

ВЛИЯНИЕ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ НА СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ, ФТОРА
В ПОЧВАХ И КАЧЕСТВО РАСТИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ В АО «ИСКРА» и АГРОФИРМЕ
«УЧУМСКАЯ» УЖУРСКОГО РАЙОНА СРЕДНЕЙ СИБИРИ

E.I. Voloshin, V.A. Polosina,
M.V. Burina

THE INFLUENCE OF CHEMICALS ON THE CONTENT OF HEAVY METALS, FLUORINE
IN THE SOILS AND THE QUALITY OF PLANT PRODUCTION IN JSC "ISKRA"
AND AGRICULTURAL FIRM "UCHUMSKAYA" OF UZHURSKY DISTRICT OF CENTRAL SIBERIA

Волошин Евгений Иванович – д-р с.-х. наук, проф. каф. общего земледелия и защиты растений Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск.

E-mail: EV.Volochin@yandex.ru

Полосина Валентина Анатольевна – канд. с.-х. наук, доц. каф. общего земледелия и защиты растений Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск.

E-mail: polosina.va@mail.ru

Бурина Марина Викторовна – магистрант каф. общего земледелия и защиты растений Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск.

E-mail: m4r23@yandex.ru

Voloshin Evgeny Ivanovich – Dr. Agr. Sci., Prof., Chair of General Agriculture and Plants Protection, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk.

E-mail: EV.Volochin@yandex.ru

Polosina Valentina Anatolyevna – Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of General Agriculture and Plants Protection, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk.

E-mail: polosina.va@mail.ru

Burina Marina Victorovna – Magistrate Student, Chair of General Agriculture and Plants Protection, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk.

E-mail: m4r23@yandex.ru

АО «Искра» и агрофирма «Учумская» находятся в Чулымско-Енисейской лесостепной зоне Красноярского края и специализируются на производстве растениеводческой и животноводческой продукции. В структуре почвенного покрова преобладают черноземы выщелоченные и обыкновенные, небольшие площади заняты серыми лесными и интразональными почвами. Особенностью почвенного покрова хозяйств является значительная комплексность, укороченность аккумулятивного горизонта, пониженная степень оподзоленности серых лесных почв. Почвы хозяйств характеризуются повышенным содержанием гумуса, нейтральной реакцией среды, низким и средним содержанием нитратного азота и высоким обменного калия. Обеспеченность пахотных почв подвижным фосфором колеблется от средней до повышенной. В соответствии с зональными рекомендациями при выращивании зерновых и

кормовых культур применяются минеральные, органические удобрения и пестициды. Урожайность яровой пшеницы, ячменя, овса, кукурузы на силос, однолетних и многолетних трав в 2016–2018 гг. зависела от плодородия почв, обеспеченности их подвижными формами питательных веществ, уровня применения удобрений, климатических условий, влагообеспеченности посевов и биологических особенностей сельскохозяйственных культур. Средние урожаи зерна пшеницы колеблются от 31,1 до 38,9 ц/га; ячменя – 42,3–49,3; овса – 37,3–59,0; кукурузы – 268,9; однолетних трав – 130,0; многолетних трав на сено – 31,1 ц/га. Вносимые удобрения и пестициды не оказали влияния на содержание и распределение тяжелых металлов в почвах сельскохозяйственных угодий. Валовое содержание кобальта, меди, цинка, марганца, хрома, никеля, кадмия, свинца, ртути и водорастворимого фтора в почвах незначи-

тельно отличалось от фоновой концентрации этих элементов в агроценозах Красноярского края. При обследовании почв не установлено загрязнения их тяжелыми металлами. Применение удобрений и пестицидов не оказало отрицательного влияния на качество урожая сельскохозяйственных культур. Концентрация токсичных элементов, пестицидов и радионуклидов в урожае полевых культур находилась на уровне принятых в России санитарных норм.

Ключевые слова: почва, удобрения, пестициды, урожайность, тяжелые металлы, фтор, качество продукции.

