

- rian Permafrost Studies between Japan and Russia in 1997. – Tsukuba, 1998. – P. 3–10.
9. Koike T. Photosynthetic characteristics of trees and shrubs growing on the north and south facing slopes in Central Siberia / S. Mori, O.A. Zyryanova, T. Kajimoto, Y. Matsuura, A. P. Abaimov // (eds. Osawa, A., Zyryanova, O.A., Matsuura, Y., Kajimoto, T., Wein, R.W). Permafrost ecosystem: Siberian Larch Forest, Ecological studies. Springer. – 2010. – Vol. 209. – P. 273–287.
10. Shijatov S.G., Vaganov E.A., Kirdjanov A.V. [i dr.]. Metody dendrohronologii. Ch. I. Osnovy dendrohronologii. Sbor i poluchenie drevesno-kol'cevoj informacii. – Krasnojarsk, 2000. – 80 s.



УДК 634. 73: 581.4

М.Л. Берсенева

СОДЕРЖАНИЕ НЕКОТОРЫХ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЗЕРНЕ ПШЕНИЦЫ

M.L. Berseneva

THE CONTENT OF SOME HEAVY METALS IN WHEAT GRAIN

Берсенева М.Л. – канд. биол. наук, доц. каф. строительных материалов и технологий строительства Инженерно-строительного института Сибирского федерального университета, г. Красноярск. E-mail: mari-leonm@yandex.ru

Berseneva M.L. – Cand. Biol. Sci., Assoc. Prof., Chair of Construction Materials and Technologies of Construction, Construction Institute, Siberian Federal University, Krasnoyarsk. E-mail: mari-leonm@yandex.ru

Зерновые культуры с давних времен занимают важное место в питании человека, являясь доступным источником микроэлементов, белков, углеводов и витаминов. Наиболее распространенной зерновой сельскохозяйственной культурой во многих странах мира является пшеница, получившая широкое применение при изготовлении различных видов продуктов питания, косметических, лекарственных препаратов, кормов для сельскохозяйственных животных. Благодаря наличию в своем составе большого количества полезных для организма человека веществ, пшеница способствует укреплению иммунной системы, создает мощную преграду для развития онкологических заболеваний. Основными продуктами питания большинства жителей России являются хлеб, хлебобулочные изделия, мука, крупы, макароны. В России пшеница лидирует по посевным площадям, получаемому урожаю и экспорту. В зависимости от почвы, природных и климатических условий отдельно взятого региона существуют приоритеты в выращивании этой зерновой культуры. Обладая

большим фондом земель сельскохозяйственного назначения, Россия вынуждена учитывать неблагоприятные условия климата, географическое положение и другие особенности природной среды, что существенно усложняет успешное развитие сельского хозяйства. Для достижения высокого урожая большое значение имеет качественная подготовка почвы перед посевом. Имея слабую корневую систему, пшеница капризно относится к фитосанитарному состоянию почвы и культурам, возделываемым перед ней. Предпочтительно, если предшественниками станут кукуруза, гречиха или зернобобовые растения, насыщающие почву азотом, способствующие накоплению легкоусвояемых питательных элементов. Соблюдение двухгодичного перерыва в севообороте пшеницы, зяблевая обработка пахоты также приводят к повышению устойчивости почвы к накоплению влаги, уменьшают численность сорняков и вредоносных насекомых, что благоприятно сказывается на урожайности.

Ключевые слова: тяжелые металлы, пшеница, экологический мониторинг, окрестности г. Красноярск.

