

УДК: 631.8

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И ИЗВЕСТКОВАНИЯ НА СОСТОЯНИЕ И БАЛАНС СВИНЦА В АГРОЦЕНОЗЕ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ТЯЖЕЛОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Линара Кадыровна Назарова¹, Ильнара Кадыровна Дильмухаметова²,
Владимир Сергеевич Егоров³, Николай Алексеевич Кирпичников⁴,
Екатерина Викторовна Морачевская⁵, Михаил Михайлович Карпухин⁶

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1, стр. 12
Всероссийский НИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова
127550, Россия, Москва, ул. Прянишникова, д. 31а

^{1,2} – аспирант каф. агрохимии и биохимии растений МГУ; e-mail: linaradk@mail.ru

³ – д. б. н., проф. каф. агрохимии и биохимии растений МГУ; e-mail: evs_msu@mail.ru

⁴ – д. с.-х. н., гл. н. с. ВНИИА им Д.Н. Прянишникова

⁵ – к. б. н., вед. н. с. каф. агрохимии и биохимии растений МГУ; e-mail: agrosoil@mail.ru

⁶ – н. с. каф. химии почв МГУ

В стационарном полевом опыте на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве систематическое (в течение 48–50 лет) внесение минеральных удобрений не привело к существенному накоплению подвижных форм свинца в почве, их содержание осталось ниже ПДК. Известкование почвы иммобилизовало доступные формы свинца и, как следствие, снизило их поглощение растениями севооборота. Содержание свинца в сельскохозяйственных культурах было ниже ПДК и коррелировало с содержанием в почве его форм, извлекаемых ААБ при рН4,8. Положительный биологический баланс свинца при возделывании ячменя в основном обусловлен его поступлением с атмосферными осадками.

Ключевые слова: длительный полевой опыт, минеральные удобрения, известкование, дерново-подзолистая почва, тяжелые металлы, баланс тяжелых металлов.

Почва является основным местом аккумуляции тяжелых металлов, поступающих в окружающую среду из различных источников и, в отличие от органических загрязнителей, которые окисляются до CO₂ под действием микроорганизмов, большинство металлов не подвергаются микробной и химической деградации [1], а их общая концентрация в почвах сохраняется в течение длительного времени после поступления.

Одними из источников загрязнения сельскохозяйственных угодий тяжелыми металлами могут выступать минеральные удобрения [2–4].

Однако проблема накопления тяжелых металлов в системе почва – растение под влиянием минеральных удобрений является дискуссионной. Так, в опытах ряда авторов [3, 5] применение минеральных удобрений привело к аккумуляции тяжелых металлов в почве. В то время как, [6, 7] в своих опытах не подтвердили накопление тяжелых металлов в почве выше ПДК под действием минеральных удобрений.

Влияние минеральных удобрений на состояние тяжелых металлов в почве может носить косвенный характер через изменение физико-химических

свойств почвы. А именно, многими авторами отмечается подкисление почвы при систематическом применении минеральных удобрений [8, 9].

Известно, что существенное влияние на подвижность металлов оказывает рН почвы. В связи с этим, известковые удобрения, несмотря на наличие в них тяжелых металлов, за счет своей способности нейтрализовать кислотность почвы большинством авторов рассматриваются как средство иммобилизации тяжелых металлов в почве и как важнейший фактор снижения доступности тяжелых металлов растениям [10].

Поэтому, в условиях интенсификации сельского хозяйства за счет его химизации рассмотрение проблемы загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами во взаимосвязи с необходимостью получения экологически безопасной и качественной сельскохозяйственной продукции особенно актуально.

Чтобы предупредить возможный риск накопления тяжелых металлов в системе почва-удобрение-растение, необходим непрерывный агроэкологический мониторинг за всеми компонентами агроценоза.

Целью данной работы было изучение влияния длительного применения минеральных удобрений и извести на состояние и баланс свинца в агроценозе на дерново-подзолистой почве.