JSC "Iskra "and Agrofirma" Uchumskaya " are located in the Chulym-Yenisei forest-steppe zone of the Krasnoyarsk Region and specialize in the receiving of crop and livestock products. The structure of the soil cover is dominated by leached and ordinary chernozems; small areas are occupied by gray forest and intrazonal soils. The peculiarity of the soil cover of the farms is significant complexity, shortening of the accumulative horizon, reduced degree of podzolization of gray forest soils. Farm soils are characterized by high content of humus, neutral reaction of the medium, a low and medium content of nitrate nitrogen and high exchange rate of potassium. The availability of mobile phosphorus in arable soils ranges from medium to high. In accordance with the zonal recommendations, mineral, organic fertilizers and pesticides are used in the cultivation of cereals and forage crops. The productivity of spring wheat, barley, oats, corn for silage, annual and perennial grasses in 2016–2018 depended on the soil fertility, availability of mobile forms of nutrients, the level of fertilizer application, climatic conditions, moisture availability of crops and biological characteristics of crops. Average yields of wheat grain range from 31.1 to 38.9 c / hectare; barley – 42.3–49.3 c/hectare; oats-37.3–59.0 c/hectare; corn – 268.9; annual grasses-130.0 c/hectare; perennial grasses for hay-31.1 C / hectare. The fertilizers and pesticides applied did not affect the content and distribution of heavy metals in the soils of agricultural land. The total content of cobalt, copper, zinc, manganese, chromium nickel, cadmium, lead, mercury and water-soluble fluorine in the soils slightly differed from the background concentration of these elements in the agrocenoses of Krasnoyarsk Territory. During the survey of the soil, no contamination with

heavy metals was found. The use of fertilizers and pesticides did not have any negative impact on the quality of agricultural crops. The concentration of toxic elements, pesticides and radionuclides in the field crop yield was at the level of sanitary standards adopted in Russia.

Keywords: soil, fertilizers, pesticides, productivity, heavy metals, fluorine, product quality.

Введение. Важнейшей задачей сельскохозяйственного производства является повышение его продуктивности. В региональных условиях решением этой проблемы является внедрение в производство адаптивно-ландшафтной системы земледелия и технологий, обеспечивающих достижение их высокой агрономической, экономической и экологической целесообразности.

Почвы агроценозов являются основным средством производства в земледелии. От их плодородия зависит величина урожая и качество растениеводческой продукции. В сохранении и повышении плодородия почв важная роль отводится рациональному применению минеральных и органических удобрений. Научно обоснованные дозы минеральных и органических удобрений при нормальной влагообеспеченности посевов на 25–30 % повышают урожайность сельскохозяйственных культур без снижения качества растительной продукции [7]. Несбалансированность вносимых доз удобрений по элементам питания, нарушение оптимальных сроков и способов их внесения приводят к снижению плодородия почв и урожайности полевых культур.

Современное сельскохозяйственное производство не представляется возможным без использования химических средств защиты растений. Использование пестицидов для защиты культурных растений от болезней, вредителей и сорняков является необходимым условием получения стабильных урожаев сельскохозяйственных культур. При ненормированном внесении удобрения и пестициды оказывают негативное влияние на живые организмы и свойства почв. Это зависит от их концентрации в среде, свойств растений и почвы, присутствия в агроэкосистеме различных органических соединений [13]. Под влиянием химических соединений происходит повреждение физиологических и биохимических процессов в растениях, они аккумулируются в корневой системе и накапливаются в продуктивной части урожая сельско-

хозяйственных культур. Продукция растениеводства, выращенная даже на слабозагрязненных почвах, представляет определенную опасность из-за возможного кумулятивного эффекта и постепенного накопления токсикантов в пищевой цепи, которые вызывают у человека различные эндемические заболевания. В связи с усилением химической нагрузки на агроценозы возникает необходимость в проведении постоянного контроля за качеством и экологической безопасностью растениеводческой продукции.

Цель исследований. Комплексная оценка влияния средств химизации на содержание тяжелых металлов и качество растительной продукции в АО «Искра» и агрофирме «Учумская» Ужурского района Средней Сибири.