Cereals since ancient times occupy an important place in human nutrition, being available source of micronutrients, protein, carbohydrates, and vitamins. The most common grain crop in many countries is wheat, widely used in the manufacture of various types of foodstuffs, cosmetics, medicines and forage for farm animals. Due to the presence of a large number of beneficial to human body substances in its composition, wheat strengthens immune system, creates powerful barrier to the development of cancer. The main products of most of Russian residents are bread, bakery products, flour, grain and macaroni. In Russia wheat is in the lead on cultivated areas, received crop and export. Depending on soil, climatic and natural conditions of separately taken region there are priorities in the cultivation of this cereal. Possessing big fund of lands of agricultural purpose, Russia is compelled to consider adverse conditions of climate, geographical position and other features of environment significantly complicating successful development of agriculture. High-quality preparation of the soil before crops is of great importance for receiving big yield. Having weak root system, wheat whimsically depends on phytosanitary condition of the soil and cultures cultivated before it. It is preferable to have as predecessors corn, buckwheat or leguminous plants sating the soil with nitrogen, promoting accumulation of digestible nutritious elements. The observance of biennial break in wheat rotation, autumn ploughing treatment also increases the resistance of soil to moisture accumulation, reduces the number of weeds and harmful insects, which is beneficial to productivity.

Keywords: heavy metals, wheat, environmental monitoring, the vicinities of Krasnoyarsk.

Введение. Интенсивное антропогенное воздействие приводит к постоянному поступлению в окружающую среду опасных загрязняющих веществ из различных источников загрязнения. Тяжелые металлы относятся к приоритетным загрязняющим веществам, за которыми наблюдения обязательны во всех природных средах. В условиях Сибири тяжелые металлы накапливаются в снеге и потом поступают в почву с та-

лыми весенними водами [1]. Свинец считается наиболее опасным из этой группы [10].

Тяжелые металлы могут присутствовать в растительном и животном продовольственном сырье [6, 9], пищевых продуктах [2–4, 6, 7]. Вследствие этого попадают в продукты питания человека [3, 5] и отрицательно влияют на его здоровье [8].

Цель исследований. Определить содержание тяжелых металлов в зерне пшеницы сорта Новосибирская-15, выращенной на полях в окрестностях г. Красноярск, и сравнить полученные результаты с ПДК.

Объекты и методы исследований Объектами исследований явилось зерно пшеницы сорта Новосибирская-15, выращенное в окрестностях г. Красноярск.

При исследовании за основной метод принят экологический мониторинг [4], позволяющий определить уровень антропогенного воздействия на разные природные среды. Анализ зерна пшеницы на наличие тяжелых металлов выполнен в Научно-исследовательском испытательном центре ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ по контролю качества сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов на атомно-абсорбционном анализаторе PinAAcle 900T фирмы PerkinElmer.

Полевой отбор образцов проведен в 3 точках, удаленных от автомобильной дороги на расстояние 10, 30 и 50 метров. Повторность 3-кратная.

Результаты исследований и их обсуждение. Воздействие тяжелых металлов на окружающую среду зависит от их характеристик и спектра действия.

Ртуть. Проблема ртутного загрязнения в производственной и непроизводственной сферах в современном мире актуальна из-за широкого применения ртути в различных отраслях и ее опасного токсического воздействия на природные компоненты и живые организмы [5]. Однако исключить поступление этого элемента в окружающую среду в результате антропогенного воздействия на современном этапе является сложной задачей в связи с использованием его во многих отраслях промышленности и, как следствие, попаданием его в виде промышленных стоков и атмосферных выбросов в окружающую среду.

Ртуть входит в состав ряда пестицидов, используемых в сельском хозяйстве для защиты семян от ряда вредителей. Произрастая на почвах, содержащих ртуть, сельскохозяйственные растения накапливают ее в корневых и надземных системах.

Поступая в организм человека, ртуть, накапливаясь во внутренних органах, оказывает токсическое воздействие, приводя к нарушению белкового обмена, негативно влияет на нервную, иммунную и пищеварительную системы.

Свинец получил широкое применение во многих отраслях промышленности.

Его опасность состоит в токсическом воздействии и в способности накапливаться в костях, головном мозге, почках, печени, зубах и других органах человека, нарушая функционирование организма в целом. В продукты питания и продовольственное сырье свинец поступает главным образом из воздуха, почвы и воды. Высокое содержание свинца наблюдается в корнеплодах и других растительных продуктах, выращенных на землях вблизи промышленных районов и вдоль дорог.

