

Примечания:

ТМ 1 – комплекс ТМ (Cu, Pb, Cd, As) в концентрациях по 5 ОДК каждого ТМ; ТМ 2 - комплекс ТМ (Cu, Pb, Cd, As) в концентрациях по 10 ОДК каждого ТМ; БШ 1 – белый шлам 1 % от массы почвы (30 т/га); БШ 2 - белый шлам 2 % от массы почвы (30 т/га); ДТ 1 – диатомит 1 % от массы почвы (30 т/га); ДТ 2 – диатомит 2 % от массы почвы (30 т/га)

Пленочные сосуды без дна, емкостью 7кг почвы, при помощи специального шаблона набивали почвой, устанавливали в подготовленную канаву глубиной 25см. Почву для наполнения сосудов просеивали через сито с диаметром ячеек 10 мм. Предварительно в почвы вносились соли тяжелых металлов в виде растворов (аликвоты, содержащие по 5 и 10 ОДК в расчете на каждый металл), минеральные удобрения (нитрофоска из расчета по 100кг/га НРК) и сорбенты в соответствии со схемой опыта. Количество воды во всех вариантах выравнивалось. Повторность в опыте четырехкратная.

После закладки сосудов, почву компостировали в течение 15 дней. 20 июня был произведен посев яровой пшеницы (20 семян на сосуд), что. После прорастания растения прореживались, в каждом сосуде оставляли по 12 растений, что соответствует норме высева 5.5 млн. семян на гектар. Высевали яровую пшеницу «Красноуфимская 100» [15]. В процессе вегетации производилась прополка сорной растительности.

Под влиянием загрязнения почвы и внесения тяжелых металлов физико-химические и агрохимические показатели почв претерпевают некоторые изменения (табл.2).

Таблица 2

**Влияние ТМ и сорбентов на агрохимические показатели почв (2015г.)**

№	Варианты	Гумус, %	Hг, моль/100г	pH <sub>сол.</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	KO <sub>2</sub> , мг/кг	N, мг/кг
1.	Контроль-Фон (N <sub>100</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub> )	3,62	5,85	4,7	233	183	70,0
2.	ТМ 1	3,33	5,92	4,8	245	171	64,4
3.	ТМ 1 +БШ 1	3,07	3,19	5,5	246	162	56,0
4.	ТМ 1+ БШ 2	3,43	2,25	5,8	289	192	58,8
5.	ТМ 1 +ДТ 1	3,47	5,85	4,8	228	175	58,8

6.	ТМ 1+ ДТ 2	3,63	5,48	4,8	254	200	56,0
7.	ТМ 2	3,43	5,51	4,7	255	200	56,0
8.	ТМ 2 + БШ 1	3,54	3,48	5,3	298	190	58,8
9.	ТМ 2 + БШ 2	3,39	2,35	5,8	287	191	61,6
10.	ТМ 2 + ДТ 1	3,58,	6,38	4,7	254	193	61,6
11.	ТМ 2 + ДТ 2	3,57	5,92	4,7	276	199	58,8

Особенно заметное влияние оказало внесение в почву БШ. Это влияние выразилось в снижении гидролитической и обменной кислотности. Причем с увеличением нормы внесения БШ с 1% до 2% от массы почвы кислотность, соответственно, продолжает снижаться.

Результаты учета зеленой массы (табл.3) показывают, что полиметаллическое загрязнение почвы тяжелыми металлами, оказывает достоверное отрицательное влияние на продуктивность зеленой массы пшеницы.

Таблица 3

**Влияние тяжелых металлов и сорбентов на продуктивность вегетативной массы пшеницы (г/сосуд) (2015г.)**

№	Варианты	Урожайность зеленой массы		
		г/сосуд	снижение урожая	
			г	%
1	Контроль	86,0	-	-
2	ТМ 1	41,0	45	52
3	ТМ 1 +БШ 1	49,6	36,4	42
4	ТМ 1+ БШ 2	58,0	28	32
5	ТМ 1 +ДТ 1	45,0	41	48
6	ТМ 1+ ДТ 2	53,1	32,9	38
7	ТМ 2	22,9	63,1	73
8	ТМ 2 + БШ 1	35,8	50,2	58
9	ТМ 2 + БШ 2	43,2	42,8	50
10	ТМ 2 + ДТ 1	22,8	63,2	74
11	ТМ 2 + ДТ 2	24,8	61,2	71
	<b>НСР<sub>05</sub></b>		<b>7,2</b>	

С увеличением степени загрязнения фитотоксичность ТМ проявлялось в большей степени. При содержании тяжелых металлов в концентрациях по 5 ОДК урожай зеленой массы снизился наполовину (52%). Десятикратное превышение ориентировочно допустимых концентраций снизило выход зеленой массы на 73%.