Объекты и методы исследований. АО «Искра» и агрофирма «Учумская» находятся в Ужурском районе, который входит в Чулымо-Енисейскую лесостепную зону Средней Сибири. Центральная усадьба АО «Искра» расположена в городе Ужур, а агрофирмы «Учумская» в поселке Златоруновск. Хозяйства специализируются на производстве растениеводческой и животноводческой продукции.

Климат на территории хозяйств характеризуется резкой континентальностью. Среднегодовалая сумма осадков составляет 450 мм. В зимний период выпадает от 5 до 25 % годового количества осадков. Среднегодовая температура воздуха равна -1,2 °С. Средняя многолетняя сумма активных температур выше 10 °С колеблется в пределах 1500–1610 °С. Наиболее теп-

лым на землепользовании хозяйств является июль и холодным – январь.

Зима суровая и продолжительная (180–200 дней). Глубина промерзания почвы зависит от мощности снежного покрова и изменяется от полутора до двух метров. Снежный покров сходит с полей в конце марта – начале апреля. В лесостепной зоне преобладают ветры западного и юго-западного направлений. Наибольшая скорость ветров отмечается в весенне-летний период. Сильные ветры при низкой относительной влажности воздуха иссушают верхние горизонты почв и способствуют развитию эрозионных процессов.

Своеобразные климатические условия Чулымо-Енисейской лесостепной зоны оказывают определенное влияние на температурный, водный режимы почв и развитие в них микробиологических процессов. Неблагоприятное сочетание температуры, влажности почвы и воздуха ухудшает процессы мобилизации доступных для растений питательных веществ, что отражается на величине урожайности сельскохозяйственных культур.

В структуре почвенного покрова преобладают черноземы обыкновенные и выщелоченные, небольшие площади заняты серыми лесными и интразональными почвами. Среди пахотных угодий господствуют маломощные и среднеспособные почвы с глинистым и тяжелосуглинистым гранулометрическим составом. Основные агрохимические показатели плодородия почв представлены в таблице 1.

Таблица 1

Средняя агрохимическая характеристика 0–20 см слоя почв сельскохозяйственных угодий (данные ФГБУ агрохимцентра «Красноярский»)

Хозяйство	Гумус, %	рН _{КСИ}	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
			мг/кг		
АО «Искра»	9,3	6,4	4,2-12,0	102,0	141,0
Агрофирма «Учумская»	8,2	6,3	4,0-9,0	93,0	135,4

Почвы хозяйств характеризуются повышенным содержанием гумуса, нейтральной реакцией почвенного раствора, низким и средним содержанием нитратного азота и высоким обменного калия. Обеспеченность пахотных почв под-

вижным фосфором колеблется от средней до повышенной.

Особенностями почвенного покрова хозяйств являются значительная комплексность, укороченность аккумулятивного горизонта и пониженная степень оподзоленности серых лесных

почв. Сложность рельефа, климата, разнообразие условий почвообразования оказали существенное влияние на потенциальное и эффективное плодородие, формы и степень подвижности питательных веществ в почвах.

В хозяйствах выращиваются районированные сорта сельскохозяйственных культур, технология возделывания которых соответствует зональным рекомендациям [12]. Комплексное агрохимическое обследование почв сельскохозяйственных угодий проводилось в соответствии с принятыми методическими указаниями [9]. Определение качества и гигиенических требо-

ваний безопасности растительной продукции осуществлялось в референтном центре управления Россельхознадзора по Красноярскому краю согласно санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам (СанПиН 2.3.2.1078-01) [4]. Оценка безопасности кормов для животноводства проводилась по Временному максимально допустимому уровню (МДУ) [3].

Результаты исследований и их обсуждение. При выращивании зерновых и кормовых культур в хозяйствах применяются минеральные и органические удобрения (табл. 2).

Таблица 2

Внесение удобрений при выращивании сельскохозяйственных культур (среднее за 2016–2018 гг.)