Характерными симптомами отравления являются расстройства пищеварительной системы, снижение аппетита, боли в животе. При тяжелых формах отравления наблюдаются головноекружение, ухудшение зрения, головные боли [10].

При высоких уровнях воздействия на организм человека возникает риск задержки психического развития и поведенческих расстройств у детей и подростков.

При более низких уровнях воздействия свинец вызывает целый ряд изменений в различных системах организма.

Мышьяк широко применяется в технологических процессах при производстве красителей, стекла, тканей, бумаги, клея, также используется при производстве пестицидов, кормовых добавок и фармацевтических препаратов [8].

Главными источниками поступления мышьяка в организм человека являются употребление для питья и приготовления пищи загрязненной воды, потребление продовольственных культур, орошаемых водой с содержанием мышьяка, вдыхание загрязненного воздуха.

Неорганическая форма мышьяка высокотоксичная. Долгое неконтролируемое воздействие

перечисленных источников может привести к хроническому отравлению мышьяком, симптомы которого включают рвоту, расстройство пищеварительной системы, боли в области живота, онемение и покалывание в конечностях, мышечные судороги и в самых тяжелых случаях – смерть.

Кадмий является одним из самых опасных элементов, по своим свойствам значительно токсичнее свинца. Широкое техническое применение получил в последние десятилетия. Кадмий содержится в мазуте, дизельном топливе, используется при производстве лаков, эмалей, керамики, пластмасс, в электрических батареях и т.д. [1].

В воздух попадает при сжигании кадмийсодержащих отходов, в подземные воды – со сточными водами промышленных предприятий. Промышленные газообразные выбросы являются одной из основных причин повышенного содержания кадмия в пище, также кадмий чрезвычайно легко переходит из почвы в растения.

Кадмий очень долго выводится из организма, вытесняет кальций из костей, провоцируя развитие остеопороза, деформацию костей и искривление позвоночника. Оказывает выраженное токсическое воздействие на половые железы, поражает нервную систему. Накапливается в печени и почках. Канцерогенное воздействие соединений кадмия увеличивает риск развития онкологических заболеваний.

Цинк наиболее широкое распространение получил в качестве покрытия для предотвращения коррозии железа, используется при производстве батареек, аккумуляторов, в полиграфии клише на цинковой пластине используют для печати иллюстраций, окись цинка используется в медицине как противовоспалительное и антисептическое средство [5].

Цинк находится во всех растениях. Наиболее богаты цинком грибы, пшеничные, рисовые и ржаные отруби, зерна злаков, какао.

Цинк является важным компонентом многих ферментов человека, животных и растений, регулирует в организме процессы деления клеток, участвует в синтезе гемоглобина, развитии костей, образовании и распаде белков и углеводов, образовании инсулина, управляет сокращаемостью мышц. Цинк способствует поддержанию постоянства кислотно-щелочного баланса в ор-

ганизме, является питательным веществом для иммунной системы, важен для развития всех органов размножения. В организме человека концентрируется преимущественно в мышцах, печени и поджелудочной железе.

Недостаток цинка в организме приводит к снижению образования гемоглобина, ослаблению памяти, вызывает сухость и шершавость кожи, торможение выработки гормонов роста, надпочечников, щитовидной железы, тестостерона, приводит к различным биохимическим нарушениям [9].

При избыточном поступлении в организм цинк оказывает канцерогенное и токсичное действие на почки, сердце, кровь, легкие, слизи-

стую оболочку глаз, нарушаются вкусовые ощущения. Появляются раздражительность, ноющие боли в мышцах, тошнота.

Интоксикацию вызывает вдыхание паров цинка. Длительное токсическое воздействие цинка приводит к развитию онкологических заболеваний.

Взятые нами образцы пшеницы были исследованы на наличие следующих тяжелых металлов: ртути, свинца, кадмия, цинка и мышьяка, отнесенных к 1-му классу опасности (в соответствии с СанПин 2.1.7.1287-03) (табл. 1).