Методика. Исследования проводили на полях длительного полевого опыта СШ-27, заложенного на базе Центральной опытной станции ВНИИА им. Д.Н.Прянишникова (ЦОС ВНИИА) в поселке Барыбино Московской обл. в 1966 г. Число полей в опыте 2, площадь опытного поля 1 га, число повторностей 4, почва дерново-подзолистая тяжелосуглинистая, размер опытных делянок 99 м². Среднегодовое климатическое показатели: температура воздуха +4,8°C, годовое количество осадков 567 мм. Рельеф опытного участка – склон крутизной 1–3° северо–восточной экспозиции [12].

Агрохимическая характеристика почвы опытного участка до закладки опыта (в слое почвы 0–20 см): рН_{KCl} 3,9–4,1; Н_Г 4,9–5,2 ммоль экв/100 г почвы; Н_{обм.} 0,5 ммоль экв/100 г почвы; S 7,8–8,2 ммоль экв/100 г почвы; Р₂O₅_{подв.} 7,0 мг/100 г почвы; К₂O_{обм.} 10,0–11,5 мг/100 г почвы.

Исследования проводили в следующих вариантах опыта в 2014–2016 гг.: 1) без удобрений; 2) азотно-калийные удобрения (фоновое внесение); 3) азотно-калийные удобрения, известь по 1,5 г.к.; 4) азотно-калийные удобрения, суперфосфат двойной гранулированный; 5) азотно-калийные удобрения, известь по 1,5 г.к., суперфосфат двойной гранулированный; 6) азотно-калийные удобрения, известь по 2,5 г.к.; 7) азотно-калийные удобрения, известь по 2,5 г.к., суперфосфат двойной гранулированный. Дозы удобрений за ротацию севооборота (средние значения): аммиачная селитра 90 кг/га, суперфосфат двойной гранулированный 60 кг/га,

калий хлористый 120 кг/га. Известь вносили в виде магниальной известняковой муки под культивацию в течение первых трех ротаций и в восьмую ротацию (2006 г.). Фосфорные удобрения вносили в течение первых пяти ротаций; с 1993 г. фосфорные удобрения не вносили – изучали их последствие. Азотные и калийные удобрения применяли ежегодно в качестве фона, как в период прямого действия фосфорных удобрений, так и в период их последствие [12, 13]. Удобрения вносили весной перед посевом под вспашку.

Севооборот пятипольный до 1992 г.: озимая пшеница (*Triticum aestivum* L.) – картофель (*Solanum tuberosum* L.) – ячмень (*Hordeum vulgare* L.) с подсевом клевера (*Trifolium pratense* L.) – клевер 1-го года пользования – клевер 2-го года пользования. С 2013 г. клевер заменен на горох (*Pisum sativum* L.).

Пробы почв из пахотного слоя отбирали осенью в 2014, 2015 и 2016 гг. Пробы подготавливали к агрохимическому анализу общепринятыми методами [14].

Для экстрагирования свинца из почвы применили серию вытяжек: 1) 1 н. соляная кислота; этот экстрагент переводит в раствор как непрочно связанные почвенной матрицей металлы, так и техногенные оксиды металлов, уже поступившие в почву, но еще не включившиеся в процессы их трансформации. Соединения металлов, экстрагированные кислотной вытяжкой, называют кислотнорастворимыми (потенциальный запас); 2) 1% этилендиаминтетрауксусная кислота в 1 н. ацетатно-аммонийном буферном растворе с рН 4,8 – извлекает не только обменные, но комплексные соединения тяжелых металлов; 3) 1 н. ацетатно-аммонийный буферный раствор с рН 4,8. В эту вытяжку переходит наиболее лабиль-