Сельскохозяйственные культуры	АО «Искра»		Агрофирма «Учумская»	
	Минеральные удобрения, кг/га д.в.	Органические удобрения, т/га	Минеральные удобрения, кг/га д.в.	Органические удобрения, т/га
Яровая пшеница	124,0	3,2	74,0	–
Ячмень	119,0	3,3	56,4	–
Овес	60,0	2,8	38,2	–
Кукуруза на силос	23,0	3,3	–	–
Однолетние травы на зеленый корм	41,0	2,8	–	–
Многолетние травы на зеленый корм	19,0	3,2	–	–
Многолетние травы на сено	19,0	2,8	–	–
Среднее по хозяйству	58,0	3,1	56,0	–

Минеральные удобрения вносятся на основании почвенной диагностики перед посевом, при посеве сельскохозяйственных культур и для подкормки многолетних трав, органические в виде навоза в паровые поля. Наибольшие научно обоснованные дозы минеральных удобрений применяются под яровую пшеницу и наименьшие под кормовые культуры.

Для защиты полевых культур от болезней и борьбы с сорной растительностью в хозяйствах используются различные пестициды (табл. 3).

Рациональное применение удобрений и пестицидов способствовало получению высокой урожайности сельскохозяйственных культур. В разные годы наблюдений урожайность полевых культур в хозяйствах варьировала в зависимости от плодородия почв, обеспеченности их подвижными формами питательных веществ, уровня применения удобрений, климатических условий, влагообеспеченности посевов и биологических особенностей сельскохозяйственных культур (табл. 4).

Таблица 3

**Пестициды, применяемые для химической защиты сельскохозяйственных культур
(среднее за 2016–2018 гг.)**

Хозяйство	Протравители семян	Гербициды
АО «Искра»	Виал ТрасТ, Оплот, Бункер, ВСК	Ластик ТОП МКЭ, Дублон Голд ВДГ, Магnum ВДГ, Магnum Супер ВДГ
Агрофирма «Учумская»	Виал ТрасТ	Магnum

Таблица 4

**Урожайность сельскохозяйственных культур в хозяйствах АО «Искра» и агрофирме
«Учумская» Ужурского района (2016–2018 гг.), т/га**

С.-х. культура	АО «Искра»				Агрофирма «Учумская»			
	2016	2017	2018	Сред.	2016	2017	2018	Сред.
Яр. пшеница	4,11	3,57	3,98	3,89	3,84	3,12	2,37	3,11
Ячмень	5,73	4,64	4,42	4,93	–	–	4,23	4,23
Овес	6,57	5,27	5,84	5,90	–	–	3,73	3,73
Кукуруза на силос	30,37	20,36	29,93	26,89	–	–	–	–
Однолет. травы на зелен. корм	13,19	13,09	12,63	13,00	–	–	–	–
Многолет. травы на зелен. корм	3,14	3,20	3,00	3,11	–	–	–	–
Многолет. травы на сено	2,11	2,00	2,51	2,21	–	–	–	–

Удобрения и пестициды содержат в своем составе тяжелые металлы, токсичные элементы и другие химические соединения. При систематическом внесении необоснованных доз агрохимикатов в почвах могут накапливаться эти токсиканты, поступать в растения и ухудшать качество растительной продукции [8]. Анализ содержания тяжелых металлов и фтора в поч-

вах АО «Искра» и агрофирмы «Учумская» показывает, что их концентрация в пахотном горизонте зависит от химического состава почвообразующих пород, неодинаковых условий почвообразования, агрофизической и агрохимической характеристики почв, уровня применения удобрений и биологических особенностей сельскохозяйственных культур (табл. 5, 6).