Среднестатистические значения полученных результатов были сведены в таблицу 2, составлены графики (рис. 1–5).

Таблица 1

Распределение химических загрязняющих веществ по классам опасности

Класс опасности	Химическое загрязняющее вещество
1-й	Мышьяк, кадмий, ртуть, свинец, цинк, фтор, 3,4-бенз(а)пирен
2-й	Бор, кобальт, никель, молибден, медь, сурьма, хром
3-й	Барий, ванадий, вольфрам, марганец, стронций, ацетофенон

Таблица 2

Содержание тяжелых металлов в пшенице в окрестностях г. Красноярск

Место отбора	Содержание в сухом веществе, мг/кг				
	Ртуть	Свинец	Мышьяк	Кадмий	Цинк
п. Берёзовка	Менее 0,001	0,25	Менее 0,02	Менее 0,05	44,5
с. Миндерла	Менее 0,001	0,122	Менее 0,02	0,063	38,4
п. Емельяново	Менее 0,001	Менее 0,1	Менее 0,02	0,069	21,2
п. Атаманово	Менее 0,001	0,12	Менее 0,02	Менее 0,05	35,6
с. Новоселово	Менее 0,001	0,129	Менее 0,02	0,71	31,5

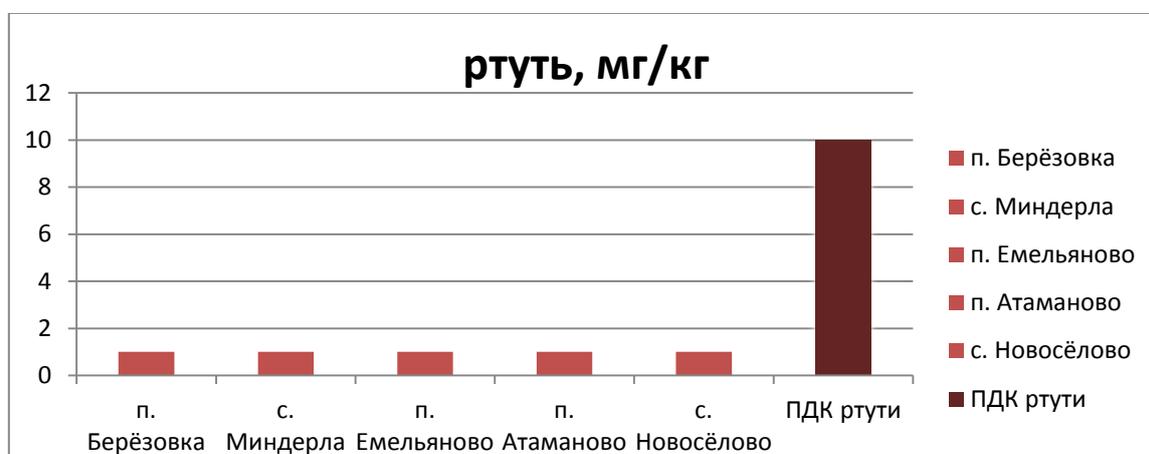