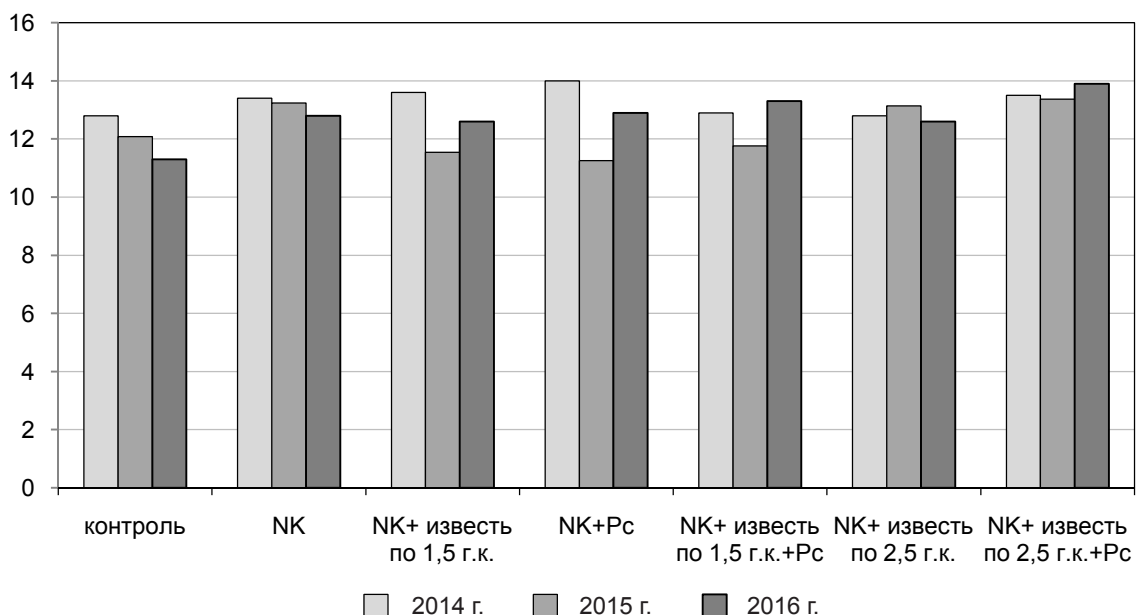


Рисунок. Валовое содержание свинца в почве, мг/кг.

1. Содержание подвижных форм Pb, мг/кг

Вариант опыта	2014 г.			2015 г.			2016 г.		
	НСІ	ААБ + ЭДТА	ААБ	НСІ	ААБ + ЭДТА	ААБ	НСІ	ААБ + ЭДТА	ААБ
Контроль	8,0	1,25	0,6	8,5	1,09	0,5	7,9	1,19	0,8
НК	8,4	1,45	0,8	8,8	1,31	0,9	8,5	1,24	1,2
НК+ известь по 1,5 г.к.	7,8	1,47	0,5	8,2	1,18	0,4	8,0	1,18	0,5
НК+Рс	8,0	1,36	0,6	8,4	1,29	0,7	8,2	1,27	1,0
НК+ известь по 1,5 г.к.+Рс	7,7	1,30	0,4	7,9	1,18	0,5	7,7	1,31	0,6
НК+ известь по 2,5 г.к.	7,1	1,68	0,3	8,0	1,30	0,4	7,3	1,35	0,3
НК+ известь по 2,5 г.к.+Рс	7,7	1,45	0,3	7,9	1,40	0,3	7,3	1,36	0,4
<i>НСР_{0,05}</i>	<i>0,4</i>	<i>0,21</i>	<i>0,2</i>	<i>0,4</i>	<i>0,21</i>	<i>0,2</i>	<i>0,4</i>	<i>0,20</i>	<i>0,2</i>

ная часть подвижных запасов тяжелых металлов в почве – обменные формы металлов (актуальный запас) [15].

Содержание свинца в растениях определяли атомно-абсорбционным методом после сухого озоления и растворения золы смесью 10% растворов азотной и соляной кислот [14].