Таблица 5

Валовое содержание кобальта, меди, цинка, марганца и хрома в почвах сельскохозяйственных угодий Ужурского района, мг/кг

Обследованная площадь, тыс.га	Кол-во образцов, шт.	Co		Cu		Zn		Mn		Cr	
		min-max	x	min-max	x	min-max	x	min-max	x	min-max	x
АО «Искра»											
27,25	360	6,1-12,8	10,1	14,8-68,2	22,6	38,6-75,7	56,5	363,9-985,3	549,4	14,0-34,2	25,2
Агрофирма «Учумская»											
21,10	249	5,0-10,9	8,4	11,4-28,4	19,9	20,8-73,4	55,2	335,8-669,0	514,0	8,1-26,6	14,8
Фоновое содержание по Красноярскому краю [2]			9,3		18,2		52,3		463,0		25,3
ПДК(ОДК) [5, 6, 10]			50,0		132,0		220,0		1500,0		100,0

Таблица 6

Валовое содержание никеля, кадмия, свинца, ртути и фтора в почвах сельскохозяйственных угодий Ужурского района, мг/кг

Обследованная площадь, тыс.га	Кол-во образцов, шт.	Ni		Cd		Pb		Hg		F	
		min-max	x	min-max	x	min-max	x	min-max	x	min-max	x
АО «Искра»											
27,25	360	20,7-43,8	34,0	0,03-0,78	0,21	8,1-19,3	12,9	0,02-0,09	0,03	0,8-5,2	1,7
Агрофирма «Учумская»											
21,10	249	9,8-27,5	21,0	0,07-0,42	0,12	7,1-14,6	10,1	0,02-0,05	0,03	0,8-5,0	1,6
Фоновое содержание по Красноярскому краю [1, 2]			25,6		0,11		11,4		0,02		0,8
ПДК(ОДК) [5, 6]			80,0		2,0		130,0		2,1		10,0

Концентрация тяжелых металлов и фтора в разных типах и подтипах почв на территории хозяйств обладает высокой природной вариабельностью, обусловленной микропестротой почвенного покрова, рельефом местности и геохимическими условиями формирования почв агроценозов [1, 2]. Из-за развития подзолообразовательного процесса содержание большинства тяжелых металлов в пахотном горизонте серых лесных почв ниже, чем в черноземах. В верхнем горизонте интразональных почв наблюдается несколько повышенное содержание многих тяжелых металлов. По данным Е.И. Волошина [2], накопление тяжелых металлов происходит за счет их перераспределения с повышенных элементов рельефа в пониженные, в которых формируются эти почвы. По среднему содержанию тяжелых металлов и фтора в пахотном горизонте почвы в хозяйствах незначительно отличаются от фоновой концентрации этих элементов в агроценозах Красноярского края.

При проведении эколого-токсикологического обследования не установлено загрязнения почв сельскохозяйственных угодий тяжелыми метал-

лами и фтором. Вносимые эффективные дозы минеральных, органических удобрений и пестицидов не оказали существенного влияния на содержание и распределение тяжелых металлов, фтора в структуре почвенного покрова хозяйств.

Концепция защиты растений ориентирована на создание экологически устойчивых агроэкосистем и оптимизацию их фитосанитарного состояния. Исходя из этого, развитие химического метода, как одного из важнейших блоков современных фитосанитарных технологий, должно опираться на всесторонний экотоксикологический мониторинг, в том числе по оценке воздействия пестицидов на окружающую среду и обеспечению экологической безопасности.

Применение химических средств защиты зачастую сопряжено с загрязнением окружающей среды остаточными количествами пестицидов, поэтому были проведены расширенные исследования по остаточному действию пестицидов в почвах хозяйства АО «Искра» (исследования проведены Испытательной лабораторией ФГБУ ГЦАС «Красноярский»).

Таблица 7

**Остаточное действие пестицидов в почвах АО «Искра»
Ужурского района (2017–2018 гг.), мг/кг**

Показатель	ПДК (ОДК)	Результат испытаний
Глифосат (Торнадо 500)	0,5	Менее 0,07
Метсульфуронметил (Магnum)	0,10	Менее 0,025
Трибенуронметил (Магnum Супер)	0,01	Менее 0,005
Феноксапроп-П-этил (Пума Супер 100)	0,04	Не превышает
Феноксапроп-П-этил (Ластик Топ)	0,04	Не превышает
МЦПА (Гербитокс)	0,04	Не превышает
Тифенсульфуронметил (Дублон Голд)	0,07	Менее 0,01
Тебуконазол (Фалькон)	0,4	Менее 0,010
Тебуконазол (Колосаль)	0,4	Менее 0,010
2,4-Д (Балерина)	0,1	Не превышает

Результаты исследований показали, что остаточное количество пестицидов не превышает предельно допустимые концентрации (Гигиенические нормативы содержания пестицидов в объектах окружающей среды (перечень). ГН 1.2.2701-10).