Внесение в почву минеральных сорбентов оказывает определенное положительное влияние на продуктивность зеленой массы пшеницы, но не устраняет в полной мере отрицательное воздействие ТМ.

При первом уровне загрязнения почвы ТМ (5 ОДК) белый шлам (БШ), в дозе 1% от массы почвы, достоверно снизил негативное влияние загрязнения на 10%, в дозах 2% от массы почвы на 20%. Действие диатомита проявилось лишь в дозах по 2% от массы почвы. В меньших дозах (1%) действия диатомита не отмечалось.

При более интенсивном загрязнении (10 ОДК) БШ также оказывает положительное влияние, снижая токсичность ТМ на 15% в дозах по 1% и на 23% при увеличении дозы сорбента до 2% от массы почвы.

Диатомит при загрязнении почвы комплексом ТМ в концентрациях по 10 ОДК был неэффективен.

Внесение в почву комплекса тяжелых металлов существенно изменило их общее содержание и соотношение валовых и подвижных форм (табл.3).

Поскольку техногенные аномалии обычно имеют полиэлементный состав, для них рассчитывается суммарный показатель загрязнения  $Z_c$  (СПЗ), характеризующий эффект воздействия группы элементов. Показатель рассчитывается по следующей формуле:

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

где  $K_c$  — коэффициент концентрации, который рассчитывается как отношение содержания элемента в исследуемом объекте  $C$  к его фоновому содержанию ( $C_f$ ):

$$K_c = C / C_f, \text{ причем } K_c > 1; n — \text{число учитываемых аномальных элементов.}$$

Рассчитанный нами индекс суммарного загрязнения почв  $Z_c$  сформировавшийся в почве при внесении по 5 и 10 ОДК ТМ показывает, что уровень загрязнения соответствует весьма опасному и чрезвычайно опасному уровню загрязнения.

Таблица 3

**Влияние сорбентов на содержание ТМ в почве и их подвижность, мг/кг (2015г.)**

№	Варианты	Cu			Pb			Cd			As вал.	Zc
		Вал.	Подв	К*	Вал.	Подв	К*	Вал.	Подв	К*		
1	Контроль-(NPK) <sub>100</sub>	21,4	0,3	1,4	13,5	0,3	2,22	0,3	0,2	0,7	3,5	4
2	ТМ 1	322,9	37,9	11,7	370,0	53,9	14,5	5,5	1,70	18,2	25,8	76
3	ТМ1+БШ 1	312,8	31,7	10,1	393,8	58,9	14,9	4,4	1,28	29,1	24,0	75
4	ТМ1+БШ 2	358,9	28,3	7,9	421,3	52,6	12,5	4,9	1,04	21,1	27,0	82
5	ТМ1 +Д 1	324,0	33,3	10,3	432,5	49,3	11,4	4,7	1,25	26,6	28,0	82
6	Т1+Д2	378,0	36,7	9,7	441,7	52,8	11,9	5,1	1,23	24,1	25,8	85
7	ТМ 2	585,0	98,0	16,8	765,0	136,2	17,8	8,6	2,71	31,5	29,0	137
8	ТМ2+БШ1	595,1	79,4	13,3	710,0	120,8	17,0	9,4	2,98	31,7	28,2	133
9	ТМ2+БШ2	552,4	68,1	12,3	705,0	135,4	19,2	8,6	2,54	29,5	32,8	131
10	ТМ2+ДТ1	635,7	112,0	17,6	647,6	139,2	21,5	6,6	2,47	37,4	36,0	127
11	ТМ2+ДТ2	553,5	103,2	18,6	702,4	151,4	21,6	9,3	3,80	40,8	43,6	137
ОДК		66	3		65	23		1	-		5	
Кларк (по Уралу)		20			10			0,5			2	

К\* - степень подвижности металла, %

Основной целью внесения сорбентов в почву в наших исследованиях было уменьшение подвижности ТМ в почвах с целью ограничения их поступления в растения. Расчеты показывают, что сорбенты практически не оказывают какого либо закономерного влияния на коэффициент подвижности ТМ ( $K^*$ ). Несколько снижается подвижность меди при внесении БШ. Внесение диатомита подобного действия не оказывает.

Полиметаллическое загрязнение почв оказало влияние на содержание ТМ в зеленой массе растений (табл.4).