Рис. 1. Содержание ртути в зерне пшеницы в окрестностях г. Красноярск, мг/кг

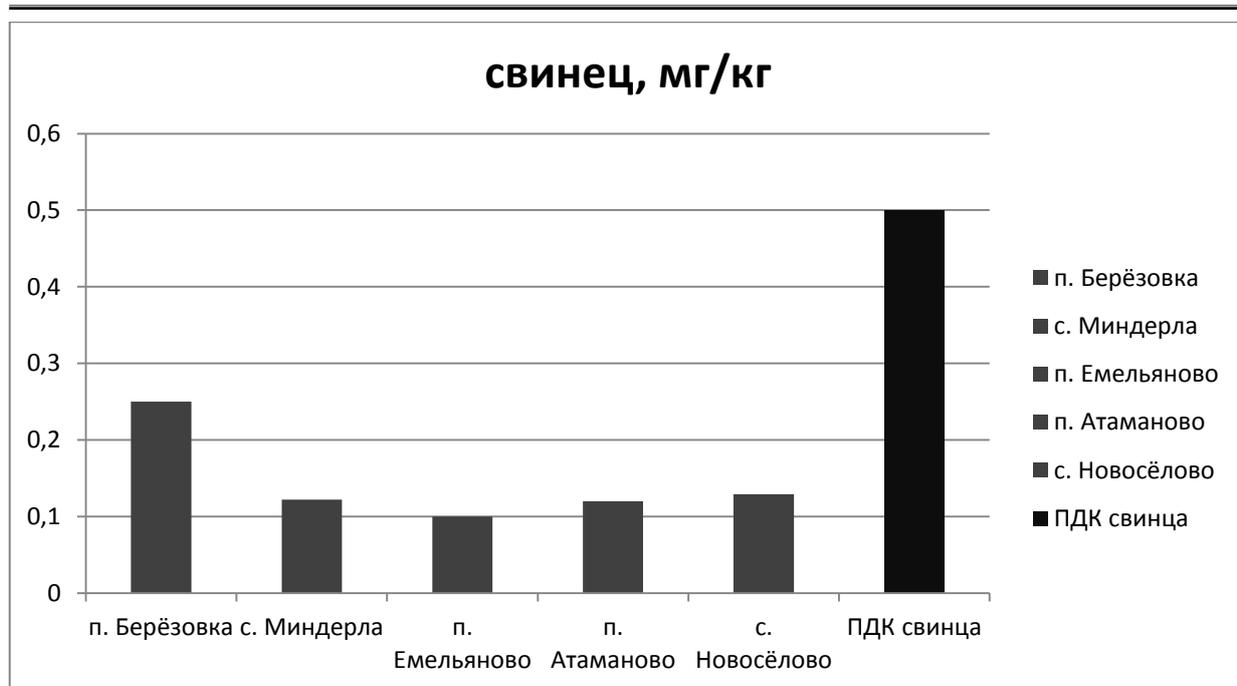


Рис. 2. Содержание свинца в зерне пшеницы в окрестностях г. Красноярск, мг/кг

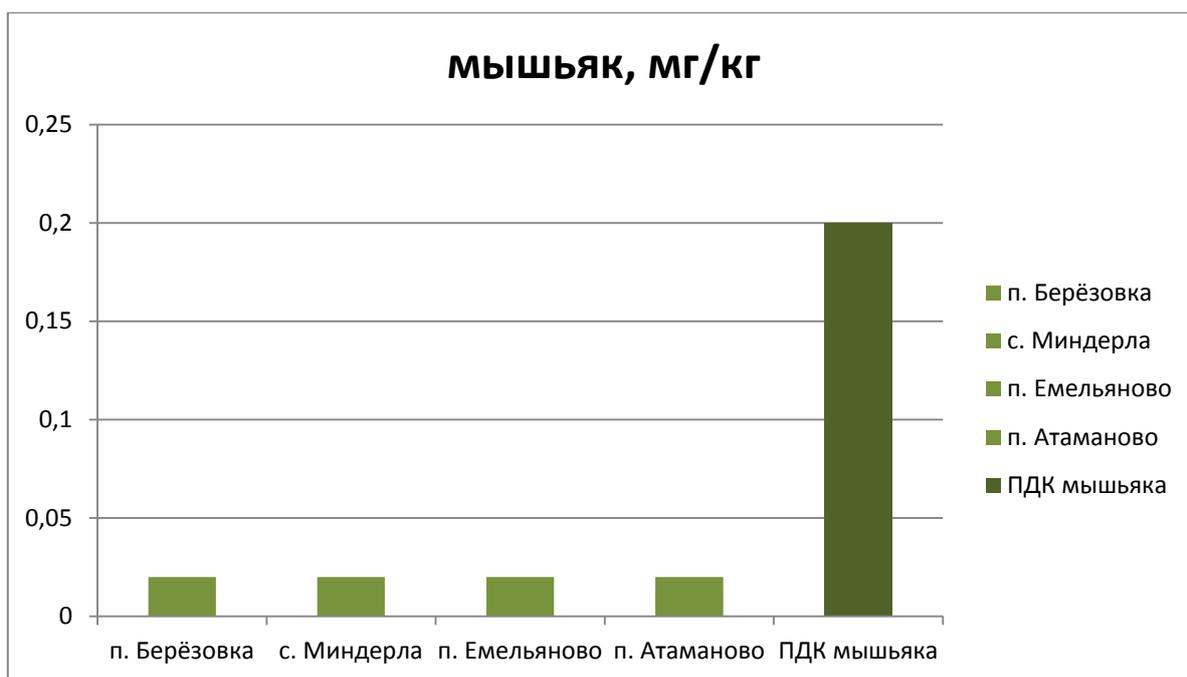


Рис. 3. Содержание мышьяка в зерне пшеницы в окрестностях г. Красноярск, мг/кг

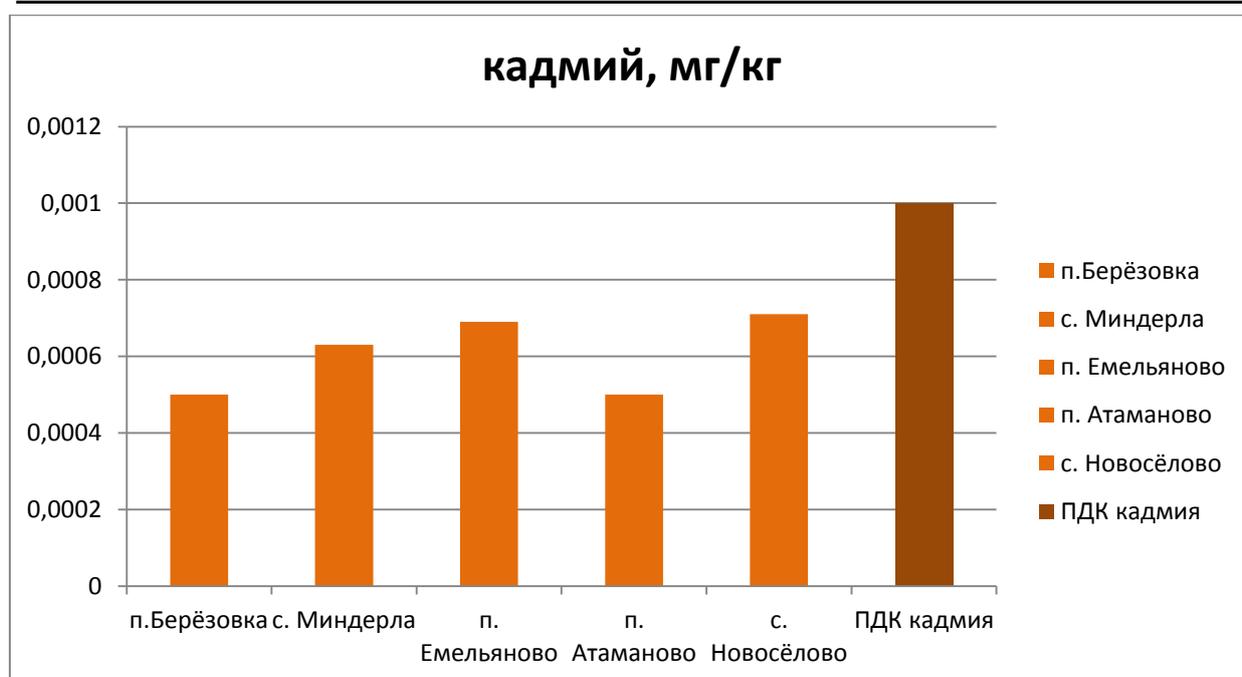


Рис. 4. Содержание кадмия в зерне пшеницы в окрестностях г. Красноярска, мг/кг