Качество растительной продукции зависит от многих факторов: климата, свойств почвы, предшествующей культуры, сорта, доз, видов, форм

удобрений, соотношения в них элементов питания, сроков внесения, применения пестицидов и др. [11]. Улучшение минерального питания способствует мобилизации физиологических ресурсов растений и повышению их продуктивности. Внесение же удобрений в количествах, превышающих физиологическую потребность растений, не ведет к дальнейшему увеличению урожайности полевых культур и сопровождается

ухудшением качества продукции. Результаты исследований показывают, что среднее количество клейковины в зерне яровой пшеницы составляет 28,2 %, натура равна 780 г/л и стекловидность – 45 %. В зерне ячменя массовая доля сырого протеина равняется 126,4 г/кг, сырой клетчатки – 50,5 г/кг и сырой золы 26,4 г/кг в пересчете на абсолютно сухое вещество. По показателям качества яровая пшеница относится к третьему классу, ячмень ко второму.

Безопасность растительной продукции определяется гигиеническими показателями качества урожая (табл. 8).

Научно обоснованное применение удобрений и пестицидов не оказало отрицательного влияния на содержание токсичных элементов, пестицидов и радионуклидов в зерне яровой пшеницы и ячменя. Концентрация поллютантов в растительной продукции находилась на уровне принятых в России санитарных норм (СанПиН 2.3.2.1078-01).

Таблица 8

Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности зерна яровой пшеницы и ячменя (в среднем за два года)

Показатель безопасности	Продукция		Допустимый уровень, мг/кг, не более
	Яровая пшеница	Ячмень	
Токсичные элементы: свинец	0,1	Менее 0,1	0,5
мышьяк	Менее 0,01	Менее 0,01	0,2
кадмий	0,020	Менее 0,01	0,1
ртуть	0,0025	Менее 0,0025	0,03
Пестициды: гексахлорциклогексан (α, β, γ-изомеры)	0,005	Менее 0,005	0,5
ДДТ и его метаболиты	0,005	Менее 0,005	0,02
гексахлорбензол	Не обнаружено	Не обнаружено	0,01
ртутьорганические пестициды	Не обнаружено	Не обнаружено	Не допускаются
2,4-Д кислота, ее соли, эфиры	Не обнаружено	Не обнаружено	Не допускаются
Радионуклиды: цезий-137	Менее 5,0	Менее 5,0	70 Бк/кг
стронций-90	Менее 1,3	Менее 1,0	40 Бк/кг

Содержание тяжелых металлов в зерне овса, грубых и сочных кормах ниже временного максимально допустимого уровня (МДУ), что говорит об экологической безопасности кормов.

Выводы. Комплексное научно обоснованное применение минеральных, органических удобрений и пестицидов не оказывает существенного влияния на агроэкологическое состояние почв сельскохозяйственных угодий. Под влиянием средств химизации повышается урожайность полевых культур, улучшается качество растительной продукции при сохранении ее экологической безопасности.

Литература

1. Волошин Е.И. Содержание и распределение водорастворимого фтора в почвах Средней Сибири // Агрохимия. 2003. № 2. С. 65–73.
2. Волошин Е.И. Содержание и распределение микроэлементов в почвах Средней Сибири // Вестник КрасГАУ. 2008. № 4. С. 28–37.
3. Временный максимально допустимый уровень (МДУ) содержания некоторых химических элементов и госсипола в кормах для сельскохозяйственных животных и кормовых добавок // ГУВ. № 143-4/78-5а от 17.02.1989.

4. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. СанПиН 2.3.2.1078-01. М.: ЗАО «РИТ-ЭКСПРЕСС», 2002. 216 с.
5. Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2041-06. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. М., 2006.
6. Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2042-06. Ориентировочно-допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве. М., 2006.
7. *Державин Л.М.* Интегрированное применение агрохимических средств в зерновом хозяйстве // *Агрохимия*. 2007. № 12. С. 3–17.
8. *Карпова Е.А., Минеев В.Г.* Тяжелые металлы в агроэкосистеме. М.: КДУ, 2015. 251 с.
9. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения / под ред. *Л.М. Державина, Д.С. Булгакова*. М.: МСХ РФ, 2003. 287 с.
10. *Кротов Ю.А., Карелин А.О., Лойт А.О.* Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. СПб.: Мир и семья, 2001. 896 с.
11. *Разумовский А.Г., Плеханова Л.В.* Качество зерновых культур и пути его повышения в Восточной Сибири. Новосибирск, 2005. 176 с.
12. Система земледелия Красноярского края на ландшафтной основе: науч.-практ. рекомендации / под общ. ред. *С.В. Брылева*. Красноярск, 2015. 224 с.
13. *Федоров Л.А., Яблоков А.В.* Пестициды – токсический удар по биосфере и человеку. М.: Наука, 1999. 461 с.
2. *Voloshin E.I.* Soderzhanie i raspredelenie mikroelementov v pochvah Srednej Sibiri // *Vestnik KrasGAU*. 2008. № 4. S. 28–37.
3. Vremennyj maksimal'no dopustimyj uroven' (MDU) sodержaniya nekotoryh himicheskikh jelementov i gossipola v kormah dlja sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh i kormovyh dobavok // *GUV*. № 143-4/78-5a ot 17.02.1989.
4. Gigenicheskie trebovaniya bezopasnosti i pishhevoj cennosti pishhevyyh produktov. SanPiN 2.3.2.1078-01. М.: ЗАО «РИТ-ЭКСПРЕСС», 2002. 216 с.
5. Gigenicheskie normativy GN 2.1.7.2041-06. Predel'no-dopustimye koncentracii (PDK) himicheskikh veshhestv v pochve. М., 2006.
6. Gigenicheskie normativy GN 2.1.7.2042-06. Orientirovochno-dopustimye koncentracii (ODK) himicheskikh veshhestv v pochve. М., 2006.
7. *Derzhavin L.M.* Integrirovanное primeneniе agrohimicheskikh sredstv v zernovom hozjajstve // *Agrohimija*. 2007. № 12. S. 3–17.
8. *Karpova E.A., Mineev V.G.* Tjzhelye metally v agrojekosisteme. М.: KDU, 2015. 251 s.
9. Metodicheskie ukazaniya po provedeniju kompleksnogo monitoringa plodorodija pochv zemel' sel'skohozjajstvennogo naznachenija / pod red. *L.M. Derzhavina, D.S. Bulgakova*. М.: MSH RF, 2003. 287 s.
10. *Krotov Ju.A., Karelin A.O., Lojt A.O.* Predel'no dopustimye koncentracii himicheskikh veshhestv v okruzhajushhej srede. SPb.: Mir i sem'ja, 2001. 896 s.
11. *Razumovskij A.G., Plehanova L.V.* Kachestvo zernovyh kul'tur i puti ego povyshenija v Vostochnoj Sibiri. Novosibirsk, 2005. 176 s.
12. Sistema zemledelija Krasnojarskogo kraja na landshaftnoj osnove: nauch.-prakt. rekomendacii / pod obshh. red. *S.V. Bryleva*. Krasnojarsk, 2015. 224 s.
13. *Fedorov L.A., Jablokov A.V.* Pesticidy – toksicheskij udar po biosfere i cheloveku. М.: Nauka, 1999. 461 s.

Literatura

1. *Voloshin E.I.* Soderzhanie i raspredelenie vodorastvorimogo ftora v pochvah Srednej Sibiri // *Agrohimija*. 2003. № 2. S. 65–73.