Результаты были статистически обработаны с использованием прикладных пакетов «Microsoft Excel» и STATISTICA 8.0. Был проведен корреляционно-регрессионный анализ зависимости содержания свинца в растениях от агрохимических свойств почвы опыта и форм свинца в почве. Для оценки тесноты корреляции между изучаемыми факторами использована шкала Чеддока [16].

Результаты и обсуждение.

В ходе исследования установлено, что длительное применение минеральных удобрений и известкование не оказали статистически значимого влияния на уровень содержания валовых форм свинца в почве (рисунок). Во всех вариантах опыта концентрация изучаемого элемента была существенно ниже ПДК.

Валовое содержание тяжелых металлов отражает их общее количество в почве, тогда как

именно подвижные формы являются доступными для поглощения растениями. Поэтому особенно важно исследовать влияние средств химизации на содержание подвижных форм тяжелых металлов в почве (табл. 1).

По многочисленным литературным данным, известкование является одним из главных действенных методов иммобилизации тяжелых металлов в почве и, как следствие, понижения поступления их в растения [17].

Полученные данные (табл. 1) также подтвердили положительное влияние известкования на экологическое состояние почвы опыта. Установлена тенденция понижения содержания кислоторастворимых и обменных форм свинца и возрастания доли комплексных соединений металла. С увеличением дозы мелиоранта наблюдалось повышение его эффективности: так, содержание кислоторастворимых форм Pb снизилось на 11,3% в 2014 г., а обменных форм Pb – на 63% в 2016 г., все изменения статистически достоверны.

Внесение азотно-калийных удобрений способствовало увеличению содержания подвижных форм Pb во все три года по сравнению с контролем (табл. 1). Установлено, что увеличение потенци-

2. Коэффициент подвижности Pb, %

Вариант	K _п		
	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Контроль	4,69	4,13	7,08
НК	5,97	6,82	9,38
НК+ известь по 1,5 г.к.	3,68	3,48	3,97
НК+Рс	4,29	6,19	7,75
НК+ известь по 1,5 г.к.+Рс	3,10	4,24	4,51
НК+ известь по 2,5 г.к.	2,34	3,05	2,38
НК+ известь по 2,5 г.к.+Рс	2,22	2,24	2,88

3. Содержание Pb в биомассе растений, мг/кг сухого вещества

Вариант	Озимая пшеница, 2014 г.		Ячмень, 2015 г.		Ячмень, 2016 г.	
	зерно		зерно	солома	зерно	солома
Контроль	–		0,33	0,47	0,3	0,51
NK	0,35		0,36	0,54	0,37	0,55
NK+известь по 1,5 г.к.	0,33		–	–	0,3	0,43
NK+Pc	0,38		0,41	0,63	0,4	0,59
NK+известь по 1,5 г.к.+Pc	0,31		–	–	0,27	0,47
NK+известь по 2,5 г.к.	0,28		0,23	0,44	0,19	0,38
NK+известь по 2,5 г.к.+Pc	0,29		0,29	0,4	0,25	0,41
<i>HCP_{0,05}</i>	0,05		0,04	0,06	0,05	0,06

ального и актуального запасов Pb в 2014 и 2016 гг. и содержания Pb, связанного в комплексы в 2015 г., были статистически значимы. Длительное внесение двойного суперфосфата на фоне НК не привело к статистически достоверным изменениям содержания подвижных форм свинца по сравнению с контролем, однако отмечалась тенденция к увеличению подвижности обменных форм элемента с 7,08 % до 7,75 % в 2016 г. (табл. 2).

Для оценки степени влияния минеральных удобрений и известкования на подвижность Pb, был рассчитан коэффициент подвижности Pb в почве ($K_{\text{п}}$) по уравнению:

$$K_{\text{п}} = \text{ПФ/ВС} \times 100\%,$$

где ПФ – подвижная форма Pb (в ААБ рН4,8), ВС – валовое содержание металла.