Таблица 4

**Содержание тяжелых металлов в вегетативной массе пшеницы, мг/кг (2015г.)**

№	Вариант	Pb, мг/кг		Cu, мг/кг		Cd, мг/кг	
		Сухое вещество	Зеленая масса	Сухое вещество	Зеленая масса	Сухое вещество	Зеленая масса
1.	Чистая почва	8,0	1,2	37,2	5,55	1,3	0,2
2.	ТМ 1 (ОДК 5)	13,7	2,05	45,9	6,85	10,1	1,5
3.	ТМ 1 +БШ 1	11,1	1,65	41,2	6,15	9,01	1,35
4.	ТМ 1+ БШ 2	12,4	1,85	45,9	6,85	7,01	1,05
5.	ТМ 1 +ДТ 1	14,7	2,2	48,2	7,2	9,01	1,35
6.	ТМ 1+ ДТ 2	15,1	2,25	48,6	7,25	8,4	1,25
7.	ТМ 2 (ОДК 10)	22,4	3,35	56,3	8,4	11,7	1,75
8.	ТМ 2 + БШ 1	10,4	1,55	44,6	6,65	8,7	1,3
9.	ТМ 2 + БШ 2	12,1	1,8	42,9	6,4	8,7	1,3
10.	ТМ 2 + ДТ 1	18,4	2,75	65,0	9,7	8,7	1,3

11.	ТМ 2 + ДТ 2	19,8	2,95	65,3	9,75	11,7	1,75
	Гигиенические нормативы (ГН)		5,0		30,0		0,3

Несмотря на чрезвычайно высокий уровень загрязнения почв тяжелыми металлами их количество, поступающее в растения не вызывает серьезных опасений. Так концентрации свинца и меди в зеленой массе не превысили гигиенические нормативы. Отмечается избыточное поступление в растения кадмия (в 5 – 6 раз превышающее нормы). Сорбенты в некоторой мере снижают уровень загрязненности растений ТМ, но содержание кадмия остается выше нормативной.

#### **Выводы:**

1. Результаты исследований по изучению диатомита и белого шлама (БШ) в качестве сорбентов на почвах, загрязненных тяжелыми металлами показали неодинаковую их эффективность, Внесение в почву минеральных сорбентов оказывает определенное положительное влияние на продуктивность зеленой массы пшеницы, но не устраняет в полной мере отрицательное воздействие ТМ. Белый шлам оказывал более заметное детоксикационное действие, чем диатомит.
2. Внесение в почву комплекса тяжелых металлов существенно содержание их валовых и подвижных форм.
3. Сорбенты в некоторой мере снижают уровень загрязненности растений ТМ, но содержание кадмия остается выше нормативной.

В заключение следует отметить, что проблема требует дальнейших более детальных исследований в системе почва – растение

#### **Библиографический список**

1. Байкенова Ю.Г., Байкин Ю.Л., Эффективность технологий экогеохимической рекультивации почв (ТЭРП), загрязненных тяжелыми металлами (ТМ)//Аграрный вестник Урала, 2015 №4 (134), С.10-14.
2. Байкин Ю.Л. Влияние диатомита и птичьего помета на урожайность ячменя// В сборнике: Коняевские чтения сборник статей II Всероссийской научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки РСФСР доктора с.-х. наук, профессора Н.Ф. Коняева и 65-летию со дня образования кафедры плодородия и овощеводства УрГСХА. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Министерство сельского хозяйства и продовольствия Свердловской области, ГОУ ВПО Уральская государственная сельскохозяйственная академия, Кафедра овощеводства и плодородия им. Н.Ф. Коняева, Выставочный центр КОСК "Россия", 2008, С. 285-288
3. Байкин Ю.Л., Байкенова Ю.Г., Бураев М.Э. Влияние белого шлама на урожайность зеленой массы ячменя на загрязненных медью почвах//В сборнике: Коняевские чтения сборник статей всероссийской научно-практической конференции, под редакцией А.Н. Сёмина, Б.А. Воронина; научный редактор М.Ю. Карпухин; Уральская государственная сельскохозяйственная академия, Кафедра овощеводства и плодородия имени Н.Ф. Коняева, Екатеринбург, 2006, С.301-304.
4. Байкин Ю.Л., Байкенова Ю.Г., Бураев М.Э. Влияние белого шлама на урожайность зеленой массы ячменя на загрязненных медью почвах// В сборнике: Коняевские чтения.сборник статей всероссийской научно-практической конференции. под редакцией А.Н. Сёмина, Б.А. Воронина; научный редактор М.Ю. Карпухин; Уральская государственная сельскохозяйственная академия, Кафедра овощеводства и плодородия имени Н.Ф. Коняева. 2006. С. 301-304
5. Байкин Ю.Л., Байкенова Ю.Г., Бураев М.Э., Котомцев В.В., Луцкая Л.П., Устич Е.П., Корионов А.А., Бураев А.М. Влияние белого шлама (БШ) на урожайность зеленой массы яч-

меня и свойства серой лесной почвы при техногенном загрязнении//В сборнике: Климат, экология, сельское хозяйство Евразии//Материалы Международной научно-практической конференции. Сер. "Охрана и рациональное использование животных и растительных ресурсов" Главный редактор О.В. Жаров, 2009, С.398-401.