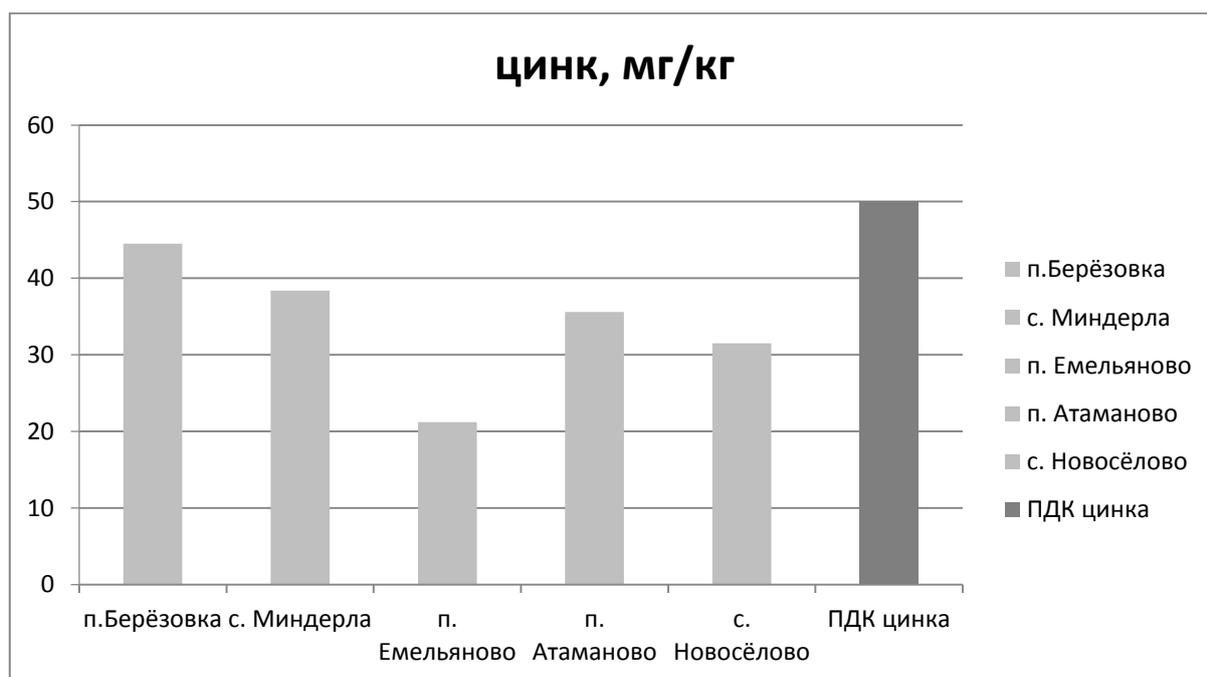


Рис. 5. Содержание ртути в зерне пшеницы в окрестностях г. Красноярска, мг/кг

Таблица 3

Предельно допустимые концентрации тяжелых металлов в зерновых продуктах, мг/кг

Ртуть	Свинец	Мышьяк	Кадмий	Цинк
10,0	0,5	0,2	0,1	50,0

Заключение. В составе исследуемых образцов пшеницы, взятых на территории окрестностей г. Красноярска, не выявлено превышения ПДК по тяжелым металлам.