Данные, представленные в табл. 2, показывают степень влияния минеральных удобрений и известкования на подвижность Pb. При известковании $K_{\text{п}}$ понизился, максимальное понижение отмечено при дозе извести по 2,5 г.к.. В то же время при систематическом внесении физиологически кислых азотно-калийных удобрений, которые подкислили почвенный раствор [11], коэффициент подвижности повысился в 2014 г. на 1,28 %, в 2015 г. на 2,69 % и в 2016 г. на 2,30 % по сравнению с $K_{\text{п}}$

на контроле. Аналогичные данные были получены рядом исследователей [18, 19].

Повышение содержания доступного для растений свинца в почве при применении НК минеральных удобрений привело к ожидаемому увеличению концентрации металла в биомассе ячменя по сравнению с контролем на 24 % в зерне и на 34 % в соломе в 2015 г., на 33 % в зерне и 16 % в соломе в 2016 г. (табл. 3). Известкование почвы способствовало снижению поглощения свинца культурами: во всех вариантах при внесении извести содержание Pb в зерне озимой пшеницы понизилось по сравнению с фоновым вариантом, а в ячмене – по сравнению с контролем. Данное изменение было достоверно при дозе извести по 2,5 г.к. Полученный результат можно объяснить улучшением почвенных свойств под влиянием известкования: понижением кислотности почвы, повышением суммы поглощенных оснований и степени насыщенности почв основаниями [11]. Анализ тесноты связи между концентрацией свинца в растениях и показателями физико-химических свойств почвы ($\text{pH}_{\text{КС}}$, гидролитическая кислотность, сумма поглощенных оснований, степень насыщенности почв основаниями) выявил заметную и высокую степени зависимости по шкале Чеддока. Так, значение

4. Баланс Pb в среднем за 2015–2016 гг. исследования

Вариант	Поступление, г/га		Вынос из почвы, г/га		Баланс	
	с удобрением	с осадками	урожаем	с инфильтрацией	г/га	мг/кг
Контроль	–	28,0	1,39	4,00	22,6	0,0075
NK	1,53	28,0	1,46	4,00	24,1	0,0080
NK+ известь по 1,5 г.к.*	1,53	28,0	1,94	4,00	23,6	0,0079
NK+Pc	1,53	28,0	2,67	4,00	22,9	0,0076
NK+ известь по 1,5 г.к.+Pc*	1,53	28,0	2,39	4,00	23,1	0,0077
NK+ известь по 2,5 г.к.	1,53	28,0	2,01	4,00	23,5	0,0078
NK+ известь по 2,5 г.к.+Pc	1,53	28,0	2,81	4,00	22,7	0,0076

Примечание: * – баланс за 2016 г. исследования

коэффициента корреляции между вышеперечисленными показателями варьирует в диапазоне от 0,63 до 0,92.

Между концентрацией свинца в биомассе злаковых культур во все три года исследования и актуальным запасом металла в почве также была выявлена тесная зависимость, коэффициент корреляции колебался в пределах от 0,73 до 0,94, что соответствует высокой и весьма высокой корреляции рассматриваемых показателей по шкале Чеддока. В то же время вынос свинца ячменем в вариантах с использованием извести выше, чем на контроле и в вариантах без извести (табл. 4). Это обусловлено более высоким урожаем исследуемых культур в этих вариантах [11]. Таким образом, снижение содержания свинца в зерне и соломе ячменя на известкованных вариантах обусловлено двумя однонаправленными процессами – снижением подвижности свинца в почве и «ростовым разбавлением» вследствие более высокой урожайности. Это свидетельствует о двойном благоприятном действии известкования: улучшение важнейшего показателя экологической безопасности продукции (снижение содержания свинца в растениях), сопровождается выносом из почвы большего количества загрязнителя.

Прогнозировать возможное накопление в почве тяжелых металлов при длительном систематическом применении удобрений можно с помощью расчета баланса (табл. 4).