6. Байкин Ю.Л., Байкенова Ю.Г., Бураев М.Э., Луцкая Л.П. Агроэкологическая роль белого шлама при загрязнении почв тяжелыми металлами//В сборнике: Стратегия развития российского аграрного образования и аграрной науки в XXI веке. Материалы научно-практической конференции, посвященной 70-летию Уральской государственной сельскохозяйственной академии, 2010, С.91-95.

7. Байкин Ю.Л., Гусев А.С. Об экологическом контроле в системе почва-растения-животные-продукция животноводства// В сборнике: Опыт и проблемы повышения качества молочной продукции, ее конкурентоспособности в рыночных условиях. 1997. С. 64-67.

8. Байкин Ю.Л., Гусев А.С. Сравнительная оценка приемов рекультивации почв, загрязненных тяжелыми металлами// В сборнике: Почвы - национальное достояние России. Материалы IV съезда Докучаевского общества почвоведов. 2004. С. 541-542.

9. Байкин Ю.Л., Гусев А.С. Сравнительная оценка приемов рекультивации на агрохимические показатели техногенно-загрязненных почв и содержание некоторых тяжелых металлов в почвах// В сборнике: Современные проблемы оптимизации минерального питания растений. Материалы научно-практической конференции. 1998. С. 13-16. 3

10. Байкин Ю.Л., Каренгина Л.Б., Байкенова Ю.Г. Эффективность использования магнетита в качестве магниевого и известкового удобрения//Аграрное образование и наука, 2013, №3, С.2.

11. Байкин Ю.Л., Кесарева О.Г., Гусев А.С., Байкенова Ю.Г. и др. Способ выращивания сельскохозяйственных культур на почвах, загрязненных тяжелыми металлами// патент на изобретение RUS 2189712 17.01.2001

12. Иванов Н.А., Байкин Ю.Л. Известкование почв и внесение фосфора в запас как путь оптимизации минерального питания растений//Агрохимия, 1988, №10, С. 52-58.

13. Иванов Н.А., Байкин Ю.Л., Лаптев В.Р. Экологическое состояние земель тоо «Мезенское» Белоярского района Свердловской области// Материалы конференции «Экологические проблемы земледелия Среднего Урала» / Екатеринбург, 1995. С. 41-53.

14. Котомцев В.В., Сбродов Ф.М., Шилиев А.И., Бураев М.Э., Сысоев А.В., Луцкая Л.П., Устич Е.П., Липухин Е.А., Аминов С.Н., Кирсанов Ю.А., Ильичева О.В., Байкин Ю.Л., Рабинович М.И., Семенец Н.Н., Королева Н.А. Способ откорма телят в экологически загрязненных зонах патент на изобретение RUS 2229240 03.06.2002

15. Лавриненко А.Н., Байкин Ю.Л., Огородников Л.П. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в зависимости от уровня минерального питания//Аграрный вестник Урала, 2011, №5, С. 9-12.

16. Постников П.А., Огородников Л.П., Павленкова Т.В., Бызов И.С., Намятов М.А., Савин Ю.А., Колотов А.П., Сунцов А.В., Шорохова А.И., Комельских Н.П., Воробьев В.А., Колобков Е.В., Колотов Ф.А., Мингалев С.К., Байкин Ю.Л., Лаптев В.Р., Шестаков П.А., Фрумин И.Л., Тощев В.В. Адаптивное земледелие на Среднем Урале//состояние, проблемы и пути их решения /Издается по решению Ученого совета Уральского научно-исследовательского института сельского хозяйства, протокол № 12 от 26.10.2009г. Екатеринбург, 2010, 338с.

17. Шильников И.А., Стрельников В.Н., Колосова А.Ф., Чамов Ю.С., Волкова В.В., Веревкина Т.М., Минеев В.Г., Небольсин А.Н., Небольсина З.П., Белокурова А.П., Егорова Л.И., Рысев М.Н., Борматенков О.А., Яковлева Л.В., Назарова Т.О., Яговенко Л.А., Петрова И.С., Сидорович В., Бровкин В.И., Еремина В.С. и др. Нормы расхода известковых материалов для сдвига реакции почвенной среды до оптимального уровня на различных типах почв.- Москва, 1986, 74с.