Литература

1. *Берсенева М.Л.* Содержание тяжелых металлов в снеговом покрове окрестностей города Красноярска // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: мат-лы XIV Междунар. науч.-практ. конф. – Красноярск, 2016. – С. 153–155.
2. *Ваймер А.А.* Тяжелые металлы и радионуклиды в почвах и сельскохозяйственной продукции Северного Зуралья: дис. ... д-ра биол. наук: 06.01.03. – Тюмень, 2006. – 355 с.
3. *Демиденко Г.А.* Содержание тяжелых металлов в муке и готовой продукции хлебопечения // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 4. – С. 47–49.
4. *Демиденко Г.А., Фомина Н.В.* Мониторинг окружающей среды: учеб. пособие. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2013. – 154 с.
5. *Демиденко Г.А., Шуранов В.В.* Содержание свинца и кадмия в молочной продукции, реализуемой в городе Красноярске // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 9. – С. 5–11.
6. *Жидкин В.И., Семушев А.М.* Основные загрязнители продовольственного сырья и пищевых продуктов // Вторые чтения памяти профессора О.А. Зауралова: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. (Саранск, 12 мая 2010 г.). – Саранск, 2010. – С. 28–31.
7. *Жидкин В.И., Семушев А.М.* Загрязнение пищевых продуктов нитратами, пестицидами и тяжелыми металлами // Предпринимательство. – 2014. – № 5. – С. 190–198.
8. *Ильинских Е.Н., Огородова Л.М., Безруких П.А.* Эпидемиологическая генотоксикология тяжелых металлов и здоровье человека. – Томск: Изд-во Сиб. госмедуниверситета, 2003. – 301 с.
9. *Семушев А.М.* Влияние загрязнителей на качество продовольственных товаров растительного происхождения // Кооперация в системе общественного воспроизводства: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф.: в 2 ч. – Саранск: Принт-Издат, 2013. – Ч. 2. – С. 221–223.
10. *Свинец в окружающей среде / под ред. В.В. Добровольского.* – М.: Наука, 1987. – 181 с.

Literatura

1. *Berseneva M.L.* Soderzhanie tjazhelyh metallov v snegovom pokrove okrestnostej goroda Krasnojarska // Nauka i obrazovanie: opyt, problemy, perspektivy razvitija: mat-ly XIV Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – Krasnojarsk, 2016. – S. 153–155.
2. *Vajmer A.A.* Tjazhelye metally i radionuklidy v pochvah i sel'skohozjajstvennoj produkcii Severnogo Zaural'ja: dis. ... d-ra biol. nauk: 06.01.03. – Tjumen', 2006. – 355 s.
3. *Demidenko G.A.* Soderzhanie tjazhelyh metallov v muke i gotovoj produkcii hlebopechenija // Vestnik KrasGAU. – 2015. – № 4. – S. 47–49.
4. *Demidenko G.A., Fomina N.V.* Monitoring okruzhajushhej sredy: ucheb. posobie. – Krasnojarsk: Izd-vo KrasGAU, 2013. – 154 s.
5. *Demidenko G.A., Shuranov V.V.* Soderzhanie svinca i kadmija v molochnoj produkcii, realizuemoj v gorode Krasnojarske // Vestnik KrasGAU. – 2015. – № 9. – S. 5–11.
6. *Zhidkin V.I., Semushev A.M.* Osnovnye zagrnazniteli prodovol'stvennogo syr'ja i pishhevyyh produktov // Vtorye chtenija pamjati professora O.A. Zauralova: mat-ly Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (Saransk, 12 maja 2010 g.). – Saransk, 2010. – S. 28–31.
7. *Zhidkin V.I., Semushev A.M.* Zagrnaznenie pishhevyyh produktov nitratami, pesticidami i tjazhelymi metallami // Predprinimatel'stvo. – 2014. – № 5. – S. 190–198.
8. *Il'inskih E.N., Ogorodova L.M., Bezrukih P.A.* Jependemiologicheskaja genotoksikologija tjazhelyh metallov i zdorov'e cheloveka. – Tomsk: Izd-vo Sib. gosmeduniversiteta, 2003. – 301 s.
9. *Semushev A.M.* Vlijanie zagrnaznitelej na kachestvo prodovol'stvennyh tovarov rastitel'nogo proishozhdenija // Kooperacija v sisteme obshhestvennogo vosproizvodstva: mat-ly Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.: v 2 ch. – Saransk: Print-Izdat, 2013. – Ch. 2. – S. 221–223.
10. *Svinec v okruzhajushhej srede / pod red. V.V. Dobrovolskogo.* – M.: Nauka, 1987. – 181 s.