В годы проведения исследования в почву опыта вносили только азотно-калийные удобрения в виде фона, фосфорное удобрение и известь не использовали, так как изучали их последствие. Поэтому в приходную статью вошло поступление свинца с азотно-калийными удобрениями: с аммиачной селитрой – 0,027 г/га, с хлористым калием – 1,5 г/га [20]. Также в приходной статье учитывали поступление свинца с атмосферными осадками – общая ежегодная сумма жидких и твердых атмосферных выпадений составила 28 г/га. Так как приходная статья и вынос металла с внутрипочвенным стоком во всех вариантах опыта были одинаковыми, при расчете баланса свинца конечный результат зависел от выноса данного элемента с урожаем растений. Полученные данные (табл. 4) свидетельствуют о том, что в агроценозе при возделывании ячменя складывался положительный баланс свинца, и наибольший вклад в него внесли атмосферные поступления. Максимальная величина баланса свинца (24,1 г/га) наблюдалась в фоновом варианте. Такое превышение приходной статьи баланса над расходной несущественно, поскольку в годы исследования обогащение почвы свинцом находилось в пределах от 0,0075 до 0,0080 мг/кг почвы, а ОДК Pb для изучаемой почвы составляет 65 мг/кг. [14].

Заключение.

Длительное (в течение 48–50 лет) применение минеральных удобрений и известкование не привело к статистически значимому изменению содержания валовых форм свинца в почве опыта.

Систематическое внесение физиологически кислых минеральных удобрений способствовало повышению подвижности свинца в почве, но уровень содержания тяжелого металла не превысил ПДК.

Систематическое применение минеральных удобрений не вызвало загрязнения сельскохозяйственных культур свинцом. Содержание металла в биомассе растений не превысило ПДК. При этом отмечена высокая коррелятивная связь между содержанием свинца в растениях и содержанием в почве его форм, извлекаемых ААБ рН4,8. Известкование почвы способствовало более высокому выносу свинца растениями ячменя при лучшем экологическом качестве продукции по сравнению с контролем и вариантами без известкования.

Положительный биологический баланс свинца при возделывании ячменя в основном обусловлен его поступлением с атмосферными осадками.

Несмотря на отсутствие в опыте потенциального риска загрязнения почвы свинцом, необходим непрерывный контроль уровня содержания свинца в почве и растениях, особенно при его положительном балансе.

Литература:

1. Kirpichtchikova T.A., Manceau A., Spadini L., Panfili F., Marcus M. A., Jacquet T. Speciation and solubility of heavy metals in contaminated soil using X-ray microfluorescence, EXAFS spectroscopy, chemical extraction, and thermodynamic modeling // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. – 2006. – Vol. 70(9). – P. 2163–2190.
2. Ajayi S.O., Odesany B.O., Awioroko A.O., Adebambo G.S., Okafor B. Effects of long term fertilizer use on trace metal levels of soils in a farm settlement // *Journal of Agricultural Research and Development*. – 2012. – № 2. – P. 44–51.
3. Oyedele D.J., Asonugbo C., Awotoye O.O. Heavy metals in soil and accumulation by edible vegetables after phosphate fertilizer application. *Electronic – Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*. – 2006. – Vol. 5(4). – P. 1446–1453.
4. Atafar Z., Mesdaghinia A., Nouri J., Homae M., Yunesian M., Ahmadimoghaddam M., Mahvi A. H. Effect of fertilizer application on soil heavy metal concentration – *Environ. Monit. and Assess.* – 2010. – Vol. 160. – P. 83–89. DOI: 10.1007/s10661-008-0659-x
5. Zhou Q. Interaction between Heavy Metals and Nitrogen Fertilizers Applied to Soil-Vegetable Systems – *Bull. Environ. Contam. Tox.* – 2003. – Vol. 71. – P. 338–344.
6. Malidareh H. B., Mahvi A. H., Yunesian M., Alimohammadi M., Nazmara S. Effect of fertilizer application on paddy soil heavy metals concentration and groundwater

- in north of Iran. Middle East – J. Sci. Res. – 2014. – Vol. 20(12). – P. 1721–1727.
7. Карпухин А.И., Бушуев Н.Н. Влияние применения удобрений на содержание тяжелых металлов в почвах длительных полевых опытов // Агрохимия. – 2007. – № 5. – С. 76–84.
8. Tsadilas C.D., Karaivazoglou N.A., Tsotsolis N.C., Stamatiadis S., Samaras V. Cadmium uptake by tobacco as affected by liming, N form, and year of cultivation – Environ. Pollut. – 2005. – Vol. 134. – P. 239–246.
9. Cakmak D., Saljnikov E., Mrvic V., Jakovljevic M., Marjanovic Z., Sikiric B., Maksimovic S. Soil properties and trace elements contents following 40 years of phosphate fertilization – J. Environ. Qual. – 2010. – Vol. 39. – P. 541–547.
10. Thustos P., Szakova J., Korinek K., Pavlikova D., Hanc A., Balik J. The effect of liming on cadmium, lead, and zinc uptake reduction by spring wheat grown in contaminated soil – Plant Soil Environ. – 2006. – Vol. 52. – P. 16–24.
11. Дильмухаметова И.К., Дильмухаметова Л.К., Кирпичников Н.А., Морачевская Е.В., Егоров В.С. Влияние длительного применения минеральных удобрений и известкования на агрохимические свойства дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы // Проблемы агрохимии и экологии. – 2017. – № 1. – С. 36–42.
12. Кирпичников Н.А., Похлебкина Л.П., Сергеева З.Г., Шильников И.А. Влияние высоких доз извести на эффективность фосфоритной муки в условиях дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы // Агрохимия. – 1990. – № 6. – С. 18–24.
13. Кирпичников Н.А., Шильников И.А., Темников В.Н. Действие фосфоритной муки при периодическом известковании дерново-подзолистой почвы // Агрохимический вестник. – 2008. – № 6. – С. 26–27.
14. Практикум по агрохимии [Под ред. В. Г. Минеева] – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 687 с.
15. Минкина Т.М., Мотузова Г.В., Назаренко О.Г. Состав соединений тяжелых металлов в почвах. – Ростов-на-Дону: Изд. Эверест, 2009. – 208 с.
16. Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – 320 с.
17. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1991. – 151 с.
18. Соколова О.Я., Стряпков-ХвЛ., Антимонов С.В., Соловых С.Ю. Тяжелые металлы в системе элемент-почва-зерновые культуры // Вестник ОГУ. – 2006. – № 4. – С. 106–110.
19. Bolan N.S., Adriano D.C., Mani P.A., Duraisamy A. Immobilization and Phytoavailability of Cadmium in Variable Charge Soils, II. Effect of Lime Addition - Plant and Soil. – 2003. – Vol. 251. – P. 187–198.
20. Овчаренко М.М. Тяжелые металлы в системе почва-растение-удобрение. – Москва: Пролетарский светоч, 1997. – 290 с.

**Nazarova L.K., Dilmukhametova I.K., Yegorov V.S., Kirpichnikov N.A.,
Morachevskaya E.V., Karpukhin M.M.**

**INFLUENCE OF LONG-TERM USE OF MINERAL FERTILIZERS AND LIMING ON
THE STATE AND BALANCE OF LEAD IN AGROCENOSIS
ON SODDY-PODZOLIC HEAVY LOAMY SOIL IN THE MOSCOW REGION**

The application of mineral fertilizers for 48–50 years in the long-term field experiment on soddy-podzolic heavy loam soil did not result in an accumulation of mobile lead in soil over its MPC level. Liming of the soil reduced available lead content, which consequently caused the decrease of its intake by crops. Concentration of lead in plants did not exceed its MPC level. Also, it correlated with concentration of lead extracted from the soil by ammonium acetate buffer solution at pH 4,8. Positive biological balance of lead under the cultivation of barley was mainly caused by its inflow with precipitation.

Keywords: long-term field experiment, mineral fertilizers, liming, soddy-podzolic soil, heavy metals, balance of heavy metals.